

Télétransmission en temps réel d'images radiologiques numériques:

Vincent Hazebroucq

Thèse 1999

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION

1.1 Présentation (Sommaire)

1.2 Définitions de la télé médecine et de la téléimagerie

1.2.1 Présentation de la télé médecine et de ses différents types de prestations

1.2.2 La télé radiologie

1.2.3 Perspective de ce travail

2 EXPOSE TECHNOLOGIQUE

2.1 Généralités ; composition type d'un système de télé radiologie

2.1.1 Obtention des images médicales au format numérique.

2.1.2 Moyens de transmission des informations

2.1.3 Stations de visualisation

2.2 Présentation des systèmes de téléimagerie connus au début de notre expérimentation

2.2.1 Numérisation secondaire à partir des films radiographiques.

2.2.2 Systèmes de transmission utilisés

2.2.3 Transmissions d'images animées.

2.3 Description de notre dispositif de télé diagnostique interactif entre scanners

2.3.1 Description fonctionnelle de notre dispositif

2.3.2 Description technique, de notre dispositif

2.3.3 Principe d'utilisation du système :

2.3.4 Évolution technique de notre dispositif

2.4 Description de l'équipement de télé radiologie SIGMACOM TSI™ du réseau TÉLIF

2.4.1 La station de télé radiologie de Cochin

2.4.2 La station de télé radiologie de l'U.C.S.A. de La Santé

2.5 Résultats de notre expérimentation de télé diagnostique interactif entre scanners

2.5.1 Première démonstration.

2.5.2 Deuxième séance.

2.5.3 Troisième séance.

2.5.4 Quatrième séance

2.5.5 Cinquième séance

2.5.6 Sixième séance

2.5.7 Au total, une vingtaine de dossiers de patients ont été étudiés

2.5.8 Obstacles administratifs et financiers

2.5.9 Communications et publications scientifiques

2.6 Résultats de l'utilisation de notre station de télé radiologie SIGMACOMTSI™.

2.6.1 Utilisation de la station pour les demandes d'avis neuroradiologiques .

2.6.2 Utilisation de la station pour la télé radiologie entre l'U.C.S.A. et Cochin

2.6.3 Autres utilisations de la station de télé radiologie

2.7 Evolutions technique des systèmes actuels

- 2.7.1 Première génération
- 2.7.2 Deuxième génération
- 2.7.3 Troisième génération
- 2.7.4 Quatrième génération
- 2.7.5 Cinquième génération
- 2.7.6 Cas particulier de notre dispositif

2.8 Conclusions et perspectives techniques

- 2.8.1 Numérisation croissante à la source de l'imagerie médicale
- 2.8.2 Nouvelles stations de visualisation et d'interprétation des
- 2.8.3 Dispositifs de prise en charge globale à distance des patients
- 2.8.4 Suites de notre expérimentation de réalisation à distance d'actes radiologiques

3 ASPECTS MEDICAUX ET ECONOMIQUES DE LA TÉLÉIMAGERIE MÉDICALE

3.1 Fiabilité de la lecture des images en téléradiologie - qualité de numérisation et compression des données

- 3.1.1 Expériences favorables
- 3.1.2 Expériences défavorables
- 3.1.3 Expériences d'interprétations plus réservées
- 3.1.4 Discussion et synthèse de ces publications
- 3.1.5 Notre système expérimental évite les inconvénients de la numérisation secondaire

3.2 la compression informatique des données

- 3.2.1 Les artefacts de blocs du JPEG
- 3.2.2 Les autres algorithmes de compression des images
- 3.2.3 Notre utilisation : transmission intégrale des données numériques acquises.

3.3 Acceptabilité de la téléradiologie

- 3.3.1 Acceptabilité de la télé médecine dans une réserve de Sioux de l'Ontario
- 3.3.2 Acceptabilité de la télé médecine dans zone rurale pour l'oncologie.
- 3.3.3 Manque de confiance dans la sécurité matérielle des systèmes
- 3.3.4 Risque psychologique d'atteinte à la crédibilité de la profession radiologique.
- 3.3.5 Etude de FRANKEN et coll.
- 3.3.6 Ces conclusions concordent avec nos expérimentations de télé radiologie.
- 3.3.7 Ces conclusions concordent avec celles des utilisateurs du réseau Télif
- 3.3.8 La qualité des systèmes de télé médecine par visioconférence
- 3.3.9 L'évolution technique modifie la nature profonde des relations patient - médecin.
- 3.3.10 Synthèse de ces données

3.4 Effets de la télé radiologie sur la pratique et sur les relations entre médecins

- 3.4.1 En France, la délivrance des radiographies au patient
- 3.4.2 Aux États-Unis et au Canada la conservation des radiographies en radiologie
- 3.4.3 La question du financement des nouvelles archives
- 3.4.4 Le télépilotage des appareils d'imagerie

3.5 L'exploitation des instruments de la télé médecine pour le télé-enseignement ou la formation médicale continue

- 3.5.1 Toute télé expertise est formatrice
- 3.5.2 Les formations spécifiques

3.6 Conclusion sur les aspects médicaux et économiques

- 3.6.1 Avantages pour les patients et les médecins

3.7 CONCLUSIONS MEDICALES

4 ASPECTS DÉONTOLOGIQUES JURIDIQUES ET ÉTHIQUES

4.1 Aspects déontologiques de la téléradiologie

- 4.1.1 Généralités : le champ de la déontologie ?
- 4.1.2 Interrogations déontologiques suscitées par la télémedecine
- 4.1.3 Caractère licite de la télémedecine
- 4.1.4 Relations de télémedecine entre patient et medecin
- 4.1.5 Relations de télémedecine entre medecins
- 4.1.6 Propositions de règles de bonne pratique de téléradiologie

4.2 Aspects juridiques de la téléradiologie

- 4.2.1 Considérations spécifiquement juridiques
- 4.2.2 Obligations juridiques découlant des réflexions techniques et médicales.
- 4.2.3 Obligations juridiques liées aux règles déontologiques.

4.3 Aspects éthiques

- 4.3.1 Généralités : le champ de l'éthique.
- 4.3.2 Médicalisation des populations mal desservies par le système de santé traditionnel
- 4.3.3 Soins aux détenus

5 CONCLUSION

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

INTRODUCTION

Ce travail vise à présenter et discuter les aspects techniques, médicaux, déontologiques, juridiques et éthiques de la téléradiologie. Son point de départ a été la collaboration franco-québécoise établie en 1993-1994 entre deux équipes médicales et des industriels de l'imagerie médicale et des techniques de la communication pour développer et expérimenter un nouveau type de téléimagerie médicale entre deux scanners à rayons X.

Cette expérience est confrontée à celle de l'utilisation régulière depuis 1995 d'une station de téléradiologie du réseau TÉLIF de la "Grande garde de neuroradiologie et neurochirurgie" de l'Assistance publique — hôpitaux de Paris (AP—HP) utilisée également depuis 1998 entre le service de radiologie A de Cochin et l'antenne de radiologie de l'unité de soins et de consultations ambulatoires (U.C.S.A.) de la maison d'arrêt de Paris La Santé.

Nos interrogations techniques pour la première expérimentation ont débuté au printemps 1993 ; notre première démonstration de télédiagnostic interactif en temps réel entre deux scanners X, l'un situé à l'hôpital Cochin (Paris, FRANCE), l'autre à l'hôtel-Dieu de Montréal (Québec, CANADA) s'est tenue le 14 novembre 1994.

Après la phase d'essais techniques du dispositif, effectués au début de l'année 1995, nos réflexions technologiques, médicales, économiques, déontologiques, éthiques et juridiques se sont poursuivies sur les concepts de téléradiologie et de télé médecine.

Ce sont les fruits de ces réflexions qui constituent le présent travail.

PRESENTATION

L'introduction de ce travail pose les définitions des principaux termes de la télé médecine et de la téléimagerie.

Elle expose ensuite le contexte général de la genèse de cette expérimentation, celui de l'essor général de la *télé médecine* et plus particulièrement de la *téléimagerie*.

La section consacrée aux aspects technologiques, comprend sept paragraphes :

La composition-type d'un dispositif de téléradiologie ;

La description des systèmes de téléimagerie connus au début de notre expérimentation ;

Les caractéristiques de notre dispositif expérimental de télédiagnostic interactif ;

La description de la station et du réseau de téléradiologie TÉLIF ;

Les résultats des deux expérimentations ;

Une synthèse des évolutions actuelles des systèmes de téléimagerie ;

Une évocation des perspectives de développements technologiques attendues pour les prochaines années.

La section des aspects médicaux et économiques de la téléimagerie.

Elle débute par l'étude de l'état de la téléradiologie lors du début de notre expérimentation ; les transferts d'images radiologiques étaient surtout utilisés, en France comme à l'étranger, pour la *téléexpertise*.

Aux États-Unis d'Amérique, la téléradiologie avait également commencé à s'étendre à la prise des *astreintes radiologiques à domicile et le partage de gardes* médicales radiologiques entre cliniques ou hôpitaux ; quelques rares institutions proposaient, avec l'aide de sociétés commerciales, des services de *télédiagnostic primaire* ¹.

¹ Le *télédiagnostic primaire*, ou *final*, est une *interprétation définitive à distance des images transmises*, par opposition à l'*interprétation provisoire*, *secondairement complétée par la lecture sur les films d'origine*.

Les premières questions discutées ensuite au plan médical concernent la *fiabilité* de l'analyse des images transmises, le plus souvent, comparée à celle des images d'origine, en général sur film radiographique, puis *l'acceptabilité sociale* de la téléradiologie par les patients et par les médecins cliniciens qui demandent des examens d'imagerie.

Deux autres sujets importants d'interrogation sont les *conséquences de la téléradiologie sur la pratique radiologique quotidienne* et *sur les relations entre cliniciens et radiologistes*.

L'intérêt de cet outil pour *le télé-enseignement et la formation médicale continue* sera évoqué avant une *conclusion médicale* replaçant la téléradiologie dans le contexte de la télémédecine et des perspectives économiques ouvertes par ces outils.

La section des questions déontologiques, juridiques et éthiques soulevées par notre expérimentation et plus généralement par la téléradiologie et la télémédecine.

Nous exposerons les réflexions inspirées par les diverses expérimentations de téléradiologie auxquelles participe l'équipe de Cochin, confrontées aux données bibliographiques de la littérature internationale.

La conclusion forme une *synthèse* des aspects techniques, médicaux, économiques, déontologiques, juridiques et éthiques de cette expérimentation *et suggère de nouvelles directions de recherche et de réflexion*.

1.2 Définitions de la télémédecine et de la téléimagerie

1.2.1 Présentation de la télémédecine et de ses différents types de prestations

Depuis l'apparition du concept de télémédecine dans les années 1950 et son véritable essor mondial des années 1980, des définitions multiples et variées ont été proposées dans les nombreuses publications consacrées à son sujet ; certaines sont très technocratiques, telle la suivante : " la télémédecine est la plus value apportée à la médecine par les nouvelles techniques de l'informatique et de la communication (N.T.I.C.) ", d'autres sont focalisées sur un type précis d'application médicale ou encore sur une technique particulière, telle la visioconférence.

Il convient pour ce travail de retenir, à l'instar des experts de l'Institute of Medicine américain (81), une définition fonctionnelle large de la télémédecine, regroupant à la fois les applications cliniques - pour la prise en charge de la situation médicale d'un patient donné - et les applications non cliniques - comme l'enseignement initial de la médecine ou la formation continue des médecins, la recherche médicale, l'organisation des actions de santé publique et l'éducation du public.

Cette option globale est proche de celle de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui a retenu, à l'issue d'un séminaire organisé à Genève en 1997 (4) l'appellation de télématique de santé pour recouvrir " l'ensemble des activités, des services et des systèmes relatifs à la santé et mis en œuvre à distance grâce aux techniques de l'informatique et de la communication, dans le but de promouvoir la santé globale, de combattre les maladies, de faciliter les soins, l'éducation, l'organisation et la recherche en matière de santé ".

Ainsi, la télémédecine est l'ensemble des applications médicales des techniques de communication et de traitement de l'information.

D'autres définitions sont plus simples mais moins explicites par exemple celle, purement étymologique, du site Internet du Secrétariat d'État à la Santé : " La télémédecine, c'est la médecine à distance ".

Note : Ce site Internet ministériel cite ensuite quelques exemples des divers services que peuvent rendre les N.T.I.C. en médecine : il n'est pas inintéressant de constater la façon dont sont présentées au public ces techniques :

"L'utilisation des télécommunications et de l'informatique dans la pratique et la formation médicale apporte de nouvelles possibilités. Des médecins effectuent des consultations à distance (téléconsultation), interprètent des images médicales à distance (téléexpertise), ou encore des patients sont surveillés à domicile plutôt qu'à l'hôpital (télésurveillance).

"La téléconsultation et le télédiagnostic

"Imaginons qu'à la suite d'un accident, un blessé soit admis en urgence et qu'un scanner soit effectué. Au lieu de transférer le blessé systématiquement en chirurgie, les images du scanner sont alors transmises par ligne numérique à un autre établissement, qui se prononce sur la gravité de la blessure et la nécessité d'une intervention d'un service spécialisé. On évite ainsi les transferts inutiles.

"La télésurveillance

"Dans une autre situation, au cours d'une grossesse considérée comme "à risque", une femme est équipée à son domicile d'un appareil qui permet d'effectuer périodiquement un relevé des battements cardiaques du fœtus et des contractions utérines, et de transmettre le résultat à l'hôpital par téléphone.

"La patiente ne sera alors hospitalisée qu'en cas de détection d'une anomalie.

"On évite ainsi une hospitalisation indésirable et coûteuse pour la collectivité. Ces systèmes se transposent aussi aux malades cardiaques, aux diabétiques, aux insuffisants respiratoires et personnes atteintes d'hypertension.

"La téléexpertise

"Dans un autre exemple, à l'occasion d'un traitement anticancéreux, un spécialiste interroge un confrère sur les meilleurs soins à administrer, en lui transmettant des résultats d'analyse et des données sur le patient.

"Le diagnostic est alors amélioré par cette deuxième consultation.

"L'expertise peut porter sur des images visibles au microscope pour distinguer les types de tumeurs (télépathologie), sur des images de la peau issues de microcaméras (télédermatologie), sur des radiographies, échographies, images de scanners ou d'IRM (téléradiologie), etc.

"Les réseaux "ville/hôpital"

"Avec l'accord du patient, un médecin généraliste, reçoit des informations ou peut accéder à des données enregistrées à l'hôpital, par des moyens électroniques. Une carte particulière dite "carte de professionnel de santé" permet d'assurer la confidentialité des données médicales et personnelles.

"La téléformation

"Un médecin, une infirmière, ou tout autre professionnel de santé situé dans un pays en développement ou une région isolée, accède à toutes les banques d'informations médicales du monde à l'aide d'un équipement relié à un satellite. Les réseaux du monde industrialisé permettent déjà ce type d'accès depuis plusieurs années.

"Les applications futures :

"Dans le domaine de la recherche expérimentale, un chirurgien pourra effectuer une simulation de chirurgie sur ordinateur, à l'aide d'images à trois dimensions, puis opérer étant assisté par des ordinateurs (téléchirurgie).

"L'introduction de l'informatique et des télécommunications dans les hôpitaux, les cliniques et les cabinets médicaux, est en voie de modifier profondément les pratiques médicales et les conditions d'accès aux soins. Cependant, parallèlement à ces évolutions, les principes de protection de la vie privée, de déontologie médicale et de sécurité des patients doivent être préservés.

"À la suite d'une enquête réalisée dans les établissements publics français en 1996, des orientations nationales ont été arrêtées afin de :

- Promouvoir la coopération interrégionale par le lancement d'initiatives nationales,
- Introduire la télémédecine parmi les moyens d'aménagement du territoire et de favoriser ainsi les établissements de proximité.

"Un des exemples les plus significatifs de cette stratégie est le projet Périn@t. qui vise à relier les maternités françaises par un réseau de visioconférence. Le Fonds national d'aménagement et de développement du territoire (FNADT) a prévu une enveloppe de 20 millions de francs (environ 3 millions d'euros) d'aide au financement d'équipements destinés à renforcer le travail coopératif entre les maternités ; les projets devront favoriser particulièrement les établissements de proximité. Les moyens prévus font appels aux technologies de la visioconférence et du transfert électronique d'informations médicales." Chaque région pourra proposer un ou plusieurs projets de réseaux, reliant des établissements disposant d'une maternité ou d'un centre périnatal de proximité. S'ils répondent à des critères nationaux prédéfinis, ils pourront recevoir un financement de 30 à 50 % du coût d'investissement, selon le nombre de propositions retenues. "

1.1.2 La téléradiologie

C'est la radiologie - imagerie médicale qui s'est le plus développée dans le domaine de la télé-médecine (81), pour plusieurs raisons :

1.1.2.1 En premier lieu, le développement considérable de l'imagerie médicale.

La discipline radiologique s'est considérablement diversifiée ; il n'est plus possible pour un radiologiste d'être omniscient dans l'ensemble des techniques et des branches de son art : radiopédiatrie, radiologie digestive, thoracique, radiologie vasculaire, radiologie interventionnelle, neuroradiologie, échographie fœtale, échocardiographie, doppler...

Ne pouvant tout savoir sur tout, le radiologiste éprouve le besoin de rechercher des avis ou des conseils auprès de confrères plus spécialisés ou plus savants que lui dans telle ou telle branche de sa discipline.

C'est ce que Noëlle LENOIR, membre du Conseil constitutionnel, a dénommé la "parcellisation des connaissances médicales" (154). Ce phénomène touche bien d'autres domaines de la médecine et ne serait pas suffisant pour expliquer l'efflorescence particulièrement abondante des expérimentations de télé-radiologie.

1.1.2.2 La deuxième raison est le spectaculaire déploiement récent des techniques de l'informatique et de la communication.

Il est désormais simple et peu onéreux de traiter et de transférer des informations médicales multimédias sur des postes de travail micro-informatiques devenus des produits promotionnels dans les hypermarchés.

Cette explication, comme la précédente, s'applique également à d'autres disciplines médicales et n'explique pas le développement si particulier de la télé-radiologie.

1.1.2.3 La troisième explication est, cette fois, une singularité de la radiologie qui s'est largement informatisée.

Les progrès techniques considérables de l'imagerie médicale et les apports de la numérisation et de l'informatique ont conduit les radiologistes à figurer parmi les médecins qui utilisent le plus l'outil informatique.

Les images étant désormais de plus en plus directement produites et traitées sous forme binaire par les appareils d'imagerie médicale, l'idée de les transférer à distance dans divers buts fonctionnels coulait de source.

1.1.2.4 La dernière raison, et non la moindre, est économique.

Aux USA, la télé-radiologie a été facilement acceptée et remboursée par les organismes de financement des soins, puisque la radiologie, discipline clinique, peut partiellement s'exercer en l'absence du patient.

En France, si la présence permanente d'un médecin lors de la réalisation de tout type d'acte radiologique - au cabinet de radiologie comme dans le département d'imagerie médicale d'une clinique ou d'un hôpital - reste une obligation réglementaire impérative, cette règle est parfois transgressée. Tous les radiologistes des hôpitaux et spécialistes de l'imagerie médicale formés dans les hôpitaux universitaires ont connu ou connaissent encore la "pile" de radiographies conventionnelles interprétées bien après leur réalisation, alors que le patient a généralement quitté le service. Cette pratique est légitimée officiellement, pour les mêmes motifs d'économies, par les textes réglementant les structures d'accueil des urgences médicales ou dans l'organisation officielle des campagnes de dépistage du cancer du sein comme autrefois pour la radiographie pulmonaire de dépistage...

Aux États-Unis, l'absence d'obligation réglementaire d'un face-à-face patient - médecin radiologiste a légitimé la prise en charge financière des téléconsultations de radiologie par les organismes de remboursement des soins, Medicare ou autres (81), ainsi que celle des téléconsultations d'anatomopathologie.

Ceci explique sans doute pourquoi les projets de télé-radiologie ont perduré et se sont développés malgré les restrictions drastiques des subventions autrefois généreusement distribuées par la National Aeronautics and Space Administration (NASA) ou d'autres organismes fédéraux ou régionaux américains, alors que la plupart des projets de télé-médecine non radiologiques ont pris fin, faute de financement ou de rentabilité évidente (33;81).

Les réflexions se poursuivent pour autoriser à titre dérogatoire le financement, par les assurances sociales, publiques et privées, des activités de télé-médecine en faveur des ressortissants de zones médicalement mal desservies (5;6). Dix-neuf expérimentations, totalisant 57 sites de télé-médecine ont ainsi obtenu en 1996 du States Department of Health and Human Services une

dérogation expérimentale d'une durée de trois ans ; les conditions de généralisation sont actuellement discutées dans chacun des états américains, ainsi qu'au niveau fédéral. La Health Care Financing Administration américaine (HCFA) avait proposé, en août 1998, de ne rembourser que les actes de télé-médecine effectués en temps réel sur un mode de visioconférence interactive, et d'allouer 25 % du prix de la consultation au médecin demandeur d'avis et 75 % au téléexpert consulté. Les réactions des spécialistes et des industriels de la télé-médecine ont été très négatives, les praticiens critiquant vivement le non-remboursement des actes de télé-médecine effectués en temps différé (technique du store and forward, consistant à adresser un dossier à un médecin par courrier électronique afin qu'il réponde un peu plus tard dans la journée, lorsqu'il sera libre). Les critiques étaient encore plus vives quant au taux proposé de 75 % du tarif d'un acte normal pour la téléconsultation du spécialiste ; les médecins criaient à l'insulte, arguant qu'il est déraisonnable de sous valoriser ainsi la téléconsultation, un acte intellectuel qui exige autant de temps, d'attention et de connaissances qu'une consultation réelle, et que ce tarif néglige les surcoûts matériels ; ils ajoutent qu'un tarif "réduit" aurait éventuellement pu s'envisager pour des actes pratiqués en temps différé, mais qu'il est totalement impensable pour des consultations en temps réel, qui imposent une parfaite disponibilité (Time is money...). Cette recommandation de la HCFA n'a pas été appliquée dans la majorité des états américains. À titre d'exemple, le Texas a adopté plusieurs lois (HB 2033, HB 2386 et HB 2017) autorisant la prise en charge des téléconsultations aux tarifs des consultations habituelles (144) et interdisant aux assureurs de la santé d'exiger un face à face réel médecin - patient.

Ce rôle prépondérant des considérations économiques peut également être observé aux USA en considérant l'essor des programmes de télé-médecine pénitentiaire (1) - car les coûts des transports des détenus ou des déplacements en prison des médecins spécialisés y surpasse largement ceux de l'outil télé-médecine - ainsi que le développement, plus récent mais rapide, de la télésurveillance post chirurgicale à domicile (2), visant à raccourcir les hospitalisations et de développer la chirurgie ambulatoire.

Aux USA, les hôpitaux bénéficient d'un financement forfaitaire par pathologies, ce qui favorise les soins à domicile lorsqu'ils permettent d'économiser des journées d'hospitalisation ; le bilan comptable est en faveur des soins post-chirurgicaux à domicile, plus économiques qu'à l'hôpital, selon le rapport sur la télé-médecine de l'Institute of Medicine américain (82).

Ce rapport cite une expérience associant le Centre hospitalo-universitaire de la Stanford University à une entreprise de soins infirmiers à domicile (Lytton Gardens Health Care Center™) dont le responsable précise qu'il attend de ces nouvelles activités une augmentation significative du chiffre d'affaire, ainsi que de la satisfaction professionnelle des personnels et une plus grande stabilité de ses effectifs.

1.1.3 Remise en perspective de ce travail

Rappelons que la télé-radiologie demeure le domaine le plus développé de la télé-médecine.

Il convient de comprendre pourquoi l'exploitation de ces outils de télé-radiologie et télé-médecine reste malgré tout largement en retrait de ce que la technique permettrait dès aujourd'hui.

La première potentialité historiquement soulignée, de faciliter la prise en charge médicale des patients éloignés des structures de soins classiques, par la distance, le climat ou les murs d'une prison... reste sous-exploitée.

Vingt ans après les premières expérimentations, la majorité des habitants de la planète n'ont pas une couverture médicale satisfaisante, y compris dans les zones rurales de grands pays économiquement évolués, dont 25 % de la population des USA (14). Simultanément des institutions prestigieuses, hyper développées affirment rechercher de nouveaux marchés pour justifier, rentabiliser, renforcer encore leurs suréquipements humains, scientifiques et matériels. La télé-médecine, incluant la télé-radiologie, est l'un des outils pouvant participer à la restructuration de l'offre de soins.

Elle pourrait être utilisée, par exemple pour redonner au médecin traitant le rôle de pivot de l'équipe médicale, pour accélérer le virage ambulatoire, en ouvrant les structures hospitalières à une collaboration plus étroite avec la médecine de ville ou en amplifiant et sécurisant l'hospitalisation à domicile.

Ces objectifs sont connus, affichés, revendiqués depuis plusieurs années par les gestionnaires de la santé... ; cependant peu de réalisations se concrétisent.

Ces évolutions imposent de repenser globalement la médecine, ses pratiques, ses structures, alors même que les futurs outils de ces transformations sont encore en gestation.

Médecins, ingénieurs et techniciens, hommes politiques et gestionnaires des systèmes de santé, associations de patients, sociologues, philosophes et plus généralement tous les malades potentiels, c'est-à-dire en réalité toute la société, doivent collaborer à ces réflexions pour que l'ensemble en construction soit finalement harmonieux et équitable. L'objectif de ce travail est de contribuer à cette discussion.

Notes

2 La consultation d'un confrère éloigné a probablement toujours existé grâce aux messagers, puis au courrier, plus tard au téléphone et au fax. Les outils électroniques apportent une nouvelle dimension à la télémédecine, en permettant la prise de décision à distance, au lieu du simple avis de jadis.

Quelques auteurs invoquent une date bien plus ancienne puisqu'un magazine mensuel américain intitulé "**Radio news**" illustre sa couverture d'avril 1924 d'un dessin futuriste présentant un patient alité devant un curieux appareillage complexe pourvu notamment d'un cornet acoustique, d'une antenne à galène, d'un thermomètre, d'un polygraphe, inscrivant on ne sait quel tracé, et d'un écran par l'intermédiaire duquel le patient montrait sa langue à un médecin.

Ce dessin précédait de trois ans l'invention officielle de la télévision et était titré : "*THE RADIO DOCTOR - Maybe !*"

On peut également retenir la lettre à l'éditeur d'une lettre médicale de la côte est des USA, dans laquelle, dès 1904, un pédiatre de ville, appelé par un de ses riches clients dont le fils toussait, relatait le premier diagnostic de coqueluche effectué au téléphone en entendant la toux de l'enfant, en arrière plan de sa conversation avec les parents... Il avait ainsi pu différer sa visite au lendemain, et se contenter pour la première fois de sa carrière, de conseils donnés à distance.

La recherche bibliographique effectuée sur *Medline*, la base de données de la *National Library of Medicine* (NLM) américaine, avec le mot clé *Telemedicine* produit 3 références en 1980; 5 en 1990, 244 en 1995, 462 en 1998 et 133 références pour les premiers mois de l'année 1999. Entre janvier 1966 et mars 1995, 1634 articles sur la télémédecine ont été recensés par les archivistes de la NLM.

Dans le rapport de l'*Institute of Medicine* américain sur la télémédecine onze définitions différentes sont présentées pour illustrer les diverses façons de la concevoir et de la définir.

Le ministère de la Santé avait auparavant adopté en 1996 une définition plus complexe "*Nouvelle forme de pratique médicale et coopérative en temps réel ou différé entre professionnels de santé, à distance*" L'adresse du site internet du ministère est la suivante :

<http://www.sante.gouv.fr/htm/pointsur/telemed/index.htm>

2 EXPOSÉ TECHNOLOGIQUE

2 EXPOSÉ TECHNOLOGIQUE

- 2.1 Généralités ; composition type d'un système de téléradiologie
- 2.2 Présentation des systèmes de télémagerie connus au début de notre expérimentation
- 2.3 Description de notre dispositif de télédiagnostic interactif entre scanners
- 2.4 Description de l'équipement de téléradiologie SIGMACOM TSITM du réseau TELIF
- 2.5 Résultats de notre expérimentation de télédiagnostic interactif entre scanners
- 2.6 Résultats de l'utilisation de notre station de téléradiologie SIGMACOM TSITM
- 2.7 Evolutions techniques des systèmes actuels
- 2.8 Conclusions et perspectives techniques

Cette section est consacrée aux aspects techniques de la téléradiologie. Elle comprend sept parties.

Des généralités sur les systèmes de téléradiologie posent les bases techniques et le vocabulaire utile pour appréhender ce domaine et détaillent la composition classique d'un système de téléradiologie.

Un rappel sur l'état de la téléradiologie au début de notre expérimentation permettra d'apprécier le saut technologique effectué avec notre système.

La description de notre système de télédiagnostic interactif, sur le plan fonctionnel et technologique, suivie de la description de la station TSI SIGMACOM™ et du réseau de téléradiologie d'Île-de-France.

La présentation des résultats de notre expérimentation suivis de ceux de l'utilisation de la station de téléradiologie de Cochin.

Un bilan des systèmes de téléradiologie actuels, en insistant sur les progrès des dernières années.

Finalement la conclusion technologique vise à tracer les perspectives matérielles attendues ou annoncées pour la première décennie du nouveau millénaire.

2.1 Généralités ; composition type d'un système de téléradiologie

La transmission des images médicales peut se faire selon un mode *analogique* - à l'instar de la télévision classique - ou selon un mode *numérique*. Ce dernier, incontestablement préférable, a supplanté le premier depuis les années 1980.

Dès lors que l'image est disponible sous la forme d'un fichier informatique, sa transmission informatique se fait comme pour tout autre type de données numériques : l'idéal est de disposer de lignes numériques acheminant directement le signal binaire (formé d'une succession de 0 et de 1, chaque chiffre formant un *bit*, acronyme de "*binary unit*") par des câbles électriques, des fibres optiques ou par voie hertzienne.

Il reste possible de faire communiquer deux ordinateurs par les lignes analogiques classiques du réseau téléphonique commuté (RTC), ce qui impose de convertir le signal numérique en signal analogique (et vice versa), par un "modulateur - démodulateur" ou "*modem*" ; leur débit est passé en une vingtaine d'années de 1200 bits par seconde (b/s) à 56 000 b/s.

Les étapes critiques d'une chaîne de téléradiologie sont l'obtention des images sous forme numérique et le réseau de transmission . Il est important de ne pas négliger le mode de visualisation des images, une fois celles-ci parvenues à destination.

2.1.1 L'obtention des images médicales au format numérique.

Il faut distinguer les *images* d'emblée *numériques* des *images* initialement *analogiques* :

2.1.1.1 **Les techniques d'imagerie récentes, tels le scanner X, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), et les échographes les plus modernes, fournissent des images directement numériques.**

Ces techniques produisent leurs images par le traitement informatique d'un signal (l'absorption des rayons X, l'impédance acoustique ou les propriétés magnétiques du noyau des atomes d'hydrogène) qui permet une étude anatomique et parfois fonctionnelle.

Ces images sont directement disponibles sous forme d'un fichier binaire que l'on peut transmettre par une connexion informatique directe.

Elle permet d'associer aux images des textes (données administratives d'identification du patient, du radiologiste, date, heure et paramètres techniques de l'examen...) qu'il faut évidemment saisir séparément dans toutes les techniques *indirectes* de capture des images.

Il subsiste, malgré l'apparente simplicité de la connexion informatique directe, une sérieuse difficulté technique, relative au "*format*" des fichiers d'images, qui. Ce format indique la façon dont informatiquement codées et organisées les données binaires représentant l'image.

Chaque constructeur, pour chaque famille d'appareil, parfois même pour chaque modèle, produit ses images dans un format particulier, dit "*propriétaire*" dont les spécifications sont jalousement conservées secrètes.

Heureusement, sous l'impulsion du Collège des radiologistes américains (*American College of Radiology, ACR*) et de l'Association américaine des industriels de l'imagerie médicale (*National Electrical Medical Association, NEMA*), un format d'échange, DICOM, a été défini pour les images médicales ⁷. La troisième version des spécifications de la norme DICOM a été adoptée par la Commission européenne et devient peu à peu un standard universel de format et de communication des images médicales.

Les appareils qui produisent et manipulent directement les images au format DICOM sont encore rares ; un transcodage des formats d'images reste souvent nécessaire, avec le cortège de petites incompatibilités qu'implique ce type de manipulations.

La radiologie conventionnelle, où l'image analogique se dépose sur un film radiographique et doit être "*numérisée*" pour fournir un fichier informatique (image secondairement numérique).

Divers types de dispositifs peuvent être employés pour réaliser cette "*numérisation secondaire*", c'est-à-dire la conversion d'une image analogique (formée par l'opacité plus ou moins grande de chacun des points du film radiologique) en une succession de valeurs codées binaires et représentant l'image par une matrice mathématique.

Les caractéristiques de cette matrice permettent d'apprécier la *résolution spatiale* et la *résolution en densité* de l'image numérique (164 ; 165) :

2.1.1.1.1 La résolution spatiale.

La résolution spatiale.

Elle détermine la taille des plus petites anomalies susceptibles d'être visualisées et est souvent exprimée par le nombre de points (ou *pixels*, acronyme anglophone de "*picture elements*"), qui composent l'image numérique finale ; ce nombre de points est indiqué soit globalement, soit en détaillant le nombre de lignes et de colonnes.

Les résolutions les plus faibles étaient celles des premiers scanners, de l'ordre de 256 x 256, (soit 65 536 pixels), 320 x 320 (102 400 pixels) ou de 512 x 512 (262 144 pixels), ou d'un écran standard de PC de format 15 pouces : 640 x 480 (307 200 pixels) ; les écrans

informatiques standards modernes, de taille 17 pouces, s'affichent souvent en 832 x 624 (soit 519 168 pixels), voire en 1200 x 1024, soit un peu plus de 1,2 million de pixels.

Les résolutions supérieures, sont de l'ordre de 4000 x 3000, soit 12 millions de pixels (Mégapixels) par image, voire 5000 x 4000 (20 Mégapixels). Leur affichage nécessite des écrans particuliers, de très haute résolution et de grande taille.

Pour passer de cette taille d'image, exprimée en nombre de pixels, à la véritable résolution spatiale, définie par la taille de chacun des détails (pixels) composant l'image, il faut tenir compte de l'étendue de l'image sur laquelle se répartit la matrice ; l'application de la matrice la plus élevée sur un cliché de mammographie, au format 18 x 24 cm aboutit à des pixels carrés de 6 centièmes de millimètre de côté.

Cette résolution (très légèrement inférieure, à celle du film mammographique, proche du centième de millimètre), est satisfaisante pour la pratique clinique.

En revanche, une même matrice de 12 millions de pixels, appliquée sur un cliché radiologique de thorax de format 36 x 43 cm forme des pixels rectangulaires de 0,120 sur 0,108 mm, ce qui reste un peu grossier pour l'étude des anomalies radiologiques fines du tissu pulmonaire.

La résolution spatiale est parfois également exprimée en indiquant le nombre, par centimètre, de *paires de lignes* alternativement noires et blanches susceptibles d'être visualisées (pl./cm).

Plus ce nombre est élevé, meilleure est la résolution spatiale à haut contraste, car évidemment, le contraste influe significativement sur la possibilité de discriminer des détails de très petite taille.

2.1.1.1.2 La résolution en densité

Elle fixe le nombre de nuances de luminosité que l'électronique de l'appareil peut distinguer entre le noir complet et le blanc pur.

Ce nombre de nuances, appelé "*profondeur de la matrice*" s'exprime plus souvent par le nombre de *bits* nécessaires pour le codage binaire. Plus ce nombre de nuances est élevé, plus l'analyse de l'image sera fine.

Les systèmes les plus rudimentaires codent les images sur 6 bits (soit $2^6 = 64$ nuances de gris) (188), ce qui est le strict minimum pour obtenir à l'écran des dégradés bien progressifs à l'œil ;

La profondeur habituelle en micro-informatique pour les images en "noir et blanc" (en réalité, il s'agit d'une gamme de gris), est celle de 8 bits, permettant de distinguer 256 nuances, ce qui excède ce que l'œil peut voir et autorise ainsi quelques petites adaptations de contraste et de luminosité.

Enfin, les systèmes les plus élaborés des années 1990 atteignent une profondeur de matrice de 12 bits (4096 valeurs de densité optique) (29). Cette valeur, très importante, permet de refenêtrer l'image, c'est à dire de répartir la gamme des gris affichables sur l'écran et visibles par l'œil sur la gamme des valeurs de signal que l'on veut étudier.

Sur une coupe de scanner thoracique, par exemple, on peut ainsi déterminer une '*fenêtre pulmonaire*', large et centrée sur des valeurs de densité très faibles, une '*fenêtre médiastinale*', étroite et centrée sur des densités moyennes, pour l'étude des vaisseaux et des ganglions, et une '*fenêtre osseuse*' large et centrée sur les densités élevées pour l'analyse du squelette.

2.1.1.1.3 La densité optique maximale analysable par l'appareil.

Elle doit également être prise en considération.

Les numériseurs de radiographies (ou "*scanners à films radiographiques*") mesurent la lumière traversant la radiographie à analyser pour quantifier le degré de noircissement (*opacité*) de chacun des points analysés.

Deux techniques sont principalement utilisées pour cette mesure :

Les appareils à capteurs CCD ('Charge coupled device' comme ceux des scanners utilisés pour la bureautique) éclairent le plus souvent le film radiologique à numériser par un tube à fluorescence (analogue à celui d'un négatoscope), plus rarement par une lampe à incandescence.

