

## Télémédecine

Décembre 2004



### Télémédecine, les technologies de communication au service de la santé

Télé-assistance chirurgicale, télé-échographie, télé-pathologie... L'ensemble des nouvelles pratiques médicales intégrant les technologies de communication à distance annonce l'avènement de la télémédecine et une profonde mutation des usages de santé.

Depuis l'établissement d'un diagnostic jusqu'à l'opération chirurgicale, tout acte médical peut aujourd'hui s'envisager à distance.

Les perspectives offertes par la télémédecine permettent d'imaginer que demain chacun pourra, partout et à tout moment, bénéficier des techniques médicales les plus pointues. Elles laissent également envisager une diminution des dépenses de santé (éviter des déplacements), l'accès aux soins par tous (y compris auprès des experts lorsque ceux-ci ne sont pas sur place), et une meilleure gestion des ressources (les experts sont rares), grâce notamment à l'accélération du déploiement du haut débit partout en France. Avec le développement de tels services, combinés à la maîtrise des réseaux haut-débit, France Télécom se positionne de plus en plus comme un acteur de services majeur sur le secteur de la Santé.

### → C'est quoi ?

La mutation technologique que connaît le monde médical se caractérise par le fort développement d'organisation en réseau, de concertation à distance, d'échange d'information entre praticiens... et s'inscrit dans une tendance croissante vers l'hyperspécialisation...

En collaboration avec les professionnels et les industriels de la santé, les chercheurs de France Télécom participent depuis plusieurs années à la mise en œuvre de différentes solutions de médecine à distance, mettant ainsi son expertise d'opérateur de communication et ses innovations technologiques au service de la santé.

## Opération Lindbergh, première mondiale d'un continent à l'autre en téléchirurgie

Le 19 septembre 2001, une opération chirurgicale est réalisée à 7000 kilomètres de distance par un chirurgien depuis New York sur une patiente hospitalisée à Strasbourg. Cette première mondiale, baptisée " opération Lindbergh ", en référence à la première traversée transatlantique du célèbre aviateur, a été réalisée par le professeur Marescaux et son équipe de l'Institut de recherche contre les cancers de l'appareil digestif (IRCAD). Une performance accomplie grâce à la maîtrise des délais de transmission, fruit du travail des équipes R&D de France Télécom.

Cette première mondiale a ainsi ouvert la voie à la téléchirurgie. Le bilan de l'expérience permet d'imaginer que demain, comme l'a déclaré le professeur Marescaux, "Tout chirurgien expert pourra participer à une opération chirurgicale se déroulant n'importe où sur le globe".

## La télé-échographie robotisée

Autre application de la médecine à distance, la télé-échographie robotisée (TER) développé en partenariat avec la société Praxim et le laboratoire TIMC de l'université Joseph Fourier permet à un échographiste de réaliser un examen à distance sur un patient présent sur un autre site.

Le spécialiste pilote à distance un robot qui porte une sonde échographique et lui renvoie en temps réel non seulement les images échographiques, mais aussi les sensations fines du toucher, une dimension indispensable pour un examen en finesse.



A tout instant de l'examen, l'expert dispose d'une vision d'ensemble de la scène, peut dialoguer en visiophonie avec le patient et le personnel présent, tout en visualisant les images échographiques temps réel. Grâce à une sonde virtuelle qu'il tient à la main, il reçoit un retour d'information sur la pression exercée par la sonde réelle sur le patient. Dans le cas d'un examen prénatal, il peut ainsi sentir le ventre de la maman, comme s'il pratiquait un examen traditionnel.

## **Le télécompagnonnage chirurgical, la collaboration à distance entre confrères**

La dimension d'échange et de collaboration est au centre de toutes les expérimentations menées en télé-médecine.

Dans le droit fil de l'expérience menée en 2001 lors de l'opération Lindbergh, France Télécom travaille actuellement avec le service de Santé des Armées sur une solution de télécompagnonnage chirurgical par voie satellitaire. L'objectif : permettre à un chirurgien spécialisé d'apporter son expertise à un collègue exerçant sur un site distant. Dans des circonstances où une population se trouve en situation d'éloignement - par exemple sur une île, une plate-forme pétrolière, un front armé, un navire... - un seul chirurgien ne peut répondre à toutes les pathologies auxquelles il est susceptible d'être confronté.

Le bloc opératoire situé dans la zone isolée est doté d'un équipement chirurgical robotisé. L'opération réalisée par le praticien local est accompagnée à distance et en temps réel par le spécialiste. Celui-ci guide les gestes opératoires de son confrère en télécommandant les bras du robot chirurgical.