Les numériseurs à films les plus vendus, tels ceux de la marque LUMISYS qui détient environ 80 % du marché américain utilisent un rayon laser punctiforme, dont les avantages théoriques sont la petite taille, la grande intensité lumineuse permettant de traverser des plages très sombres, et le caractère monochromatique de l'émission lumineuse, assurant, selon les promoteurs de cette technique, une plus grande linéarité des mesures.

En fait, les études les plus récentes concluent à l'équivalence des performances pratiques des deux techniques ; les appareils CCD sont de très loin moins coûteux (105;113;114).

La capacité de pratiquer des mesures dans les plages les plus sombres des radiographies dépend de l'intensité lumineuse de la transillumination ainsi que de la sensibilité du capteur aux faibles intensités lumineuses. Elle est quantifiable par la *densité optique maximale mesurable par l'appareil* (ou *absorbance*).

L'absorbance, primitivement appelée densité optique est le logarithme décimal du rapport de l'intensité lumineuse incidente sur transmise : une densité optique nulle signifierait que la totalité du rayonnement lumineux est transmise : le film serait totalement transparent ; en fait, l'opacité intrinsèque du support absorbe une petite partie de la lumière et la densité optique de 0 n'est possible qu'en l'absence de film ; une densité optique de 1 correspond à une atténuation de 90 % du faisceau lumineux ; une densité optique de 2 correspond à une atténuation de 99 % ; une densité optique de 3 correspond à une atténuation de 999 % du faisceau lumineux, etc.

Les scanners à documents utilisés pour la bureautique ont généralement des performances assez médiocres en matière de densité optique et plafonnent vers 2 à 2,5 alors que les scanners à films les plus performants revendiquent des densités optiques maximales de 3,6, voire 4,1. Ces valeurs permettent d'observer les détails des plages les plus sombres du film, ce qu'un radiologiste effectue en pratique routinière en examinant les régions obscures du film sur une lampe forte (lecture "au spot").

2.1.2 Les moyens utilisables pour transmettre les informations

Les différents canaux techniques utilisables seront présentés dans le paragraphe 0 ci-dessous, avec le bilan des systèmes disponibles au début de notre expérimentation.

La *compression informatique des données* est utilisée pour faciliter la transmission ou l'archivage des fichiers numériques (1). Les méthodes mathématiques de compression des données sont nombreuses, et très variables par leurs principes et par leurs résultats.

Il faut distinguer les *méthodes de compression réversible (algorithmes non destructifs)* grâce auxquels le fichier décompacté redevient rigoureusement identique à celui d'origine des *méthodes de compression irréversible, ou destructives*, qui sacrifient une partie (que l'on espère non significative) des données.

2.1.2.1 Les algorithmes non destructifs (ou réversibles)

L'efficacité de ces méthodes est limitée et variable selon le type des données comprimées et en moyenne de l'ordre de 1,5:1 à 4:1 (148), ce qui signifie que les données comprimées sont réduites de 33 % à 75 %.

2.1.2.2 Les algorithmes destructifs (ou irréversibles)

Pour les images, médicales ou non (62;200), diverses techniques irréversibles de compression ont été mises au point.

Elles sont nettement plus efficaces que les précédentes, pouvant atteindre des taux de compression égaux ou supérieurs à 100:1 (c'est-à-dire une réduction de volume du fichier de 99 %) évidemment au prix d'une dégradation plus ou moins apparente des images et d'un allongement significatif de la durée de traitement à la compression et/ou à la décompression des images.

De plus, un aspect généralement peu évoqué dans les travaux publiés est que certaines méthodes sont *symétriques*, (c'est-à-dire que lorsque le fichier a été comprimé une fois, puis décomprimé, le fait de le refermer et de le rouvrir ne le modifie plus), alors que les techniques *asymétriques* dégradent un peu plus les données à chaque cycle d'ouverture - décompression / fermeture - recompression.

Des supports de stockage irréversibles (WORM, *write one read many*) doivent être privilégiés pour éviter que les accès successifs aux fichiers des images ne les rendent peu à peu inexploitable. La contrepartie de ces systèmes WORM est qu'il est plus compliqué de conserver avec les images les modifications pratiquées sur les réglages d'affichage (fenêtre, choix de zoom, annotations) ou les comptes-rendus.

Pour la photographie générale, le *Joint Photographic Expert Group* (JPEG) (135 ; 234) a adopté une technique efficace, rapidement étendue aux images médicales (94) ; elle consiste à appliquer une transformée de cosinus discret sur l'image préalablement découpée en blocs carrés de 8 pixels de coté.

Ce standard JPEG, très largement diffusé dans les logiciels de traitement d'images pour tous types de micro-ordinateurs, permet de compresser les données avec des taux de 10:1, sans grande dégradation apparente des images ou de 20:1 avec une dégradation plus nettement perceptible, sous la forme d'effets de mosaïque ou de marches d'escalier dont les conséquences pratiques en médecine sont très diversement appréciées.

La discussion relative aux techniques de compression est jointe à celle de la fiabilité des images transmises par téléradiologie ([faire un lien](#)) car ces deux sujets sont liés dans la majorité des travaux publiés.

2.1.3 Les stations de visualisation

2.1.3.1 La plupart des stations de téléradiologie sont des dispositifs informatiques autonomes.

Elles se composent d'une unité centrale informatique équipée d'un microprocesseur rapide, d'une vaste mémoire vive, d'une grande capacité de stockage des informations (disques durs de grandes capacités et systèmes de sauvegarde de type magnétique, magnéto-optique ou graveur de cédérom, bientôt de DVD), d'une interface réseau et/ou d'un modem, et surtout d'un excellent affichage. Les performances de l'écran (ou moniteur) et de la carte électronique vidéo qui gouverne cet écran sont essentielles pour la qualité diagnostique des images.

La *taille* de l'écran se mesure habituellement selon la diagonale de l'image affichée, exprimée traditionnellement en pouces (1 pouce = 25,4 mm).

Sa *résolution* peut s'exprimer par la taille maximale des images qu'il peut afficher. Les petits écrans informatiques de 15 pouces des années 1980, au format standard VGA affichaient ainsi 640 x 480 pixels soit, en 256 niveaux de gris (8 bits) une taille d'image de 2,46 Méga-octets.

Les normes de bonnes pratiques de téléradiologie de l'*American College of Radiology* (ACR) recommandent, pour l'affichage des images radiologiques conventionnelles, une résolution de 2048 x 2048 x 12 bits (soit des images "pesant" 50,33 MO).

Un autre paramètre qualitatif fondamental, mais insuffisamment souligné, est la *luminosité* (ou *brillance*) du moniteur : Celle ci est toujours inférieure à celle d'un négatoscope (la table lumineuse sur laquelle on affiche les radiographies pour les lire).

Les recommandations de l'ACR indiquent que les écrans de visualisation des images de radiologie numérisée doivent avoir la plus importante luminosité possible, de l'ordre de 150 ft-lamberts (unité américaine de brillance), alors que celle d'un négatoscope est de l'ordre de 200 à 400 ft-lamberts ; celles des moniteurs informatiques standard sont souvent de l'ordre de 50 à 80 ft-lamberts (97), ce qui ne permet pas d'exploiter de façon optimale toute la gamme des gris pour l'analyse des teintes sombres.

2.1.3.2 Certains systèmes ne comportent pas de station de visualisation des images transmises car ces dernières sont adressées à un reprographe laser qui les imprime directement sur film photographique pour être interprétées sur négatoscope de façon traditionnelle.

Cette technique semble *a priori* rustique, car elle ne permet pas de retoucher à l'arrivée le contraste et la luminosité des images ; elle s'avère en pratique très performante, en raison de la grande simplicité habituelle de la lecture sur films et de l'excellente résolution spatiale et en densité de l'ensemble reprographe laser - film photographique.

2.1.3.3 Enfin, quelques dispositifs de transmissions d'images de scanner ou d'imagerie par résonance magnétique permettent de recevoir les images directement sur la console principale ou secondaire du scanner ou de l'imageur à résonance magnétique, ce qui évite d'avoir à acquérir une station spécifique.

2.2 Présentation des systèmes de téléimagerie connus au début de notre expérimentation

2.2.1 En 1993, la plupart des systèmes de téléimagerie radiologique numérique captaient des images fixes par numérisation secondaire à partir des films radiographiques ou des planches photographiques de scanner, d'échographie ou d'imagerie par résonance magnétique.

2.2.1.1 Les plus sommaires étaient des caméras CCD, identiques à celles de la télévision ou des caméscopes, reliées à une carte de numérisation du signal intégrée à un ordinateur personnel de type PC ou Macintosh™.

La résolution de ces dispositifs est rarement supérieure à 480 000, voire 520 000 pixels. Leur coût est de l'ordre de 10 à 30 milliers de francs (kF).

2.2.1.1.1 Une première variante technique consiste à capter le signal analogique vidéo (ou trame vidéo) à l'entrée de l'écran d'affichage d'un échographe, d'un scanner X ou d'un imageur par résonance magnétique.

Ce signal vidéo est ensuite numérisé de la même façon que dans le premier cas, le plus souvent en 512 x 512 x 8 bits. (technique dite de la "capture de trame vidéo" ou *frame-grabbing*)

2.2.1.1.2 Une seconde variante consiste à capter le signal adressé par l'appareil d'imagerie à l'imprimante laser (ou reprographe).

Ce signal peut parfois, après transmission, être exploité sur micro-ordinateur ; le plus souvent il est simplement délivré à un reprographe identique à celui du point de départ : une planche photographique est ainsi imprimée à distance, avec la même qualité que si elle avait été éditée sur place (technique de la "téléimpression").

2.2.1.2 Certains systèmes plus élaborés utilisaient des numériseurs spécifiques pour films radiologiques, dont la résolution spatiale est notablement supérieure à celle des caméras CCD et qui quantifient la luminosité de chaque point avec un plus grand nombre de nuances.

Ces numériseurs à films radiologiques affichaient des performances de l'ordre de 1024 x 1024 x 12 bits, voire 2048x 2048 x 12 bits. Leur coût varie de 150 à 400 kF.

2.2.1.3 Tous ces systèmes partagent la caractéristique commune de ne transmettre, après numérisation secondaire, qu'un tirage analogique (photographique ou vidéographique) de l'image, même lorsque celle-ci est initialement de nature numérique.

Il est donc impossible à la réception, de faire subir aux images les traitements usuels disponibles sur l'imageur qui les a produites, tels le refenêtrage, les reconstructions bi- ou tridimensionnelles, etc.

Lorsque notre projet a débuté, la transmission intégrale d'images numériques sous forme native était limitée aux réseaux d'images internes aux départements de radiologie (les PACS, *Picture Archiving and Communication Systems*).

Les images radiologiques conventionnelles étaient très généralement numérisées par des caméras CCD, et, dans de rares cas, par des numériseurs spécifiques pour radiographies.

Quant aux images de scanner X, d'IRM ou d'échographie, elles étaient le plus souvent renumérisées secondairement par les dispositifs utilisés pour les radiographies conventionnelles, mais parfois également par le procédé de la capture de trame.

Enfin, quelques systèmes très peu répandus utilisaient le principe de l'impression à distance des images.

Ces deux solutions sont les moins coûteuses, et, ainsi que le souligne GOLDBERG, leur utilisation a surtout résulté de l'absence d'un format standard pour les images médicales ainsi que de considérations économiques. Il ne s'agissait donc pas non pas d'un choix technologique mûrement réfléchi (97).

2.2.1.4 Les systèmes de transmission utilisés pour convoier les images d'un point à un autre étaient également variables.

Ils allaient du téléphone analogique classique aux réseaux télévisés, en passant par des systèmes numériques plus ou moins sophistiqués.

2.2.1.5 Les systèmes analogiques ont surtout été employés dans les expériences historiques des années 1950 (pour la recherche) à 1970 (pour l'utilisation clinique).

Les premiers pas de la téléradiologie ont ainsi été effectués au Québec (134) et aux USA notamment sous l'impulsion de la NASA, sur des réseaux de télévision analogiques intra-hospitaliers (223) ou inter-hospitaliers, par liaisons téléphoniques (133; 223; 237), satellitaires (196), ou hertziennes (21; 184)) avec des résultats nuancés : dans la plupart des cas, les taux de fiabilité diagnostique étaient de l'ordre de 80 % et les auteurs soulignaient l'insuffisance de la résolution spatiale de leurs systèmes (29) et leur médiocre fiabilité technique (90).

Une autre caractéristique commune de ces systèmes était la détérioration inévitable, plus ou moins importante, du signal lors de la transmission.

2.2.1.5.1 À partir des années 1980, la numérisation a permis d'améliorer significativement la qualité des transmissions et de supprimer la dégradation du signal lors du transport :

Avec la numérisation, les informations numériques reçues sont exactement celles qui ont été émises. Différents types de canaux de transmission ont été employés :

Les réseaux locaux (ou internes) câblés de type Éthernet, assurant un débit maximal de 10 Mégabits par seconde (Mb/s) ou hertziens (226) étaient initialement beaucoup plus performants que l'usage de modems reliés par des lignes téléphoniques.

Quelques lignes informatiques spécialisées interhospitalières, coûteuses, étaient également parfois employées, assurant des débits variables entre 56 kilobits par secondes (kb/s) et 1,5 Mb/s, voire 44 Mb/s pour les câblages classiques les plus performants.

Des solutions expérimentales de réseaux de fibres optiques laissaient entrevoir des débits de 10, puis 150 voire 400 Mb/s grâce à la technologie ATM, (Asynchronous Transfer Mode),

testée par exemple pour le projet RETAIN entre Rennes et Barcelone (120;121), voire 1,7 Gigabit par seconde (29).

Quelques expérimentations ont également été menées en utilisant les liaisons satellitaires, très performantes, mais généralement très onéreuses.

La première application clinique réelle de cet outil fut la transmission d'images de scanner à rayons X des militaires américains blessés lors de l'opération 'Tempête du désert', en janvier 1991, pour la libération du KOWEÏT (58). Deux unités mobiles de scanner ont été installées dans un hôpital militaire de campagne déployé au Nord de L'ARABIE SAOUDITE, à proximité de la frontière du KOWEÏT. Les trames vidéo affichées sur l'écran du scanner étaient captées et numérisées à 512 x 512 x 8 bits, puis les fichiers numériques étaient comprimés par un algorithme mathématique non destructif (le fichier d'une image passait de 275 à 75 kilo-octets environ avant d'être transmis par satellite pour interprétation par les radiologistes de l'hôpital militaire de San-Antonio (Texas, USA) (58). Une expérience complémentaire a, par la suite, été effectuée lors de l'intervention des forces armées américaines en BOSNIE-HERZEGOVINE, en décembre 1995 (183), faisant suite au succès des téléconsultations médicales par visioconférences transmises par satellite lors de l'opération des Nations Unies en République Yougoslave de Macédoine, de janvier 1994 à mai 1995 (186).

Enfin, quelques expérimentations commençaient à employer le nouveau standard international de téléphonie numérique à intégration de service (ou ISDN, Integrated Service Digital Network, connu sous le nom de Numéris™ chez France Télécom™, ou de Swissnet™ en Suisse). L'accès de base comporte deux canaux "B" de transport des données numériques à 56 kb/s (en Amérique) ou 64 kb/s (en Europe), associées à un canal "D" pour les signaux de contrôle des transferts. Plusieurs accès de base peuvent être couplés pour assurer un meilleur débit.

Quelques expériences de transmission d'images animées, principalement en échographie cardiaque ou obstétricale, ainsi que des enregistrements vidéo d'examen médical ou d'entretien médical (télépsychiatrie, notamment) avaient également été rapportées.

Les plus anciennes de ces expériences transmettaient des *images analogiques* selon les techniques classiques de la télévision.

Quelques expérimentations très avancées transmettaient des *séquences animées d'images numériques* sur les lignes informatiques à haut débit (lignes spécialisées fixes ou liaisons par satellite).

Enfin, aux États-Unis surtout, quelques expériences de *visioconférences* exploitaient des liaisons RNIS; pour des téléconsultations ou pour des téléréunions interservices.

2.3 description de notre dispositif de telediagnostic interactif entre scanners

Le **dialogue interactif entre les scanners X** de l'hôtel-Dieu de Montréal et l'hôpital Cochin (AP-HP) est une **application médicale dérivée de la visiotransmission**, mise au point lors d'un partenariat avec les sociétés **Alcatel Réseaux d'Entreprise™**, **Elscint France™** sous la maîtrise d'œuvre du **Téléport Paris – Île-de-France** et grâce à un financement du Conseil régional d'Île-de-France.

2.3.1 Notre dispositif associait, pour la première fois, trois éléments fonctionnels :

2.3.1.1 Un transfert en temps réel des images numériques natives,

C'est-à-dire de la totalité des informations numériques au standard DICOM 3.0 définissant la coupe de scanner, permettant tous les post-traitements et le refenêtrage à partir des 4096 niveaux de coefficients d'atténuation des niveaux de gris au lieu des 256 niveaux de gris d'une capture de trame vidéographique (*frame-grabbing*).

L'utilisateur final garde ainsi la totale liberté d'afficher à l'écran les 16 à 32 niveaux de gris que l'œil humain est capable de discerner sur la plage des densités radiologiques qui l'intéresse (*fenêtrage*).

2.3.1.2 Des échanges instantanés d'informations concernant le cas du patient et l'examen en cours,

Grâce à la *visioconférence*, les deux équipes médicales procédaient en même temps à l'examen complet du patient.

2.3.1.3 Un télépilotage de l'appareil dans lequel était placé le patient par le clavier de l'appareil distant.

L'expert consulté à distance pouvait prendre les commandes de l'examen, avec l'accord du radiologiste local, qui en toute occasion, gardait le contrôle ultime de son appareil.

2.3.2 Au plan technique, le dispositif breveté par ALCATEL sous le nom de DIAMTEL™ est constitué de l'assemblage des éléments suivants :

2.3.2.1 Au cœur du système, une station de visioconférence à 384 kb/s, bistandard X21 et V35 (PICTURETEL 4000™).

Elle assure le transfert vidéo et audio entre les sites distants, par l'intermédiaire de trois lignes de téléphonie numérique RNIS (**Numéris France Télécom™**) jumelées *via* un adaptateur multibandes ASCEND™ avec interface et logiciel X21, selon le standard de visioconférence H320 établi par le CCIT. Un boîtier de commande à distance par infrarouge permet le pilotage de cette station.

Cette station de visioconférence peut recevoir plusieurs sources en entrée :

D'une part, une caméra couleur autofocus et pilotable à distance, avec un microphone pour visualiser l'équipe médicale locale et/ou le patient, en vue de la visioconférence avec l'équipe distante ;

D'autre part, la capture des trames vidéo de l'écran d'affichage des images du scanner X, via un adaptateur RGB VIDEOLINK PAL pourvu d'un convertisseur YC/PAL :

Enfin, la caméra vidéo d'un banc de reprographie pour la numérisation d'autres documents que nos images de scanner X : graphique de courbes, transparent ou document papier résumant l'histoire clinique du patient, images médicales analogiques de radiologie conventionnelle, d'IRM, photographies histologiques, etc.

La station est équipée en sortie de deux moniteurs de 73 cm avec haut-parleurs, et peut également adresser images et sons vers un vidéoprojecteur situé dans l'amphithéâtre Dieulafoy de la faculté, grâce à un boîtier COLOUR QUAD SYSTEM PANASONIC™. Ce matériel diffuse éventuellement en amphithéâtre les images des équipes locales et distantes, ainsi que celles des deux scanners X pour des séances d'enseignement à distance.

2.3.2.2 Le dispositif de prise de main à distance (ou télécommande) d'un scanner par l'autre comportait l'installation sur chacun des scanners d'un logiciel ad hoc CARBON COPY™.

Ce logiciel, bien connu dans le monde de l'informatique d'entreprise, permet de contrôler à distance un ordinateur depuis un autre clavier.

Le scanner est relié à son homologue distant par le réseau téléphonique commuté *via* un modem téléphonique ALCATEL™ à 14 400 bauds.

Une fois le logiciel activé, le clavier d'un appareil peut piloter le second, comme s'il s'agissait de son propre clavier.

De même, les images de l'appareil distant s'affichent à l'identique sur les deux scanners.

2.3.2.3 Le transfert des fichiers numériques des images s'effectue entre les scanners X par l'intermédiaire de stations de transfert d'images PASSEPORT ELSCINT™

Chacune de ces stations est composée d'un micro-ordinateur personnel (PC GATEWAY 2000™, avec un processeur INTEL 486™ à 66 MHz, avec 8 MO de RAM et fonctionnant sous **Microsoft Windows 3.1™** puis **Windows 95™**) pourvu d'une carte de communication pour la liaison Éthernet avec le scanner, et d'un adaptateur X21 pour l'envoi des images par RNIS vers la station PASSEPORT™ distante, grâce à une quatrième ligne RNIS.

Grâce à la liaison locale établie entre le scanner X et la station PASSEPORT cette dernière est capable d'importer des dossiers tomodensitométriques de patients, au format d'image propriétaire ELSCINT™ et de les transcrire au format standard DICOM 3.0.

Cette station est ensuite capable d'assurer le routage des images avec le protocole standard de transmission d'Internet (TCP/IP) grâce à un lien RNIS à 128 kb/s. Un programme spécifique développé par la société ELSCINT™, constructeur du scanner X de Cochin, rend ce routage totalement transparent pour l'utilisateur : une fois les scanners configurés, l'appareil distant figure, comme les consoles secondaires locales, dans le tableau des appareils à qui l'on peut adresser ou demander des transferts d'images. La seule différence par rapport au réseau local, est évidemment une plus grande lenteur des transferts, chaque image demandant en moyenne une quinzaine de secondes environ de transmission.

2.3.3 Principe d'utilisation du système :

L'objectif théorique était de montrer qu'il était possible à un radiologiste, confronté à l'exploration d'un problème complexe qu'il ne maîtrise pas totalement, de pouvoir joindre sur le champ un radiologiste "expert" pour lui demander de l'assister immédiatement pour la réalisation et l'interprétation de l'examen délicat.

Le patient obtient ainsi *via* son radiologiste local, l'accès à un expert dont l'éloignement ne lui permettait pas autrement la consultation.

Il nous a semblé indispensable de pouvoir parfois associer l'expert au déroulement de l'examen afin de lui permettre de réaliser, en accord avec le radiologiste appelant, un examen tout à fait comparable à ceux qu'il a l'habitude d'interpréter. Cette condition garantit que l'avis de l'expert est optimisé et lui permet de s'impliquer totalement dans l'examen (à la différence d'un simple conseil officieux rendu sans aucune responsabilisation de l'expert).

Note : Cette participation de l'expert à la réalisation pratique de l'examen nous a été suggérée par l'expérience de la pratique hospitalière quotidienne . Il est courant, lorsqu'un dossier difficile de scanner ou d'imagerie par résonance magnétique est présenté à un radiologiste spécialisé, de constater que le premier conseil donné est de refaire cet examen dans le service hospitalier et selon le protocole habituel à cet expert. Le patient, son entourage et le médecin traitant sont fréquemment choqués de cette pratique et enclins à considérer que l'examen a été raté la première fois, ou qu'il s'agit d'une manifestation de vanité professionnelle. En fait, un spécialiste très 'pointu' dans un domaine précis sera d'autant plus performant qu'il se trouve confronté à un examen conforme à ceux qu'il réalise, avec des images présentées au format et dans l'ordre dont il a l'habitude. Toute modification perturbe, ses automatismes d'analyse des images et peut nuire à la qualité de son interprétation.

Si l'expert peut guider le radiologiste local lors de la réalisation de l'examen, il n'aura plus à le refaire parce qu'il est incomplet ; cette collaboration entre le radiologiste local et le téléexpert aura, en outre, une vertu pédagogique puisque le premier pourra observer comment le second réalise et interprète ses examens, et saura probablement ensuite la pratiquer sans aide.

Notre système permettrait également d'éviter la surcharge des plannings des services d'imagerie hospitaliers du fait des examens répétés de surveillance après une intervention très spécialisée : grâce à l'échange d'avis entre les radiologistes de l'hôpital et ceux du voisinage du patient, il serait possible de ne plus faire revenir le patient à l'hôpital tous les 3, 6 ou 12 mois pour les examens de surveillance. Ceux-ci pourraient être confiés au radiologiste local, selon le protocole indiqué par l'hôpital lors d'une séance initiale de collaboration interactive et les images adressées à l'hôpital pour compléter les dossiers du protocole de surveillance. Tout le monde y trouverait son compte ; le patient éviterait des déplacements pénibles et coûteux.

En pratique, il a été démontré qu'il était possible à l'expert de piloter depuis sa console, le scanner distant, de programmer les paramètres classiques d'acquisition, en accord avec le radiologiste qui l'appelle. Seul ce dernier doit, pour des raisons de sécurité évidentes, conserver la commande des mouvements du statif, celle de la production des rayons X ou de l'injection du produit de contraste.

Lors de l'examen, les images apparaissent simultanément sur les consoles locales et distantes. Grâce à la visioconférence, le radiologiste appelant et le téléexpert échangent en permanence leurs avis, par exemple pour compléter l'examen en cours par l'acquisition de coupes plus fines, recourir à une nouvelle injection de produit de contraste, ou à des épreuves positionnelles...

L'examen terminé, les fichiers images numériques peuvent être rapidement transférés par la liaison numérique directe entre les scanners, offrant à l'expert les mêmes analyses et post-traitements que s'il était sur place.

Note : Il va de soi qu'un certain nombre d'examens très 'protocolisés' n'exigeront pas à chaque fois la prise de main à distance du scanner, ni même une collaboration interactive immédiate. De nombreux avis pourront être très valablement rendus sur l'envoi des fichiers images, en temps différé.

2.3.4 Évolution technique de notre dispositif

L'assemblage décrit ci-dessus correspondait à la première génération de notre dispositif (dite "maquette").

Cette maquette se composait de multiples appareillages indépendants, tous commercialisés isolément ; les étapes suivantes ont consisté à regrouper ces divers éléments de façon plus compacte, avec un module de commande unique et simplifié.

Initialement la compagnie ALCATEL™ avait envisagé de commercialiser le dispositif complet et intégré sous le nom commercial DIAMTEL™. Des restructurations industrielles imprévues ont conduit ALCATEL™, lors de sa fusion partielle avec THOMSON™ et DASSAULT ELECTRONIQUE™ à renoncer à ce domaine d'activité, ainsi qu'à celui des visioconférences. Le contact a été tout récemment renoué avec la nouvelle entité formée et il semble que le projet industriel puisse redémarrer...

Nous disposons actuellement à Cochin d'un "prototype" plus compact de cette station, étape intermédiaire entre la maquette initiale et l'appareillage définitif..

Pour commercialiser éventuellement l'ensemble, plusieurs difficultés techniques doivent encore être résolues.

2.3.4.1 *Tout d'abord, il était prévu que l'ensemble des télécommunications (visioconférence, transferts des fichiers images et prise de main à distance du scanner) puisse se faire par le canal virtuel unique à 384 kb/s sous le contrôle de la station de visioconférence.*

On aurait économisé une ligne RNIS et une ligne téléphonique, la station pouvant attribuer, de façon dynamique en fonction des besoins, une partie de la bande passante totale aux transferts des fichiers images, à la visioconférence, et aux codes de contrôle à distance du scanner.

Cette solution technique élégante n'a pas été possible du fait des différences de marques et de modèles des scanners et des stations utilisées pour la visioconférence, et du fait de la standardisation incomplète des protocoles de visioconférences entre ces appareils de marques différentes.

De plus, à l'époque de nos essais, les débits des transmissions sur les lignes RNIS de France et du Canada n'étaient pas identiques : 64 kb/s par canal B en France contre 56 kb/s au Canada ; le débit inférieur s'imposait à toute la chaîne.

2.3.4.2 Un dispositif de téléradiologie interactive devrait être capable de mettre en relation deux imageurs de marques, de modèles et même de familles distincts (Scanner X, IRM, etc.)

Notre dispositif mettait en relation deux scanners X de marque identique, mais de modèles et de générations différentes. Ces scanners partageaient le même type de console de commande ; il a été relativement simple de commander une console depuis le clavier de l'autre.

Le pari est singulièrement plus audacieux de vouloir contrôler, à partir de la console d'un appareil d'une certaine marque, des imageurs d'autres types ou d'autres marques, puisque les stations de commande et les fonctions disponibles différeront plus ou moins fortement.

Cependant, l'époque où chaque fabricant d'imageurs créait une console spécifique pour chaque nouvel appareil est révolue. Pour des raisons d'économie et vu l'extrême puissance actuelle des stations de travail graphique, la plupart des imageurs modernes sont pilotés par des stations de commerce (de marque SUN™ ou DIGITAL GRAPHICS™ notamment) fonctionnant sous Unix, avec peu de modèles différents. Il est envisageable d'émuler sur une station le fonctionnement d'une autre. L'industrie de la micro-informatique a banalisé les solutions d'émulation d'un type d'ordinateur par un autre, même lorsque les systèmes d'exploitation diffèrent profondément : il existe, par exemple, des solutions commerciales multiples d'émulation d'un PC sous Macintosh™, ou d'émulation de station Unix sous PC...

La généralisation de cette fonction d'émulation existe actuellement au stade conceptuel sous l'appellation de "machine virtuelle" ; il s'agit ni plus ni moins de concevoir des fonctions informatiques indépendantes du matériel et du système d'exploitation sous-jacents, grâce à l'usage d'une couche logicielle intermédiaire d'adaptation du 'moteur' de la machine virtuelle au poste informatique considéré.

Les fabricants d'imageurs pourront, à terme, accepter de mettre en vente pour chacun de leur modèle, la couche logicielle intermédiaire qui permettrait à partir d'une station standardisée d'émuler tous les types de console de commande. Les industriels de l'imagerie seront bénéficiaires, puisqu'ils pourront de vendre plusieurs exemplaires de leur logiciel pour chaque imageur vendu, alors qu'actuellement ils vendent une copie unique par imageur.

Cette perspective nécessite de compléter le standard DICOM 3.0 en intégrant des commandes standardisées de télépilotage des imageurs, qui viendraient s'adjoindre aux actuelles commandes standardisées de transfert d'images.

La possibilité de commande à distance des imageurs résoudra au passage une autre difficulté qui limite actuellement l'efficacité des expériences de téléradiologie numérique : de nombreux algorithmes de traitement des images (filtrations complexes, reconstructions tridimensionnelles, endoscopie virtuelle, etc.) sont spécifiques (et secrets) pour les industriels considérés et ne peuvent donc être réalisés sur une console d'une autre marque. À partir du moment où il deviendra possible à distance d'adresser des consignes à un appareil, il est facile d'imaginer demander à cet appareil d'effectuer l'une de ses opérations "propriétaires" et de transmettre son résultat à la station distante. Un avantage indirect est qu'il ne sera alors plus nécessaire d'expédier à chaque fois la totalité des fichiers numériques des images, mais seulement ce qui est nécessaire pour l'affichage. Cette approche correspond d'ailleurs à ce qui commence à se faire pour la décompression dynamique sélective des images ([voir, à ce sujet, le développement consacré aux méthodes modernes de compression](#)).

2.3.4.3 Enfin, les évolutions de la visioconférence et de la vidéo numérique doivent être prises en compte.

Les matériels de visioconférence sont de plus en plus intégrés dans les ordinateurs personnels ou dans les stations de travail sous la forme d'une carte additionnelle assurant la fonction de compression/décompression (*codec*), et la gestion des entrées et sorties vidéo. La vidéo numérique est par ailleurs devenue relativement compétitive, avec des possibilités de compression/décompression immédiates permettant sa visualisation et sa transmission en temps réel sur des réseaux locaux, voire sur les liaisons distantes dont le débit s'améliore considérablement avec l'extension des réseaux câblés ou de la technologie ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*), bientôt commercialisée en France [8](#).

Notes de bas de page

- 7 initialement logiquement nommé ACR-NEMA, ce format d'images est désormais connu sous le nom de DICOM, Digital imaging and communication in medicine.
- 7 Cette technologie d'accès rapide à internet exploite les lignes téléphoniques existantes, avec un débit important, pouvant atteindre 1,5 Mb/s dans le sens "descendant", du serveur vers l'abonné, et un débit plus réduit, de 384 kb/s dans le sens ascendant. Cette technique vient d'être adoptée par l'International Telecommunication Union (ITU) sous le nom de standard G-Lite ou G.992.2.

2 EXPOSÉ TECHNOLOGIQUE (suite)

2 EXPOSÉ TECHNOLOGIQUE

- 2.1 Généralités ; composition type d'un système de téléradiologie
- 2.2 Présentation des systèmes de téléimagerie connus au début de notre expérimentation
- 2.3 Description de notre dispositif de télédiagnostic interactif entre scanners
- 2.4 Description de l'équipement de téléradiologie SIGMACOM TSITM du réseau TELIF
- 2.5 Résultats de notre expérimentation de télédiagnostic interactif entre scanners
- 2.6 Résultats de l'utilisation de notre station de téléradiologie SIGMACOM TSITM
- 2.7 Evolutions techniques des systèmes actuels
- 2.8 Conclusions et perspectives techniques

2.4 Description de l'équipement de téléradiologie SIGMACOM TSI™ du réseau TÉLIF

En comparaison avec l'expérience précédente, il a paru utile de décrire les matériels et les résultats du système de téléradiologie mis en place dans le cadre de la '*Grande garde de neuroradiologie et de neurochirurgie*' et exploité également depuis un an pour la liaison entre l'hôpital Cochin et l'unité de soins et de consultations ambulatoires de la maison d'arrêt de la santé

2.4.1 La station de téléradiologie TSI SIGMACOM™ implantée à Cochin

Comme une quinzaine d'autres services de l'Assistance publique — hôpitaux de Paris (AP—HP) le service de radiologie A de l'hôpital Cochin a été équipé au début de l'année 1995 d'une station de téléradiologie TSI SIGMACOM™, lors de la constitution du réseau de téléexpertise neurochirurgicale et neuroradiologique de l'AP-HP (réseau TÉLIF).

2.4.1.1 But de ce réseau

Ce réseau a été déployé pour fluidifier et améliorer la prise en charge des urgences neuroradiologiques et neurochirurgicales d'Île-de-France, et optimiser le fonctionnement de la "*Grande garde de neuroradiologie et neurochirurgie*". Cette *Grande garde* regroupe six hôpitaux de l'AP—HP (BEAUJON, BICÊTRE, HENRI MONDOR, LARIBOISIÈRE, NECKER, PITIÉ-SALPÉTRIÈRE) ainsi que les services de neurochirurgie et de neuroradiologie de l'hôpital Sainte-Anne, rattaché par convention. Ces sept sites assurent à tour de rôle la garde chaque jour de la semaine ; au jour donné, toutes les urgences neurochirurgicales ou neuroradiologiques d'Île de France déferlent sur cet hôpital.

Une enquête préalable avait démontré entre le 7 avril et le 30 juin 1992 que seuls 35 % des patients adressés au cours des '*Grandes gardes*' étaient finalement admis en neurochirurgie ou en soins intensifs neurochirurgicaux. Plus des deux tiers des patients adressés ont seulement bénéficié d'un scanner cérébral avant d'être retransférés dans leur hôpital d'origine parce qu'ils ne justifiaient pas d'un traitement neurochirurgical d'urgence ; les neurochirurgiens ont estimé que, pour 57 % des cas, ils n'auraient pas recommandé de déplacer le patient si les images d'un scanner réalisé dans l'hôpital d'origine avaient pu être télétransmises, pour avis.

Ces allers et venues, dangereux pour les patients les plus sévèrement atteints, étaient évidemment fort coûteux (estimées à 10 MF par an environ). Ils mobilisaient indûment les équipes de transport médicalisé, "engorgeaient" les services de neurochirurgie et de neuroradiologie de garde, au détriment des réelles urgences neurochirurgicales.

Il a donc été décidé en 1993 de faire pratiquer les examens tomodensitométriques cérébraux dans l'hôpital d'origine ou dans l'hôpital le plus proche disposant d'un scanner et d'y mettre en place à partir de 1994 un système de téléradiologie permettant à ces hôpitaux d'envoyer les images et les données cliniques du patient à l'équipe de *Grande garde*, pour avis sur la conduite thérapeutique à tenir et l'éventuelle nécessité d'un transfert du patient.

Le système a été déployé de septembre à novembre 1994 et le réseau a été ouvert à l'exploitation le 15 novembre 1994.

2.4.1.2 Du point de vue technique :

Chaque station se composait à l'origine d'un micro-ordinateur de type PC avec un processeur **Intel 80486™** fonctionnant sous le système d'exploitation Microsoft DOS™, équipé avec 4 MO de mémoire vive, d'un disque dur de 240 Mega-octets et d'une carte de numérisation par capture de trames vidéo (*frame-grabbing*) provenant soit d'une caméra à documents montée sur un banc de reprographie pourvu d'un négatoscope (avec une matrice de 752 x 582 x 8 bits), soit d'une connexion directe à la sortie vidéo du scanner (avec une matrice de 512 x 512 x 8 bits). En janvier 1997, les stations ont été modernisées, avec un microprocesseur INTEL PENTIUM™ fonctionnant sous Microsoft Windows 95™

Les stations disposées dans les hôpitaux " récepteurs ", assurant la *Grande garde*, sont également connectées à un reprographe laser pour l'impression des images sur des planches photographiques, et à un dispositif d'archivage sur disque magnéto-optique au format 3,5 pouces.

Un logiciel spécifique, développé par la société TSI (Traitement et synthèse d'images™) assemble dans des dossiers nominatifs les images de scanner et les pages écran contenant les données cliniques (avec une majorité de séries obligatoires de cases à cocher et quelques zones de texte libre à compléter), et assure la création, la gestion, la consultation et l'archivage des dossiers, leurs transferts, et la sécurisation des données par un système de mots de passe associés à l'identité de chaque utilisateur. Une fonctionnalité de " *télécurseur* " fait apparaître sur l'écran distant les mouvements du curseur de la souris, afin de pointer, pour le correspondant, tel ou tel élément d'une image, affichée à l'identique sur les deux écrans.

La configuration des stations de l'AP-HP ne comporte pas de système de communication en temps réel, phonique ou visiophonique ; il est donc indispensable d'utiliser le téléphone, parallèlement à la station. Un téléphone numérique exploitant la même ligne téléphonique numérique a donc été mis en place.

Les dossiers sont transmis par le réseau RNIS à un débit de 128 kb/s, en utilisant le protocole STUTEL™ de transmission sécurisée recommandé par France Télécom™, avec une compression réversible JPEG à un taux de compression variant selon les images entre 2 et 3 (il est possible de choisir volontairement une compression plus importante et destructrice qui n'est pas le choix par défaut). L'ensemble des stations du réseau sont contrôlables à distance (avec un code administrateur), permettant au centre d'évaluation de la mission télé-médecine d'interroger chaque nuit les stations pour répertorier les échanges d'information, rechercher d'éventuels échecs de transmission et assurer la télé-maintenance informatique du réseau.

Le coût d'acquisition des stations était en 1994 proche de 160 kF par unité. Les hôpitaux n'appartenant pas à l'AP-HP qui ont adhéré au réseau TÉLIF à partir de 1996 ont acquis et entretiennent séparément leurs stations mais versent à l'AP-HP une redevance de 20 kF par an pour les " frais de gestion du réseau ", les demandes d'avis médical ne donnant ensuite pas lieu à facturation. Depuis la fin 1998, il est possible aux services hospitaliers d'incorporer dans leurs statistiques d'activité les actes réalisés en télé-radiologie, une lettre clé spécifique ayant été intégrée dans le système d'information hospitalière de l'AP-HP.

2.4.2 La station de télé-radiologie implantée à l'U.C.S.A. de La Santé

L'unité de consultations et de soins ambulatoires (U.C.S.A.) de la maison d'arrêt de Paris La Santé a été créée en application de la loi du 18 janvier 1994 confiant à l'hôpital public les soins au détenus, à l'exception de ceux des 21 établissements dont la gestion a été concédée au secteur privée (établissements du " Programme 13 000 ") ou du pénitencier de **Nouméa** ainsi que les 11 centres autonomes de semi-liberté.

L'U.C.S.A. dispose de plusieurs consultations quotidiennes de médecines générale et spécialisée, d'une consultation oncologique, et d'une salle de radiologie conventionnelle avec un technicien manipulateur d'électroradiologie à temps plein.

Les médecins généralistes et spécialistes qui donnent des consultations à l'U.C.S.A. et qui assurent les gardes médicales peuvent faire réaliser sous leur contrôle des radiographies conventionnelles (abdomen sans préparation, radiographies thoraciques ou ostéo-articulaires simples) tous les jours de semaines, de 8 h 30 à 16 h 00 environ. Une vacation hebdomadaire ⁹, assurée par un radiologiste de l'hôpital Cochin, auteur de ces lignes, permet l'interprétation de ces examens et la réalisation des examens spécialisés, comme ceux qui nécessitent l'administration d'un produit de contraste.

En cas d'urgence survenant entre ces visites hebdomadaires, le radiologiste de l'hôpital est appelé ¹⁰ ou les clichés sont portés pour interprétation à Cochin ; les urgences les plus importantes justifient évidemment le transfert du détenu à l'hôpital.

Pour améliorer le service rendu, accélérer l'interprétation des examens pratiqués à l'U.C.S.A., optimiser les déplacements des détenus à Cochin lors des consultations et des hospitalisations, il a été proposé de mettre en place une solution globale de télé-médecine assurant les fonctionnalités de télé-radiologie et de visioconférence.

Dans un premier temps, la fonction de télé-radiologie a seule été mise en place, en installant dans le bureau de radiologie de La Santé une station TSI SIGMACOM™ du type de celles du réseau TÉLIF, mais adaptée aux normes de la micro-informatique bureautique de 1998 (micro-ordinateur DELL™ équipé d'un microprocesseur PENTIUM II™ cadencé à 233 MHz, 64 MO de mémoire vive, disque dur de 8 GO, et connexion Numéris à 128 kb/s). La station a été équipée d'un scanner à films radiologiques VIDAR™ numérisant les radiographies conventionnelles avec une profondeur de matrice de 8 bits, et d'un scanner à plat permettant le transfert d'images ou de graphes en couleurs (ECG, photographies dermatologiques, etc.).

L'installation de la visioconférence, demandée avec la télé-radiologie, a été reportée par la mission télé-médecine de l'AP-HP, sans explication ni délai précis ; son principe ayant été cependant accepté par le Groupe de suivi de la télé-médecine ; l'extension à d'autres spécialités médico-chirurgicales des activités de télé-médecine de l'U.C.S.A. est évoquée dans le rapport d'activité de mars 1999 du réseau TÉLIF " ...compte tenu de l'évaluation en cours ".

2.5 Résultats de notre expérimentation DE TELEDIAGNOSTIC INTERACTIF ENTRE SCANNERS

Sur le plan technologique, notre expérimentation a été un succès quasi-total, puisque l'ensemble des fonctionnalités prévues ont été exploitées sans problème dès la première séance.

Six séances, sur les douze initialement programmées, ont été réalisées sans encombre entre novembre 1994 et juin 1996. Chacune des séances présentées ci-dessous a duré entre une heure et une heure et trente minutes :

2.5.1 La première démonstration technique a eu lieu le 8 novembre 1994, dans le cadre de l'Assemblée mondiale des téléports (WTA '94) au CNIT de la défense.

La présentation du système a été réalisée conjointement par Michel HENRY, directeur technique du **Téléport de Paris - Île-de-France** et Réginald ALLOUCHE, directeur des équipements et du système d'information de l'Assistance Publique - Hôpitaux de Paris.

Un examen, sur un patient de Cochin a été piloté depuis la console de l'appareil de l'hôtel-Dieu de Montréal.

Deux dossiers d'archives français ont été communiqués à l'équipe médicale radiologique et endocrinienne de Montréal, et discutés en direct avec les équipes correspondantes de Cochin. L'équipe de Montréal a pu pratiquer tous les traitements d'images habituels : réglages de la fenêtre de visualisation des images, reconstructions tridimensionnelles, mesures de densité, etc. Deux dossiers d'archives de Montréal ont été reçus à Paris, et discutés en commun. Nous avons également pu réaliser les traitements souhaités sur ces images dont la qualité était parfaitement comparable à celles réalisées sur notre appareil. Nous pouvions également montrer à nos collègues québécois les traitements pratiqués, grâce à la transmission en visioconférence de leurs images affichées sur l'écran de notre scanner.

2.5.2 Une deuxième séance, médiatique, a été organisée le 23 novembre 1994 à la demande des collègues de Montréal.

Cette séance, en présence des responsables de la Communauté urbaine de Montréal et de la presse québécoise et canadienne nationale a été réalisée selon les mêmes modalités que la précédente et a permis la discussion de cinq nouveaux dossiers cliniques, dont l'un obtenu en direct par le pilotage de l'appareil de Cochin depuis la console du scanner X de Montréal. Le retentissement dans la presse régionale et fédérale canadienne a été très important. Nous avons également de part et d'autre vérifié la possibilité d'effectuer divers traitements d'image sur les dossiers reçus.

2.5.3 Une troisième séance, le 14 décembre 1994, a également fonctionné de façon satisfaisante.

Elle comportait une diffusion des images reçues à Cochin dans l'amphithéâtre Dieulafoy de la faculté Cochin, en présence de nombreux journalistes de la presse médicale et générale français. Notre expérimentation a été commentée aux informations télévisées des principales chaînes nationales, sur les radios *France Inter* et *France Infos*, dans les hebdomadaires *Le Point* et *l'Express*, ainsi que dans le *Quotidien du Médecin*, etc., comme préfigurant l'avenir des autoroutes de l'information dans le domaine de la santé.

2.5.4 Une quatrième séance, plus discrète s'est tenue le 18 janvier 1995

Elle a, à nouveau, permis de discuter en visioconférence plusieurs dossiers d'archives français et québécois.

Cependant, une modification technique malencontreuse sur le scanner parisien nous a empêchés de transférer les fichiers complets des images de scanner, et nous avons dû nous contenter des transferts des images visualisées en qualité vidéographique, par la technique de la capture de trame.

Ceci nous a conduits à constater la nette supériorité de notre confiance pour interpréter les fichiers d'images complets, et nos hésitations devant des images transmises en qualité vidéographique, non fenêtrables et sur lesquelles aucun traitement d'image n'était cette fois possible. Cet incident nous a également démontré que le système testé était insuffisamment ergonomique, car nous n'étions pas en mesure de l'utiliser pleinement sans la présence d'une équipe technique mixte **Alcatel™** et **Elscint™**. Le retour vidéo montrait l'importante dégradation des images après le double trajet de l'aller et retour.

2.5.6 Une cinquième séance, techniquement parfaite, a été réalisée le 20 février 1995

Des séquences vidéographiques ont été enregistrées sur cassettes VHS, en prévision d'une présentation de notre expérience faite, à l'initiative du gouvernement fédéral canadien, à la conférence intergouvernementale du G7, à Bruxelles (Belgique), consacrée aux applications des inforoutes dans le domaine de la santé, le 26 février 1995.

Lors de cette présentation, au siège du Parlement européen, notre expérimentation a recueilli l'intérêt des délégations présentes, et nous avons de nouveau été questionnés par de nombreuses équipes de la grande presse, notamment belge, française et canadienne.

L'intérêt pour cette expérience a, par la suite, motivé la visite à Cochin, le 25 septembre 1995, du ministre fédéral canadien de la science, de la recherche et du développement, le docteur *Jon GERRARD*, accompagné de son assistante madame Julie BOND chargée de la liaison avec l'administration et de monsieur *Andrew CAMERON*, attaché à l'ambassade du Canada à Paris, chargé des télécommunications et de l'industrie du Canada.

2.5.7 une sixième séance d'essais s'est tenue le 11 juin 1996, à l'occasion du voyage à Montréal de monsieur Alain JUPPÉ, alors Premier ministre.

Lors de cette visite, des accords informels ont été noués entre la délégation française et les délégations gouvernementales régionale du Québec et fédérale canadienne, accords qui ont ensuite abouti à la formation d'un groupe de travail international consacré à la télé médecine, parrainé par le G7, et piloté par notre correspondant endocrinologue québécois, le professeur

André LACROIX, à la suite de la mise en place au Québec, grâce à un financement du Fond de l'autoroute de l'information du Québec, d'un vaste réseau interrégional de télé-médecine interactive reliant les quatre centres hospitaliers régionaux de MONTRÉAL, de ROUYN-NORANDA, de LANAUDIÈRE et de TROIS-RIVIÈRES, ainsi que plusieurs hôpitaux satellites de plus petite taille.

2.5.8 Au total, une vingtaine de dossiers de patients ont été étudiés en commun, avec un transfert des fichiers- images de scanner, des données cliniques, radiologiques conventionnelles, de radiologie vasculaire et d'IRM, ainsi que dans une partie des cas d'images photographiques opératoires ou anatomo-pathologiques par l'intermédiaire de la caméra à documents.

Outre le parfait fonctionnement technique du dispositif expérimenté, l'accent a été mis par tous les orateurs sur l'extrême intérêt pédagogique d'une telle collaboration interactive entre des équipes médicales spécialisées de centres hospitaliers différents mais assez proches par leurs caractéristiques de recrutement et de spécialités, et sur l'agrément des discussions en visioconférence qui permettaient, mieux que le téléphone, de se comprendre en cas de difficultés linguistiques.

Les deux équipes ont particulièrement apprécié la possibilité de pratiquer des traitements d'images sur les dossiers transmis ou des reconstructions tridimensionnelles et de modifier les réglages de la fenêtre d'affichage.

Le pilotage à distance d'un scanner depuis la console de l'appareil distant a, par comparaison, été moins soulignée par les québécois, réservés pour des raisons médico-légales. En effet, sans atteindre le niveau des USA, la crainte de la mise en cause de la responsabilité des médecins hospitaliers semblait, au Québec, nettement plus importante à cette époque qu'en France.

2.5.9 Les expérimentations ont ensuite été stoppées du fait d'obstacles administratifs et financiers

Ces obstacles n'ont jamais officiellement porté sur le fond de l'expérimentation mais plutôt sur la procédure administrative à mettre en place pour permettre à l'AP—HP de bénéficier de la subvention du Conseil régional pour financer les équipements expérimentaux développés par les industriels. Il fallait éviter que l'application du principe du budget global régissant le financement de l'AP—HP aboutisse à déduire le montant des subventions affectées à nos recherches du budget alloué par l'Assurance maladie.

Nous avons dû rédiger une multitude de dossiers récurrents, remplir d'innombrables séries de documents justifiant notre expérimentation et participer à de multiples réunions, lors desquelles la bienveillance, l'intérêt pour nos travaux et la bonne volonté de tous nos interlocuteurs administratifs était indiscutable. Le dossier restait cependant en panne dans le circuit administratif alors que tout semblait réglé.

Nous avons du également fournir à plusieurs reprises tout un dossier pour le groupe de suivi de la télé-médecine de l'AP-HP, créé par une décision du 11 octobre 1995 du Directeur général de l'Assistance Publique – Hôpitaux de Paris -à l'époque, monsieur Alain CORDIER. Sa lettre de mission souhaitait pourtant " ...que notre institution participe au développement de la télé-médecine et puisse bénéficier des apports engendrés par cette nouvelle technologie ."

Du fait de ces difficultés, six séances seulement sur les douze prévues ont pu avoir lieu, et nous n'avons pas pu poursuivre l'aventure technologique de notre dispositif ni prendre place dans le réseau interantional de télé-médecine créé sous l'égide du G7 et piloté par notre ami québécois André LACROIX, alors que nous étions à l'origine de ce projet.

La décision tout récemment prise par le Président de l'Université Paris V, au printemps 1999, de réaliser le projet d'équipement fixe de visioconférence de l'amphithéâtre Dieulafoy, à la faculté de médecine Cochin, nous permettra peut-être de rejoindre le groupe de travail qui a résulté de nos premières expérimentations

2.5.10 Plusieurs communications et publications scientifiques ont rendu compte de ces expérimentations

Elles ont par ailleurs été très largement relayées par les médias, du fait de l'intérêt suscité par la "vague de l'internet" qui nous a inopinément rattrapés et qui incitait les journalistes à chercher du concret et du sensationnel pour leurs reportages.

Citons par exemple les présentations faites au *congrès canadien de radiologie* (4 juin 1995, Montréal, Canada), aux *journées françaises des autoroutes de l'information en radiologie* (Rennes, 15 et 16 juin 1995) (116), à la société européenne de télémédecine (Paris, 18 septembre 1995) aux *journées francophones de radiologie* (23 octobre 1995, Paris, France) (41;208), et au *1er Congrès Mondial de Télémédecine* (Toulouse, 1er décembre 1995) (119).

Plusieurs articles ont été publiés, notamment dans une revue juridique internationale (118) ou dans la Revue Hospitalière de France, à l'occasion d'un dossier de mise au point sur la télémédecine.

2.6 Résultats de l'utilisation de notre station de téléradiologie SIGMACOMTSI™.

2.6.1 L'utilisation principale de la station SIGMACOM TSI™ a été les demandes d'avis neuroradiologiques et neurochirurgicales, pour des urgences entrant dans le cadre de la 'Grande garde', plus rarement pour un second avis diagnostique ou thérapeutique 'à froid'.

Après une utilisation importante des premiers temps, explicable probablement par l'attrait de la nouveauté et de désir d'essayer le système, la station de Cochin a fonctionné en moyenne une fois par mois pour envoyer une demande d'avis à la 'Grande garde' soit :

16 fois entre le 16 novembre 1994 et le 31 janvier 1995

17 fois au cours des années 1996, 1997 et 1998.

Il semble que la fréquence augmente légèrement en 1999, la station ayant servi en moyenne deux fois par mois dans le cadre de la 'Grande garde' sur les premiers mois de l'année .

Ces chiffres sont comparables à ceux des autres hôpitaux du réseau si l'on prend en considération le fait que l'ouverture nocturne et le week-end du scanner de Cochin a dû être différée, par manque du personnel nécessaire, jusqu'à l'ouverture officielle en l'an 2000 du nouveau service d'accueil et de traitement des urgences. Le scanner est ouvert douze heures par jour du lundi au vendredi ainsi que trois heures le samedi matin, ce qui limite le nombre de dossiers à transférer.

Trois dossiers sont en moyenne transférés par l'ensemble des hôpitaux du réseau pendant chaque garde .

Ainsi, du 16 novembre 1994 au 31 décembre 1995, 1252 demandes d'avis (et réponses), pour 526 patients, ont été effectuées avec l'ensemble du réseau Télif. 81 % des dossiers ont été transmis pour la *Grande garde*, et 19 % en dehors. Ces 526 dossiers télétransmis sont ainsi à mettre en balance avec les 5500 demandes de transferts ou les 7500 appels téléphoniques recensés chaque année, selon le rapport d'octobre 1996 du groupe de suivi de la télémédecine à l'AP-HP.

L'étude réalisée par la mission télémédecine en 1999 montre que le pourcentage des télétransmissions par rapport aux appels téléphoniques des hôpitaux du réseau augmente chaque année. Il est passé de 22,5 % en 1995 à 39,6 % en 1998.

Le centre de télécollections et d'évaluation de la mission télémédecine a comptabilisé durant cette période 174 échecs de connexion (14 %) et 1699 essais techniques, démonstrations ou connexions de télémaintenance.

2.6.1.1 La préparation d'un dossier était longue et fastidieuse.

Il était nécessaire de transférer, dans un premier temps, les images de la console principale du scanner vers la console secondaire sur laquelle était connecté le système de téléradiologie. Ce transfert durait près d'une dizaine de minutes, à cause de la lenteur de la liaison Éthernet entre le

scanner **Elscent™** et sa console secondaire : ce défaut a récemment été corrigé par la mise en place d'une liaison Éthernet rapide à 100 Mb/s.

Un second délai d'environ cinq minutes était ensuite nécessaire pour réaliser manuellement l'acquisition une par une des images depuis la console secondaire de scanner vers la station de téléradiologie.

Le remplissage des pages écrans nécessitait la présence de l'interne des urgences ou du médecin responsable du patient et n'était possible qu'une fois les images numérisées et disponibles dans la station de téléradiologie. Cette saisie était très brève, permettant de déclencher rapidement le transfert des images, grâce à une procédure d'appel de la station de téléradiologie automatisée (avec répétition systématique en cas d'échec pendant 45 minutes) sous réserve d'indiquer au système le nom du service de *Grande garde* ;

Note : il a parfois été difficile de retrouver vite la liste de garde et l'ergonomie du système aurait accrue avec une liste de garde informatisée et un automatisme assurant l'envoi des dossiers urgents à l'équipe de garde du jour considéré.

La durée moyenne d'environ quinze minutes pour la préparation du dossier correspond à la moyenne observée sur l'ensemble du réseau (moyenne 15 minutes, minimum 1 minute, maximum 42 minutes).

La transmission des images nécessitait également un peu plus d'une dizaine de minutes. Ainsi, il fallait environ trente minutes avant d'obtenir le premier avis neuroradiologique ou neurochirurgical après la fin de l'examen d'un patient ; ce dernier avait généralement quitté les locaux du scanner X lorsque le contact direct avec l'équipe de garde était établi.

2.6.1.2 La fiabilité technique des stations a été satisfaisante et le nombre d'impossibilités de transmission a été réduit depuis la mise en place du système.

Les échecs de transmission ont concerné environ 15 % des essais pour l'ensemble du réseau. Dans notre expérience, ces échecs ont été exceptionnels, le plus souvent à des modifications techniques intervenues sur le scanner et parfois à une indisponibilité de la liaison téléphonique **Numéris™**.

Du fait d'une panne de la connexion directe entre la station TSI et le scanner, quelques dossiers ont dû être numérisés manuellement à l'aide de la caméra à documents. Ceci rallongeait peu les opérations, compte-tenu de la lenteur des deux étapes de la procédure normale de numérisation.

Les blocages des stations de téléradiologie elles-mêmes ont été tout à fait exceptionnelles, et le plus souvent dues à leur extinction malencontreuse par un utilisateur mal informé de la nécessité de les laisser en veille permanente.

2.6.1.3 La qualité des images numérisées, telles que nous la constatons à l'écran était convenable

Nous n'avons jamais reçu de demande de compléter les images transférées ou d'autres réglages de fenêtre. Nous avons adopté le principe d'envoyer systématiquement nos images en double, avec des fenêtres parenchymateuses et osseuses. Nous n'avons pas utilisé de compression irréversible des données, afin d'être certains que les images reçues par notre correspondant étaient en tous points conformes à ce que nous voyions à l'écran.

Nous n'avons pas reçu de commentaire particulier pour les quelques cas de dossiers tomodensitométriques numérisés avec la caméra à documents lorsque la connexion directe avec le scanner était défectueuse. Ces images nous paraissaient cependant tout juste acceptables à l'écran de notre station.

2.6.1.4 Nous avons constaté, que dans une majorité des cas (52 %), le conseil reçu était de ne pas transférer le patient .

Ce système a effectivement permis de limiter les transferts inopportuns, même en considérant que certaines situations cliniques n'auraient pas conduit à transférer le patient pour avis en l'absence de la solution de téléradiologie. Dans ces cas, le confort moral des médecins s'en est trouvé amélioré, ce qui n'est pas négligeable.

Comme d'autres utilisateurs, nous avons été déçus par certaines interprétations adressées par nos correspondant téléexperts lorsqu'elles paraphrasaient ou résumaient trop succinctement notre propre description sémiologique, sans nous apporter d'élément d'information supplémentaire.

Les utilisateurs les plus âgés ont relevé que les auteurs des réponses étaient rarement des médecins aussi chevronnés qu'eux, et qu'il était en pratique impossible de savoir d'identifier formellement celui qui avait répondu aux interrogations (l'interne de radiologie, de neurochirurgie, un interne de médecine générale en stage dans l'un des ces services, un attaché, un étudiant en médecine de garde... ?).

L'immobilisation au bloc opératoire des neurochirurgiens seniors est évidemment l'une des explications de ce point qui nuit à la réputation de cette téléexpertise. Une seconde explication est que les stations ont volontairement été placées dans les services de neuroradiologie (pour être situées auprès du scanner et/ou du reprographe), ce qui est moins commode pour les neurochirurgiens. Les urgentistes ont également déploré d'avoir à se déplacer en radiologie pour remplir les pages écrans résumant l'examen clinique ou pour consulter les réponses écrites ; ils demandent donc généralement qu'un appel téléphonique direct aux urgences leur fasse connaître la réponse des téléexperts.

Certaines de ces stations ont ensuite été déplacées en neurochirurgie pour remédier à ces difficultés, comme celle de Necker — Enfants malades qui a été transférée du service de radiologie pédiatrique (fermé la nuit) au service de neurochirurgie pédiatrique, seul ouvert pour l'accueil permanent des urgences neurochirurgicales pédiatriques.

2.6.2 L'utilisation de la station pour la téléradiologie entre l'U.C.S.A. de la maison d'arrêt de La Santé et Cochin

La station SIGMACOM TSI™ de l'U.C.S.A. a été mise en place à la fin novembre 1998 ; elle devait être rapidement suivie d'un complément technique permettant la visioconférence. Ce complément n'étant pas installé, l'utilisation du système est limitée à l'envoi des radiographies pratiquées à La Santé pour un premier avis diagnostique dans l'attente de l'interprétation définitive faite sur place avec les clichés d'origine.

Dès les huit premiers essais de transmission, effectués en décembre 1997, les limites techniques importantes du dispositif de téléradiologie ont été patentées :

La résolution conseillée, d'une numérisation à 150 points par pouce (ppp) ne permet pas de visualiser convenablement les syndromes interstitiels discrets ni les infiltrats tuberculeux de faible opacité radiologique. Or, la suspicion de tuberculose est fréquente chez les détenus qui proviennent de milieux socio-économiques défavorisés et les conséquences de ce diagnostic sont importantes en raison de la surpopulation carcérale : il faut isoler le détenu et le traiter énergiquement pour limiter sa contagiosité. Le diagnostic de tuberculose fait obstacle à l'expulsion de cet individu du territoire national, aussi les pressions judiciaire et pénitentiaire sont-elles fortes pour ne pas le porter par excès. De ce fait, les radiographies réalisées pour éliminer une tuberculose évolutive sont, à chacune des vacations radiologiques à La Santé, source d'importantes discussions avec les médecins responsables de l'U.C.S.A. La visioconférence permettrait de les réaliser depuis Cochin, parfois avec la participation d'un pneumologue hospitalier.

La recherche de petites fractures osseuses non déplacées est également apparue délicate sur les images de radiologie conventionnelle numérisées à 150 ppp. Une fracture non déplacée du scaphoïde carpien et une entorse grave de la cheville avec un petit arrachement de l'insertion osseuse du ligament latéral externe de cheville n'ont pu être décelées avec cette résolution, alors qu'elles étaient (difficilement) visibles à 300 ppp et sur les clichés radiologiques.

L'emploi de la résolution à 300 ppp a donc été recommandé au technicien manipulateur pour l'envoi des images, et il lui a été également prescrit d'éviter les clichés surexposés, car le scanner à films radiographiques de l'U.C.S.A., dont la résolution en densité est limitée à 8 bits, donne des résultats médiocres dans les zones de forte densité optique.

Avec ces précautions, les échanges de téléradiologie n'ont pu concerner qu'une trentaine de dossiers depuis le début de l'année, la station de téléradiologie de Cochin peinant à visualiser les images radiologiques de grande taille numérisées en haute résolution. Plusieurs minutes sont nécessaires pour ouvrir, refermer, zoomer une image, ce qui résulte certainement d'une insuffisance en mémoire vive et en puissance de calcul du PC de Cochin, bien plus ancien que celui de La Santé.

Paradoxalement, la station de téléradiologie implantée dans le service de radiologie de l'hôpital sur laquelle se fait la lecture, est moins dotée en mémoire vive que celle de l'U.C.S.A., plus récente ; son processeur est plus lent, le moniteur est d'une taille réduite (15 pouces à Cochin contre 17 pouces à l'U.C.S.A.).

2.6.2.1 Nous avons également rencontré de très nombreuses difficultés techniques dont certaines restent à résoudre ; le système n'est toujours pas vraiment opérationnel.

La station implantée à La Santé dispose d'une version logicielle plus récente que celle du reste du réseau, imposée par la nécessité, prévue dans le cahier des charges, de numériser et d'adresser des documents en couleurs (ECG, photographies de lésions dermatologiques, etc.). Cette différence de version logicielle serait, selon les techniciens de la société TSITM, la source des nombreux blocages à répétition observés sur la station de Cochin. Il est exclu d'adresser des images en couleurs tant que la mise à jour logicielle de la station de Cochin n'est pas réalisée. Celle-ci, demandée depuis janvier 1999, ne pourra être réalisée qu'en même temps sur toutes les stations du réseau de l'AP—HP afin d'éviter des incompatibilités retentissant sur la Grande garde. Il nous faut donc attendre que soit validée la nouvelle version pour l'ensemble du réseau **Télif** pour en bénéficier à Cochin.

Nous avons également demandé, qu'à l'occasion de cette mise à jour, les moniteurs des stations de l'U.C.S.A. et de Cochin soient intervertis, pour placer l'écran le plus performant à l'endroit où se font les interprétations et non au lieu de numérisation des images. Nous avons également suggéré la mise en place d'une connexion informatique directe entre l'U.C.S.A. et Cochin qui serait utile à tous les autres échanges d'informations administratives, pharmaceutiques et médicales, et qui éviterait le recours à une ligne RNIS. Une liaison directe permettrait surtout d'accroître le débit des informations. Ce sera particulièrement utile pour la visioconférence, lorsqu'elle sera installée, pour améliorer le rendu des mouvements, nécessaire par exemple pour l'analyse des boîtiers, des troubles neurologiques moteurs ainsi que la qualité des images, indispensable pour les demandes d'avis dermatologiques.

En dépit de ces limitations, le principe de la téléexpertise et d'une première lecture en urgence est acquis auprès des praticiens de l'U.C.S.A.. La visioconférence serait un appoint très apprécié pour discuter des résultats des examens transmis à Cochin, comme pour informer rapidement les médecins de l'U.C.S.A. des résultats des scanners ou des IRM faites à Cochin sur des détenus ainsi que pour étendre les échanges d'avis aux praticiens du service de médecine interne dirigé par le professeur SICARD, responsable médical de l'U.C.S.A. ou des autres services médico-chirurgicaux de Cochin.

2.6.3 Les autres utilisations de la station de téléradiologie TSI SIGMACOMTM

Disposant d'une station d'un modèle assez largement répandu en France, nous avons reçu, chaque année depuis son installation, plusieurs demandes émanant de collègues d'autres régions de France qui souhaitaient nous adresser des images pour avis, ou pour préparer un transfert de patient.

L'hôpital Cochin accueille assez fréquemment des patients de province ou des Antilles, de la Réunion ou de Nouvelle Calédonie pour des explorations et des traitements indisponibles dans ces régions. Des demandes de transmission d'images ont parfois précédé un patient ou une partie d'un dossier d'imagerie, oubliée lors du transfert d'un malade, nous a été adressée par ce canal.

Quelques séances de transmission ont également été réalisées à la demande des médecins des hôpitaux d'où provenaient des patients hospitalisés à Cochin pour leur permettre de suivre l'évolution de leur malade pendant son séjour en métropole et de participer aux discussions diagnostiques et thérapeutiques.

2.6.3.1 *il a été relativement difficile de recevoir des images qu'un correspondant extérieur au réseau habituel souhaitait nous adresser.*

Les stations du réseau TÉLIF sont verrouillées pour accepter les connexions provenant exclusivement des interlocuteurs répertoriés, c'est à dire liés par convention au réseau TÉLIF ; une demande de transfert émanant d'un utilisateur n'appartenant pas au réseau implique d'obtenir l'inscription provisoire de ce correspondant dans le répertoire de la station, ce qui ne peut être effectué que par les ingénieurs de la mission télémédecine, pendant les heures ouvrables du siège de l'AP-HP ou par les techniciens de la société TSITM, sur demande exclusive des responsables de la mission télémédecine.

À chaque fois que ces demandes ont été formulées en temps utile, et dûment motivées, les autorisations ont été obtenues sans encombre et le répertoire de notre station a été complété pour nous permettre de recevoir le dossier prévu. Nous avons ainsi pu tenir quelques échanges de dossiers avec des hôpitaux généraux ou universitaires extérieurs au réseau TÉLIF, en particulier des TOM-DOM.

2.6.3.2 *Nous avons parfois pu coupler cette transmission des radiographies ou autres examens d'imagerie avec une séance de visioconférence, ce qui a immédiatement amélioré l'interactivité des échanges, malgré les limites liées au décalage horaire pour les patients d'Outre-mer.*

Le système de télécurseur a été assez peu employé en l'absence de visioconférence sur la station de téléradiologie elle-même.

Par ailleurs les pages écrans des stations du réseau TÉLIF, spécifiquement conçues pour la neurochirurgie (avec par exemple des cases à cocher obligatoires sur l'état des pupilles...), ne sont absolument pas appropriées pour des pathologies non neurologiques. Les échanges de données cliniques se faisaient donc le plus souvent en parallèle par télécopie, en remplissant au hasard les rubriques 'obligatoires' des pages écran imposées sur les stations de téléradiologie.

2.6.3.3 *Nous avons souvent observé que la qualité des documents reçus était parfois médiocre et insuffisante pour autoriser une exploitation crédible.*

Nous avons renoncé à interpréter les images dont les mentions d'identification du patient ou des radiographies étaient trop floues pour être lisibles les images produites par un scanner à radiographies fonctionnant avec une profondeur de matrice de 8 bits.

L'usage d'une compression irréversible était également la source d'une dégradation importante et inacceptable des images provenant des sites les plus éloignés.

L'expéditeur des images n'était généralement pas conscient de la dégradation causée par le taux élevé de compression choisi pour réduire la dépense téléphonique.

2.7 Evolutions technique des systèmes actuels

Selon ALVAREZ (18), consultant en télémédecine et éditorialiste de la revue *Telemedicine Today*, l'évolution des matériels modernes de téléradiologie numérique comporte cinq générations :

2.7.1 La première génération

Le début des années 1980 était l'époque des dispositifs où une caméra, installée sur un trépied, filmaient les radiographies affichées au négatoscope ; les images vidéo étaient ensuite numérisées par une carte d'acquisition vidéo placée dans un micro-ordinateur, et transférées par modem sur les lignes téléphoniques. La qualité de ces transferts d'images était médiocre ; cependant le principe semblait suffisamment prometteur pour inciter à la poursuite des évolutions techniques.

Cette "première génération" numérique était, en fait, l'évolution logique des matériels analogiques antérieurement utilisés ; les images vidéo étaient alors transmises en mode analogique à l'utilisateur final, qui les regardait sur son écran télévisé.

2.7.2 La deuxième génération

Apparue à la fin des années 1980, elle a bénéficié de la technique de la capture de trame vidéo (*frame-grabbing*), captant et numérisant directement le signal vidéo des écrans des scanners X, des échographes ou des imageurs à résonance magnétique.

Ces systèmes, beaucoup plus simples d'emploi que les précédents, évitaient les pertes de temps liées aux nombreuses difficultés pour filmer les images : lutter contre les reflets et les mouvements parasites de la caméra, mettre au point, choisir l'ouverture appropriée du diaphragme...

En pratique, la qualité des images transmises, toujours limitées par la qualité vidéographique, était considérablement améliorée ; ces systèmes se sont multipliés pour permettre les transferts d'images au domicile des radiologistes américains, en vue de leur interprétation temporaire lors des astreintes de nuit ou de fin de semaine (téléastreinte radiologique).

De nombreux dispositifs de ce style sont encore en usage aux USA, comme ailleurs.

Le système de la *Grande garde neuroradiologique et neurochirurgicale* de l'Assistance publique - hôpitaux de Paris repose donc sur cette technologie, et comporte une caméra pour filmer les images provenant d'autres appareils que le scanner sur lequel est installé le capteur de trame vidéo.

2.7.3 La troisième génération

Le début des années 1990 fut l'époque de la vulgarisation des numériseurs spécialisés pour films radiographiques ; les appareils à lecture laser se sont répandus , les scanners à capteur CCD, encore plus économiques, sont devenus relativement performants.

Les développements simultanés des lignes RNIS et des algorithmes de compression réversibles et l'augmentation des capacités de traitement et d'archivages des ordinateurs personnels, ont permis l'envoi des volumineux fichiers informatiques générés par la haute résolution des numériseurs de films, de l'ordre de 2560 x 2048 x 12 bits, soit 10 Mb environ, avec des coûts et des durées raisonnables. Aux USA, la principale utilisation de ces dispositifs restait la téléastreinte radiologique.

2.7.4 La quatrième génération

À partir la seconde moitié des années 1990, les appareillages ont bénéficié de l'amélioration des techniques de compression d'images (notamment des algorithmes exploitant les propriétés mathématiques des ondelettes) et de celle des numériseurs de films, dont la résolution spatiale n'a cessé de progresser; avec des profondeurs de matrice de 16 bits, et la capacité d'extraire du signal des densités optiques extrêmes. La transmission, par lignes RNIS - voire par modem et lignes téléphoniques analogiques - d'images de radiologie conventionnelle secondairement numérisée devenait ainsi possible. La téléradiologie de l'astreinte à domicile (*téléastreinte*) s'est étendue aux radiographies conventionnelles. Les appareils devenaient suffisamment performants pour servir, en dehors de la téléastreinte, à la *téléexpertise* ou à la *téléconsultation*, quelques radiologistes téméraires se hasardant même à les utiliser pour un télédiagnostic définitif à distance (*télédiagnostic primaire*).

2.7.5 La cinquième génération

Toute récente, elle résulte de l'intrusion des technologies de l'Internet (123) : la notion de réseau supplante le principe de l'envoi direct d'un point à un autre. Le développement des réseaux câblés, de la technologie ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) permet l'envoi des fichiers-images complets à des débits de 1,5 Mb/s, voir supérieurs. Après leur obtention, sous une forme numérique standardisée (DICOM), de plus en plus souvent par transfert direct à partir des imageurs (191), les images radiologiques statiques ou animées, parfois en couleur (42 ; 251) sont déversées dans un serveur multimédia sécurisé assurant leur distribution au sein du département d'imagerie, de l'hôpital et au delà des limites de celui-ci (57) vers les autres institutions ou les cabinets des médecins libéraux dans le cadre des "réseaux ville hôpital".

2.7.6 Notre dispositif est un cas particulier

Il échappe à cette classification, et pourrait constituer le premier modèle d'une sixième génération encore à développer.

Cependant, il lui faudrait également intégrer les évolutions intervenues entre temps dans les techniques de communication et qui sont résumées dans le paragraphe suivant.

Il devrait également suivre les évolutions survenues dans la visioconférence, désormais accessible sur les micro-ordinateurs individuels et dans la vidéo numérique, afin de s'intégrer dans les projets de télé-enseignement.

2.8 Conclusions et perspectives techniques

Les appareils de téléradiologie vont vivre trois révolutions complémentaires :

2.8.1 D'une part, la numérisation croissante à la source de l'imagerie médicale

Cette numérisation directe permet aux appareils d'acquisition et de traitement du signal (les *imageurs*) de devenir eux-mêmes communicants. Elle facilite également *l'archivage* des données d'imagerie.