## **Argonaute 3D, outil de travail multisites collaboratif en temps réel**

La solution développée par Argonaute 3D permet à plusieurs praticiens exerçant sur des sites différents de se réunir virtuellement pour procéder - ensemble et à distance - à un examen médical commun. Grâce à une plate-forme sécurisée de travail coopératif, ils partagent en temps réel une image 3D reconstituant le cas clinique du patient à partir de ses scanners ou de ses IRM.

Ils peuvent ainsi " manipuler " l'organe pour l'étudier et échanger leurs observations, Cette analyse approfondie permet aux spécialistes et aux médecins traitants de convenir, à plusieurs et au même moment, de la meilleure stratégie opératoire à adopter et de simuler l'opération chirurgicale envisagée.

En novembre 2002, Argonaute 3D a donné lieu à une expérimentation entre Paris, Strasbourg, Brest et Lannion : l'étude commune du cas clinique d'un patient par trois spécialistes depuis trois sites distants. L'expérimentation a été menée par les équipes R&D de France Télécom en collaboration avec la branche Entreprise et l'IRCAD de Strasbourg.

## **La télépathologie, examen microscopique à distance et en temps réel**

Télépathologie développé en partenariat avec la société Samba Technologies est un service de télé expertise temps réel qui permet à un médecin d'être aidé dans son diagnostic par un anapathe (anatomopathologiste) distant : anapathe peut procéder en temps réel et à distance à un examen microscopique de tissu. Par exemple, au cours d'une opération, le chirurgien effectue un prélèvement afin de le faire analyser immédiatement par un anapathe exerçant sur un autre site. L'expert consulté intervient aussitôt comme s'il était réellement présent dans le bloc opératoire. Il procède à l'examen de la pièce opératoire dont il reçoit l'image, tout en dialoguant avec l'équipe chirurgicale et fait part immédiatement des conclusions de son analyse. Ce système fait gagner un temps précieux et permet de définir immédiatement la stratégie opératoire qui convient.

La solution de télé pathologie peut s'appliquer aussi hors du cadre d'une intervention chirurgicale. Elle peut favoriser le travail de collaboration entre laboratoires, faciliter la transmission en évitant les envois (postaux ou autres) de prélèvements, et garantir ainsi rapidité et sécurité des examens.



## ➔ Comment ça marche ?

Au cœur des dispositifs technologiques utilisés dans toutes les solutions de télémédecine : le haut débit, la visioconférence multi-sites, la transmission et le partage d'images en temps réel entre plusieurs sites distants.

### Chirurgie à distance

Sur le plan médical, la réalisation d'une opération à distance découle des techniques de la chirurgie mini-invasive, permettant de réaliser un acte chirurgical guidé par l'introduction d'une caméra sans recours à l'ouverture, et de la chirurgie assistée par ordinateur.

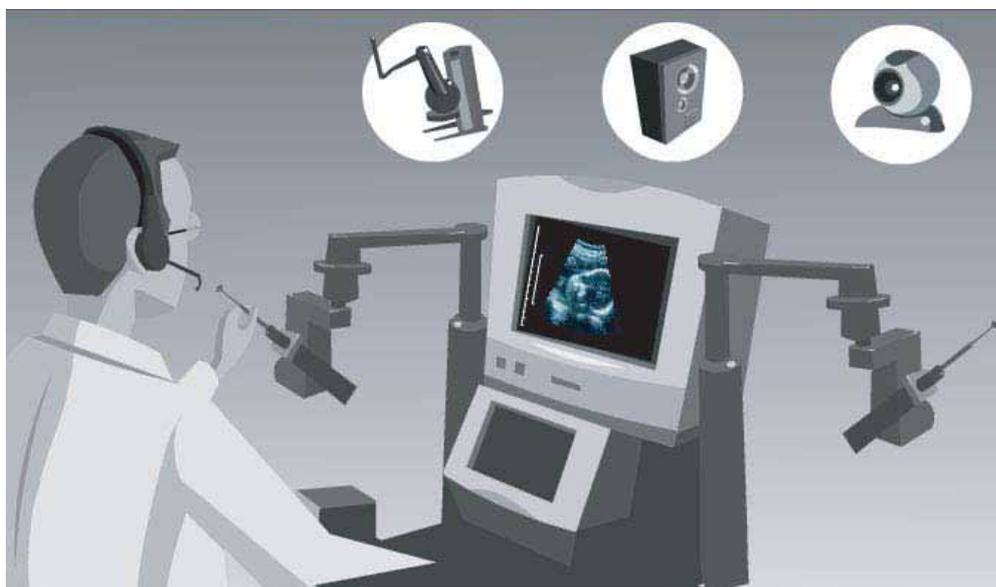
La performance de l'Opération Lindbergh a été rendue possible par la mise en réseau en haut débit sur fibre optique de tous les équipements reliant les deux continents : visioconférence, ordinateur, robot, caméra endoscopique, voix sur IP.