Les ordinateurs personnels s'intégrant de plus en plus naturellement au grand réseau mondial, il ne sera sans doute bientôt plus nécessaire d'acquérir une station spécifique pour capter les images en sortie des imageurs, les comprimer et les expédier sur les lignes de transmission. L'informatique des imageurs, reliée directement au réseau s'en chargera et deviendra capable d'importer des images en provenance d'autres appareils, grâce à l'adoption croissante du standard DICOM.

Ces appareils adopteront les standards de communication du monde internet et surtout du Web ; Ils pourront ainsi communiquer avec les serveurs Web du département d'imagerie, de l'hôpital ou de la clinique, voire assurer la fonction de serveur d'images, afin de rendre ces dernières accessibles aux médecins cliniciens depuis tous types d'ordinateurs avec un simple programme de navigation sur le Web (107).

La visioconférence et le télépilotage seront progressivement intégrés à ces appareils pour permettre à un médecin radiologiste éprouvant une difficulté de se faire aider immédiatement par un collègue du même service, d'une autre institution, ou se trouvant à son domicile.

2.8.2 D'autre part, de nouvelles stations de visualisation et d'interprétation des images seront disponibles avec plusieurs niveaux de performance.

2.8.2.1 Celles des services d'imagerie médicale seront les plus sophistiquées :

Elles disposeront d'affichages ultra performants : de vastes écrans de haute résolution et de grande brillance mériteront le nom de "*négatoscopes électroniques*". Ces stations seront capables d'afficher simultanément un grand nombre d'images et de les faire défiler rapidement ; elles disposeront de programmes permettant des traitements d'images performants, incluant la navigation tridimensionnelle ou la fusion d'images provenant de sources diverses.

Elles seront pourvues de logiciels d'aide à l'interprétation (183), comme il en apparaît de plus en plus en mammographie et dont quelques versions sont déjà commercialisées (36), ou de programmes d'aide à l'élaboration du compte-rendu : de nouveaux logiciels de reconnaissance vocale perfectionnée proposeront au radiologiste des séries de questions successives déterminées par le contexte (c'est-à-dire ce qui a déjà été dicté) pour l'aider peu à peu à élaborer son compte-rendu sans rien oublier. Elles rempliront automatiquement au passage, en fonction du compte-rendu dicté, les rubriques statistiques et administratives nécessaires à la gestion du service, de l'hôpital, à la facturation et, le cas échéant, au remboursement des soins ; Elles prépareront simultanément les différents courriers à joindre au compte-rendu, qui s'imprimeront automatiquement ou seront adressés par la messagerie électronique.

2.8.2.2 Des stations microinformatiques plus simples seront proposées aux médecins cliniciens dans les services hospitaliers

Intégrées complètement à la pratique médicale courante, elles offriront comme les précédentes l'accès à l'ensemble des données médicales des patients ¹¹ : archives personnelles du médecin, dossiers du service, résultats d'examens biologiques et images médicales antérieures (les images sont, parmi toutes les données médicales, celles qui exigent le plus de mémoire et de capacité de traitement), ainsi qu'aux bases de données médicales (MEDLINE par exemple) et aux programmes d'aide à la décision médicale (236).

Elles permettront d'accéder à la gestion administrative, par exemple les rendez-vous du médecin et des patients, le courrier électronique, bref à l'intranet ¹² de l'institution ; aussi, elles exploiteront, pour la médecine, le concept nouveau des synergiciels, (ou logiciels de travail coopératif ou *GroupWare*) (51 ; 194) qui simplifient le travail individuel de bureautique et se chargent d'assurer automatiquement l'ordonnancement des actions d'un groupe de travail et le partage des ressources informatiques communes (*workflow*) : synchronisation d'agendas, organisation de réunions, circulation automatique des documents, gestion synthétique des corrections ou additions faites par chacun sur un document ou un dossier commun (183 ; 185 ; 220)

Pourvues d'une fonction de visioconférence, elles permettront la participation, sans déplacement, à des téléconférences (virtuelles) multisites.

2.8.2.3 Des fonctions similaires seront disponibles sur des appareils portables ou installés au domicile des radiologistes, pour faciliter la prise des astreintes et offrir une assistance de second niveau aux médecins de garde sur place, en cas de débordement technique ou quantitatif.

Dans ces cas, il sera possible de rediriger sans délai une partie du travail dans une autre institution moins surchargée pour le faire sous-traiter.

2.8.3 Un troisième évolution se produit vers des dispositifs visant à permettre la prise en charge globale à distance des patients (102)

Quelques expérimentations de prise en charge globale en urgence, concernent des pathologies nécessitant un traitement immédiat, pas nécessairement très technique mais fondé sur une analyse très précise de l'ensemble des données cliniques et paracliniques du patient : des exemples, dans les domaines de l'infarctus du myocarde ou des accidents vasculaires cérébraux, en sont actuellement expérimentés (155).

2.8.4 Notre expérimentation de réalisation à distance d'actes radiologiques aura certainement des suites

Les craintes ou réserves actuelles relatives au télépilotage s'estomperont rapidement avec le développement de plus en plus fréquent d'autres types de téléinterventions médicales ou chirurgicales.

Peu à peu, la téléchirurgie progresse ainsi dans les esprits (51) : initialement limitée à la possibilité d'obtenir une aide par la réalisation, à l'avance, de simulations chirurgicales (*chirurgie virtuelle*), voire par des conseils durant l'intervention par visioconférence (229 ; 231), de nombreuses équipes (43 ; 195 ; 207) travaillent désormais sur les appareillages permettant *d'opérer à distance*, grâce à l'application, en médecine, des systèmes robotiques développés pour les centrales nucléaires, les grandes profondeurs maritimes ou la conquête spatiale. Cette évolution est également favorisée par le développement de la microchirurgie vidéoendoscopique (laparoscopie, coelioscopie, pleuroscopie, médiastinoscopie...) et par les repérages stéréotaxiques rendus possibles avec l'imagerie tridimensionnelle moderne.

Notes de bas de page :

⁹ Une seconde vacation est parfois ajoutée si un grand nombre d'examens sont réalisés.

- 10 Ces déplacements ponctuels à La Santé, topographiquement proche de Cochin, entraînent de grandes pertes de temps liées aux formalités d'entrée et aux difficultés de circulation dans l'établissement pénitentiaire.
- 11 Selon SANDERS (211), les outils de télé médecine sont actuellement aussi immatures que l'était le téléphone à l'époque où les immeubles d'habitation ne disposaient que d'un poste, placé dans leur vestibule, sous la responsabilité du résident le plus proche, avec charge pour lui de prévenir le destinataire de l'appel.
- 12 L'intranet est un réseau interne, utilisant les protocoles standard de transmission de l'Internet, et protégé par un "pare-feu" ou "*fire-wall*", dispositif évitant les accès non désirés provenant de l'extérieur.

3 ASPECTS MEDICAUX ET ÉCONOMIQUES DE LA TÉLÉIMAGERIE MÉDICALE

3 ASPECTS MEDICAUX ET ÉCONOMIQUES DE LA TÉLÉIMAGERIE MÉDICALE

- 3.1 Fiabilité de la lecture des images en téléradiologie - qualité de numérisation et compression des données
- 3.2 La compression informatique des données
- 3.3 Acceptabilité de la téléradiologie
- 3.4 Effets de la téléradiologie sur la pratique radiologique au quotidien et sur les relations entre cliniciens et radiologistes
- 3.5 L'exploitation des instruments de la télémédecine pour le télé-enseignement ou la formation médicale continue
- 3.6 Conclusion sur les aspects médicaux et économiques
- 3.7 CONCLUSIONS MEDICALES

Plusieurs aspects médicaux de l'utilisation des techniques de transmission des images radiologiques pour une interprétation à distance (*télédiagnostic*) sont traités dans cette section :

L'étude de *la fiabilité de la lecture sur écran des images* radiologiques transmises à distance sera abordée en premier. Cette question est le thème de la très grande majorité des travaux publiés sur la téléradiologie.

L'acceptabilité sociale des techniques et de l'outil télémédecine sera ensuite envisagée.

La transformation des rapports entre les cliniciens et les imagiers sera ensuite discutée, ainsi que l'intérêt de *l'exploitation des instruments de la télémédecine pour l'enseignement de l'imagerie médicale et la formation médicale continue*.

Enfin, une *conclusion abordant l'aspect économique*, terminera cette section.

3.1 Fiabilité de la lecture des images en téléradiologie - qualité de numérisation et compression des données

De très nombreux auteurs, tels CAREY (55) ou ACKERMAN (8) ont souligné que la téléradiologie doit, pour s'imposer, faire la preuve d'une fiabilité d'un diagnostic téléradiologique équivalente ou supérieure à celle du diagnostic traditionnel sur film.

Il faut évidemment ajouter qu'elle ne pourra se développer durablement que si elle améliore la qualité des soins sans augmenter excessivement leurs coûts, ou si elle permet de dégager des économies.

La littérature internationale est riche en travaux faisant la critique favorable ou défavorable de systèmes de télédiagnostic radiologique fondés sur une numérisation secondaire des images médicales.

Une analyse comparative correctement documentée de la lecture sur film et sur écrans n'existe que dans une minorité de ces travaux : certains auteurs y sont largement favorables au télédiagnostic, d'autres sont défavorables sans réserve ; quelques uns sont plus nuancés. Nous présentons les articles les plus instructifs de ces catégories, suivie d'une synthèse de leur analyse confrontée aux résultats de nos expériences de télédiagnostic interactif et d'utilisation de la station de téléradiologie de Cochin.

3.1.1 Expériences favorables

La littérature internationale montre une majorité de travaux favorables ; ils émanent principalement d'équipes américaines.

PAGE et coll. (196), dès 1981, ont publié une étude de la qualité du télédiagnostic radiologique exploitant un dispositif de télévision par satellite entre Montréal et le nord du Québec. L'étude, menée conjointement par quatre radiologistes seniors a d'abord concerné 39 dossiers sélectionnés dans les archives du service de radiologie puis le système a été utilisé, en routine, pendant trois mois sur 425 dossiers de radiologie conventionnelle : thoracique, digestive, ostéo-articulaire et neuroradiologie. À l'issue de ces trois mois, un nouveau lot de 28 dossiers a été sélectionnés. Au début de l'essai, les quatre radiologistes ont eu un score diagnostique de 81 % de bons diagnostics sur les 39 premiers dossiers. Après un apprentissage de trois mois, ce score diagnostique atteignait 94 %. Les diagnostics faits sur la série des 425 dossiers de radiologie transmis pendant la période d'apprentissage étaient identiques dans 93 % des cas à l'interprétation directe des films radiologiques. Les auteurs soulignent, cependant, que leur système avait une qualité de visualisation insuffisante pour les petites anomalies radiologiques. Toutefois, ils concluent que, dans l'ensemble les radiologistes étaient satisfaits de la mise en place de ce dispositif d'assistance de radiologistes universitaires à des patients géographiquement très défavorisés.

Soixante-deux dossiers d'imagerie d'interprétation jugée particulièrement difficile (46 scanners et 16 radiographies conventionnelles) ont été transférés par NILSSON et coll. (188) d'un hôpital local à un hôpital universitaire. Après sélection des images les plus pertinentes et examen par le radiologiste demandeur d'avis, une seconde interprétation a été demandée au radiologiste "expert". Pour les examens de scanner, la dégradation entraînée par la numérisation (en matrice 256 x 256 x 6 bits) a été jugée négligeable ; elle était plus apparente pour les radiographies conventionnelles, mais les images transmises ont toujours été estimées convenables pour un diagnostic. Dans la moitié des dossiers, l'interprétation du téléexpert a apporté des renseignements jugés utiles par le radiologiste demandeur d'avis. La relecture, à l'issue de l'expérience, par le téléexpert, des dossiers sur films ne l'a pas conduit à modifier son avis. Les auteurs concluent que la téléexpertise d'images radiologiques soigneusement sélectionnées, numérisées et transmises par des lignes téléphoniques peut être suffisante pour obtenir un deuxième avis.

Le même auteur, NILSSON (187), a ensuite appliqué son système à la prise de garde radiologique et conclut qu'un système de transmission, par téléphone, des images radiologiques peut permettre dans certains cas d'accélérer un diagnostic d'urgence d'une demi-heure en moyenne, le délai du retour à l'hôpital grâce à une interprétation faite depuis le domicile du radiologiste.

En radiologie dentaire, l'utilisation d'un système vidéo pour transmettre en temps réel 47 dossiers orthopantomographiques ("panoramiques dentaires") paraît très satisfaisante à TYNDALL et coll. qui ne constatent aucune différence d'interprétation avec les images d'origine (230).

En imagerie abdominale d'urgence, DISANTIS et coll. (71) ont utilisé la transmission par une ligne téléphonique d'images statiques de 50 échographies et de 50 scintigraphies hépato-biliaires filmées par un système de caméra vidéo. Le taux d'erreur de 4 % leur paraît acceptable et comparable à celui enregistré avec les stations de téléradiologie plus sophistiquées procédant par numérisation secondaire.

Vingt-huit dossiers de scintigraphies osseuses, totalisant 129 métastases visibles ont été lus successivement sur l'écran d'un système informatique numérisant les images avec 256 x 256 pixels, puis sur les films analogiques. 127 lésions ont été identifiées sur écran contre 124 sur film, conduisant ARNSTEIN et coll. (23) à envisager favorablement la lecture sur écran pour les images de médecine nucléaire, et à en tirer des perspectives encourageantes pour le télédiagnostic en médecine nucléaire.

L'interprétation - après numérisation, transmission par ligne spécialisée à 1,5 MB/s et visualisation sur écran de 2560 x 2048 pixels - de 685 radiographies (530 radiographies d'adultes et 155 cas pédiatriques) a été comparée avec l'interprétation sur les clichés d'origine faite le lendemain. Seules 18 interprétations discordantes ont été relevées, avec une sensibilité de 96 % et une

spécificité de 99 % du télédiagnostic sur écran par rapport à la lecture des films originaux. GOLDBERG et coll. conditionnent la faisabilité d'un diagnostic téléradiologique primaire à la présence d'un matériel performant comparable au leur (100).

LEE et coll. (152) ont comparé les attitudes de prise en charge par une équipe urologique universitaire de 100 dossiers radiographiques totalisant 956 images (94 urographies intraveineuses, 4 uréthro-cystographies rétrogrades et 2 néphro-pyélographies transpariétales). Les images étaient numérisées avec un scanner à films radiologiques VisionTen™ avec une matrice de 2000 x 2000 x 12 bits et transmises par un réseau local Ethernet du service de radiologie au département d'urologie, pour y être affichées sur un micro-ordinateur de type PC pourvu d'un écran de résolution 1024 x 768. Dans 97 % des cas, les attitudes diagnostiques ou thérapeutiques préconisées sur l'examen des images informatiques n'ont pas été modifiées par l'étude directe des images sur film ; les auteurs en concluent que leur dispositif, de très haute résolution, est globalement satisfaisant pour la prise en charge des patients sur des images numérisées secondairement.

L'interprétation de 489 radiographies et clichés d'échographies provenant d'un hôpital rural, numérisés avec un scanner à films radiologiques DUPONT™ DTR 2000, transmises dans un hôpital universitaire distant de 80 km et interprétées après impression laser sur film (fac-similé radiographique) a montré une concordance de 98 % avec l'interprétation des clichés originaux. CAREY et coll. (56) en concluent que leur système expérimental permet d'offrir l'assistance de radiologistes universitaires 24 h sur 24 aux populations rurales et à leurs médecins, qui en seraient autrement dépourvues.

FRANKEN et coll. (88) rapportent une expérience similaire où un système de télétransmission de radiographies avait été mis en place pour permettre à l'unique radiologiste d'un hôpital rural de l'Arkansas de bénéficier des avis des radiologistes universitaires de Iowa City, distante de 800 km. Les clichés étaient numérisés avec un scanner à films radiographiques LUMISYS LUMISCAN 150™, avec une résolution de 1000 x 1000 x 12 bits, (pixels de 290 µm) et transmis par modem sur les lignes téléphoniques à 19 200 b/s après une compression JPEG faiblement destructrice (rapports de compression variant de 10:1 à 14:1). Grâce à cette compression, les durées de transfert d'une image étaient de l'ordre de 2 à 4 minutes. À l'arrivée, les images étaient interprétées sur un moniteur dont la résolution spatiale était de 1000 x 1000 x 8 bits, avec un logiciel permettant le zoom, et le reformatage des images pour en exploiter les 12 bits de résolution en densité. Les renseignements cliniques pour l'interprétation et les comptes-rendus étaient adressés par fax.

Le départ imprévu du radiologiste local a conduit l'équipe universitaire à assurer pendant quatre mois le télédiagnostic de toutes les radiographies, en attendant le recrutement d'un nouveau radiologiste local. L'interprétation, à distance, de 377 radiographies, réalisées pendant 5 semaines par un technicien manipulateur seul, a été comparée avec le résultat de la ré-interprétation des clichés d'origine sur film. Dans 89,7 % des cas, les interprétations sur film et sur écran concordent et les 10 % de discordances n'ont pas mis en évidence de supériorité nette de l'une ou l'autre technique, pour l'ensemble des cas, ni pour aucun sous groupe d'examen ou de pathologie. Les auteurs concluent que leur dispositif, relativement économique, a démontré son efficacité lors d'une utilisation réelle et que les habitants des zones rurales peuvent bénéficier, grâce à ce type de dispositifs, de l'avis de radiologistes universitaires distants.

En échographie, ROSEN et coll. (210) ont comparé les diagnostics posés par un radiologue sur site et par un radiologue distant lors de l'interprétation sur film de 80 échographies pelviennes effectuées par un technicien échographiste selon des protocoles prédéfinis, avec la possibilité de reprendre secondairement quelques images complémentaires à la demande du radiologiste ¹². Les images étaient numérisées en captant le signal vidéo des appareils d'échographie, avec une matrice de 640 x 476 ou de 750 x 480 et une profondeur de 8 bits pour les images en échelle de gris ou de 24 bits pour les échographies avec Doppler couleur. Dans les deux sites, les images étaient interprétées sur des clichés imprimés sur film photographique par un imageur identique. Une ligne spécialisée à haut débit assurait le transfert d'une planche de 20 clichés en 3 à 5 minutes selon l'encombrement du réseau informatique de l'institution. Dans 69 cas, les interprétations des radiologues locaux ou distants concordent. Dix discordances mineures et une seule discordance importante ont été relevées. La fiabilité de l'interprétation des échographies a

été de 92 % pour les radiologistes locaux et de 94 % pour les radiologistes experts distants. Les auteurs concluent que l'interprétation à distance de clichés sur films d'échographie peut être réalisée avec un degré satisfaisant de fiabilité, à la condition de protocoles d'examen stricts et d'une bonne communication entre le radiologiste qui interprète les images et le technicien échographiste qui les réalise.

Note : Dans cet article récent, les auteurs soulignent qu'avec les modalités actuelles de transmission des fichiers complets des images numériques, la fiabilité de l'interprétation à distance d'examens de scanner ou d'IRM ne pose plus de problème.

La communication entre technicien et médecin en échographie est évidemment facilitée lorsqu'une technique bidirectionnelle de transmission permet au médecin qui interprète l'examen de le suivre à distance en temps réel, de guider l'examen du technicien à distance, de lui demander des séquences complémentaires, ou de "figer" l'affichage sur certaines images particulièrement instructives.

Quelques expériences d'échographie suivies à distance en temps réel ont ainsi rencontré une grande satisfaction des médecins, des techniciens échographistes, ainsi que des patients examinés (10;30;31;79;85;86;163;180;190). Un raffinement de la technique permet d'observer le déplacement de la sonde d'échographie, grâce à une caméra vidéo dirigée sur le patient ; l'image de cette source peut, à la demande, être incrustée dans un coin de l'image échographique, selon la technique PIP (*Picture in Picture*) (72)

En revanche, il subsiste quelques interrogations sur les performances relatives de la lecture sur écran et sur film des images de radiologie numérique ; trois études particulièrement documentées ont tenté de comparer la lecture sur films des images de radiologie numérique à la lecture directe sur l'écran de la station de visualisation et de traitement.

ELAM et Coll. (78) ont ainsi étudié comparativement chez 5 radiologistes expérimentés la lecture sur films radiologiques analogiques conventionnels, la lecture sur films de radiologies numériques imprimées en taille normale ou en taille légèrement réduite (17,8 x 21,6 cm) et la lecture de ces mêmes images sur l'écran informatique. La série de clichés comportait 23 radiographies du thorax montrant des pneumothorax d'importance variable et 22 radiographies normales ou montrant diverses anomalies mais sans pneumothorax. Les images numériques étaient produites par un système d'écrans radioluminescents à mémoire TOSHIBA de résolution 2140 x 1760 x 10 bits, assurant une résolution réelle de 2,5 pl./mm, contre 5 pl./mm pour les images analogiques conventionnelles. L'affichage exploitait des moniteurs informatiques de résolution 1536 x 1024 pixels, avec une résolution maximale de 1,5 pl./mm et une brillance maximale de l'ordre de 70 ft-lamberts. L'ordre de lecture des différentes séries de clichés, et de celle des différentes images d'une série était aléatoire. Les résultats n'ont pas fait apparaître de différence entre les trois lectures sur films, qu'il s'agisse de radiographies conventionnelles ou de radiographies numériques imprimées en taille normale ou modérément réduite. En revanche, la lecture sur écran s'est révélée moins performante pour la reconnaissance des pneumothorax chez quatre des cinq lecteurs, alors que le cinquième était meilleur sur écran. Les auteurs concluent que la lecture sur écran est différente de la lecture sur films et que ce facteur ne doit pas être méconnu.

Une étude assez voisine a été menée par THAETE et coll. (227) pour comparer les résultats de 9 radiologistes chevronnés lors de la lecture de 310 radiographies thoraciques normales ou non, présentées sur un film radiologique analogique classique, sur un tirage laser d'une radiographie numérique et sur l'écran de l'appareil de radiographie numérique. Les images numériques ont été enregistrées sur un système expérimental KODAK™ à plaques radioluminescentes à mémoire à haute résolution d'acquisition des images (5000 x 4096 x 12 bits) assurant 4 pl./mm de résolution spatiale, et examinées sur un moniteur de 19 pouces, soit 48 cm, de résolution 2048 x 1536 x 8 bits et de brillance égale à 60 ft-lamberts, assurant une résolution spatiale de l'ordre de 2,3 pl./mm). Les images étaient également imprimées sur film photographique avec un imageur laser opérant à pleine résolution en 12 bits de profondeur. Trois radiologistes seulement sur les 9 ont été plus lents à interpréter les images sur écran que sur les films conventionnels ou non. Il n'y a pas eu de différence significative entre les performances des lectures des images analogiques et celles des films de radiologie numérique, mais en revanche, les lectures sur écran ont été moins fiables pour les 9 lecteurs pour les pneumothorax et les syndromes interstitiels.

De même, l'étude de WILSON et coll. (249) qui ont comparé la qualité de visualisation des éléments anatomiques normaux, appréciée par 4 radiologistes, des pièces osseuses et des parties molles du cou, sur 66 patients, en radiologie conventionnelle et numérique (système de plaques radioluminescentes à mémoire FUJI™, et lecteur SIEMENS DIGISCAN 7000™). Les images numériques étaient lues, soit sur l'écran d'un MACINTOSH APPLE™ en résolution 1024 x 1024 x 8 bits, soit imprimées sur films à l'aide d'un reprographe laser tirant simultanément deux images, avec et sans application d'un filtre mathématique de rehaussement des bords. Les meilleures performances des lecteurs étaient obtenues avec le tirage sur film des images numérisées avec rehaussement des bords, puis sur le tirage sur film d'images non rehaussées, puis sur les images lues sur écran et enfin sur les images conventionnelles sur films analogiques.

Une importante étude prospective a été menée pendant trois ans par GALÉ et Coll. (91) sur la comparaison, aux diagnostics définitifs sur les clichés d'origine, de 2688 diagnostics provisoires faits sur des images de radiologie conventionnelle (du thorax, de l'abdomen et ostéo-articulaires) secondairement numérisées et transmises en haute résolution (numériseur à laser LUMISYS 200 en 2048 x 2560 x 12 bits, transmission des fichiers sur des lignes informatiques spécialisées à haut débit (1,5 Mb/s) et interprétation sur des moniteurs de 1600 x 1200 pixels). Les auteurs ont pris le soin, par une double interprétation, de faire la part des variations inter observateurs toujours possibles en radiologie et des variations d'interprétation induites par la technique de téléradiologie. Ils concluent qu'avec leur matériel, l'interprétation d'images télétransmises est aussi fiable que celle des images d'origine sur film et que leur dispositif est pleinement acceptable pour un diagnostic définitif à distance et ont mis en œuvre ces conclusions en installant un vaste réseau d'image entre leur hôpital et plusieurs antennes secondaires de radiologie pour une interprétation immédiate par téléradiologie.

3.1.2 Expériences défavorables

Certains travaux, en revanche, sont nettement défavorables et soulignent les insuffisances techniques des outils expérimentés.

160 radiographies conventionnelles de thorax ou ostéo-articulaires, comportant 80 clichés normaux, 40 cas de pneumonies et 40 fractures ont été numérisées par un système DUPONT FD-2000, avec une résolution spatiale de 210 µm, soit 2,35 paires de lignes par millimètre, une profondeur de 12 bits (2048 niveaux de gris) et un moniteur de résolution 1200 x 1600 (d'une résolution de l'ordre de 2 paires de lignes par millimètre). Après transmission par câble, l'interprétation par huit radiologistes des radiographies affichées sur un moniteur de résolution 1280 x 1024 pixels a été comparée à celle effectuée sur les films d'origine. La sensibilité globale des lecteurs passait de 89 % pour les images analogiques d'origine à 78 % pour les images sur écran, la spécificité passant de 96 à 92 %. Au total, la fiabilité des lecteurs passe de 92 % sur films à 85 % sur écran. Ces différences étaient statistiquement significatives, en faveur des images conventionnelles (8). Cette étude a été réalisée en 1993.

L'interprétation de 120 radiographies de rachis cervical dont 60 comportant des fractures ou des dislocations plus ou moins faciles à lire a été comparée sur film et après numérisation par un système Dupont FD-2000, avec une résolution spatiale de 210 µm, soit 2,35 paires de lignes par millimètre et une profondeur de 12 bits (2048 niveaux de gris) et visualisées sur un écran de résolution 1280 x 1024 pixels. Cette expérience montre, pour SCOTT et coll. (215) une nette infériorité de la lecture des images numérisées par rapport aux clichés d'origine : sensibilité d'environ 49 % contre 79 % et spécificité d'environ 72 % contre 83 %. Au total, la fiabilité du système de téléradiographie est estimée à 49 % contre 80 % pour la lecture sur film. L'auteur conclut que le système qu'il a testé n'est pas acceptable pour le diagnostic primaire des cas difficiles de fractures du rachis cervical.

L'interprétation de 120 radiographies produites dans le service des urgences (62 examens ostéo-articulaires, 20 clichés d'abdomen et 38 radiographies de thorax) dont une moitié était normale et une moitié pathologique dans des cas volontairement sélectionnés parmi les dossiers d'interprétation difficile.

Les radiographies étaient numérisées avec un scanner à radiographies Dupont FD-2000, ayant une résolution spatiale de 210 µm, soit 2,35 paires de lignes par millimètre (pl./mm), et une profondeur de 12 bits (c'est-à-dire 2048 niveaux de gris) et affichées sur un moniteur de résolution

1200 x 1600 (avec une résolution de l'ordre de 2 pl./mm). Les quatre groupes de lecteurs (radiologistes, médecins des urgences, internes de radiologie et internes urgentistes) ont obtenu une meilleure performance de lecture avec les radiographies originales sur film. SCOTT et coll. (214) concluent que le système testé n'est pas acceptable pour l'interprétation primaire des radiographies d'un service d'urgence. Ils soulignent que la lenteur excessive d'affichage de leur dispositif n'incitait pas les utilisateurs à exploiter autant que cela aurait été souhaitable les traitements d'image (zoom, optimisation du contraste, de la luminosité ou rephenêtrage des images).

3.1.3 Expériences d'interprétations plus réservées

Quelques travaux plus nuancés sont particulièrement instructifs :

LARSON et coll. (151) concluent d'une étude portant sur 139 dossiers radiologiques d'interprétation particulièrement difficiles - 84 radiographies thoraciques (dont 48 anormales : 15 pneumothorax, 16 petits nodules et 17 syndromes interstitiels) et 55 radiographies ostéo-articulaires (18 dossiers concernant la main, 9 le pied, 6 le coude, 4 la cheville et le genou, trois l'épaule et le poignet, deux cas de rachis cervical, dorsal et lombaire et une exploration radiologique de la hanche et de la jambe, dont en tout 26 cas pathologiques) - numérisées avec un appareil LUMISYS LUMISCAN 150, délivrant une matrice de 2048 x 2560 x 12 bits, et visualisées sur un moniteur de haute définition (1280 x 1024 x 8 bits). Trois radiologistes chevronnés ont interprété la totalité de ces images d'abord sur écran, puis sur les films d'origine ; leurs comptes-rendus ont été comparés. Il leur était demandé de noter comparativement les résolutions spatiales et en densité des images natives et électroniques. Le taux d'erreur d'interprétation est très légèrement supérieur sur les images numériques, mais la différence constatée n'est pas statistiquement significative. Les trois radiologistes ont conclu que les images numériques avaient une qualité discrètement inférieure à celle des clichés d'origine.

REPONEN et coll. (201) ont évalué l'utilisation de matériels microinformatiques standard de 1995 pour l'expédition et la réception de dossiers radiologiques totalisant 254 radiographies de tous types radiographies conventionnelles, 93 examens de scanner X dont 55 cérébraux, 25 angiographies numérisées, 40 mammographies).

Les images étaient numérisées à l'aide d'un scanner à plat économique pour films radiologiques avec une résolution maximale de 300 ppp. (soit des pixels d'environ 8,5 centièmes de millimètre de côté). La mémoire vive de leurs micro-ordinateurs étant très limitée (8 Mega-octets) les images étaient généralement numérisées à une résolution inférieure, variable selon le type de cliché, et de l'ordre de 125 à 165 ppp. Les auteurs justifient ces choix de résolution par leur équivalence avec ceux des systèmes de radiologie numérique à écrans radioluminescents à mémoire FUJI ACR™.

Chaque pixel était numérisé sur 8 bits, ce qui, de l'opinion même des auteurs, est nettement insuffisant.

Les images étaient transmises par une ligne téléphonique RNIS à 64 kb/s. avec un temps moyen de transmission de 10 minutes environ, pour les images non comprimées, et de 30 secondes, pour les images comprimées.

Toutefois, l'appréciation portée sur les radiographies reçues était satisfaisante dans 97 % des cas, avec 7 erreurs de lecture sur les 246 dossiers techniquement acceptables (97 %) d'agrément entre la lecture sur les films d'origine et celle faite sur écran des images transmises qu'elles aient ou non subi une compression (JPEG à 1:10).

HALPERN et coll. (111) ont comparé les interprétations sur les films d'origine à celles des images numérisées en assez haute résolution (2048 x 1684 x 12 bits) et transmises sur un réseau informatique à haut débit de 100 clichés d'urographies intraveineuses par quatre radiologistes ayant successivement interprété les images sur écran et sur film (sans connaître les résultats de leur précédente lecture). La sensibilité des deux lectures est assez comparable (86 % sur écran et 89 % sur film) mais la spécificité est meilleure avec les radiographies sur film (32 faux positifs contre 44 sur écran). Les auteurs concluent que leur système est valable pour une interprétation provisoire mais que le diagnostic définitif nécessite d'avoir vu les films radiographiques d'origine.

YAMAMOTO et coll. (253;254) ont de même, évalué l'utilisation de micro-ordinateurs personnels (PC) pour la téléradiologie en comparant les interprétations faites avec une solution classique de téléradiologie à celles faites sur un système économique construit autour d'un PC et d'un scanner manuel d'une quinzaine de radiographies de rachis cervical de profil et de radiographies du coude. Leurs interprétations sur les deux types de systèmes sont identiques mais les auteurs déplorent une qualité insatisfaisante de certains des dossiers étudiés; lorsque les images n'étaient pas initialement parfaites. Les auteurs concluent que leur système peut rendre de grands services pour demander des avis à distance, et serait utile, en complément du téléphone, dans de nombreux centres de soins ruraux pour communiquer avec le centre hospitalier général ou universitaire. Ils ajoutent qu'une période de familiarisation est indispensable lorsque l'on change de système de traitement, de visualisation ou de manipulation des images.

Récemment, PYSHER et HARLOW (199) ont également pris le parti d'évaluer du matériel et des logiciels microinformatiques grand public des années 1995-1998 pour tester la possibilité d'interpréter de façon provisoire à domicile les images de scanner réalisées pendant les astreintes nocturnes ou de week-end.

Ces deux médecins radiologistes, qui exercent dans un petit hôpital rural de 55 lits ne peuvent évidemment pas assurer une présence à l'hôpital 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Leur institution, géographiquement isolée, doit assurer en permanence les soins d'urgence, dont les radiographies et les scanners ; elle ne peut s'offrir le luxe d'une station de téléradiologie sophistiquée, comme environ un quart des services de radiologie des États-Unis.

Les auteurs ont donc mis au point une solution économique comportant un scanner à plat de bureautique (*ScanJet 6™* de **Hewlett Packard™**) et un PowerMacintosh 8100 **Apple™** équipé d'un modem téléphonique pour la numérisation et l'envoi des images à 28 kb/s. Les domiciles des radiologistes ont été pourvus de PowerMacintosh 5300 ou G3 **Apple™**. La numérisation des planches de scanner ont été numérisées à 72 ppp, sur 8 bits de profondeur, grâce au logiciel vendu avec le scanner (**Adobe Photoshop LE™** pourvu d'un module de commande du ScanJet) et le transfert téléphonique assuré par un logiciel **Timbuktu Pro4.0** de **Farallon™**. Le coût de l'ensemble des matériels et des logiciels était estimé à environ 6 400 dollars, contre environ 50 000 à 80 000 dollars américains pour une solution conventionnelle de télé-médecine. Le compte-rendu provisoire était donné par téléphone au médecin traitant dès que les images étaient reçues et examinées par le radiologiste d'astreinte.

Leur évaluation a porté sur 137 scanners cérébraux successifs dont l'interprétation provisoire, depuis le domicile, à l'aide du système décrit a été comparée à l'interprétation définitive faite sur les clichés d'origine du second radiologiste, qui ne disposait pas des conclusions provisoires de son collègue. Les interprétations étaient conformes dans 123 cas (90 %) ; les auteurs ont relevé 6 cas de divergences mineures, dénuées de conséquence clinique et 4 divergences majeures cliniquement importantes, mais sans conséquence clinique car la prise en charge du patient n'en a pas été affectée, le diagnostic correct étant rectifié dès le lendemain matin 14 .

Les auteurs pensent que ces divergences sont surtout des erreurs de lecture d'images d'interprétation difficile plutôt que des conséquences d'une insuffisance technique du dispositif.

Comparant leurs résultats à ceux, analogues, des équipes exploitant des systèmes sophistiqués de téléradiologie, avec des scanners à films de haute résolution, ils estiment que leur dispositif a fait la preuve de son efficacité et que des solutions technologiques simples sont adaptées à l'interprétation provisoire, à domicile, pendant les gardes, des images de scanner X. Ils ajoutent qu'une programmation peu élaborée permettrait d'automatiser le processus de numérisation et de transfert, sans surcoût excessif.

Récemment, une équipe française (209), utilisant trois stations de téléradiologie SIGMACOM™ TSI (du type de celles du réseau de la grande garde de neuroradiologie de l'AP-HP), avec un numériseur de films radiologiques VIDAR XR8™, a rendu compte de son expérience d'interprétation radiologique primaire de 1800 radiographies réalisées entre juillet 1996 et mars 1998 dans les deux antennes radiologiques gériatriques du département d'imagerie du CHRU de Brest. La mise en place du réseau de téléradiologie visait à réduire les délais d'interprétation, surtout en cas d'urgence, auparavant imposés par le transport des images au CHU, pour leur interprétation, depuis des hôpitaux de long séjour distants de 7 et 30 km. Grâce au système mis

en place, les délais sont passés de plus de 24 heures à 2 heures pour 50 % des clichés, le reste étant toujours interprété dans la journée de réalisation des images. Les auteurs reconnaissent que la dynamique de leur numériseur est médiocre pour les densités optiques élevées. Ils s'y sont adaptés en choisissant un couple écran — film de bas contraste et en demandant aux techniciens manipulateurs effectuant les clichés de ne pas surexposer les films. Ils ont rejeté la compression JPEG destructrice, responsable d'un effet de mosaïque gênant pour l'interprétation. Ils considèrent que la numérisation à 150 ppp est un compromis acceptable entre la qualité d'image (meilleure à 300 ppp) et la durée d'affichage ou de transmission des images sur RNIS à 64 kb/s.

3.1.4 Discussion et synthèse de ces publications

Les études les plus favorables sont souvent méthodologiquement peu robustes, leurs auteurs ayant à l'évidence succombé au piège d'un enthousiasme excessif pour une innovation technologique *a priori* très (ou trop) séduisante.

Certains de ces travaux concernent des images médicales intrinsèquement grossières (échographies, scintigraphies) qui n'ont pas grand-chose à perdre d'une numérisation et d'une visualisation sur écran informatique quelle que soit la qualité des opérations de transfert. D'autres travaux, comme l'étude de GOLDBERG de 1993, ne précisent pas suffisamment le type des images pathologiques ayant fait l'objet d'une comparaison d'interprétations sur films et à distance, sur écran.

À l'inverse, d'autres auteurs, les plus réticents, *a priori*, à l'égard du télédiagnostic primaire ont précisément conduit leurs tests sur une sélection de clichés d'interprétation particulièrement difficile, arguant que ce sont pour ces dossiers, précisément, que le besoin d'un avis distant se ferait sentir.

Il est souvent délicat déterminer les performances intrinsèques des différents maillons de la chaîne de téléradiologie, les diverses expériences relatées ne livrant qu'une information de performance globale du système testé.

Ce qui est clair :

Tous les dispositifs de numérisation d'un même type ne se valent pas ;

Leurs réglages peuvent considérablement modifier la qualité de l'image numérique finalement obtenue ;

Les paramètres choisis pour la compression des données ont également une importance primordiale ;

Le choix du moniteur de visualisation et ses conditions d'utilisation (facilité des manipulations électroniques des images, mais aussi luminosité ambiante, reflets...) peuvent très fortement influencer sur la qualité de la lecture (115;191).

A titre d'exemple, KOFLER et coll. (146) ont étudié les performances de neuf cartes de numérisation du signal vidéo par capture de trame et ont montré une grande variabilité des résultats, sans corrélation avec les prix de ces cartes.

La plupart de ces interprétations de téléradiologie ont été réalisées sur écran. Il est permis de penser que les résultats en téléradiologie auraient été meilleurs si les images avaient été interprétées après impression laser sur film, au vu des trois études (78;227;249) qui montrent des scores de lecture moins bons sur écrans que sur les clichés sur films des mêmes images.

3.1.4.1 Une synthèse raisonnable de ces travaux, qui paraissent contradictoires en première analyse mais sont finalement assez concordants, est que les systèmes de télédiagnostic fondés sur une numérisation secondaire peuvent rendre principalement deux types de services, à condition de disposer d'un matériel suffisamment performant et adapté au type d'images à transférer (152) (voir ci-dessous, page suivante):

Un médecin urgentiste ou généraliste ne disposant pas sur place d'un radiologiste peut obtenir sur le champ, 24 heures sur 24, grâce à une téléastreinte radiologique à domicile ou grâce à une garde radiologique partagée avec une autre institution, un premier avis provisoire, à confirmer dès le lendemain par l'interprétation définitive sur film des radiographies ; de fait, les systèmes visant à assurer l'interprétation provisoire, depuis le domicile des radiologistes, se sont très largement

répandus depuis le milieu des années 1990 aux USA, permettant à certains radiologistes d'assumer une astreinte pour plusieurs institutions voisines. C'est le cadre choisi pour l'interprétation rapide des images de l'U.C.S.A. de La Santé.

Un radiologiste peut demander un second avis, pour confirmation, auprès d'un collègue plus chevronné ou spécialisé, à la condition que ce radiologiste soit tout de même suffisamment compétent pour sélectionner et numériser correctement les images et contrôler qu'elles gardent leur potentiel informatif par comparaison avec les clichés d'origine, sur film. Cette utilisation s'est également assez largement développée dans toutes les branches de l'imagerie médicale, ainsi qu'en échographie cardiaque (222) ou en anatomopathologie.

3.1.4.2 *En revanche, l'utilisation de ces systèmes pour le télédiagnostic primaire (ou final) par un radiologiste fondant son interprétation définitive sur les seules images transmises exige une qualité d'image difficilement compatible avec la technique de la numérisation secondaire.*

Le coût des systèmes susceptibles d'être techniquement satisfaisants devient prohibitif (29), et pourrait atteindre 200 000 à 350 000 dollars américains (201), auquel il faut ajouter plusieurs milliers de dollars par mois pour une liaison informatique par lignes spécialisées à haut débit. Les frais d'utilisation (personnel, surtout) et de maintenance (de l'ordre, chaque année, de 10 % du prix d'achat initial) ne doivent pas être sous-estimés si un calcul de rentabilité financière est entrepris (150).

Dès 1972, ANDRUS et Coll. (20) remarquaient que "La véritable question n'est pas de savoir si la téléradiologie est préférable ou non à la lecture directe des images sur film lorsque les deux techniques sont disponibles, mais celle de savoir si la téléradiologie peut offrir une méthode universellement acceptable pour augmenter l'utilité des radiologistes".

La définition du matériel "*suffisamment performant*" doit être comprise comme celle résultant du consensus émanant de l'*American College of Radiology* : la résolution du numériseur et celle de l'affichage doit être d'environ 2560 x 2048 x 12 bits pour la radiologie conventionnelle, à l'exception notable de la mammographie pour laquelle une résolution quadruplée de 5120 x 4096 x 12 bits est nécessaire pour des films de format 18 x 24 cm, et le meilleur moniteur possible est recommandé (il n'existe pas actuellement, dans le commerce, d'écran susceptible d'afficher une image mammographique entière en taille réelle, à la résolution fixée ci dessus (97)). Pour les images de scanner, d'échographie ou d'IRM, une résolution inférieure, typiquement de 512 x 512 x 12 bits est adéquate, à défaut de transmettre les fichiers numériques natifs des images.

Enfin, les performances sur moniteurs semblent moins bonnes que la lecture sur écran, ce qui conduit à se demander s'il ne vaut pas mieux, actuellement, imprimer les images transmises pour les interpréter sur des films photographiques plutôt que de les lire à l'écran, du moins tant que les modèles financièrement abordables restent aussi peu performants ou les plus performants, aussi coûteux.

3.1.4.3 *Une dernière conclusion peut être dégagée de cette étude bibliographique : la lecture sur écran des radiographies nécessite un apprentissage de quelques mois, sans lequel le lecteur est imparfaitement efficace.*

Les comparaisons ponctuelles sont constamment moins favorables que celles menés après une phase d'adaptation des lecteurs à l'exploitation des images sur écran et des divers traitements informatiques disponibles : possibilité de zoomer, de modifier le contraste et la luminosité, voire de refenêtrer des images.

Cet apprentissage semble d'autant plus important que le radiologiste est chevronné, et, à l'inverse, beaucoup moins long chez les jeunes radiologistes. KRUPINSKI et coll. supposent que l'accoutumance des jeunes aux ordinateurs ou aux jeux vidéo les rend plus performants pour l'interprétation d'images électroniques que leurs collègues seniors, plus habitués à lire les images sur films (147).

REPONEN signale que, pour les radiologistes les moins accoutumés à la lecture sur écran, il est utile de disposer, sur le site de réception des images, de la possibilité de les réimprimer sur film radiologique - ce qui implique de connecter la station de réception à un reprographe laser (201).

3.1.4.4 La validité même du principe du télédiagnostic n'est pas remise en question.

Ces travaux ne testent que des systèmes procédant par numérisation secondaire d'images radiologiques analogiques conventionnelles enregistrées sur film ou par renumérisation des signaux analogiques des écrans de scanner d'échographie, d'IRM.

Des conclusions différentes sont attendues des expérimentations actuellement menées avec des systèmes radiologiques directement numériques (42;191;251).

Si ces derniers conservent généralement une résolution spatiale inférieure à celle des films radiographiques, cette inconvénient est, partiellement compensée au plan diagnostique par une bien meilleure résolution en densité ; cela oppose ces appareillages aux systèmes de numérisation secondaire des clichés radiographiques qui cumulent les défauts techniques de la numérisation et ceux de la radiologie analogique : lorsque l'on numérise secondairement un cliché, on ne peut que perdre de la résolution spatiale, sans recréer une résolution en densité déjà limitée par le film radiographique.

3.1.5 Quoiqu'il en soit, notre système expérimental évite les inconvénients de la numérisation secondaire :

Nous n'utilisons la technique de la capture de trame (*frame-grabbing*) que pour la visioconférence, pour assurer le suivi immédiat du déroulement de l'examen ; l'interprétation des images se fait, après transmission des fichiers numériques complets au format DICOM ; le radiologue distant dispose exactement des données obtenues sur l'appareil d'examen du patient.

Il n'y a aucune perte d'information ; les risques d'erreurs ou de discordance d'interprétation entre les radiologues locaux et distants sont ainsi limités aux discordances interobservateurs inhérentes à la faillibilité humaine ou aux incertitudes scientifiques de la radiologie qui justifient toujours l'hésitation entre les termes d'*art* médical et de *sciences* médicales.

3.2 La compression informatique des données

Les travaux publiés ne permettent pas de conclure sur la légitimité ou la dangerosité des algorithmes destructifs de compression des données numériques. Ce sujet, de plus en plus souvent abordé dans les articles récents, témoigne de l'intensité des recherches en ce domaine.

3.2.1 Les artefacts de blocs générés par la méthode de compression du JPEG sont très diversement appréciés dans la littérature

Certains radiologistes (205) jugent inacceptables ces artefacts de bloc créés par la technique du JPEG, qui se présentent, sous l'aspect d'une "*mosaïque*" et de "*marches d'escalier*" sur les lignes obliques et les courbes. L'œil humain y est particulièrement sensible.

D'autres auteurs les jugent cependant dénués de conséquence diagnostique en radiologie (27;47;103;138;139;193;201;241;252) comme dans d'autres domaines de la médecine où l'image tient une grande importance, telle la dermatologie (221).

3.2.2 Les autres algorithmes de compression des images

Les études comparant le *JPEG* aux autres algorithmes de compression jugent généralement que les méthodes utilisant les *fractales* sont inférieures au *JPEG*.

En revanche, les techniques de compression exploitant les propriétés mathématiques des *ondelettes* (19;22;162;256) paraissent supérieures (80;97-99;101;142;162;205;212).

D'autres solutions ont également été proposées (45;52;132;137;153;156;160;217) comme l'application à l'image globale de la transformée en cosinus discret, ce qui évite les artefacts de blocs (24;60;66;128;159) et donne de bons résultats en radiologie osseuse (213), thoracique (7;131) ou en mammographie (59) ou encore en IRM (235) . Cette technique est également employée pour la compression des images animées lors des visioconférences (61).

Enfin, plusieurs chercheurs - dont notre équipe de Cochin, en partenariat avec l'équipe "PRISME" du professeur Christine GRAFFIGNE de l'U.F.R. de mathématiques et informatique des **Saints-Pères (Université Paris V)** - ont entrepris des recherches pour effectuer la décompression dynamique sélective d'une partie de l'image lors de son affichage ; lors de la visualisation à l'écran, ne seraient décompressées, et transférées "à la volée", que les données nécessaires pour la résolution d'affichage utilisée.

Une équipe de chercheurs de PITTSBURGH a présenté les premiers résultats d'une technique de ce nouveau type, dénommée DTS (*Dynamic Transfer Syntax*) ; cette approche novatrice a, selon BRET (48) suscité un intérêt considérable des radiologistes et des industriels de l'image médicale lors de la dernière réunion annuelle de la *Radiological Society of North America*, à Chicago, en novembre 1998.

S'il reste quelques oppositions de principe à l'idée d'interpréter des données dénaturées et réduites par un procédé de compression, la plupart des auteurs cités ci-dessus concluent à la nécessité de recherches plus poussées pour déterminer la ou les méthodes les plus adéquates en fonction des divers types d'images médicales.

En attendant, ils soulignent l'importance pour les praticiens qui reçoivent des images comprimées d'être parfaitement avertis de l'existence de cette compression et de ses effets potentiels sur l'interprétation des images.

C'est actuellement cette conclusion prudente qui figure dans les "Bonnes pratiques pour la télémédecine" édictées par *l'American College of Radiology* (voir *infra*).

3.2.3 Nous avons donc utilisé pour notre expérience de télédiagnostic entre scanners X des canaux de transmission assurant une transmission intégrale des données numériques acquises.

Si un procédé de compression médicalement acceptable pour les images médicales se développe, il devra être intégré aux futures évolutions du standard DICOM, et sera alors utilisable avec les techniques employées par notre dispositif expérimental.

Lors de notre utilisation de la station de téléradiologie SIGMACOM TSI™, nous avons toujours conservé le réglage par défaut qui sélectionne la compression non destructrice des données pour la transmission et la conservation des images.

3.3 Acceptabilité de la téléradiologie

Un aspect moins technique mais également important, est *l'acceptabilité du télédiagnostic par les utilisateurs*, radiologistes, cliniciens et par les patients.

Cet aspect permet de comprendre en partie pourquoi certains dispositifs, techniquement acceptables et acquis à grands frais restent sous-employés voire délaissés après leur phase d'expérimentation (16;218;255).

Les études sur ces questions sont peu fréquentes dans la littérature, comparativement aux discussions technologiques, en téléradiologie comme dans les autres spécialités médicales. Pour partie, ces travaux sont plus focalisés sur l'aspect organisationnel que sur le domaine subjectif des rapports humains (53;54;243-247).

L'analyse de la littérature confirme les prévisions de BASHSHUR dans son ouvrage prospectif de 1974 (28) : la télémédecine, comme tout progrès technique a suscité les trois types de réactions initiales classiques : (1) un enthousiasme immédiat chez une petite minorité d'individus qui ont perçu immédiatement les intérêts de cette innovation ; (2) une méfiance et une résistance au changement de la part d'une majorité de personnes qui, du fait souvent d'une information imprécise, erronée ou nulle, craignent pour leur situation et n'ont pas saisi ce qu'elles pouvaient

tirer de ce nouvel outil qui oblige à modifier les habitudes , (3) enfin des réactions variées chez une extrême minorité d'individus plus réservés et prudents dans leurs appréciations.

Quelques articles sont très significatifs comme celui de FRANKEN et coll. (89), celui de COLLINS et SYPHER (64) ou certains pamphlets de "*technosceptiques*" ou "*technophobes*" (171;173) souvent aussi peu mesurés que les "*technophiles*" qu'ils fustigent vigoureusement.

3.3.1 Un travail relativement ancien de HIGGINS et coll. (124) avait étudié l'acceptabilité de la télé médecine par les acteurs de santé d'une réserve de Sioux de l'Ontario

Ce programme de suivi médical exploitait depuis 1977 un système analogique vidéo pour délivrer une assistance aux infirmières et aux médecins du programme de suivi médical de la réserve.

L'étude, publiée en 1984, concluait que les infirmières étaient initialement plus favorables que les médecins à l'idée d'obtenir des avis par l'intermédiaire du système et que les médecins avaient été moins enthousiastes, ce qui est expliqué par les auteurs comme une plus grande réticence des médecins à reconnaître leur besoin d'une aide, alors qu'il est dans la fonction des infirmières de travailler sous le contrôle de médecins. Ce point est retrouvé dans d'autres études (90;244)

Les médecins étaient, semble-t-il, plus chevronnés que les infirmières lors du début du programme. Toutefois, après une certaine utilisation du système, l'attitude des infirmières et des médecins devenait plus favorable, ce qui a également été signalé par d'autres équipes (68).

3.3.2 ALLEN et coll. (14;15) ont également démontré qu'un système vidéo était bien apprécié par les praticiens d'une zone rurale pour obtenir les avis de spécialistes urbains dans le domaine de l'oncologie.

Les auteurs concluent que la satisfaction et la confiance des utilisateurs était suffisante pour éviter quelques consultations à la ville, remplacées par des téléconsultations tenues avec leur système de visioconférence.

3.3.3 Le manque de confiance dans la sécurité matérielle des systèmes nuit à leur acceptabilité par les utilisateurs

Certains travaux insistent sur les aspects sécuritaires des matériels et des techniques déployés pour justifier la confiance ou la défiance des patients ou des soignants (239).

Cet aspect est parfois mis en avant par les technosceptiques ; il est pourtant largement affirmé par les technophiles, que les techniques informatiques modernes offrent des moyens de sécurisation largement équivalents sinon supérieurs aux méthodes antérieures.

La quatrième section juridique, de cette thèse traitera de ces aspects sécuritaires.

3.3.4 D'autres auteurs se focalisent plus sur le risque psychologique d'atteinte à la crédibilité de la profession radiologique par la mise en place de dispositifs de téléassistance ne permettant qu'un avis consultatif, donné sur une sélection d'images transmises en qualité réduite, avec une interprétation définitive différée au jour ouvrable suivant (18).

Selon ce consultant spécialisé en télé médecine, éditorialiste de l'une des principales revues américaines de cette technique, la légitimité de cette pratique dégradée, motivée par "...la volonté des radiologistes à préserver leurs conditions de vie et de rester bien au chaud chez eux alors que d'autres s'épuisent à l'hôpital, paraît difficile à soutenir aux yeux des patients ou des urgentistes et autres médecins de garde sur place".

3.3.5 Une étude très originale et bien menée, de FRANKEN et coll. (89) est à signaler tout particulièrement

Cet article a été publié un an après un premier travail (88) dans lequel les mêmes auteurs démontraient la valeur diagnostique comparable de la lecture directe des clichés radiologiques sur films et leur télélecture à l'hôpital universitaire.

Ces auteurs ont étudié, par des entretiens et par l'envoi d'un questionnaire, l'appréciation subjective des intervenants locaux concernés par l'expérimentation de télé médecine sur les

différents types de services radiologiques qui se sont succédés entre 1992 et 1995 à l'hôpital rural de Mena (Arkansas, USA) :

Présence quotidienne d'un radiologiste local qui pouvait bénéficier d'une téléexpertise auprès des radiologistes universitaires de Iowa City (Iowa, USA);

Télédiagnostic exclusif par les radiologistes universitaires de Iowa City pour assurer l'intérim au départ du radiologiste local qui n'a été remplacé qu'après quatre mois;

Vacations bi- ou trihebdomadaires d'un radiologiste itinérant pour les examens nécessitant sa présence et pour la lecture des radiographies pratiquées entre deux passages ;

Système hybride dans lequel un radiologiste privé passait à l'hôpital les jours ouvrables et garantissait une interprétation par courrier sous 24 heures pour les urgences ;

La solution de téléradiologie a été la plus mal notée, à la fois par les médecins cliniciens, par les techniciens du service de radiologie et par les administrateurs de l'hôpital rural.

Le délai constaté de 24 à 96 heures pour obtenir une interprétation par téléradiologie a été jugé inacceptable, puisque le radiologiste local interprétait toutes ses radiographies dans la journée ;

Bien que la fiabilité de l'interprétation ne soit aucunement contestée, plusieurs correspondants ont souligné que les comptes-rendus de téléradiologie ne leur étaient d'aucun secours, car ils ne répondaient pas aux questions qu'ils se posaient. Un médecin clinicien a regretté de n'avoir jamais été contacté directement par téléphone pour lui signaler une anomalie radiologique insoupçonnée ou une urgence thérapeutique.

De nombreux problèmes de communication orale ou écrite ont été mis en lumière ; les incompréhensions et malentendus ont été trop nombreux de part et d'autre, aussi bien au niveau médical ou paramédical qu'administratif. Ainsi, par exemple :

La qualité des échographies pratiquées par les techniciens échographistes de l'hôpital rural étaient souvent considérées comme médiocre par les radiologistes universitaires chargés de l'interprétation à distance, alors que les techniciens échographistes de Mena jugeaient outrancières les exigences des radiologistes du CHU.

Les radiologistes de Iowa City considéraient souvent que les renseignements cliniques fournis pour l'interprétation étaient incomplets ; les employés de l'hôpital rural pensaient que les exigences de renseignements étaient excessives.

Les techniciens de l'hôpital rural ressentaient le comportement des radiologistes de l'hôpital universitaire, et surtout des internes, comme hostile et autoritaire. Ils se plaignaient d'être trop fréquemment transférés d'un interlocuteur à un autre lors de leurs appels téléphoniques.

Plusieurs comptes-rendus ont été envoyés avec le commentaire que leur interprétation était impossible en l'absence de date sur le cliché. Or les dates figuraient sur des étiquettes adhésives, non lisibles par le processus de numérisation.

Une demande clinique d'interprétation urgente s'est vue répondre que l'examen serait interprété transmission des informations relatives à l'assurance de responsabilité professionnelle.

Les administrateurs de l'hôpital de Mena ont regretté de ne pouvoir correspondre avec leurs homologues de l'hôpital universitaire sans subir le filtre d'employés subalternes. Ils se sont plaints d'avoir à envoyer en doubles ou en triples exemplaires les formulaires de prise en charge et plus généralement ont trouvé l'hôpital universitaire trop bureaucratique.

Ce n'est qu'au milieu de l'expérience qu'il a été découvert que le système *MEDICAID* d'assurance maladie de l'Arkansas ne pouvait pas prendre en charge les honoraires médicaux de praticiens d'un autre état, ce qui n'a rien arrangé...

Au total, si la fiabilité des interprétations radiologiques était reconnue, les autres aspects de la qualité du service rendu en téléradiologie étaient jugés inacceptables et l'expérience n'a pas été poursuivie.

FRANKEN et coll. concluent que la fiabilité diagnostique n'est pas le seul critère à prendre en compte pour juger une expérience de téléradiologie et que les dimensions humaines sont également essentielles. Ils avouent avoir négligé cet aspect lors de la mise en place initiale de leur offre de téléradiologie et naïvement cru que la radiologie d'un petit hôpital rural devait nécessairement s'effectuer comme celle d'un gros centre hospitalo-universitaire urbain.

Ils ont tiré de cet amer constat d'échec des règles qu'ils appliquent désormais pour la mise en place des nouvelles collaborations instaurées avec d'autres équipes hospitalières. Une visite locale initiale des radiologues assurant ultérieurement le télédiagnostic est systématiquement

effectuée pour faire connaissance et mettre ensemble au point les modalités de la future collaboration. Ensuite, un contact personnalisé régulier est soigneusement entretenu.

3.3.6 Ces conclusions tirées de l'étude bibliographique concordent avec nos expérimentations de téléradiologie.

Il est intéressant de comparer l'accueil favorable fait à l'implantation et à l'utilisation de la station SIGMACOM TSI dans notre expérience de l'U.C.S.A. de La Santé avec le rejet d'une expérimentation similaire, tentée dans une autre maison d'arrêt avec le même matériel.

Dans ce second cas, le système de téléradiologie a été mis en place par une initiative conjointe de la direction des établissements pénitentiaire et hospitalier, pour relier des équipes qui ne se connaissaient préalablement pas et n'avaient pas l'habitude de collaborer. Le but était d'éviter tout déplacement d'un radiologiste de l'hôpital vers l'établissement pénitentiaire ; cette collaboration a échoué.

Dans notre cas, le système a été installé sur la proposition du radiologiste qui chaque semaine se rend, et continuera de se rendre, à l'U.C.S.A. de La Santé pour interpréter les radiographies réalisées entre ses visites ; une relation humaine de qualité préexistait au système de téléradiologie qui n'a pas été rejeté malgré de nombreuses difficultés techniques, une qualité suboptimale des images, et l'absence de la visioconférence initialement prévue pour améliorer la qualité des échanges.

3.3.7 Ces conclusions sont également en accord avec celles des utilisateurs du réseau TÉLIF de la 'Grande garde' de neuroradiologie et neurochirurgie de l'AP-HP.

De nombreux utilisateurs reprochent à ce système l'absence de garantie sur le niveau de qualification de celui qui répond à une question : il est redouté que certaines réponses ne puissent émaner d'un interne en début de formation, voire d'un étudiant hospitalier, sans la garantie d'une validation de cet avis par un responsable chevronné. Cette méfiance quant à l'identité réelle du téléexpert est également recensée par les Nord-américains (158) et pourrait être corrigée avec un système d'authentification plus performant, telle la "*carte du professionnel de santé* (C.P.S.) et sa signature électronique.

La visioconférence n'a évidemment pas cette difficulté puisque l'on devise directement avec son interlocuteur, visible à l'écran, ce qu'ont confirmé les séances où nous avons couplé la visioconférence avec la téléradiologie par la station SIGMACOM TSI™ .

Le délai d'environ 30 à 45 minutes, observé en moyenne pour recevoir le premier avis après la fin de l'examen TDM, est également ressenti comme excessif par les urgentistes.

Là encore, un système immédiat comme le nôtre apparaît plus adapté à l'urgence, d'autant qu'il n'interdit aucunement une utilisation différée, programmée lorsqu'il n'y a pas d'urgence.

3.3.8 La qualité des systèmes exploitant des solutions de télémédecine par visioconférence inspirent à leurs utilisateurs des conclusions radicalement opposées :

La plupart des études qui ont exploité des techniques de visioconférence concluent à la satisfaction des personnels médicaux ou paramédicaux, ainsi qu'à celle des patients, que ces études concernent des téléconsultations ou des actes techniques comme par exemple des échographies, suivies à distance en temps réel (10;190)

Notre expérience a démontré que ces systèmes peuvent créer ou développer de véritables amitiés interpersonnelles conduisant les interlocuteurs se rencontrer pour des visites de courtoisie sans impératifs professionnels. Un phénomène analogue est bien connu chez les radiophonistes amateurs ou lors des relations épistolaires suivies entre super spécialistes d'un même microdomaine.

3.3.9 Enfin, un article de COLLINS et SYPHER (64) souligne plus particulièrement que l'évolution technique, peu à peu, modifie la nature profonde des relations patient - médecin.

Les auteurs rappellent qu'historiquement, le médecin obtenait (parfois) son diagnostic et déterminait son traitement en écoutant et en interrogeant longuement son patient, en l'observant, l'auscultant, le percutant et le palpant soigneusement, afin de comprendre individuellement sa maladie.

Les examens paracliniques ont progressivement complété, parfois remplacé cette analyse minutieuse de phénomènes subjectifs par une compilation de données objectives, mesurables, aboutissant à classer le patient dans une catégorie pathologique.

Les auteurs décrivent ce phénomène comme le glissement d'une activité dépendant de la *communication* vers une activité dépendant de *l'information* et se demandent si la télé médecine sert réellement à communiquer ou à seulement à transmettre des informations.

Ils ajoutent que le télé médecin, conscient de cet aspect important de sa relation médiatisée avec le patient, doit accentuer volontairement les marques d'une écoute de qualité : il peut instaurer un dialogue avec le patient, l'inciter à poser des questions et impliquer dans ce colloque le médecin ou le paramédical situés auprès du malade, à l'autre extrémité de la liaison.

3.3.10 Synthèse de ces données

3.3.10.1 La description des techniques de téléradiologie utilisées permet d'apprécier l'adhésion des utilisateurs, personnels de santé et patients, aux principes de la télé médecine.

3.3.10.1.1 On distingue les systèmes interactifs, (vidéoconférences, visioconférences ou pour les programmes les plus anciens, liaison télévisuelle bidirectionnelle) des systèmes statiques, où les réponses aux questions sont transmises par écrit, par fax ou sous forme de messagerie électronique

Les *systèmes statiques* ont le grand avantage de ne pas exiger la disponibilité simultanée des interlocuteurs ; l'expéditeur choisit le moment qui lui convient pour son envoi, sans déranger le destinataire, qui, à son tour, répond lorsque cela lui est le plus facile. Cet aspect *asynchrone* explique le succès du fax qui remplace parfois avantageusement un appel téléphonique, au prix, certes, d'une baisse de qualité des échanges.

WILSON (248) souligne, dans une discussion générale des téléastreintes radiologiques nocturnes ou de week-end, que le remplacement du face-à-face direct entre le clinicien et le radiologiste par une interface électronique fait perdre beaucoup à la plus-value de l'interprétation radiologique ressentie par l'urgentiste.

3.3.10.1.2 la plupart des observateurs s'accordent pour penser que les premiers, **qui autorisent des échanges d'avis, des discussions conviviales, mais également une meilleure identification du correspondant**, sont plus facilement acceptés que les seconds (122;145;149;177;178)

De nombreuses équipes soulignent ainsi l'intérêt de la visioconférence pour les consultations pluridisciplinaires ou spécialisées (206;232) comme en psychiatrie ou en psychothérapie (25;26;102;176;224;257) ou pour la tenue des réunions de service ou interservices à distance (140;145;202).

Les systèmes dynamiques sont également préférables pour l'anatomopathologie selon plusieurs auteurs (202;219) s'appuyant notamment sur les résultats d'une vaste enquête nationale suédoise (192) et l'expérience Norvégienne (77;189).

La visioconférence est, pour la plupart des auteurs, préférable au téléphone pour les demandes d'avis ou les téléconsultations, surtout en urgence (49;108;109;181) ou encore pour le suivi à domicile des patients souffrant d'une maladie de Parkinson. L'analyse de l'efficacité du traitement, sur l'étude de la mimique et des mouvements, peut se faire sans déplacement du malade ni du médecin (129) .

3.3.10.1.3 Cependant, quelques avis divergents subsistent, tels ceux de McLAREN et BALL.

Ces auteurs, arguant d'expériences très anciennes qui n'ont pas démontré formellement que la vidéo conventionnelle était plus efficace que le téléphone alors qu'elle était indiscutablement plus coûteuse et difficile à mettre en œuvre (65;73;179), stigmatisent la profusion de travaux de recherche centrés sur les techniques les plus avancées et l'absence d'engouement pour les solutions simples (171). Il est intéressant de noter que ces mêmes auteurs sont eux-mêmes, dans d'autres articles, les promoteurs de solutions de télépsychiatrie exploitant la visioconférence (172-174) et que les conclusions de certains des travaux invoqués sont plutôt en faveur de la télévision, malgré l'absence de démonstration mathématique de sa supériorité (179).

3.3.10.2 Il est également important de tenir compte, pour évaluer l'acceptabilité des utilisateurs, de la réticence liée aux suspicions de surveillance indiscreète, ou d'espionnage extérieur générés par certains systèmes.

Plus l'utilisateur - patient ou professionnel de santé - a la possibilité de voir, comprendre, contrôler les données enregistrées et émises par le système, moins grandes sont sa défiance et ses craintes envers un système ressenti comme indiscret et /ou envahissant ("intrusiveness" pour le psychiatre écossais J. FISK (83;84)). Chacun redoute, plus ou moins confusément, d'être ainsi l'objet à son insu d'une surveillance ou d'une évaluation de sa pratique .

Ces craintes, parfois justifiées par le contexte actuel de restriction économique et par certains développements technologiques ("cookies" sur Internet 15, codes cachés d'identification des microprocesseurs Pentium III™ et des logiciels Microsoft™...), sont atténuées ou relativisées par l'intérêt médical du dispositif (127).

Ces auteurs en appellent à la réflexion éthique de leurs confrères en vue de la détermination de bonnes pratiques et de règles de conduites.

3.4 Effets de la téléradiologie sur la pratique radiologique au quotidien et sur les relations entre cliniciens et radiologistes

La possibilité de télétransmettre largement les images médicales a le potentiel de bouleverser la pratique radiologique au quotidien et de faire évoluer en profondeur les relations entre cliniciens et imagiers.

Il est intéressant de constater que les pratiques radiologiques sont actuellement très différentes en France et en Amérique du Nord ; les outils de la télémédecine risquent d'unifier ces pratiques en entraînant des réactions opposées des deux côtés de l'Atlantique.

3.4.1 En France, l'usage en pratique de ville est de délivrer au patient ses radiographies, le plus souvent accompagnées du compte-rendu d'interprétation radiologique, de façon à ce qu'il puisse les communiquer au médecin traitant qui les avait demandées.

Celui-ci les conserve parfois dans le dossier médical du patient, ou plus souvent les rend au patient.

À l'hôpital et dans les cliniques, les choses se déroulent différemment, puisque habituellement les radiographies et le compte-rendu sont directement acheminés du service de radiologie au service d'hospitalisation, pour y être également archivées dans le dossier du patient.

Les cliniciens ont donc l'habitude de disposer des images ; certains les interprètent attentivement, attachant plus ou moins d'intérêt au compte-rendu radiologique. D'autres cliniciens s'en rapportent plus à l'avis du radiologiste et ne jettent parfois qu'un regard rapide sur les images.

L'avantage de cette pratique traditionnelle française est que toutes les informations relatives au patient conservées dans son dossier d'hospitalisation sont disponibles pour l'équipe médicale qui l'a directement en charge.

L'inconvénient, pour les radiologistes, est que les radiographies antérieures ne sont pas souvent disponibles pour l'interprétation d'un nouvel examen et qu'ils ne disposent pratiquement jamais de

l'ensemble des examens d'imagerie précédemment pratiqués pour apprécier, au moment de fixer le rendez-vous, l'opportunité d'une nouvelle demande d'examen.

Ils ne peuvent donc pas facilement exercer leur devoir de contrôle et de conseil sur les prescriptions de leurs confrères et de nombreux examens d'imagerie sont effectués alors que la réponse aux questions que se pose le clinicien figure déjà dans son dossier. Il est évident qu'en termes d'efficacité et d'économie, il serait utile de réformer les usages ; la directive européenne 97/43 relative à la radioprotection des patients le prévoit d'ailleurs.

3.4.2 Aux États-Unis et au Canada la pratique est radicalement différente

Par principe, et pour des raisons légales, les images doivent être conservées *dans les services et départements de radiologie* (35) pendant au moins cinq ans ; le délai légal diffère selon les états. Les cliniciens ne reçoivent qu'un exemplaire du compte-rendu et peuvent, généralement sur rendez vous, venir consulter les clichés dans le service de radiologie.

Les images peuvent leur être transitoirement confiées, contre un reçu, lorsqu'ils en ont impérieusement besoin, comme pour une opération chirurgicale. Elles devront cependant ensuite regagner les archives radiologiques.

Ainsi, en Amérique du Nord, l'idée qu'il sera possible aux cliniciens d'accéder aux images par le réseau paraît à certains radiologistes remettre en question leurs prérogatives fondamentales et leur rôle dans l'équipe médicale.

Tous n'acceptent pas facilement que les cliniciens puissent avoir un accès rapide et aisé aux images. La crainte existe que le compte-rendu perde de son importance au bénéfice des images, dont ils étaient en quelque sorte les maîtres et les gardiens.

D'un autre côté, la mise des images sur le réseau leur simplifiera les tâches de gestion des films radiologiques car les manipulations d'archivage et de désarchivage sont hautement consommatrices de ressources humaines et la recherche d'un dossier radiologique perdu ou égaré mobilise fortement tout le département de radiologie, celui-ci étant responsable de leur conservation et de leur disponibilité immédiate.

À l'inverse, en France, l'archivage informatisé des images par les structures radiologiques sera, s'il est instauré, une charge de travail, une source de dépense et une responsabilité supplémentaires. Certes, les radiologues y optimiseront leurs conditions de travail, puisqu'ils disposeront ainsi toujours des images précédentes pour interpréter un nouvel examen ou valider une demande nouvelle. Cependant la plupart des radiologistes ne se sentent pas de vocation d'archiviste.

3.4.3 une question reste à régler : qui financera ces nouvelles archives ?

Aux États-Unis, où préexiste l'obligation d'archiver, les économies attendues, en personnel et en volumes des archives (quantifiées en m2 ou en m3) devraient contrebalancer le coût des matériels d'archivage informatique.

En France, le surcoût, la responsabilité et la charge de travail supplémentaires ne seront pas compensés, et de loin, par l'intérêt de disposer immédiatement des images précédentes.

Il est donc crucial que les administrations hospitalières ainsi que les tutelles se penchent sur ces questions qui pèsent lourdement sur la motivation et l'intérêt des radiologistes ou des cliniciens pour ces nouveaux outils qui perturberont si profondément les usages et les relations cliniciens - imagiers.

3.4.4 Le télépilotage des appareils d'imagerie pourrait également aboutir à d'importantes modifications structurelles

Notre utilisation offrait l'assistance d'un radiologiste à un autre radiologiste. Certaines critiques, plus ou moins directes, ont été motivées par la crainte qu'un tel système pilotable à distance puisse être utilisé pour supprimer le radiologiste local, en établissant par exemple des centres de téléradiologie suréquipés en matériel et en personnels, desservant de nombreuses antennes tenues seulement par des techniciens.

Cette objection est discutée dans la sous-section éthique, pages **Erreur! Signet non défini.** et suivantes.

Nous ne sommes pas favorables à cette option et il nous semble que ce danger ne doit pas conduire à rejeter la possibilité de télépilotage, très utile dans d'autres utilisations.

3.5 L'exploitation des instruments de la télé-médecine pour le télé-enseignement ou la formation médicale continue

Cette possibilité n'est explicitement soulignée que par une minorité d'auteurs.

3.5.1 Toute téléexpertise est formatrice

Il est manifeste, dans notre expérience comme dans la plupart des travaux publiés qui abordent cet aspect des choses, qu'un effet indirect des activités de téléconsultations ou des télé-réunions de service et interservices est d'améliorer les connaissances des participants (67;109;141;176;198;202;216;225;233).

3.5.2 Les formations spécifiques

Un certain nombre de programmes pédagogiques s'appuient sur les techniques de télévision et de vidéo, qui bénéficient grandement de l'amélioration de la qualité du mode numérique ; le développement des outils de visioconférence, parfois sur un simple micro-ordinateur, permettrait d'enregistrer facilement du matériel pédagogique lors des téléconsultations ou des télé-réunions, en vue d'une diffusion ultérieure, après mise en forme (montage éliminant les temps morts, masquage des informations nominatives, ajout de commentaires, de séquences vidéo ou de schémas explicatifs...).

Plusieurs chaînes de formation médicale continue numériques débutent ou vont commencer, en France comme à l'étranger, à diffuser des programmes médicaux, telle **Médecine Plus Numérique™** diffusée sur **Canal Satellite™** depuis le 5 janvier 1998 (40).

Le Centre National d'Enseignement à Distance (CNED) prépare également une chaîne satellitaire de télévision pédagogique, en collaboration avec d'autres établissements de l'Éducation nationale, dont le centre de télé-enseignement de l'université René DESCARTES - PARIS 5 dirigé par André BONNIN et l'auteur.

Certains programmes de télé-médecine visent ces activités de télé-formation, délaissant plus ou moins les soins quotidiens. Cette tendance n'est pas récente (157) ; toutefois, elle progresse rapidement, surtout grâce au phénoménal développement du Web Internet en radiologie (92;169;203;204).