Malgré la distance, la performance du système a permis au chirurgien d'opérer de façon quasi instantanée, avec un décalage d'à peine 150 millisecondes entre son geste pour diriger les bras manipulateurs du robot et la vision de son action sur l'écran...

### Télé-échographie robotisée

La solution développée en télé-échographie robotisée, fruit de cinq années de travail en recherche et développement, comporte plusieurs innovations :

- le traitement du geste, utilisant côté expert un bras manipulateur avec retour d'effort et côté patient, un robot porte-sonde échographique.
  - le traitement des images médicales sous plusieurs formats, adaptable au réseau de transport utilisé.
  - le transport temps réel synchronisé des flux de contrôle du robot et d'imagerie médicale.
- L'ensemble du système repose sur une architecture robotique légère, compliant, adaptée à la télé-échographie robotisée. Toutes ces fonctionnalités sont intégrées sur une seule plate-forme matérielle : un PC traite le geste, les imageries médicales et la visiophonie.



Le système de télé-échographie collaborative intègre quatre services de télécommunications : la visiophonie multisites, la transmission et le partage multi-utilisateurs d'images médicales en temps réel, et la reproduction exacte - à des centaines de kilomètres - du geste du médecin sur le patient avec les sensations du toucher.

## Télécompagnonnage

Deux chirurgiens travaillent en collaboration à distance, au travers d'un environnement robotisé. Quatre services de télécommunications sont nécessaires pour mettre en œuvre le télécompagnonnage chirurgical :

- commande du geste chirurgical : le robot assure l'enregistrement du geste exécuté par le chirurgien expert sur une console maître et sa reproduction sur des bras articulés de la console esclave où se trouve le chirurgien non spécialisé.
- contrôle visuel du champ opératoire : deux caméras endoscopiques enregistrent les mouvements du robot dans le champ opératoire et les restituent en 3D sur l'écran de contrôle du chirurgien expert.
- échange vocal entre les chirurgiens : un système de téléphonie privative assure aux chirurgiens les échanges techniques
- visioconférence d'ambiance du bloc opératoire : une caméra enregistre les images d'ambiances de la salle de commande et le bloc opératoire afin de faciliter les échanges entre les chirurgiens

Ces informations sont multiplexées et agrégées puis transmises par une liaison satellite haut débit qui garantit une très bonne qualité de service.



## Argonaute 3D

La mise en oeuvre d'Argonaute 3D réclame l'implémentation d'un logiciel développé spécifiquement sur un terminal type PC, relié au réseau via le haut débit. La manipulation de l'objet d'observation, visible à l'écran sur une table virtuelle, est commandée par une souris 3D s'ajoutant à la souris traditionnelle.

Trois technologies participent à la mise en oeuvre du système.

- la plate-forme d'Environnement Virtuel Collaboratif Spin-3D développée par les chercheurs de France Télécom, intégrant les fonctionnalités relatives à la création d'images 3D du logiciel 3D VSP de l'IRCAD. Le modèle 3D de l'organe ou du corps humain est construit partir d'une série d'images scanner en 2 dimensions.
- la brique de logiciel de conférence audio ComIP, autre innovation développée par les équipes R&D de France Télécom, garantissant la meilleure puissance de communication vocale.
- l'utilisation du haut débit sur DSL.

## Télépathologie

La mise en oeuvre du système de télépathologie fait appel à quatre services intégrés qui s'appuient sur un réseau haut débit xDSL :

- pilotage à distance d'un microscope motorisé en agissant sur la platine, la tourelle et le focus,
- visioconférence entre les deux sites,
- transports des images hautes résolutions de la caméra du microscope,
- archivage des images et des comptes rendus dans un dossier patient électronique.

Le personnel du bloc opératoire est relié par un service de visioconférence au laboratoire où l'anatomopathologiste va réaliser en temps réel son examen microscopique à distance. Une lame comportant le prélèvement de tissu est déposée sur un microscope motorisé doté d'une caméra. Pour effectuer ses observations, l'expert pilote à distance le microscope pour déplacer la lame selon l'angle de vision désiré.