Depuis avril 1998, une expérience de télé-enseignement médical sur internet (Cyberfac 16) a débuté dans notre laboratoire de recherches en télé-médecine et télé-enseignement (Lurt-Cochin) à la faculté de médecine de Cochin (Université René DESCARTES - PARIS V).

Ce programme est destiné à la fois à la formation initiale des étudiants en médecine, à celle des internes et à la formation médicale continue. Un rapprochement s'est opéré en 1999 avec le programme d'université virtuelle développé au niveau central de l'Université René DESCARTES (*Programme UVP5* 17) qui s'appuie également sur les technologies du Web pour le télé-enseignement médical universitaire et post-universitaire, en partenariat avec des sociétés savantes.

En radiologie, il faut également citer le *serveur multimédia de la radiologie française* réalisé par l'équipe informatique du Centre hospitalo-universitaire de RENNES, en collaboration avec le *Collège des Enseignants de Radiologie de France* 18 ainsi que le site de la *Société française de radiologie médicale* 19.

En marge de ces sites institutionnels, de plus en plus de structures libérales isolées ou regroupées, parfois de petite taille, s'équipent d'un site Web, destiné à l'information de leurs correspondants et/ou du public 20.

Cette évolution existe également dans les autres domaines de la médecine (125), échocardiographie (9), chirurgie (161), anatomopathologie, avec, par exemple, le vaste réseau de télépathologie mis en œuvre depuis 1992 par l'institut d'anatomopathologie des forces armées américaines (AFIP, *Armed Forces Institute of Pathology*) (182) cytologie - hématologie (87) ou soins infirmiers (166), malgré la contradiction qui peut parfois opposer la téléformation et la volonté de rentabiliser commercialement au mieux les équipes surdimensionnées et suréquipées de certains pôles universitaires lourds.

3.6 Conclusion sur les aspects médicaux et économiques En principe, la téléradiologie présente de très nombreux avantages pour les patients et les médecins, dont les radiologistes, ainsi que pour la bonne marche d'ensemble des systèmes de santé,

Elle devrait contribuer à optimiser les soins en augmentant leur qualité à coût constant, parfois même en générant des économies. Ce dernier point reste cependant à démontrer de façon convaincante. Il existe, dans la littérature internationale, très peu de travaux établissant un bilan coût/efficacité complet.

Cela s'explique partiellement par l'immaturation des techniques et leur caractère expérimental conduisant à un coût artificiellement élevé des appareillages : il n'est évidemment pas pensable de réaliser une étude économique sérieuse de l'automobile à partir des coûts de la Formule 1...

3.6.1 Quelques responsables de programmes de télémédecine ont tenté de dégager des économies en supprimant ou en réduisant les coûts de transport grâce à l'emploi d'outils de la télémédecine.

Ces calculs sont convaincants surtout pour les programmes de télémédecine pénitentiaire (voir plus loin paragraphe **Erreur! Source du renvoi introuvable.**, page **Erreur! Signet non défini.**).

3.6.2 D'autres études, peu nombreuses, se sont fondées sur le différentiel des tarifs d'hospitalisation entre les grands centres urbains et les hôpitaux ruraux.

Cette différence est ainsi d'environ 40 % entre l'hospitalisation dans un petit hôpital rural et un séjour dans un centre hospitalo-universitaire de la *University of Georgia* (228).

3.6.3 D'autres équipes se sont focalisées sur l'économie réalisée en accélérant la sortie à domicile des patients grâce à des programmes de télémédecine post-opératoire

Ces travaux sont cités dans l'introduction de ce travail, page **Erreur! Signet non défini.** et suivantes.

3.6.4 Les bénéfices économiques sont surtout espérés par les organismes de "Managed Care"

Leurs promoteurs pensent *augmenter la productivité des équipes* radiologiques par le regroupement des gardes, par l'éviction des redondances de spécialités, surtout celles qui concernent des effectifs réduits de patients (neurochirurgie, radiologie interventionnelle complexe...) ; plusieurs opérations de fusions entre des institutions médicales antérieurement concurrentes ont ainsi été menées.

Cette approche va à l'encontre des préoccupations d'aménagement du territoire et de la lutte contre la désertification technique des campagnes 21, ce qui implique des choix politiques clairs.

Il semble que des recherches approfondies soient encore nécessaires pour disposer de stratégies d'évaluation adaptées à la téléradiologie et à la télémédecine ; une approche globale d'emblée est plus complexe à mettre en œuvre que l'évaluation par étapes successives, comme le proposent DECHANT et coll. (69) ou GRIGSBY et coll. (106).

Des évaluations économiques sérieuses ont ainsi véritablement débuté aux États-Unis en 1996 et 1997 sur des programmes trisannuels financés par l'État fédéral, dont les résultats sont impatientement attendus des financiers des organismes privés et publics de remboursement des soins. La structure des coûts et des modes de prise en charge est très différente en Amérique du

Nord de ce qui existe en France. Aussi ces travaux devront être soigneusement adaptés en validés à nouveau en France.

3. Conclusions médicales

Pour clore cette section médicale, il reste à souligner que les expériences réalisées dans d'autres domaines de la télémédecine aboutissent à des conclusions similaires, en faveur des systèmes interactifs, qui permettent aux utilisateurs d'exercer un contrôle à distance et sont à la fois bénéfiques à la prise en charge directe des patients et au télé-enseignement ou à la téléformation continue.

De plus en plus de systèmes adoptent pour, cette raison, une architecture fondée sur les standards internet du Web, complétée au besoin par des techniques plus spécifiques (DICOM pour les images médicales, standards d'échanges particuliers à la biologie médicale...) et exploitent simultanément des lignes spécialisées à haut débit entre grosses institutions et des liens RNIS pour autoriser la connexion des petites structures et des médecins libéraux indépendants.

A titre d'illustration de cette évolution, le lecteur pourra visiter le site internet du Centre hospitalo-universitaire de l'*East Carolina University* (E.C.U.) ²² qui présente une expérimentation de télémédecine multidisciplinaire(236), mêlant les technologies de visioconférence et du Web dans un réseau de télémédecine regroupant autour de l'E.C.U. une quarantaine de sites répartis sur 6 hôpitaux ruraux et 4 centres médicaux. On y trouve de nombreuses explications textuelles, des illustrations, des séquences vidéo présentant le programme et le département de télémédecine de l'E.C.U. Son responsable, le Dr BALCH, avait présenté en même temps que nous ses résultats au sommet du G-7 de Bruxelles consacré aux applications médicales des inforoutes et participe depuis au programme international de télémédecine mis en place sous l'égide du G-7 (*G-7 Global Healthcare Applications*) et qui regroupe le Canada, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Japon, les États-Unis et l'Australie.

L'extension du programme de télémédecine de l'E.C.U. a été décidée sur le résultat des évaluations économiques, alors que l'évaluation médicale de la qualité des soins ainsi procurés n'avait pas encore été conduite (82).

Le programme TELEQUEST™, qui regroupe cinq centres hospitalo-universitaires (*Bowman Gray*, le *Brigham And Women's Hospital*, *Emory University*, *University Of California at San Francisco* et *University of Pennsylvania*) est un autre exemple de cette tendance récente à la constitution de vastes consortiums de télémédecine aux USA.

Notes de fin de page

¹³ Cette pratique est courante et légale aux USA. En France, en revanche, la réalisation des échographies et la prise des clichés appartient au monopole du médecin, selon l'article L.372 du Code de la santé publique (CSP) qui définit l'exercice illégal de la médecine, et l'échographie est explicitement exclue des actes réalisables par les manipulateurs d'électroradiologie médicale selon le décret du 19 novembre 1997 susmentionné.

¹⁴ Il faut souligner ce critère d'efficience clinique, rarement présent dans les autres publications.

- 15 Un *cookie* est un petit fichier émis par un serveur qui s'installe dans la mémoire du disque dur de l'utilisateur, parfois à son insu, pour mémoriser les pages consultées et les réglages employés. Dans les meilleurs cas, le *cookie* ne peut être lu que par le serveur qui l'a installé et a une durée de validité réduite ; la technique a cependant parfois été détournée pour espionner l'utilisateur, mémoriser tous les sites consultés, les actions réalisées, afin de définir un profil électronique et d'adapter des offres commerciales, voire de pénétrer la sécurité de son réseau. Les programmes modernes de navigation permettent à l'utilisateur, dans une certaine mesure, de contrôler l'implantation des *cookies* sur son poste et de limiter leurs possibilités.
- 16 L'adresse du site internet CYBERFAC est : <http://www.lurt-cochin.prd.fr>
- 17 L'adresse du site internet de l'UVP5 est : <http://www.uvp5.univ-paris5.fr>
- 18 L'adresse du site internet du serveur multimédia de la radiologie française est : <http://www.med.univ-rennes1.fr/cerf/>
- 19 L'adresse du site internet de la Société Française de Radiologie est : <http://www.sfr-radiologie.asso.fr/>
- 20 À titre d'exemple, voici l'adresse du site destiné à l'éducation du public d'un groupement de radiologistes de Nice : <http://www.radiologie-nice.com>
- 21 le lecteur est invité à se reporter pour ce point au chapitre relatif à l'éthique pages 183 et suivantes.
- 22 Adresse : <http://www.telemed.med.ecu.edu>

4 ASPECTS DÉONTOLOGIQUES JURIDIQUES ET ÉTHIQUES

4 ASPECTS DÉONTOLOGIQUE, JURIDIQUES ET ÉTHIQUE

4.1 Aspects déontologiques de la téléradiologie

4.2 Aspects juridiques de la téléradiologie

4.3 Aspects éthiques

Les applications de la téléradiologie sont multiples, tant pour la prise en charge clinique des patients, que pour la recherche médicale ou l'enseignement de la médecine :

Offrir au patient le bénéfice de l'avis d'un spécialiste par la transmission électronique de ses données médicales peut favoriser un diagnostic plus exact et rapide, un traitement plus adapté ou épargner un déplacement inopportun sinon dangereux.

Les télétransmissions permettent d'assurer l'uniformisation des études multicentriques, de regrouper les expériences et le recrutement en malades de nombreuses équipes médicales, ce qui sera un outil précieux pour une recherche plus rapide, plus efficace, plus objective, plus scientifique.

La diffusion des connaissances médicales peut tirer partie de ces télétransmissions, pour relier les centres universitaires et les ouvrir aux autres structures de santé, hospitalières ou libérales, y compris les médecins isolés.

Limitier les examens, les traitements, les déplacements de patients à ce qui est médicalement nécessaire est humainement utile et économiquement souhaitable.

Tout ceci ne peut toutefois se concevoir sans envisager les aspects déontologiques, juridiques et éthiques de ces pratiques, ce qui est l'objet de cette section.

Ces trois domaines se recoupent partiellement : de nombreuses interrogations, comme celles relatives aux droits du patient relèvent à la fois de l'éthique, de la déontologie et du juridique.

Afin de limiter les redites ou la dispersion de réflexions connexes dans ces sous-sections, **le parti a été arbitrairement pris de traiter ces questions dans le cadre de la déontologie**, qui, par certains côtés est à l'interface de l'éthique et du droit.

4.1 Aspects déontologiques de la téléradiologie

La téléradiologie doit respecter l'ensemble des règles de la pratique médicale.

Avant de réaliser cette analyse de la télé-médecine au plan déontologique, il faut s'entendre sur la nature réelle de la déontologie.

4.1.1 Qu'est-ce que la déontologie ?

Le médecin est, avant tout, un *citoyen* soumis comme chacun au droit commun ; il répond, devant les tribunaux habituels, de sa responsabilité pénale et de sa responsabilité civile.

C'est aussi un *professionnel* auquel la médecine impose un surcroît de précautions éthiques et de règles professionnelles. De par la nature si particulière de son activité qui touche à la personne humaine, physique et mentale, le médecin doit s'imposer plus d'obligations que d'autres citoyens et accepter une discipline plus rigoureuse que le droit commun, garantie et sanctionnée par les instances disciplinaires de l'Ordre des médecins, sous le contrôle ultime du Conseil d'État.

La déontologie médicale n'est donc pas une règle de substitution, d'exception, "...un mécanisme étrange..." qui permettrait aux médecins "...de prétendre n'être point soumis aux règles communes au motif qu'ils le sont à celles qu'ils se sont choisies", ainsi que le formulait M.VIVANT ²³.

Il s'agit en réalité d'une reformulation, techniquement adaptée à la médecine, des principes généraux du droit ainsi que d'exigences éthiques complémentaires.

Certaines fautes déontologiques sanctionnées au plan disciplinaire ne sont pas constitutives d'une infraction pénale. Par exemple, la dérive commerciale de la pratique médicale est blâmable, bien

que le commerce soit une pratique sociale parfaitement admise et fort utile dans les domaines d'activités non médicales.

La règle déontologique médicale est cependant devenue depuis le Code de déontologie médicale de 1947 ²⁴, une règle de droit, édictée par un décret en Conseil d'État, sous la signature conjointe du Premier ministre et des ministres chargés de la santé, de la sécurité sociale et de la justice.

Cette règle de droit est de plus consacrée au plan international par la résolution du 19 janvier 1984 du Parlement européen sur une Charte européenne des droits des patients ²⁵ et par la Déclaration d'Amsterdam de l'Organisation mondiale de La Santé des 28 et 30 mars 1994.

Et cette règle de droit a définitivement été adoptée par les magistrats des tribunaux civils ²⁶ et administratifs ²⁷ qui l'analysent dorénavant très minutieusement pour apprécier les devoirs du médecin.

4.1.2 Interrogations déontologiques suscitées par la télé médecine

Certaines interrogations déontologiques découlent directement des préoccupations techniques et médicales exposées précédemment, par exemple celles relatives à la fiabilité incomplète de la technique ou à l'acceptabilité de la télé radiologie par les patients et les acteurs de santé.

Pour des raisons de commodité, ces questions seront abordées ici selon les rubriques classiques de la déontologie médicale, telles que les rappelait le professeur Bernard GLORION, président de l'Ordre national des médecins, lors de son allocution d'ouverture du colloque "*Déontologie médicale et télé médecine*" du 6 mai 1996 ²⁸ " L'acte médical comporte deux acteurs, le patient et le médecin. Le colloque singulier, l'examen clinique, le dialogue interactif ont constitué, de longue date, les bases de l'exercice médical empreint d'humanisme.

C'est pourquoi, l'éloignement de l'un par rapport à l'autre peut induire des conséquences, certaines bénéfiques, les autres dommageables, dont il est nécessaire d'étudier et d'apprécier les mérites comme les inconvénients : diminution ou restriction de la relation médecin — malade, perte ou gain de confiance vis-à-vis de cette pratique nouvelle, responsabilité personnelle des médecins utilisateurs, respect du secret professionnel et de la confidentialité des données échangées ou mises en commun."

Il faut se poser deux questions préliminaires : la télé radiologie est-elle admise par la déontologie ? Son existence crée-t-elle de nouveaux devoirs pour le médecin ?

Une fois le principe de la télé expertise accepté, il reste à préciser quelles conditions et modalités de télé radiologie conviennent au plan déontologique, pour s'assurer que ce nouvel outil ne compromet ni les droits fondamentaux du patient : (droit au choix de son médecin, droit à l'information, droit au secret, à la qualité des soins et à la réparation d'un éventuel dommage résultant d'une faute du médecin ou d'une défaillance du système) ni les devoirs du médecin à l'égard de ses confrères ou de la collectivité (tel le "*devoir d'économie*" qui limite le médecin "...à ce qui est nécessaire à la qualité, à la sécurité et à l'efficacité des soins.", comme le stipule l'article 8 du CDM de 1995).

La nature de la relation entre le "télé médecin" et le patient qui bénéficie de son activité mérite une réflexion approfondie : par exemple, le télé diagnostique radiologique et la lecture à distance de lames histologiques, *a priori* assez proches ne sont cependant pas totalement assimilables, puisque le radiologiste a habituellement un contact direct avec le patient ; leur cadre déontologique diffère profondément selon qu'il s'agit d'une télé expertise, ou d'un diagnostic primaire à distance.

Les conséquences de la télé médecine sur la nature des relations entre les praticiens doivent ensuite être évoquées, avec la possibilité de mise en concurrence à distance entre les radiologistes.

Note : La *télé assistance* médicale et la *télé surveillance* posent des questions déontologiques spécifiques, qui ne concernent pas la télé radiologie et ne seront donc pas abordées dans ce travail.

4.1.3 Le caractère licite de la télé-médecine

Lorsque notre expérimentation de télé-diagnostic a été conçue, il existait très peu de réponses aux interrogations évoquées ci-dessus.

La situation a heureusement évolué. Ainsi, le caractère licite de la télé-expertise radiologique ²⁹ n'est quasiment plus débattu de nos jours ; toutefois le télé-diagnostic radiologique ³⁰ tout comme la télé-assistance médicale primaire ³¹, restent, en France, contestés lorsqu'ils ne sont pas motivés par l'urgence ou par une difficulté réelle des déplacements du patient et/ou du médecin.

4.1.3.1 *Lors de la naissance des premiers projets français de télé-médecine, comme à l'apparition de l'Internet, un "vide" juridique et déontologique était souvent allégué, parfois pour rejeter l'outil sans plus de discussion.*

En réalité, comme le souligne le rapport du Conseil d'État intitulé "*Internet et les réseaux numériques*" (70), "... l'ensemble de la législation existante s'applique aux acteurs d'Internet, notamment les règles de protection du consommateur et celles qui garantissent le respect de l'ordre public. **Il n'existe pas et il n'est nul besoin d'un droit spécifique de l'Internet et des réseaux** : ceux-ci sont des espaces dans lesquels tout type d'activité peut être pratiqué et **toutes les règles régissant un domaine particulier** (publicité, fiscalité, propriété intellectuelle,...) **ont vocation à s'appliquer.**"

Par ailleurs, la *Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés* (CNIL) interrogée dès 1991 par l'AP-HP sur une expérimentation de télé-expertise en radiologie pédiatrique à l'hôpital Armand TROUSSEAU, avait donné son accord sous réserve que "...les médecins correspondants participant au réseau soient dûment informés lors de chaque utilisation du système que l'avis consultatif qui leur est fourni par l'équipe d'urgence de l'hôpital Trousseau ne peut en aucun cas les dégager en rien de leur responsabilité en matière de diagnostic, traitement et décision de transférer ou non le malade à l'hôpital Trousseau." (2)

Deux inférences étaient tirées par certains commentateurs de cette décision (154): la télé-expertise radiologique serait admise, puisqu'elle a été consacrée par les juristes de la CNIL, connus pour être plutôt pointilleux ; le médecin demandeur d'avis resterait totalement responsable de sa conduite, et donc (?) le "télé-expert" n'engagerait aucunement sa responsabilité en distribuant des avis par l'intermédiaire de l'outil de télé-médecine .

Les commentaires ordinaires ont temporairement suivi ces positions, séduits par la chimère de la nécessité de nouveaux principes déontologiques et juridiques imposés par cette nouvelle technique (74;75).

Les récentes analyses sont opportunément revenues s'abreuver aux sources de la déontologie, comme nous le suggérons (39;118), pour appliquer à la télé-médecine les principes traditionnels de la déontologie, quitte à parfois les adapter pour prendre en compte de nouvelles possibilités technologiques (76).

4.1.3.2 *L'utilisation de la télé-radiologie pour obtenir un second avis, est désormais licite et même recommandé.*

La déontologie médicale reconnaît depuis très longtemps la possibilité et la nécessité d'échanges d'avis entre médecins.

Note : Dérivé du latin '*consultatio*', (action de consulter) et de '*consultare*', (prendre un avis, un conseil de quelqu'un), le terme "*consultation*" signifie la réunion de médecins auprès d'un malade pour délibérer sur les moyens de le secourir (selon **Littré**) ou l'action de prendre ou de donner avis (selon **Robert**).

La seconde utilisation, plus récente (apparue au XX^e siècle), du terme de "*consultation*" pour l'action de recevoir des malades, par opposition à la "*visite*" où le médecin se rend chez le malade a été consacrée par la nomenclature médicale des actes professionnels de l'assurance maladie.

Ce glissement sémantique, expliqué - sinon justifié - par les difficultés de déplacements, de coordination des agendas, le manque de temps et l'accélération de la vie citadine, s'est accompagné d'un glissement des pratiques puisque les nombreux spécialistes ne se limitent plus à répondre par un courrier adressé au médecin traitant pour l'informer de leurs conclusions

diagnostiques et de leurs propositions thérapeutiques. À l'inverse, ils prennent complètement en charge le patient et décident, sans en référer au médecin traitant, de leurs orientations diagnostiques et thérapeutiques ; ils délivrent directement au patient leur prescription et en assurent eux-mêmes le suivi.

Initialement, c'était en présence du médecin traitant, sous son initiative ou à la demande du patient, que s'opérait cette *consultation* et ce n'est que récemment que l'habitude fut prise d'adresser le patient seul chez le spécialiste.

Il est important de constater combien les rédactions successives des codes de déontologie médicale témoignent de cette évolution des pratiques médicales, avec le développement des spécialités et l'amoindrissement du rôle quasi-exclusif du médecin de famille, au bénéfice d'une collaboration médicale au sein d'une équipe multidisciplinaire :

4.1.3.1.1 le règlement de déontologie de 1936

Ce règlement publié par la Confédération des syndicats médicaux français en 1936, après une longue gestation ayant débuté avec le siècle, comportait quatre articles traitant de la consultation, au sens le plus traditionnel du terme, au sein d'une longue section traitant des "devoirs de confraternité". Les modalités de la consultation entre médecins étaient détaillées, ce qui ne sera plus autant le cas par la suite.

Le médecin traitant avait un rôle central. Le consultant paraissait plus auxiliaire et ne devait pas revoir le patient de sa propre initiative.

Il était déjà implicitement reconnu que l'avis donné à un médecin par un autre était un acte médical indépendant, justifiant une rémunération.

Article 11 : Si une consultation entre médecins est demandée par le malade, ou, à défaut, par ses proches, le médecin doit déférer à cette demande.

Article 32 : Lorsqu'une consultation médicale est demandée par la famille ou par le médecin traitant, celui-ci peut indiquer le consultant qu'il préfère, mais il doit laisser la plus grande liberté à la famille et accepter le consultant qu'elle désire, si l'honnêteté et la valeur de ce confrère sont au-dessus de toute suspicion ; il doit s'inspirer avant tout de l'intérêt de son malade

Le médecin traitant peut se retirer si on veut lui imposer un consultant qu'il refuse pour des raisons personnelles, par discipline syndicale, ou parce qu'il le juge incapable ; il ne doit à personne l'explication de son refus. Il en est de même pour le choix d'un chirurgien ou d'un spécialiste. C'est le médecin traitant qui doit prévenir le ou les consultants et s'entendre avec eux sur le jour et l'heure.

Article 33 : Dans le cas d'une consultation entre médecins, le médecin traitant doit arriver le premier et mettre la famille au courant des usages et de la question des honoraires.

Il est d'ancienne et bonne règle que la consultation, dirigée par le doyen d'âge des médecins consultants, comprenne quatre temps

Une conférence préalable

2) L'examen du malade

3) Une conférence secrète

4) La communication de la consultation à la famille.

S'il y a divergence d'opinion entre les médecins, le médecin traitant peut, ou bien accepter la prescription jugée nécessaire par le médecin consultant ou refuser d'en accepter la responsabilité, s'il la juge inopportune ou dangereuse ; dans ce dernier cas, il prévient le malade ou, de préférence, ses proches, de la divergence d'opinions et il demande une autre consultation.

Il peut se retirer si la famille du malade préfère l'avis du médecin consultant et si elle refuse une nouvelle consultation.

Article 34 : Le médecin consultant ne doit revoir le malade qu'appelé par le médecin traitant.

Dans aucun cas, un médecin ne peut devenir médecin traitant du malade auprès duquel il a été appelé comme consultant, sans l'autorisation formelle du médecin qui l'avait appelé en consultation.

Article 36 : Les chirurgiens et les spécialistes ne doivent pas faire d'opération importante sans en avoir avisé le médecin traitant, sauf opposition formelle du malade.

Article 37 : Les chirurgiens, les spécialistes, les médecins des villes d'eaux auxquels un malade est personnellement adressé par un médecin, doivent envoyer par écrit à ce confrère le résultat de cet examen."

4.1.3.1.2 Le premier code de déontologie médicale de 1941

Ce code n'était encore qu'un simple règlement intérieur de la profession, et pas encore un décret gouvernemental ; il consacrait une section entière à la consultation médicale et aux rapports entre médecins, dont les six articles reproduits ci-dessous :

Article 32 : Lorsqu'une consultation médicale est demandée par la famille ou par le médecin traitant, celui-ci peut indiquer le consultant qu'il préfère, mais il doit laisser la plus grande liberté à la famille et accepter le consultant qu'elle désire si la valeur de ce confrère est connue ; il doit s'inspirer avant tout de l'intérêt de son malade.

Le médecin traitant peut se retirer si on veut lui imposer un consultant qu'il refuse pour des raisons personnelles ou parce qu'il le juge incapable ; il ne doit à personne l'explication de son refus. Les mêmes prescriptions sont valables pour le choix d'un chirurgien ou spécialiste, ou d'un établissement médical. C'est le médecin traitant qui doit prévenir le ou les consultants et s'entendre avec eux sur le jour et l'heure de la consultation, sauf le cas où il s'est déporté.

Article 34 : En cas de divergence d'opinion au cours d'une consultation, le médecin traitant peut refuser de prendre la responsabilité de la prescription du médecin consultant. Il doit alors en prévenir le malade ou de préférence ses proches, demander une autre consultation et, si elle est refusée, se retirer à moins que l'on n'accepte de suivre ses propres conseils.

Article 35 : Le médecin consultant ne doit revoir le malade qu'appelé par le médecin traitant. Dans aucun cas, un médecin ne peut devenir médecin traitant du malade auprès duquel il a été appelé comme consultant, sans l'autorisation formelle du médecin qui l'avait appelé en consultation.

Article 36 : Le cabinet du médecin est un terrain neutre où il peut donner ses conseils et ses soins à tous ceux qui se présentent à lui, même s'ils ont habituellement un autre médecin traitant.

Article 37 : Les chirurgiens, les spécialistes, les médecins de station de cure auxquels un malade est personnellement adressé par un médecin, doivent envoyer par écrit à ce confrère le résultat de leur examen.

Leur mission spéciale terminée, il leur est interdit de rester en relation d'ordre médical avec le malade, pour d'autres soins que ceux de leur spécialité.

Article 38 : Dans l'intérêt du malade, un chirurgien ou un spécialiste consulté directement doit s'efforcer de connaître le nom du médecin traitant et, si le malade en a un, se mettre en rapport avec lui.

4.1.3.1.3 Le code de déontologie de 1947 :

Ce code, le premier à prendre la forme d'un décret gouvernemental comportait, entre autres, les neuf articles reproduits ci-après, relatifs à la consultation ; il n'annonçait pas de grande modification des principes de la collaboration entre médecins. ; ce code réitérait l'interdiction faite au consultant de revoir le patient sans l'approbation du médecin traitant, "*au cours de la maladie ayant motivé la consultation*", ce qui constituait indéniablement une restriction nouvelle à cette interdiction. Il prenait en compte l'évolution sociale (p.ex., la création de l'assurance maladie) pour établir des compromis entre les principes traditionnels de la médecine et les devoirs du médecin envers la collectivité.

Article 34 : Quand, au cours d'une consultation entre médecins, les avis du consultant et du médecin traitant diffèrent essentiellement, le médecin traitant est libre de cesser ses soins si l'avis du consultant prévaut.

Article 39 : La rencontre en consultation entre un médecin traitant et un médecin consultant légitime pour le premier des honoraires spéciaux.

Article 41 : Tout partage d'honoraires entre médecin traitant, d'une part, consultant, chirurgien ou spécialiste, d'autre part, lors d'une consultation ou d'un acte opératoire, est formellement interdit.

Chaque médecin doit présenter sa note personnelle. En aucun cas, le chirurgien, spécialiste ou consultant ne peut accepter de remettre lui-même les honoraires au médecin traitant, mais il doit préciser que ces derniers ne sont pas compris dans la note. L'acceptation, la sollicitation ou l'offre d'un partage d'honoraires, même non suivi d'effet, constitue une faute professionnelle grave.

Article 43 . - Le médecin consultant ou spécialiste qui a reçu à son cabinet un malade venu spontanément à l'insu de son médecin traitant, doit chercher à s'enquérir auprès du malade du nom de ce dernier, afin de lui faire part de ses observations et, éventuellement, de la possibilité d'une intervention, sauf opposition du malade.

Article 59 . - Le médecin traitant d'un malade doit, en principe, accepter de rencontrer en consultation tout confrère, inscrit au tableau de l'Ordre, quand cette consultation est demandée par le malade ou sa famille. Lorsqu'une consultation est demandée par la famille ou le médecin traitant, celui-ci peut indiquer le consultant qu'il préfère, mais il doit laisser la plus grande liberté à la famille et accepter le consultant qu'elle désire, si la valeur de ce confrère est connue ; il doit s'inspirer avant tout de l'intérêt de son malade. Le médecin traitant peut se retirer si on veut lui imposer un consultant qu'il refuse. Il ne doit à personne l'explication de son refus... Il appartient au médecin traitant de prévenir le ou les consultants et de s'entendre avec eux sur le jour et l'heure de la consultation, sauf dans le cas où il s'est retiré.

Article 60 . - À la fin d'une consultation entre deux ou plusieurs médecins, il est de règle que leurs conclusions rédigées en commun soient formulées par écrit, signées par le médecin traitant et contresignées par le ou les consultants. Quand il n'est pas rédigé de conclusions écrites, le consultant est censé admettre qu'il partage entièrement l'avis du médecin traitant.

Article 61 . - Le médecin traitant et le médecin consultant ont le devoir d'éviter soigneusement, au cours et à la suite d'une consultation, de se nuire mutuellement sans l'esprit du malade ou se sa famille.

Article 62 . - En cas de divergence de vues importante et irréductible au cours d'une consultation, le médecin traitant est en droit de décliner toute responsabilité et de refuser d'accepter le traitement préconisé par le médecin consultant. Si ce traitement est accepté par le malade, le médecin traitant peut cesser ses soins pendant toute sa durée.

Article 63 . - Un médecin consultant ne doit jamais revenir voir un malade examiné en commun, en l'absence du médecin traitant ou sans son approbation, au cours de la maladie ayant motivé la consultation."

4.1.3.1.4 Neuf articles du code de déontologie de 1955 concernaient la consultation :

Ce code plus complet que le précédent, ne comportait pas encore de grosses modifications des principes déontologiques de la consultation par rapport au précédent. Ses principales innovations étaient l'affirmation solennelle dès l'article 2 du respect de la vie et de la personne humaine, et l'introduction de la notion de *qualité* des soins et des actes médicaux (article 4). Il précisait que cette recherche de qualité devait respecter la limitation des actes au nécessaire, même en présence d'un tiers payant (article 48). Il envisageait explicitement la possibilité pour un patient de s'adresser à un autre praticien, indépendamment de son médecin traitant. Il était encore recommandé à ce dernier de prendre contact avec le médecin traitant.

Article 43 : La rencontre en consultation entre un médecin traitant et un médecin consultant, légitime pour le premier des honoraires spéciaux.

Article 44 : Tout partage d'honoraires entre médecin traitant d'une part, consultant, chirurgien ou spécialiste d'autre part, lors d'une consultation ou d'un acte opératoire, étant formellement interdit, chaque médecin doit présenter sa note personnelle.

En aucun cas le chirurgien, spécialiste ou consultant, ne peut accepter de remettre lui-même les honoraires au médecin traitant, mais il doit préciser que ces derniers ne sont pas compris dans sa note. L'acceptation, la sollicitation ou l'offre d'un partage d'honoraires, même non suivi d'effet, constitue une faute professionnelle grave.

Article 61 : Le médecin appelé auprès d'un malade que soigne un de ses confrères doit respecter les règles suivantes :

Si le malade entend renoncer aux soins de son premier médecin, s'assurer de cette volonté expresse et prévenir le confrère.

Si le malade a simplement voulu demander un avis sans changer de médecin traitant, proposer une consultation en commun et se retirer après avoir assuré les seuls soins d'urgence. Au cas où pour une raison valable la consultation paraîtrait impossible ou inopportune le médecin pourrait examiner le malade, mais réserverait à son confrère son avis sur le diagnostic et le traitement. Si le malade a appelé, en raison de l'absence de son médecin habituel, un autre médecin, celui-ci doit assurer les soins pendant cette absence, les cesser dès le retour du confrère et donner à ce dernier toutes informations utiles.

Article 62 : Le médecin peut, dans son cabinet, accueillir tous les malades, quel que soit leur médecin traitant, sous les réserves indiquées à l'article suivant.

Article 63 : Le médecin consulté à son cabinet par un malade venu à l'insu de son médecin traitant doit s'efforcer d'entrer en rapport avec ce dernier afin de lui faire part de ses conclusions, sauf opposition du malade.

Article 64 : Le médecin traitant d'un malade doit proposer une consultation dès que les circonstances l'exigent. Il doit accepter une consultation demandée par le malade ou son entourage. Dans les deux cas le médecin traitant propose le consultant qu'il juge le plus qualifié, mais il doit tenir compte des désirs du malade et accepter en principe, sauf raison sérieuse, de rencontrer en consultation tout médecin inscrit au tableau de l'Ordre. Il a la charge d'organiser les modalités de la consultation. Si le médecin traitant ne croit pas devoir donner son agrément au choix formulé, il a la possibilité de se retirer et ne doit à personne l'explication de son refus.

Article 65 : À la fin d'une consultation entre deux ou plusieurs médecins, il est de règle que leurs conclusions rédigées en commun soient formulées par écrit, signées par le médecin traitant et contresignées par le ou les médecins consultants. Quand il n'est pas rédigé de conclusions écrites, le consultant est censé admettre qu'il partage entièrement l'avis du médecin traitant.

Article 66 : Quand, au cours d'une consultation entre médecins, les avis du consultant et du médecin traitant diffèrent essentiellement, le médecin traitant est libre de cesser les soins si l'avis du consultant prévaut.

Article 67 : Un médecin qui a été appelé en consultation ne doit pas revenir auprès du malade examiné en commun, en l'absence du médecin traitant ou sans son approbation au cours de la maladie ayant motivé la consultation.

4.1.3.1.5 Le Code de déontologie de 1979 comportait les huit articles suivants, relatifs à la consultation :

Ce code était sensiblement différent des précédents, pour tenir compte des évolutions techniques, scientifiques et sociaux intervenus depuis le précédent code de 1955. Il adoptait un nouveau plan, avec une première section traitant des devoirs généraux des médecins, pour affirmer l'unité de la profession, et mettait l'accent sur les devoirs et obligations morales du médecin : respect de la personne humaine, de la volonté du malade, du secret professionnel, responsabilité du médecin vis-à-vis de la collectivité et de la santé publique.

En ce qui concernait les devoirs de confraternité, il insistait plus qu'avant sur la nécessité de tenir compte de la volonté du malade et envisageait directement le détournement de clientèle d'un médecin par un autre ; il n'imposait plus à un praticien de prendre contact avec l'ancien médecin traitant du patient lorsque celui-ci décidait de changer de médecin de famille et ne souhaitait pas ce contact entre les médecins. Une nouvelle restriction apparaissait envers l'interdiction faite à un consultant de revoir le patient au cours de la même maladie "*de sa propre initiative*".

Toutefois il était explicitement indiqué qu'un médecin spécialiste ne devait pas revoir directement le patient lorsque les soins ultérieurs étaient "*...de la compétence du médecin traitant.*"

Article 51 : Le détournement ou la tentative de détournement de clientèle est interdit.

Article 52 : Le médecin appelé auprès d'un malade que soigne un de ses confrères doit respecter les règles suivantes :

si le malade entend renoncer aux soins de son premier médecin, il donne les soins ;

si le malade a simplement voulu demander un avis sans changer de médecin pour autant, il propose une consultation en commun ; si le malade refuse, il lui donne son avis et éventuellement les soins d'urgence nécessaires ; en accord avec le malade, il en informe le médecin traitant ;

si le malade a appelé, en raison de l'absence de son médecin habituel, un autre médecin, celui-ci doit assurer les soins pendant cette absence, les cesser dès le retour du confrère et donner à ce dernier, en accord avec le malade, toutes informations utiles. En cas de refus du malade, il doit informer celui-ci des conséquences que peut entraîner ce refus.

Article 53 : Dans son cabinet, le médecin peut accueillir tous les malades, qu'ils aient ou non un médecin traitant. S'il est consulté à son cabinet par un malade venu à l'insu de son médecin traitant, le médecin doit, après accord du malade, essayer d'entrer en rapport avec son confrère, afin d'échanger leurs informations et de se faire part mutuellement de leurs observations et de leurs conclusions.

Article 55 : Le médecin doit proposer une consultation avec un confrère dès que les circonstances l'exigent. Il doit accepter une consultation demandée par le malade ou son entourage. Dans les deux cas, le médecin propose le consultant qu'il juge le plus qualifié, mais il doit tenir compte des désirs du malade et accepter, en principe, sauf raison sérieuse, de rencontrer en consultation tout médecin inscrit au tableau de l'Ordre ou autorisé à exercer en vertu de l'article L. 356-1 du Code de la santé publique. Il a la charge d'organiser les modalités de la consultation. Si le médecin ne croit pas devoir donner son agrément au choix exprimé par le malade ou son entourage, il a la possibilité de se retirer et ne doit à personne l'explication de son refus. À la fin d'une consultation entre deux ou plusieurs médecins, il est de règle que leurs conclusions, rédigées en commun, soient formulées par écrit, signées par le médecin traitant et contresignées par le ou les consultants. Quand il n'est pas rédigé de consultation écrite, le consultant est censé admettre qu'il partage entièrement l'avis du médecin traitant.

Article 56 : Quand, au cours d'une consultation entre médecins, les avis du consultant et du médecin traitant diffèrent profondément, le malade doit en être informé. Le médecin traitant est libre de cesser ses soins si l'avis du consultant prévaut auprès du malade ou de sa famille.

Article 57 : Un médecin qui a été appelé en consultation ne doit pas, de sa propre initiative, revenir auprès du malade examiné en commun en l'absence du médecin traitant ou sans son approbation, au cours de la maladie ayant motivé la consultation.

Article 58 : Un médecin qui a été appelé en consultation ou qui a reçu un malade envoyé en consultation par un confrère ne doit pas, sauf volonté contraire du malade, poursuivre les soins exigés par l'état du patient lorsque ces soins sont de la compétence du médecin traitant.

Article 59 : Lorsque plusieurs médecins collaborent pour l'examen ou le traitement d'un même malade, chacun des praticiens assume ses responsabilités personnelles. Il est ainsi, par exemple, dans l'équipe que forment le chirurgien et les praticiens auxquels il est fait appel. En revanche, le ou les aides opératoires choisis par le chirurgien travaillent sous son contrôle ; leur rémunération peut être incluse dans les honoraires demandés par le chirurgien, en particulier pour l'application de la réglementation de l'assurance maladie.

4.1.3.1.5 Finalement, quatre articles, partiellement redondants, de l'actuel Code de déontologie médicale de 1995 ³² incitent le médecin prenant en charge un patient à disposer des moyens nécessaires et à demander un avis complémentaire en cas de besoin :

Ce code, assez proche du précédent dans l'esprit, est plus succinct que les précédents en ce qui concerne la consultation traditionnelle, à laquelle il réserve les six articles 58 à 64.

Les anciens codes de déontologie précisaient que le médecin avait la charge d'organiser la consultation d'un confrère, "en accord avec le patient et son entourage". Cette disposition, qui n'a pas été reprise dans le texte actuel, pourrait retrouver une nouvelle application en s'adaptant aux téléconsultations et aux téléexpertises.

En revanche, il fait une plus grande place qu'auparavant aux droits du patient et au devoir du médecin de s'entourer des avis les plus éclairés et des moyens techniques les plus performants. Surtout, il intègre la législation nouvelle sur l'éthique biomédicale et les évolutions jurisprudentielles relatives au consentement éclairé du patient.

Article 32 : Dès lors qu'il a accepté de répondre à une demande, le médecin s'engage à assurer personnellement au patient des soins consciencieux, dévoués et fondés sur les données acquises de la science, en faisant appel, s'il y a lieu, à l'aide de tiers compétents.

Article 33 : Le médecin doit toujours élaborer son diagnostic avec le plus grand soin, en y consacrant le temps nécessaire, en s'aidant dans toute la mesure du possible des méthodes scientifiques les mieux adaptées et, s'il y a lieu, de concours appropriés.

Article 60 : Le médecin doit proposer la consultation d'un confrère dès que les circonstances l'exigent ou accepter celle qui est demandée par le malade ou son entourage. Il doit respecter le choix du malade et, sauf objection sérieuse, l'adresser ou faire appel à tout consultant en situation régulière d'exercice. S'il ne croit pas devoir donner son agrément au choix du malade, il peut se récuser. Il peut aussi conseiller de recourir à un autre consultant, comme il doit le faire à défaut de choix exprimé par le malade. À l'issue de la consultation, le consultant informe par écrit le médecin traitant de ses constatations, conclusions et éventuelles prescriptions en avisant le patient.

Article 71 : Le médecin doit disposer, au lieu de son exercice professionnel, d'une installation convenable, de locaux adéquats pour permettre le respect du secret professionnel et de moyens techniques suffisants en rapport avec la nature des actes qu'il pratique ou de la population qu'il prend en charge. Il doit notamment veiller à la stérilisation et à la décontamination des dispositifs médicaux qu'il utilise et à l'élimination des déchets médicaux selon les procédures réglementaires. Il ne doit pas exercer sa profession dans des conditions qui puissent compromettre la qualité des soins et des actes médicaux ou la sécurité des personnes examinées. Il doit veiller à la compétence des personnes qui lui apportent leur concours.

4.1.3.2 La téléexpertise ³³ et la téléconsultation ³⁴ ne sont donc que des avatars techniques modernes de la consultation traditionnelle (39;118), et comme tels sont parfaitement validées par l'Ordre national des médecins (76).

4.1.3.2.1 L'absence de recours à la téléexpertise ou à la téléconsultation peut, **de facto**, être considérée comme une faute déontologique, **dès lors que la technique est disponible.**

Il est probable que l'argument sera un jour avancé par un patient mécontent de sa prise en charge médicale et s'il y voit la source d'une *perte de chance*, sinon d'une faute contractuelle ; rien ne s'oppose à ce raisonnement qui entre dans la logique de l'obligation de moyens caractérisant la relation médecin - malade depuis *l'arrêt Mercier* de 1936 de la Cour de Cassation.

Aux USA, il faut citer, dans cet esprit, le cas d'un urgentiste condamné au tribunal civil (3) pour n'avoir pas appelé le radiologiste d'astreinte pour l'interprétation d'une radiographie thoracique qui montrait un pneumothorax. Cet urgentiste n'avait initialement pas fait ce diagnostic, redressé le lendemain par l'interprétation du radiologiste. En l'espèce, il s'agissait encore d'un déplacement, mais la même logique s'appliquerait évidemment à la télémédecine.

4.1.3.2.2 Plus spécifiquement, l'extension de la téléradiologie pourrait également aboutir à créer une obligation déontologique, voire légale, d'obtenir par télétransmission les radiographies précédentes pour interpréter de façon comparative un nouvel examen.

Les données scientifiques ne manquent pas pour démontrer que l'interprétation est plus fiable lorsque l'on dispose des anciens clichés ; aux USA, le radiologiste qui, disposant d'archives radiologiques pour un patient, ne prendrait pas la peine de les ressortir pour une lecture comparative serait automatiquement en tort en cas d'erreur diagnostique ³⁵. Les Nord-américains envisagent donc que le développement des échanges d'images puisse élargir cette obligation aux clichés archivés par des confrères qu'ils devraient alors se faire adresser sous forme électronique (32).

Cependant, pour envisager cette obligation de se faire communiquer les radiographies précédentes, il faudrait préalablement que les radiologistes français deviennent légalement les gardiens des examens d'imagerie qu'ils réalisent, comme c'est le cas pour leurs confrères américains. Il n'en est pas encore actuellement question en France.

4.1.3.2.3 La généralisation, au sein des cabinets, des services ou des départements d'imagerie des hôpitaux et des cliniques des techniques de télétransmission des images médicales pourrait également aboutir à d'autres modifications de la façon de travailler au quotidien

Par exemple, il deviendrait facile de généraliser la technique du tri systématique avant interprétation.

Cette technique, décrite par BHATTACHARYY (38), est appliquée en routine dans le laboratoire libéral d'anatomopathologie de P. DUSSERRE et coll. à DIJON ; elle consiste à interpréter individuellement sur le champ tous les examens qui ne posent aucune difficulté, et à mettre

systématiquement de côté, pour une interprétation collégiale, tous ceux sur lesquels plane un doute ou une incertitude.

En fin de demi-journée (par exemple) le groupe de travail **36** se réunit pour étudier tous les cas difficiles mis de côté par chacun, les interpréter collectivement ou convenir au besoin des techniques complémentaires à mettre en œuvre, voire déterminer l'identité d'un ou plusieurs téléexperts à consulter. En cas de nécessité, il est possible également de prendre un contact avec les médecins ou chirurgiens responsables du patient.

Cette taylorisation médicale révolutionnaire au premier regard n'est en réalité que la systématisation d'une pratique existant sur un mode occasionnel dans la plupart des structures où collaborent plusieurs radiologistes. Le développement des technologies de la communication et de traitement de l'information permettrait de généraliser cette technique du tri et de la rendre accessible aux radiologistes isolés.

Il n'est pas exclu que le mécanisme d'accréditation des soins puisse conduire à formaliser par écrit ces procédures et à les rendre systématiques alors qu'elles étaient auparavant livrées à l'initiative de chacun et aux aléas des disponibilités individuelles ou matérielles.

4.1.3.3 Les possibilités de téléexpertise et de téléconsultation ne doivent cependant servir d'alibi pour outrepasser sciemment ses compétences et sa qualification.

4.1.3.3.1 Le médecin doit avant tout veiller à l'intérêt du patient et s'interroger sur sa capacité à prendre en charge le patient qui le sollicite.

La déontologie médicale lui impose, dans la négative, de se récuser et d'adresser le patient à un confrère plus à même de convenir, comme le prescrit l'article 70 du présent Code de déontologie médicale (C.D.M.) :

Article 70 : Tout médecin est, en principe, habilité à pratiquer tous les actes de diagnostic, de prévention et de traitement. Mais il ne doit pas, sauf circonstances exceptionnelles, entreprendre ou poursuivre des soins, ni formuler des prescriptions dans des domaines qui dépassent ses connaissances, son expérience et les moyens dont il dispose.

4.1.3.3.2 Un parallèle peut également être tracé avec la déontologie traditionnelle de l'expertise juridique :

Le médecin expert ne doit accepter une expertise que s'il en a les compétences, et ne doit envisager le recours à un *sapiteur*, (l'aide de l'expert *dans une spécialité différente*), que pour une partie limitée de sa mission. L'expert reste libre d'accepter ou de rejeter les conclusions de son sapiteur, et doit assumer l'entière responsabilité de ce choix. Il importe donc qu'il soit suffisamment compétent pour le faire en toute conscience.

4.1.4 Les relations de télémédecine entre patient et médecin

4.1.4.1 La nature du lien entre le patient et le télémédecin mérite attention.

4.1.4.1.1 Il peut parfois ne pas exister de relation directe entre le patient et le téléexpert.

C'est, il semble, le cas d'une demande d'avis informelle, effectuée en différé ou hors de la présence du patient, sur un élément anonyme isolé du dossier, par exemple sur une radiographie, une lame, ou un résumé clinique anonymes.

Aux USA, l'existence d'une relation patient – consultant est reconnue par les tribunaux à partir du moment où existe un ou plusieurs des éléments suivants (32):

Le médecin a rencontré le patient ou son identité lui a été révélée ;

Le consultant a eu accès au dossier médical du patient ;

Le consultant a examiné le patient ;

Le consultant a perçu ou doit percevoir une rémunération pour cet acte ;

Le patient ou un de ses représentants a signé un contrat avec le consultant.

4.1.4.1.2 L'existence d'une relation est à l'inverse parfois évidente.

C'est le cas, par exemple, d'une téléconsultation interactive par visioconférence, voire lors d'une demande d'avis effectuée en différé à la demande du patient, si le médecin traitant adresse au téléconsultant une grande partie des informations du dossier médical, ou enfin, si une rémunération à l'acte était consentie au nom du patient pour cette demande d'avis.

4.1.4.1.3 La question doit être débattue pour les situations intermédiaires.

Faut-il fixer une réponse, ordinaire ou législative (?) pour les demandes d'avis plus limitées, effectuées en différé, telle l'interprétation d'une image radiologique ou d'une coupe histologique, ou convient-il de laisser la question à l'appréciation *in concreto* du juge, lorsqu'un litige apparaîtra ?

4.1.4.2 La télémédecine ne doit pas modifier les devoirs généraux des médecins envers leurs patients :

Ces devoirs généraux sont notamment le respect de la vie humaine, celui de la personne et de sa dignité (article 1), le dévouement, la moralité et la probité (article 2), le respect du secret professionnel et celui de la vie privée du patient (article 3), l'indépendance du médecin... En fait, la très grande majorité des principes posés par le code de déontologie peuvent être déclinés pour la télémédecine comme pour toute autre activité médicale.

Certains de ces points ont cependant une application spécifique à la téléradiologie ou à la télémédecine et seront revus plus loin, avec proposition de quelques principes directeurs pratiques ou techniques inspirés par la déontologie pour la téléradiologie (voir pages 62 et suivantes).

4.1.5 Les relations de télémédecine entre médecins

Il faut tout d'abord considérer séparément les relations entre radiologistes et médecins demandeurs d'examen d'une part, et d'autre part les relations entre les radiologistes. Les relations entre radiologistes sont de deux types : d'une part, la *coopération* entre confrères peut être renforcée et facilitée par les outils de la téléradiologie, et c'est précisément l'objet de la téléexpertise ou de notre expérimentation de télédiagnostic interactif entre deux équipes médicales. Toutefois, les mêmes outils, employés différemment, pourraient exacerber *concurrency et rivalités* entre praticiens, l'obstacle de la distance ne jouant plus.

4.1.5.1 Les relations entre radiologistes et médecins cliniciens

Bien employés, les outils de la télémédecine peuvent majorer la disponibilité des radiologistes auprès de leurs correspondants naturels, les médecins cliniciens et faciliter l'obligation déontologique faite aux seconds de demander l'avis des premiers.

Mal employés, ces outils peuvent accentuer la confusion ressentie par les patients et par leurs médecins, devant la multiplicité des intervenants et les difficultés de coordination et de transmission des informations. Il est du devoir de tout médecin de combattre ces difficultés.

Les conditions d'acceptabilité de la téléradiologie par les cliniciens et des modifications entraînées par cette technique sur les relations cliniciens — radiologistes ont été envisagées dans la section précédente, respectivement aux pages 39 et 44. Le radiologiste qui prend l'initiative de mettre en place une solution de téléradiologie devrait être particulièrement vigilant sur ces points qui conditionnent tout autant la réussite de son projet que les choix techniques.

Notre expérience, à laquelle participaient plusieurs médecins québécois et français, nous a montré que la visioconférence n'était pas un gadget ; tous les participants ont reconnu, comme la majorité des auteurs d'articles consacrés à ce sujet, que l'image de l'interlocuteur apportait une dimension de communication supplémentaire par rapport au téléphone, tout comme ce dernier est supérieur par, certains côtés, à la transmission écrite (poste ou télécopie).

Cependant téléphone et visioconférences exigent conjointement une disponibilité simultanée des correspondants et doivent être utilisés avec discernement ; cette précaution respectée, la possibilité renforcée de télérencontres, de préférence sur un mode programmé, parfois à

l'improvisé en cas de nécessité urgente, permet des discussions dont l'efficacité est tout à fait indéniable.

Ces outils permettent ainsi de reproduire en tout lieu les habitudes de collaboration des équipes en vigueur à l'hôpital et dans les cliniques, où cliniciens et radiologistes n'hésitent pas à se rendre les uns chez les autres. Cette pratique existe naturellement en ville, mais limitée par les difficultés de déplacements.

4.1.5.2 Les relations inter-radiologistes

Ces relations peuvent être vues sous l'angle de la *coopération* mais également sous celui de la *concurrence*.

4.1.5.2.1 Les coopérations

La collaboration entre les médecins doit se faire en accord avec la déontologie et notamment les articles 32, 33, 60 et 71 précédemment cités page 57 ainsi que les six suivants, plus spécifiquement consacrés à la "consultation" médicale :

Article 58 : Le médecin consulté par un malade soigné par un de ses confrères doit respecter l'intérêt du malade en traitant notamment toute situation d'urgence; le libre choix du malade qui désire s'adresser à un autre médecin. Le médecin consulté doit, avec l'accord du patient, informer le médecin traitant et lui faire part de ses constatations et décisions. En cas de refus du patient, il doit informer celui-ci des conséquences que peut entraîner son refus.

Article 59 : Le médecin appelé d'urgence auprès d'un malade doit, si celui-ci doit être revu par son médecin traitant ou un autre médecin, rédiger à l'intention de son confrère un compte rendu de son intervention et de ses prescriptions qu'il remet au malade ou adresse directement à son confrère en informant le malade. Il en conserve le double.

Article 61 : Quand les avis du consultant et du médecin traitant diffèrent profondément, à la suite d'une consultation, le malade doit en être informé. Le médecin traitant est libre de cesser ses soins si l'avis du consultant prévaut auprès du malade ou de son entourage.

Article 62 : Le consultant ne doit pas de sa propre initiative, au cours de la maladie ayant motivé la consultation, convoquer ou réexaminer, sauf urgence, le malade sans en informer le médecin traitant. Il ne doit pas, sauf volonté contraire du malade, poursuivre les soins exigés par l'état de celui-ci lorsque ces soins sont de la compétence du médecin traitant et il doit donner à ce dernier toutes informations nécessaires pour le suivi du patient.

Article 63 : Sans préjudice des dispositions applicables aux établissements publics de santé et aux établissements privés participant au service public hospitalier, le médecin qui prend en charge un malade à l'occasion d'une hospitalisation doit en aviser le praticien désigné par le malade ou son entourage. Il doit le tenir informé des décisions essentielles auxquelles ce praticien sera associé dans toute la mesure du possible.

Article 64 : Lorsque plusieurs médecins collaborent à l'examen ou au traitement d'un malade, ils doivent se tenir mutuellement informés ; chacun des praticiens assume ses responsabilités personnelles et veille à l'information du malade. Chacun des médecins peut librement refuser de prêter son concours, ou le retirer, à condition de ne pas nuire au malade et d'en avertir ses confrères.

Le lecteur trouvera ci-dessous, en conséquence, (paragraphe 0 , page 62) quelques propositions pratiques et techniques pour l'organisation ou la tenue d'une téléconsultation, mais auparavant, il convient de se pencher sur un autre aspect potentiel de ces outils de télécommunication.

4.1.5.2.2 Les rivalités et la concurrence

Aux USA, l'apparition de sociétés commercialisant des prestations de télémédecine et de téléradiologie, en partenariat parfois avec des équipes de centres hospitalo-universitaires prestigieux, crée parfois, comme il a été dit plus haut, pages 87 et suivantes, des tensions entre les radiologistes (34) ; les libéraux accusent ces entreprises et leurs confrères universitaires, de pratiquer une concurrence déloyale et critiquent une nouvelle forme de dérive commerciale de la médecine.

Les médecins craignent que les gestionnaires des programmes de *Managed Care* ne remplacent les prestations de radiologistes locaux par un téléservice assurant les interprétations à des tarifs préférentiels. BERGER (32) signale ce cas de figure en Floride, où la firme d'électronique *Harris Corporation* impose à ses employés, pour assurer le remboursement de leurs soins, de s'adresser à une structure de radiologie de Floride, *University Center Imaging, Inc.*, filiale de la *Medical Technology Transfer Corporation*, liée contractuellement pour une double lecture des clichés au Centre hospitalo-universitaire de la *University of California at Los Angeles (U.C.L.A.)*.

En France, le premier *règlement de déontologie*, publié dès 1936 par la *Confédération des syndicats médicaux français*, prévoyait toute une série de règles garantissant les médecins contre le développement d'une concurrence sauvage.

Article 28 : Il est incorrect qu'un médecin installé dans une commune donne des consultations annoncées à l'avance dans une autre commune, où réside déjà un autre médecin. Toutefois, un spécialiste qualifié peut donner des consultations périodiques dans une commune où il ne réside pas, si aucun spécialiste qualifié de sa catégorie n'y est installé.

Article 29 : Le médecin appelé auprès d'un malade traité par un de ses confrères ne doit pas donner son concours, hors les cas d'urgence ou de consultation avec ce confrère, s'il n'a l'assurance que les conditions suivantes sont remplies :

Le malade ou, à son défaut, sa famille, renonce formellement au concours du premier médecin. Le confrère a été informé de cette décision.

Le client fournit la preuve qu'il a réglé à ce confrère sa note d'honoraires, ou qu'il a pris envers lui des engagements valables.

Article 30 : Le médecin appelé, pour un cas d'urgence, auprès d'un malade traité par un de ses confrères, doit donner les soins immédiatement nécessaires, informer le médecin traitant de la thérapeutique instituée, ainsi que de l'urgence, et cesser ses visites. Appelé en l'absence du médecin traitant, le médecin doit cesser ses visites dès le retour de son confrère et le mettre au courant des soins donnés. Il ne peut revoir ce malade, au cours de la même maladie, qu'en consultation avec ce confrère, ou sur la demande formelle de la famille, après avoir lui-même prévenu son confrère et s'être conformé aux autres prescriptions de l'article 29. Est interdite toute visite clandestine au malade soigné par un confrère.

Article 31 : Est interdite toute offre de service faite pour supplanter un confrère.

L'actuel Code de déontologie médicale de 1995, a adopté une rédaction sensiblement différente pour les articles 58 et 59, cités plus haut, et pour les deux suivants .

Article 57 : Le détournement ou la tentative de détournement de clientèle est interdit.

Article 85: Un médecin ne doit avoir, en principe, qu'un seul cabinet. Il y a cabinet secondaire lorsqu'un médecin reçoit en consultation de façon régulière ou habituelle des patients dans un lieu différent du cabinet principal; la création ou le maintien d'un cabinet secondaire, sous quelque forme que ce soit, n'est possible qu'avec l'autorisation du conseil départemental de l'ordre intéressé.

Cette autorisation doit être accordée si l'éloignement d'un médecin de même discipline est préjudiciable aux malades et sous réserve que la réponse aux urgences, la qualité et la continuité des soins soient assurées. L'autorisation est donnée à titre personnel et n'est pas cessible. Elle est limitée à trois années et ne peut être renouvelée qu'après une nouvelle demande soumise à l'appréciation du conseil départemental.

L'autorisation est révocable à tout moment et doit être retirée lorsque l'installation d'un médecin de même discipline est de nature à satisfaire les besoins des malades.

En aucun cas, un médecin ne peut avoir plus d'un cabinet secondaire. Les dispositions du présent article ne font pas obstacle à l'application, par les sociétés civiles professionnelles de médecins et leurs membres, de l'article 50 du décret no 77-636 du 14 juin 1977 et par les sociétés d'exercice libéral, de l'article 14 du décret no 94-680 du 3 août 1994 .

Les interventions ou investigations pratiquées pour des raisons de sécurité dans un environnement médical adapté ou nécessitant l'utilisation d'un équipement matériel lourd soumis à autorisation ne constituent pas une activité en cabinet secondaire.

4.1.6 Il semble possible, pour résumer ce chapitre, de proposer, pour la télé médecine, les principes suivants 37

Ces principes résultent de l'application des règles légales et déontologiques ; une situation d'urgence pourrait éventuellement motiver leur transgression, sous réserve de devoir s'en justifier a posteriori :

4.1.6.1 Quand recourir à une téléconsultation ou à une téléexpertise ?

4.1.6.1.1 Le premier principe essentiel est qu'un médecin qui prend en charge un patient ne doit le faire que s'il s'en sent capable.

Ceci ne fait évidemment pas obstacle à ce qu'il puisse demander un ou plusieurs avis et continuer à assurer la prise en charge du patient tant qu'il n'est pas techniquement dépassé et que le patient n'exprime pas le vœu de changer de médecin.

Selon Liliane DUSSE (76), la téléconsultation ne devrait être envisagée que "...pour pallier une carence de compétences locales et non pour les court-circuiter lorsqu'elles existent" ; madame DUSSE précisait lors d'une autre intervention (75) que "...La télé médecine ne doit pas aboutir à un processus de capture induite de clientèle en créant des centres de diagnostic dont la pratique s'exercerait au détriment des malades si leur consultation s'effectuait à distance plutôt que par le médecin sur place lorsque ce dernier est disponible : l'examen clinique reste l'élément fondamental de l'exercice médical.". Cette recommandation n'est pas illogique et vise à préserver l'intérêt des patients et également les bonnes relations entre médecins.

Elle s'appuie implicitement sur l'article 71 du C.D.M. (op. cit.) qui interdit au médecin "... d'exercer sa profession dans des conditions qui puissent compromettre la qualité des soins et des actes médicaux ou la sécurité des personnes examinées", ainsi que sur l'article 40, en présupposant qu'un acte de téléconsultation réunissant, par l'intermédiaire de la technique, le médecin traitant et le spécialiste consulté serait moins sûr pour le patient qu'un déplacement de celui-ci chez le spécialiste, ce qui n'est ni évident ni démontré.

Article 40 : Le médecin doit s'interdire, dans les investigations et interventions qu'il pratique comme dans les thérapeutiques qu'il prescrit, de faire courir au patient un risque injustifié.

Cette recommandation peut paraître excessivement conservatrice car elle oublie que la téléconsultation peut se faire en présence du médecin traitant, avec l'avantage de lui conserver pleinement son rôle de "chef d'orchestre" de l'équipe médicale réunie autour d'un patient.

Par ailleurs, qualification et compétence ne sont pas synonymes ; un praticien peut légitimement souhaiter obtenir l'avis d'un médecin géographiquement éloigné alors que réside dans le voisinage un confrère de cette discipline. Évidemment, cette préférence ne doit pas entraîner des dépenses excessives et doit rester encadrée par la nécessité de limiter les dépenses de santé au strict nécessaire, comme le recommande l'article 8 du C.D.M. :

Article 8 : Dans les limites fixées par la loi, le médecin est libre de ses prescriptions qui seront celles qu'il estime les plus appropriées en la circonstance. Il doit, sans négliger son devoir d'assistance morale, limiter ses prescriptions et ses actes à ce qui est nécessaire à la qualité, à la sécurité et à l'efficacité des soins. Il doit tenir compte des avantages, des inconvénients et des conséquences des différentes investigations et thérapeutiques possibles.

4.1.6.1.2 Dans l'hypothèse où le praticien se trouverait dépassé par le cas de son patient, les outils de la télé médecine lui permettraient de joindre rapidement le praticien le plus à même de prendre le relais auprès du patient, de le lui demander et de lui transférer toutes les informations utiles.

4.1.6.1.3 Si le patient le souhaite, il serait également possible d'utiliser le système de télé médecine à rebours, lorsque le patient doit se rendre chez le spécialiste, pour associer le médecin traitant au diagnostic et aux décisions prônées par le consultant, en conformité avec l'article 62 du C.D.M. et aux anciennes pratiques de la consultation :

Article 62 : Le consultant ne doit pas de sa propre initiative, au cours de la maladie ayant motivé la consultation, convoquer ou réexaminer, sauf urgence, le malade sans en informer le médecin traitant. Il ne doit pas, sauf volonté contraire du malade, poursuivre les soins exigés par l'état de celui-ci lorsque ces soins sont de la compétence du médecin traitant et il doit donner à ce dernier toutes informations nécessaires pour le suivi du patient.

4.1.6.1.4 En radiologie, ces recommandations générales pourraient être déclinées de la façon suivante, en imaginant la généralisation des techniques de visioconférence et de télétransmission des radiographies :

Le radiologiste devrait assumer pleinement ses rôles de conseil auprès des cliniciens et de contrôle des prescriptions des examens d'imagerie

Il doit s'assurer que la réponse aux questions posées par le médecin traitant ne réside pas dans les examens déjà réalisés et archivés chez lui ou chez un confrère, grâce à l'accès à ces informations autorisé par la remise d'une clé informatique temporaire fournie par le médecin traitant et le patient, en annexe à la demande d'examen ou d'avis.

Lorsque cette revue du dossier réglerait la question posée sans nouvel examen, le radiologiste devrait recevoir une rémunération tarifée comme une consultation spécialisée. Si cette étude du dossier démontrait que de nouvelles explorations étaient nécessaires, le radiologiste pourrait proposer un rendez-vous au patient.

Il pourrait aussi, lorsqu'une difficulté inattendue survient lors de la réalisation de son examen, demander par visioconférence à un collègue plus expérimenté ou plus spécialisé de l'aider à effectuer l'examen, grâce au transfert immédiat des images, au télépilotage de son appareil. Il transmettrait, sitôt l'examen terminé, la totalité des fichiers des images au téléconsultant pour obtenir un avis diagnostique complet.

Lors de l'interprétation des examens, systématiquement comparative puisque les données des anciens examens auraient été rapatriées, le radiologiste pourrait appliquer la méthode du tri, exposée plus haut, page 89 et indiquer dans son compte-rendu que l'interprétation a été collective, avec la liste des membres du groupe de travail.

Cette méthode serait bénéfique puisque de nombreuses études ont démontré l'intérêt de la double lecture. Cette dernière pourrait d'ailleurs être facilement réalisée, par exemple en faisant systématiquement valider le compte-rendu dicté par un médecin par un de ses collègues du service ou du cabinet.

Certains ont proposé l'établissement d'un second niveau de radiologistes chargés de la seconde lecture, ce qui est discutable car le fait de se relire alternativement les comptes rendus des uns et des autres est un moyen extrêmement efficace de formation continue. À l'inverse, la relecture par un radiologiste plus chevronné peut avoir un impact démotivant pour le premier lecteur qui risque de se reposer trop sur le second.

4.1.6.2 Le consentement éclairé du patient à la pratique de télémédecine

L'éthique, la loi (article 16-3 du Code civil) et la déontologie médicale commandent que toute intervention médicale sur la personne humaine soit conditionnée au recueil d'un consentement éclairé du patient. Cette exigence doit, en principe, s'appliquer à la télémédecine :

4.1.6.2.1 Le patient devrait par principe être averti, à chaque fois que possible, d'une demande d'avis le concernant, en application des articles 35 et 36 du C.D.M. :

Article 35 : Le médecin doit à la personne qu'il examine, qu'il soigne ou qu'il conseille, une information loyale, claire et appropriée sur son état, les investigations et les soins qu'il lui propose. Tout au long de la maladie, il tient compte de la personnalité du patient dans ses explications et veille à leur compréhension. Toutefois, dans intérêt du malade et pour des raisons légitimes que le praticien apprécie en conscience, un malade peut être tenu dans l'ignorance d'un diagnostic ou d'un pronostic graves, sauf dans les cas où l'affection dont il est atteint expose les tiers à un risque de contamination. Un pronostic fatal ne doit être révélé qu'avec circonspection, mais les proches doivent en être prévenus, sauf exception ou si le malade a préalablement interdit cette révélation ou désigné les tiers auxquels elle doit être faite.

Article 36 : Le consentement de la personne examinée ou soignée doit être recherché dans tous les cas. Lorsque le malade, en état d'exprimer sa volonté, refuse les investigations ou le traitement proposés, le médecin doit respecter ce refus après avoir informé le malade de ses conséquences. Si le malade est hors d'état d'exprimer sa volonté, le médecin ne peut intervenir sans que ses proches aient été prévenus et informés, sauf urgence ou impossibilité. Les obligations du médecin à l'égard du patient lorsque celui-ci est un mineur ou un majeur protégé sont définies à l'article 42.

4.1.6.2.2 Le patient devrait également, dans la mesure du possible, donner son accord sur l'identité de la personne consultée sur son cas, puisqu'il doit pouvoir choisir librement son médecin, comme le précisent les articles 6 et 60 (**cités ci dessus, page 57**) du **C.D.M.** :

Article 6 : Le médecin doit respecter le droit que possède toute personne de choisir librement son médecin. Il doit lui faciliter l'exercice de ce droit.

Ces recommandations ne doivent pas, cependant, faire obstacle aux discussions plus informelles, qui permettent à un médecin de solliciter l'opinion d'un confrère, et dans lesquelles l'identité du patient n'est généralement pas utile à révéler.

Dans ce cadre, la déontologie impose au médecin à qui un avis est demandé de refuser de donner ce "*simple avis*" s'il craint que l'intérêt du patient puisse en pâtir.

4.1.6.2.3 Lorsqu'une téléconsultation est prévue en présence du patient, ce dernier doit être préalablement averti des buts et des modalités de cette réunion.

Il est indispensable de lui expliquer la possibilité pour les médecins souhaiter discuter quelques instants hors de sa présence, comme cela se pratique communément lors des consultations traditionnelles ou des discussions de dossiers à l'hôpital 38.

Il devrait de même lui être proposé de parler au téléconsultant hors de la présence de son médecin traitant local. Toutefois, dans tous les cas, la téléconsultation doit se terminer par une réunion commune à tous les participants, afin d'établir ensemble les conclusions de la téléconsultation et de constater la convergence ou la divergence de vue des médecins sur le cas du patient.

4.1.6.2.4 Le patient, comme chacun des participants devrait également être averti d'un éventuel enregistrement de la téléconsultation et avoir à tout moment le droit de demander que cet enregistrement soit interrompu.

Cet enregistrement est intégralement couvert par le *secret professionnel du médecin* (communément nommé "*secret médical*") et son exploitation, par exemple à des fins de formation médicale continue ou d'enseignement aux étudiants, ne peut se concevoir qu'après un accord écrit explicite du patient.

4.1.6.3 Chaque acteur de télémédecine est pleinement responsable de ses actes.

Il s'agit - *seulement* - de définir la nature et l'étendue exacte des actes de chacun lors d'une activité de télémédecine. Selon BRAHAMS (44), les choses seraient assez simples pour les téléexpertises et les téléconsultations faites de façon interactive, en présence du patient ou non, et il n'y aurait pas lieu de chercher de nouvelles règles 39 :

4.1.6.3.1 Tant que le médecin traitant reste capable d'assumer la prise en charge du patient, il doit se considérer comme le principal interlocuteur de celui-ci.

Il reste responsable, vis-à-vis de lui, de ses choix diagnostiques et thérapeutiques, ainsi que de la qualité et la quantité des éléments d'information qu'il transmet lors de ses demandes d'avis.

En cas de désaccord avec ses téléconsultants, il doit, conformément aux articles 61 et 64 du C.D.M., le signaler au patient et expliquer sa position, afin que ce dernier, convenablement informé, puisse choisir librement de continuer à s'en remettre à son médecin traitant ou au contraire lui demander de se retirer s'il souhaite faire prévaloir l'avis du téléconsultant.

Article 61 : Quand les avis du consultant et du médecin traitant diffèrent profondément, à la suite d'une consultation, le malade doit en être informé. Le médecin traitant est libre de cesser ses soins si l'avis du consultant prévaut auprès du malade ou de son entourage.

Article 64 : Lorsque plusieurs médecins collaborent à l'examen ou au traitement d'un malade, ils doivent se tenir mutuellement informés ; chacun des praticiens assume ses responsabilités personnelles et veille à l'information du malade. Chacun des médecins peut librement refuser de prêter son concours, ou le retirer, à condition de ne pas nuire au malade et d'en avertir ses confrères.

4.1.6.3.2 De son côté, le consultant doit se sentir totalement responsable de l'avis donné lors d'une téléconsultation ou d'une téléexpertise :

Il doit donner sa réponse d'une façon officielle, par exemple par un écrit validé par une signature manuelle ou électronique.

Il ne doit donc accepter de se prononcer que s'il a la certitude de disposer, pour donner un avis fiable, de tous les éléments d'information nécessaires ; dans le cas contraire, il doit exprimer des réserves explicites, voire refuser de se déterminer. Cette proposition est dans la ligne de l'arrêt de la Cour administrative d'appel de Lyon en 1991 ⁴⁰ lorsqu'elle a jugé responsable un laboratoire hospitalier de l'absence de détection d'une anomalie chromosomique lors de l'examen cytogénétique d'un prélèvement insuffisant de liquide amniotique, transmis par un autre hôpital, parce qu'il avait accepté de se contenter de ce mauvais prélèvement.

Un téléconsultant ne devrait jamais accepter d'interpréter par téléradiologie un cliché d'une qualité insuffisante et qu'il refuserait pour une interprétation directe.

4.1.6.3.3 L'attribution des responsabilités ne doit pas être déterminée de façon théorique sans prendre en compte des performances techniques du système de télémédecine utilisé (117) :

Ainsi, dans le cas d'un dispositif de téléradiologie rudimentaire, sans possibilité de traitement des informations et lorsque le médecin demandeur d'avis ne transmet qu'une sélection des images qu'il détient, le téléexpert ne peut engager sa responsabilité que sur ce qui lui a été communiqué (sous réserve de la responsabilité d'accepter de se prononcer sur ces seules informations, comme dit ci-dessus).

Si le dispositif de télémédecine est plus évolué, par exemple si le télémedecin a la possibilité de retraiter des informations transmises de façon intégrale au standard DICOM, sa responsabilité est accrue.

Elle est encore accentuée s'il acquiert la possibilité technique d'agir à distance sur les soins délivrés au patient, comme dans notre cas de télépilotage du scanner, ou lors d'interventions de téléchirurgie pratiquées à distance.

Il n'est pas convenable, de notre point de vue, de poser le principe général et définitif que le médecin local serait plus responsable que le télémedecin, au motif que le premier, qui a le patient en charge, serait le seul à pouvoir l'examiner physiquement.

Il ne serait pas plus raisonnable d'affirmer l'inverse, en considérant seulement que l'expert est évidemment plus qualifié.

En fait, en l'absence de texte légal ou réglementaire, ce sera au tribunal compétent de décider, le moment venu, de l'attribution des responsabilités ; il est vraisemblable que les magistrats ne se

sentiront aucunement liés par une doctrine qui affirmerait l'irresponsabilité de tel ou tel praticien participant à un acte (télé)médical.

Un certain nombre de spécifications techniques sont en revanche imposées par les obligations déontologiques et font l'objet des propositions suivantes.

Celles-ci ne veulent pas être exhaustives car les progrès techniques peuvent à tout moment offrir de nouveaux moyens de mieux encore respecter l'éthique, la déontologie ou la loi ou au contraire mettre en péril leurs principes.

4.1.6.4 Le rétrocontrôle par les expéditeurs des données transmises.

Il est souhaitable, à chaque fois que la technique le permet, que le médecin qui demande un avis sur des images médicales puisse contrôler sur son écran la qualité des images reçues par son correspondant, idéalement après que celles-ci aient effectué l'aller - et - retour, ou, en cas de compression des données, après le cycle de compression / décompression.