## → Quand ?

Selon les experts, la pratique de l'acte médical à distance va s'intensifier dans les dix prochaines années. Une projection réaliste compte tenu de l'évolution constante des technologies, en particulier dans les secteurs de la robotique des réseaux et de l'informatique communicante.

## Téléchirurgie

En ouvrant la voie à la téléchirurgie, la première mondiale réalisée lors de l'opération Lindbergh, a démontré la faisabilité d'une entreprise si ambitieuse et permis de nombreuses avancées technologiques. Le bilan de l'expérience permet d'imaginer que demain, comme l'a déclaré le professeur Marescaux : "Tout chirurgien expert pourra participer à une opération chirurgicale se déroulant n'importe où sur le globe".

## Télé-échographie

Depuis 2004 le système est en validation par des experts médicaux des CHU de Grenoble et de Brest dans le cadre d'un protocole clinique formel mis au point par le Centre d'Investigation Clinique et validé par le Comité Consultatif pour la Protection des Personnes en Recherche Biologique (CCPPRB).

Le 26 octobre 2004, en collaboration avec la Mutualité Française, a été menée par France Télécom une première expérimentation mondiale d'échographie cardiaque et obstétrique en simultané sur plusieurs sites distants. Grâce au dispositif de télé-échographie robotisée développé par les chercheurs de France Télécom, des médecins échographistes présents sur des sites hospitaliers distincts, à Paris et Nîmes, ont réalisé deux examens échographiques (obstétrique et cardiaque) collaboratifs multi-experts sur deux patients situés à Ganges (Languedoc-Roussillon).



En obstétrique, ainsi qu'en cardiologie et médecine vasculaire, la télé-échographie est susceptible d'apporter à court terme une réponse aux problèmes d'éloignement ou de surcharge hospitalière. Outre ces applications, la télé-échographie robotisée devrait se développer naturellement dans la médecine d'urgence, secteur dans lequel la transmission de données médicales en temps réel présente un intérêt majeur. Et dans tous les cas cliniques où un échographiste souhaite affiner le diagnostic en prenant l'avis d'un autre expert.

## Télécompagnonnage chirurgical

La solution de télécompagnonnage chirurgical donne actuellement lieu à un travail d'expérimentation mené par les chercheurs de France Télécom avec le service de Santé des Armées. Dans ce cadre, des télé-opérations réalisées en simulant une liaison satellite ont déjà été faites sur patients réels.

La tendance à l'hyperspécialisation, l'augmentation de situations de mobilité, l'accroissement de voyages vers des destinations lointaines et isolées vont favoriser l'émergence de telles pratiques médicales. Dans cette perspective, une nouvelle réalité se dessine : au bout du monde, loin de toute grosse structure hospitalière, il est envisageable de pratiquer à distance à tout moment tout type d'intervention chirurgicale.

## Argonaute 3D

En novembre 2002, une expérimentation du projet a permis de réunir une équipe médicale, à Paris, Strasbourg, Brest et Lannion, afin de définir la stratégie opératoire d'un patient atteint d'un cancer, d'après l'observation commune de l'organe malade. Grâce à cette expérience, un véritable échange s'est instauré en temps réel et à distance entre différents spécialistes de chirurgie digestive et un médecin traitant.

Cette première médicale a permis d'affiner la mise en œuvre du système et annonce un développement futur de ce type de travail collaboratif. Le système offre des conditions d'observation clinique jusqu'ici accessibles à un nombre restreint de praticiens et crée un cadre exceptionnel pour l'échange et la mise en commun de compétences, dans des délais raccourcis et sans souci de distance.

La performance de cet outil de collaboration à distance, sa simplicité d'utilisation et sa faible consommation de bande passante sur le réseau offrent de multiples possibilités d'application.

## Télépathologie

Dans le secteur de la télépathologie, une expérimentation est prévue au premier semestre 2005.

Dores et déjà, de nombreux services expérimentés par France Télécom sont dédiés au monde de la santé, y compris à destination du grand public, notamment dans le domaine du suivi thérapeutique avec un service tel que Gluconet permettant à des personnes diabétiques d'envoyer leurs données de glycémie à un médecin via un téléphone mobile ; ainsi que dans celui des urgences médicales ou des urgences catastrophe.

**Après plusieurs années de travail en étroite collaboration avec des professionnels de santé, le groupe se positionne donc comme un opérateur majeur de ce secteur.**