Lors des téléconsultations par visioconférence, il est également préférable que le patient puisse observer l'écran de contrôle. S'il a demandé que la téléconsultation soit effectuée sans révéler son identité, ce qui devrait toujours être possible, il faut éviter de filmer son visage, tant que cela n'est pas médicalement nécessaire.

4.1.6.5 La sécurisation des données contre toute divulgation frauduleuse est évidemment essentielle.

Elle est exigée à la fois par l'éthique, la déontologie et la loi, rappelée dans les articles 4, 12, 72 et 73 du C.D.M. :

Article 4 : Le secret professionnel, institué dans l'intérêt des patients, s'impose à tout médecin dans les conditions établies par la loi 41.

Le secret couvre tout ce qui est venu à la connaissance du médecin dans l'exercice de sa profession, c'est-à-dire non seulement ce qui lui a été confié, mais aussi ce qu'il a vu, entendu ou compris.

Article 12 : Le médecin doit apporter son concours à l'action entreprise par les autorités compétentes en vue de la protection de la santé et de l'éducation sanitaire. La collecte, l'enregistrement, le traitement et la transmission d'informations nominatives ou indirectement nominatives sont autorisés dans les conditions prévues par la loi.

Article 72 : Le médecin doit veiller à ce que les personnes qui l'assistent dans son exercice soient instruites de leurs obligations en matière de secret professionnel et s'y conforment. Il doit veiller à ce qu'aucune atteinte ne soit portée par son entourage au secret qui s'attache à sa correspondance professionnelle.

Article 73 : Le médecin doit protéger contre toute indiscretion les documents médicaux concernant les personnes qu'il a soignées ou examinées, quels que soient le contenu et le support de ces documents. Il en va de même des informations médicales dont il peut être le détenteur. Le médecin doit faire en sorte, lorsqu'il utilise son expérience ou ses documents à des fins de publication scientifique ou d'enseignement, que l'identification des personnes ne soit pas possible. À défaut, leur accord doit être obtenu.

Les articles du Code pénal, visés par ces articles du Code de déontologie, sont reproduits ci-dessous :

Article 226-13 : La révélation d'une information à caractère secret par une personne qui en est dépositaire soit par état ou par profession, soit en raison d'une fonction ou d'une mission temporaire, est punie d'un an d'emprisonnement et de 100 000 F d'amende.

Article 226-14 : L'article 226-13 n'est pas applicable dans les cas où la loi impose ou autorise la révélation du secret. En outre, il n'est pas applicable :

1° À celui qui informe les autorités judiciaires, médicales ou administratives (Mots remplacés, L. n° 98-468, 17 juin 1998, Article 15-I) < de privations ou de sévices, y compris lorsqu'il s'agit d'atteintes sexuelles > dont il a eu connaissance et qui ont été infligés à un mineur de quinze ans ou à une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son état physique ou psychique ;

2° Au médecin qui, avec l'accord de la victime, porte à la connaissance du procureur de la République les sévices qu'il a constatés dans l'exercice de sa profession et qui lui permettent de présumer que des violences sexuelles de toute nature ont été commises.

Article 226-16 : (*Loi n° 92-1336 du 16 décembre 1992, articles 360 et 373*). Le fait, y compris par négligence, de procéder ou de faire procéder à des traitements automatisés d'informations nominatives sans qu'aient été respectées les formalités préalables à leur mise en œuvre prévues par la loi est puni de trois ans d'emprisonnement et de 300 000 F d'amende

Article 226-17 : Le fait de procéder ou de faire procéder à un traitement automatisé d'informations nominatives sans prendre toutes les précautions utiles pour préserver la sécurité de ces informations et notamment empêcher qu'elles ne soient déformées, endommagées ou communiquées à des tiers non autorisés est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 2 000 000 F d'amende.

Article 226-18 : Le fait de collecter des données par un moyen frauduleux, déloyal ou illicite, ou de procéder à un traitement d'informations nominatives concernant une personne physique malgré l'opposition de cette personne, lorsque cette opposition est fondée sur des raisons légitimes, est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 2 000 000 F d'amende.

(*Loi n° 94-548 du 1er juillet 1994, article 4*) En cas de traitement automatisé de données nominatives ayant pour fin la recherche dans le domaine de la santé, est puni des mêmes peines le fait de procéder à un traitement:

1° Sans avoir préalablement informé individuellement les personnes sur le compte desquelles des données nominatives sont recueillies ou transmises de leur droit d'accès, de rectification et d'opposition, de la nature des informations transmises et des destinations des données;

2° Malgré l'opposition de la personne concernée ou, lorsqu'il est prévu par la loi, en l'absence du consentement éclairé et exprès de la personne, ou, s'il s'agit d'une personne décédée, malgré le refus exprimé par celle-ci de son vivant.

Article 226-19 : Le fait, hors les cas prévus par la loi, de mettre ou de conserver en mémoire informatisée, sans l'accord exprès de l'intéressé, des données nominatives qui, directement ou indirectement, font apparaître les origines raciales ou les opinions politiques, philosophiques ou religieuses ou les appartenances syndicales ou les mœurs des personnes est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 2 000 000 F d'amende.

Est puni des mêmes peines le fait, hors les cas prévus par la loi, de mettre ou de conserver en mémoire informatisée des informations nominatives concernant des infractions, des condamnations ou des mesures de sûreté.

Article 226-20 : Le fait, sans l'accord de la Commission nationale de l'informatique et des libertés, de conserver des informations sous une forme nominative au-delà de la durée prévue à la demande d'avis ou à la déclaration préalable à la mise en œuvre du traitement informatisé est puni de trois ans d'emprisonnement et de 300 000 F d'amende.

Article 226-21 : (*loi n° 95-116 du 4 février 1995, article 34-I*). Le fait, par toute personne détentrice d'informations nominatives à l'occasion de leur enregistrement, de leur classement, de leur transmission ou de toute autre forme de traitement, de détourner ces informations de leur finalité telle que définie par la disposition législative ou l'acte réglementaire autorisant le traitement automatisé ou par la décision de la Commission nationale de l'informatique et des libertés autorisant un traitement automatisé ayant pour fin la recherche dans le domaine de la santé, ou par les déclarations préalables à la mise en œuvre de ce traitement, est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 2 000 000 F d'amende.

Article 226-22 : Le fait, par toute personne qui a recueilli, à l'occasion de leur enregistrement, de leur classement, de leur transmission ou d'une autre forme de traitement, des informations nominatives dont la divulgation aurait pour effet de porter atteinte à la considération de l'intéressé ou à l'intimité de sa vie privée, de porter, sans autorisation de l'intéressé, ces informations à la connaissance d'un tiers qui n'a pas qualité pour les recevoir est puni d'un an d'emprisonnement et de 100 000 F d'amende.

La divulgation prévue à l'alinéa précédent est punie de 50 000 F d'amende lorsqu'elle a été commise par imprudence ou négligence.

Dans les cas prévus aux deux alinéas précédents, la poursuite ne peut être exercée que sur plainte de la victime, de son représentant légal ou de ses ayants droit.

Article 226-23 : Les dispositions des articles 226-17 à 226-19 sont applicables aux fichiers non automatisés ou mécanographiques dont l'usage ne relève pas exclusivement de l'exercice du droit à la vie privée.

Article 226-24 : Les personnes morales peuvent être déclarées responsables pénalement, dans les conditions prévues par l'article 121-2, des infractions définies aux articles 226-16 à 226-21 et 226-23 ainsi qu'au premier alinéa de l'article 226-22.

Les peines encourues par les personnes morales sont:

1° L'amende, suivant les modalités prévues par l'article 131-38 ;

(soit le quintuple de l'amende individuelle- note V.H.-)

2° Les peines mentionnées aux 2°, 3°, 4°, 5°, 7°, 8° et 9° de l'article 131-39.

(fermeture, interdiction d'activité, confiscation de la chose qui a servi pour l'infraction ou qui en résulte...) L'interdiction mentionnée au 2° de l'article 131-39 porte sur l'activité dans l'exercice ou à l'occasion de l'exercice de laquelle l'infraction a été commise.

Cette sécurisation des données doit s'envisager sous deux aspects :

4.1.6.5.1 D'une part, les données doivent être protégées de toute possibilité d'indiscrétion lors de leur archivage comme au cours de leur transfert sur les réseaux.

La première précaution à garder à l'esprit est d'éviter à chaque fois que possible, de conserver ou de transférer une information nominative inutile. Certaines demandes d'avis peuvent être tout aussi valables sans divulguer l'identité de l'individu concerné.

Il faut également se rappeler qu'une information *indirectement nominative* (c'est-à-dire qu'il est possible par un moyen quelconque de rattacher à l'identité de l'individu concerné) présente les mêmes risques qu'une information *directement nominative* et doit être traitée de ce fait avec la même rigueur.

Les données cheminent sur Internet sous la forme de petits "*paquets*" de données binaires qui passent à chaque instant par les circuits les moins encombrés du réseau. Ainsi que le note le Conseil d'État dans son rapport déjà cité, "...toute donnée mise en ligne sur Internet ou tout autre réseau ouvert est potentiellement à destination de tous les pays du globe...".

En France, la loi garantit "...le secret des correspondances émises par voie de télécommunications" ⁴², définies comme "toute transmission, émission, réception de signe de signaux, d'images de sons ou de renseignements de toute nature par fil optique, radioélectricité ou autres systèmes électromagnétiques" ⁴³; ce secret s'impose évidemment aux fournisseurs d'accès à Internet et aux gestionnaires des réseaux.

Cette protection légale n'est évidemment pas uniforme dans tous les pays du monde. Deux directives européennes (directives 95/46/CE et 97/66/CE) visent à harmoniser la protection juridique des données à caractère personnel et la protection de la vie privée dans l'ensemble des pays membres de l'Union européenne.

Cependant, en l'absence de garanties internationales formelles assurant une protection juridique absolue des données sur tout le trajet effectué sur Internet, il est indispensable de recourir à des moyens techniques qui rendent les paquets binaires cheminant sur le réseau inexploitable à toute autre personne que l'expéditeur et le destinataire. C'est l'objet du *chiffrement* (ou *cryptage*), qui rend le message illisible à celui qui ne détient pas la clé (*confidentialité*). Les méthodes modernes de chiffrement ont l'avantage de pouvoir assurer *l'authentification* de l'expéditeur et du destinataire, et même de garantir *l'intégrité des données* transmises ; l'association avec un archivage fiable (voir ci-dessous la "*notarisation*", page 70) évite la *répudiation* du message, c'est-à-dire que l'enregistrement de la preuve de l'émission et de la réception du message permet d'éviter par la suite que l'un des interlocuteurs puisse nier l'avoir envoyé ou reçu.

Pour la télémédecine, les systèmes de chiffrement à double clé, publique et privée, paraissent les plus commodes.

Les systèmes à clé unique reposent sur l'utilisation par l'expéditeur et par le destinataire d'une même clé, utilisée pour chiffrer et pour déchiffrer le message. Toute la difficulté est alors, pour le destinataire et l'expéditeur de disposer d'un moyen fiable pour convenir d'une clé secrète et se la communiquer.

Les systèmes à double clé évitent cet écueil : le destinataire code le message avec sa *clé privée* (et gardée secrète) et la *clé publique* de son correspondant. Ce dernier décodera le message avec la clé publique de l'expéditeur et sa propre clé privée (inconnue de l'expéditeur). Le point faible du

système reste la façon de garantir que la clé publique attribuée à telle ou telle personne est réellement authentique. C'est le rôle d'un *tiers de confiance*, comme l'est par exemple le Groupement d'intérêt économique (G.I.E.) qui diffuse les *Cartes de Professionnel de Santé* (C.P.S.).

Il a même été proposé de coder le message avec un système comportant aussi une clé émanant du patient (fournie, par exemple, par la Carte à puce Sesam- Vitale), de façon à attester de son accord pour la transmission de données le concernant. Cette solution se heurte cependant à sa grande complexité, car il doit rester possible, en cas d'urgence de prendre en charge un patient sans attendre de disposer de sa clé. De nombreux actes médicaux nécessitant l'accès au dossier du patient peuvent avoir lieu en l'absence de celui-ci, et donc sans disposer de sa clé.

Dans son 18^e rapport d'activité paru en 1998 ⁴⁴ la *Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés* (CNIL) indique que seules les messageries professionnelles sécurisées recourant au chiffrement des données doivent être utilisées pour le transfert de données médicales nominatives et que toute mesure doit être prise afin d'éviter, en cas de réseau privé, un accès incontrôlé ou une connexion à un réseau ouvert.

Depuis la promulgation en mars 1999 de deux décrets (n° 99-1999 et 99-200), la réglementation française a été assouplie ⁴⁵ et autorise la fourniture, l'utilisation, et l'importation de matériel ou de logiciel offrant un service de confidentialité mis en œuvre par un algorithme dont la clé n'est pas supérieure à 128 bits, à la condition d'une déclaration au Service central de la sécurité des systèmes informatiques (SCSSI).

Note : Il faut cependant savoir qu'une clé informatique de 128 bits est comparable à une bonne serrure de sécurité : elle reste susceptible d'être forcée, au prix d'un investissement relativement important en temps de calcul.

Ainsi, une équipe internationale (Pays-Bas, USA, Canada, Australie, Royaume Uni, France), sous la coordination de H. te RIELE d'Amsterdam vient d'annoncer le forçage d'une clé informatique de 512 bits grâce à la collaboration d'environ 300 ordinateurs de type PC et 224 heures d'un Superordinateur (Cray-C916) entre les 27 avril et 22 août 1999 (110).

4.1.6.5.2 D'autre part, les expéditeurs doivent, selon la loi informatique et liberté de 1978 et selon la directive européenne n° 95/46 CE du 24 octobre 1995 (complétée par la directive n° 97/66/CE du 15 décembre 1997 ⁴⁶) s'assurer que le destinataire garantit aux données reçues une protection "adéquate", ou "équivalente" à celle dont elles disposent dans le pays de l'expéditeur.

Cette protection n'est pas uniformément assurée par les lois des différents pays du monde ⁴⁷; en cas de déficit du dispositif législatif ou réglementaire dans le pays du destinataire, il convient d'assurer cette protection des données par le biais d'une convention contractuelle préalable, crédible (avec des moyens de rétorsion en cas de transgression) entre le destinataire et l'expéditeur.

Diverses mesures pratiques sont susceptibles de préserver la confidentialité :

Le chiffrement des données, qui doivent demeurer cryptées dans la mémoire de l'ordinateur du destinataire tant que celui-ci n'accède pas directement au fichier est indispensable.

Il est également nécessaire de disposer d'un système fiable d'authentification des accès autorisés pour permettre l'ouverture d'un fichier protégé par chiffrement. La CNIL recommande l'usage de dispositifs associant une carte à puce et un code personnel, comme la *Carte du Professionnel de Santé* (C.P.S), sous réserve d'une responsabilisation et d'une grande rigueur des utilisateurs : le code ne doit pas être divulgué à leurs assistants ou à leur famille, par exemple. Dans ce système, le groupement d'intérêt économique responsable de l'émission des C.P.S. joue un double rôle de "*tiers de confiance*" :

D'autorité de certification, c'est-à-dire qu'il garantit le lien entre la clé utilisée et l'identité de celui qui l'utilise. Dans un système de double clé, l'autorité de certification permet d'être sûr que la clé publique provient effectivement de la personne qui est censée la détenir, et non d'un utilisateur frauduleux empruntant son identité.

De tiers de séquestre : il conserve les doubles des clés secrètes (ou d'un mécanisme permettant de la reconstituer en cas de besoin), afin d'être à même de les communiquer aux utilisateurs qui "perdraient leur clé" ou aux autorités judiciaires ou de sécurité, selon une procédure fixée par la loi. Ce système permet l'utilisation de produits de chiffrement fort, comme celui de la C.P.S.

Un projet de loi a été présenté au parlement par le gouvernement pour adapter le droit de la preuve aux technologies de l'information et reconnaître à la *signature électronique* la même valeur qu'à une signature manuscrite sur papier pour les actes sous seing privé ⁴⁸.

4.1.6.6 La notariation des transactions de télémédecine offre une possibilité technique d'augmenter la confiance dans le système.

Toute demande d'avis, tout transfert de données directement ou indirectement nominatives devraient être mémorisés avec un horodatage irréversible (grâce à la synchronisation automatique des consoles informatiques avec les horloges universelles accessibles par internet), ainsi que les identités de l'expéditeur et du récipiendaire (authentifiées par une signature électronique infalsifiable, comme celle de la Carte du professionnel de santé, C.P.S.).

Cette mémorisation de prudence ne peut être imposée contre la volonté du patient qui doit pouvoir s'y opposer, et peut-être de chacun des interlocuteurs (?), à charge pour eux d'assumer, en cas de litige, la responsabilité de l'impossibilité de reconstituer les faits.

Deux directions opposées peuvent être envisagées.

4.1.6.6.1 Faire intervenir un tiers de confiance capable d'identifier les parties, de garantir l'intégrité du message transmis et d'en assurer un archivage intégral, sécurisé et horodaté.

Chacun a l'assurance de la qualité de la transmission et de son interlocuteur, et sait qu'en cas de litige, il sera facile de reconstituer les faits de façon incontestable.

Cette solution est intellectuellement séduisante. Elle a cependant l'inconvénient d'impliquer une tierce partie dans le colloque médecin - patient ; en augmentant le nombre des personnes impliquées, on majore le risque de divulgation frauduleuse des données. Cette solution est coûteuse car elle implique d'immenses mémoires d'archivages mobilisées seulement pour la notariation (pour le cas où un litige surviendrait), donc non exploitables médicalement. Dès lors, les utilisateurs des données médicales doivent également les archiver pour l'exploitation proprement médicale ou scientifique ce qui conduit à une multiplication des coûts d'archivage, sans parler de la rémunération du service de notariation électronique. L'autre hypothèse, en cours d'investigation est de localiser la totalité de l'archivage chez le tiers de confiance, à la fois pour une notariation et pour l'exploitation courante, ce qui dégage les médecins et les hôpitaux de tout souci d'archivage.

Une solution de ce type est parfois proposée par les firmes qui commercialisent les services de télémédecine ; leur caractère de tiers de confiance est imparfait puisqu'elles ne sauraient valablement être à la fois tiers et partie. De même, le réseau TÉLIF de l'AP-HP dispose d'un archivage centralisé au niveau de la structure centrale d'évaluation et de surveillance du système. Les concepteurs du Réseau Santé Social ont également envisagé qu'il puisse exister un (ou plusieurs) notaire électronique sur ce réseau.

4.1.6.6.2 Imposer aux utilisateurs eux-mêmes l'archivage sur support non réinscriptible de l'ensemble des données transmises, des manipulations subies, ainsi que de l'horodatage et de l'identité de ceux qui ont consulté ces données.

La confiance ne sera réelle, dans cette éventualité, que si les deux interlocuteurs pratiquent simultanément l'archivage et que la comparaison des enregistrements montre l'identité des données échangées.

En cas de divergence, il serait délicat d'identifier la version authentique et le ou les responsables de la dénaturation de l'information originale.

4.1.6.7 Enfin, téléexpertise et téléconsultation devraient, comme tout travail, recevoir une rémunération.

Contrairement à ce qui se pratique dans de nombreux autres pays, notamment en Europe, l'Ordre des médecins a toujours rejeté l'idée qu'un médecin puisse recevoir une rémunération pour une consultation faite par téléphone ou par correspondance. Les transgressions de cette règle, édictée par l'article 53 sont régulièrement sanctionnées avec sévérité par les instances disciplinaires.

Article 53 : Les honoraires du médecin doivent être déterminés avec tact et mesure, en tenant compte de la réglementation en vigueur, des actes dispensés ou de circonstances particulières. Ils ne peuvent être réclamés qu'à l'occasion d'actes réellement effectués.

L'avis ou le conseil dispensé à un patient par téléphone ou correspondance ne peut donner lieu à aucun honoraire. Un médecin doit répondre à toute demande d'information préalable et d'explications sur ses honoraires ou le coût d'un traitement. Il ne peut refuser un acquit des sommes perçues. Aucun mode particulier de règlement ne peut être imposé aux malades.

Il n'était donc pas évident d'envisager le financement des actes de télé médecine, alors que le matériel peut être fort onéreux et que les techniques de communication ont également un coût.

Toutefois, la déontologie médicale reconnaissait depuis toujours la nécessité d'une double rémunération du médecin traitant et du consultant, précisant que chacun des praticiens doit remettre, indépendamment de l'autre, sa note d'honoraire.

Ainsi, en disposaient, par exemple, les articles 39 et 41 du code de déontologie de 1947, (cités page 54), comme les articles 53 (op.cit), 54, 69 et 87 de l'actuel Code, qui réaffirment l'indépendance de responsabilités et de rémunérations des actes de chacun des praticiens lors d'une collaboration :

Article 54 : Lorsque plusieurs médecins collaborent pour un examen ou un traitement, leurs notes d'honoraires doivent être personnelles et distinctes.

La rémunération du ou des aides opératoires, choisis par le praticien et travaillant sous son contrôle, est incluse dans ses honoraires.

Article 69 : L'exercice de la médecine est personnel; chaque médecin est responsable de ses décisions et de ses actes.

Article 87 : Il est interdit à un médecin d'employer pour son compte, dans l'exercice de sa profession, un autre médecin ou un étudiant en médecine. Toutefois, le médecin peut être assisté en cas d'afflux exceptionnel de population dans une région déterminée..."

Le Conseil national de l'Ordre des médecins a finalement adopté, en janvier 1999 (76), le rapport présenté par madame Liliane DUSSERE, reconnaissant la nécessité et la licéité de la rémunération des actes de téléexpertise, tout en évitant compérage et dichotomie.

Il reste à en déterminer précisément les modalités et à faire inscrire ces actes à la nomenclature générale des actes professionnels des médecins, par les organismes de sécurité sociale.

4.2 Aspects juridiques de la téléradiologie

En abordant le domaine du droit, il faut noter qu'une nouvelle technologie ne doit pas générer *de facto* une nouvelle théorie juridique ; elle peut cependant conduire à redéfinir, ou à préciser des principes juridiques préexistants afin de les adapter aux situations nouvelles induites par la technologie naissante.

La téléradiologie permet l'interprétation, voire la réalisation d'actes radiologiques à distance, comme dans le cas de notre expérimentation ; elle génère nécessairement un certain nombre de questions :

Certaines spécifiquement juridiques seront abordées dans ce chapitre, comme la définition légale du lieu d'exercice de la télé médecine ou la propriété des données médicales individuelles.

D'autres découlent des aspects techniques et médicaux précédemment étudiés ou sont liées aux règles déontologiques ; le lecteur intéressé par ces aspects de la téléradiologie est invité, s'il ne l'a

déjà fait, à consulter les précédents paragraphes. Nous nous contenterons, dans ce chapitre, de signaler surtout les difficultés juridiques.

Le médecin n'est évidemment pas qualifié pour énoncer des réponses à ces questions ; le présent travail vise donc à les recenser, les expliciter et à rassembler les arguments déjà disponibles dans les textes ou dans la doctrine, avec parfois quelques commentaires sur certaines prises de position.

4.2.1 Les considérations spécifiquement juridiques

Deux points importants n'ont pas encore été envisagés dans ce travail : la localisation juridique d'un acte de télémédecine la propriété des données médicales individuelles.

4.2.1.1 Quelle est la localisation juridique d'un acte de télémédecine ?

De la réponse à cette question découle celles à deux autres interrogations:

Les conditions légales d'exercice des pratiques de télémédecine, puisque cette dernière est le plus souvent incluse dans les définitions légales l'exercice médical, réglementé dans la plupart des pays ⁴⁹.

La compétence juridique des états et des tribunaux lors d'un acte de télémédecine à cheval sur plusieurs pays ou régions. Quelle est la loi qui doit s'appliquer, quel(s) tribunal (ou tribunaux) est (sont) compétent(s) ?

De prime abord, cette interrogation pourrait sembler saugrenue, et la réponse paraître couler de source. Il s'agit d'une fausse impression d'évidence, puisque les avis divergent selon que l'on se place du point de vue du professionnel de santé ou du point de vue du patient.

4.2.1.1.1 En adoptant le point de vue du praticien, il est possible d'affirmer que l'endroit où est effectué l'acte serait "manifestement" celui où exerce le médecin (celui qui agit).

On peut considérer que la technique épargne au patient un déplacement que, sans elle, il aurait effectué et que les conditions juridiques de l'acte du médecin n'ont pas lieu d'être reconsidérées. *Virtuellement*, le patient, par l'intermédiaire du transfert de ses données, s'est *électroniquement transporté* chez son médecin.

Il en découle que les conditions légales et réglementaires d'exercice de la télémédecine sont réunies si le médecin est régulièrement installé à son domicile professionnel habituel, et qu'il devra répondre de ses actes devant les tribunaux et instances disciplinaires dont dépend son lieu habituel d'exercice, selon ses règles professionnelles usuelles.

Cette solution a le mérite de la simplicité, car le médecin sera jugé par ses pairs sur les standards de qualité qui lui sont coutumiers.

L'inconvénient principal de cette option est de sembler privilégier le professionnel, à une époque où l'accent est plus souvent mis sur les droits du consommateur, placé en situation de fragilité face au professionnel mieux à même de se défendre.

4.2.1.1.2 En adoptant le point de vue du patient, on peut tout aussi bien considérer que l'endroit où est effectué l'acte serait "évidemment" l'endroit où se situe le patient (sur qui l'on agit).

Cette position considère, elle, que c'est le praticien qui, *virtuellement se "transporte électroniquement"* auprès du patient.

Elle semble plus simple pour le patient et plus défavorable aux médecins, qui devraient alors satisfaire aux formalités d'exercice dans chacun des états dont ils seraient susceptibles de recevoir une demande d'avis ; ils devraient répondre de leurs actes devant des tribunaux étrangers, avec des lois, des procédures et des critères de bonne pratique qu'ils ne maîtrisent pas nécessairement puisque ce ne seraient pas ceux de leur pratique quotidienne.

4.2.1.1.3 Des solutions plus complexes sont également parfois envisagées :

Il a ainsi pu être proposé :

De distinguer les cas de la téléexpertise et téléconsultation, de celui de la téléassistance :

Les premières seraient censées être domiciliées chez le médecin qui demande un avis, afin que le patient bénéficie de cette proximité pour le choix du tribunal, les règles procédurales, les normes de bonne pratique.

On pourrait considérer que le patient ne peut se retourner que contre son médecin local, celui-ci ayant la possibilité d'une action récursoire contre son télécorrespondant.

Cette éventualité ne serait pas très respectueuse des principes déontologiques d'indépendance des médecins et de la distinction des responsabilités de chacun des praticiens qui contribuent à un acte médical.

Elle serait assez logique si l'on considère que le médecin local est celui qui, *in fine*, va appliquer les recommandations du télécorrespondant ; c'est lui qui peut, par exemple, établir l'ordonnance de prescription thérapeutique ou réaliser les actes décidés avec son confrère distant.

Dans la seconde, la téléassistance, le patient qui prend, seul, l'initiative de s'adresser à un médecin éloigné, ce qui pourrait justifier de localiser l'acte au domicile professionnel habituel du praticien.

De permettre au patient le choix du lieu voire d'un éventuel cumul afin de lui laisser le bénéfice de la législation la plus favorable...

Cette idée semble libérale ; c'est probablement, en pratique, la plus complexe à appliquer, notamment pour le patient, qui devra faire un choix difficile entre des systèmes juridiques qu'il ne connaît pas nécessairement, et des règles de gestion des affaires de responsabilité médicale potentiellement très variées. L'épineuse question des conditions légales d'exercice de la télémédecine reste entière.

4.2.1.1.4 Il n'existe actuellement pas de réponse définitive à ce sujet, bien qu'il semble plus simple de localiser l'acte au domicile professionnel du médecin.

Les conditions de légalité de l'exercice de la télémédecine seraient ainsi clairement définies. La logique permettrait au télémédecin de conserver les référentiels professionnels qu'il pratique habituellement et en lui évitant de se préoccuper d'éventuelles divergences des règles de pratique professionnelle.

Rappelons pour illustrer ce point que faire réaliser une échographie par un technicien est parfaitement légal et habituel dans certains pays, comme les USA ; c'est en France une incitation à l'exercice illégal de la médecine, réprimée par la loi pénale et par le Code de déontologie médicale. De nombreuses autres règles professionnelles, généralement contenues en France dans le Code de la santé publique (comme celles relatives aux délais légaux des interruptions de grossesse, aux prescriptions de substances classées, ou tout simplement la façon d'établir une ordonnance...) peuvent varier considérablement d'un pays à l'autre.

Mais est-ce équitable ? Est-ce compatible avec les conventions internationales relatives aux autres activités humaines qui se jouent des frontières, comme la poste, le téléphone, les transports et le commerce internationaux, notamment sur internet, ou avec les règles établies pour la mise en place des réseaux bancaires et l'usage international des cartes de paiement ?

Cette solution est elle finalement crédible ?

Quelques arguments sont disponibles dans la littérature internationale et sur Internet :

En ce qui concerne la télémédecine, la quasi-totalité des sources publiées sont Nord-américaines Ces questions sont débattues depuis une dizaine d'années aux États-Unis d'Amérique

Trois d'entre elles dominent dans les écrits des radiologistes (32;34;136) ou des avocats américains (95;96) qui se penchent sur la télémédecine : les règles de gestion des procédures de responsabilité médicale ("*malpractice*") dont on sait le poids sur la médecine et la chirurgie américaines les possibilités de prise en charge des actes de télémédecine par les assurances publiques ou privées couvrant les dépenses de santé et l'autorisation légale de l'exercice de cette variété particulière d'acte médical .

La possibilité de fraudes et la confidentialité lors des échanges de données à distance préoccupent également les médecins américains.

La gestion des procédures de mise en cause de la responsabilité médicale n'a pas encore bénéficié d'une réglementation particulière et les avocats américains (comme ceux des autres pays) attendent que des solutions jurisprudentielles se dégagent (34)

La seule règle clairement établie est de déclarer à son assurance de responsabilité civile ce mode particulier d'exercice, de façon à être couvert à la fois dans l'état, le pays où l'on se situe, et dans chacun des états et ou pays avec lesquels on travaille régulièrement par télé-médecine. La plupart des polices d'assurances précisent qu'elles ne couvrent que les médecins se trouvant en situation d'exercice médical légal, dûment accrédités et agréés (voir ci-dessous).

La législation de quelques états américains exige des médecins locaux qu'ils disposent d'une police d'assurance ; cette exigence peut être étendue aux activités médicales pratiquées à distance.

Il est recommandé à tous les médecins se livrant à des activités de télé-médecine de respecter les bonnes pratiques définies par leur collègue de spécialité.

Plusieurs états tels l'*Alabama* et l'*Illinois* ont édicté des lois stipulant que les activités de télé-médecine exercées en faveur de leurs ressortissants étaient régies par leurs lois respectives et dépendaient de leurs tribunaux.

Toutes ces lois spécifiques à chacun des états régionaux risquent d'être obsolètes si les efforts de certains parlementaires américains aboutissent pour établir une législation nationale en matière de licence, de remboursement des actes et de compétence juridique des tribunaux en cas de mise en cause de la responsabilité civile professionnelle ("*malpractice*") pour les activités de télé-médecine. Plusieurs projets de lois sont à l'étude à la *Chambre des représentants* ainsi qu'au *Sénat* des États-Unis d'Amérique.

Le problème du remboursement éventuel par les systèmes d'assurances sociales américaines publiques et privées des activités de télé-médecine est considéré au paragraphe **Erreur! Source du renvoi introuvable.** de l'introduction de ce travail, page 4 et ne sera pas repris ici.

L'autorisation d'exercice de la (télé)médecine dans les états d'Amérique du Nord :

Bien que les conditions légales et réglementaires françaises et européennes de l'exercice de la médecine soient très différentes de celles en vigueur dans les différents états d'Amérique du Nord, il apparaît intéressant d'étudier la façon dont les États-Unis d'Amérique ont réglementé la pratique de la télé-médecine inter-états. Les discussions ont été vives depuis les années 1980 et se poursuivent, preuve, s'il en fallait, de la complexité de ce problème, qui a contraint une moitié des états américains à redéfinir, légalement, l'exercice de la médecine, pour prendre en compte la réalité de la télé-médecine.

On ne peut négliger ces points si l'on envisage une collaboration en télé-médecine vers les USA. En pratique, la réalisation de la téléconsultations ou de téléexpertises, sur des patients américains est pratiquement impossible en l'absence d'accords internationaux du type de ceux qui ont permis le développement des cartes bancaires internationales ou des transports aériens internationaux. Ces sujets, vus sous l'angle du commerce par Internet sont en cours d'examen dans le cadre du G-8 et de l'Organisation mondiale du commerce.

Le mécanisme de la licence délivrée par les "boards" :

Pour exercer dans un état des USA, les médecins américains doivent obtenir les diplômes adéquats et une accréditation, matérialisée par une licence (en américain, "*license*") du tableau régional des médecins ("*board*") de l'état dans lequel ils pratiquent leur art (50).

Il existe, presque partout, une exception de consultation ("*consultation exception*") permettant à un médecin dûment accrédité dans un autre état de pratiquer, de façon exceptionnelle, une consultation médicale, le plus souvent à la demande et en présence d'un médecin local. Les contours exacts de cette consultation exceptionnelle et ses différences avec un acte médical habituel restent cependant imprécis (97). Dans certains états, l'exercice de cette exception de consultation est limitée aux médecins des états frontaliers, ou parfois à un certain nombre de jours, semaines ou mois par an. D'autres états insistent sur le caractère exceptionnel et excluent toute relation suivie, même épisodique (32).

Le conflit licence - télé-médecine

Il y a ainsi un conflit évident entre le principe de base de la télémédecine qui vise à apporter à un patient, quelle que soit sa localisation, l'avis du médecin le plus expérimenté et le plus compétent dans un domaine donné, et la revendication de souveraineté, de responsabilité politique de chaque état au nom du 10^e amendement de la constitution américaine, de garantir par le mécanisme de l'accréditation la qualité des soins apportés à ses ressortissants 50.

Les dispositions législatives des états américains pour les activités de télémédecine ne sont pas équivalentes 51 : en voici quelques exemples :

Une majorité des 50 états, tels le *Kansas*, le *Dakota du Sud*, l'*Arizona* ou la *Floride* ont promulgué des lois régionales qui incluent explicitement la télémédecine dans la pratique médicale et exigent qu'un praticien souhaitant exercer à distance, par exemple en téléradiologie, soit accrédité par le tableau régional des médecins local et détienne une licence de cet état. Une entorse n'est reconnue à cette règle générale que pour une consultation épisodique, proprement "exceptionnelle", par application de la "*consultation exception*".

Dans le *Nevada*, le tableau régional des médecins avait initialement accepté que des médecins d'autres états puissent par télémédecine, donner des avis aux médecins du *Nevada*, pour permettre des expérimentations de télémédecine et de téléradiologie. Cette solution avait le mérite d'être simple ; on considérait que le patient était virtuellement "*transporté électroniquement*" au site d'exercice habituel du praticien, qui dès lors n'avait pas besoin d'une autre licence que celle de son domicile professionnel. Hélas pour la télémédecine, ce raisonnement semble actuellement obsolète. Cet avis du tableau régional des médecins a été annulé par la promulgation ultérieure d'une loi de l'État du *Nevada* stipulant que l'utilisation d'un équipement pour transférer électroniquement, téléphoniquement ou par fibre optique des informations visant à diagnostiquer ou à soigner des patients du *Nevada* était constitutif de la pratique de la médecine. En conséquence, la loi du *Nevada* impose dorénavant aux médecins, résidant en dehors de l'état, et recevant des images par téléradiologie d'être pleinement accrédités par le tableau régional des médecins du *Nevada*.

Quelques autres états américains ont adopté des lois pour permettre la télémédecine inter états, moyennant le paiement d'une licence *ad hoc*, soit, par exemple au *Maryland*, 200 dollars contre 520 dollars pour la licence d'exercice médical complet.

Pour éviter les difficultés liés au mécanisme régional, de nombreux responsables américains de la santé ont proposé l'établissement d'une accréditation fédérale et fait observer qu'elle existait déjà pour les médecins des systèmes de santé des Armées, des Vétérans, des Affaires indiennes et des médecins fédéraux du *Public Health Service*. Cependant les élus régionaux, attachés à leurs prérogatives, répugnent à céder à l'état fédéral une part de leur autorité dans un domaine aussi sensible et populaire que la santé. Il semblerait que l'évolution doive se faire vers un compromis permettant les activités irrégulières de télémédecine inter états et autorisant les programmes améliorant les soins des territoires les moins bien desservis par le système de santé local.

Les recommandations de l'*American College of Radiology* :

Les radiologistes qui se livrent à des activités de télémédecine au-delà des limites de l'état dans lequel ils ont obtenu leur accréditation (en américain, *license*), doivent obtenir également une "*licence*" des tableaux régionaux des médecins de chacun des autres états d'où proviennent les images qu'ils interprètent. Ils doivent également être agréés (*credentialing*) par les administrations des institutions qui émettent et reçoivent les images. Cet agrément ne coule pas toujours de source puisque certaines administrations hospitalières le conditionnent à la présence effective dans l'hôpital, un certain nombre de jours par semaine, par mois ou par an, et/ou à la participation à des activités communes, réunions interservices, activités de formation médicale continue, recherches des financements pour l'hôpital, par exemple.

Au delà de ces aspects juridiques l'ACR recommande que les radiologistes et les techniciens se livrant à des activités de télémédecine soient formés et entraînés à ces pratiques, et puissent avoir l'assistance d'un physicien hospitalier, ainsi que d'un spécialiste de la gestion des images numériques, en cas de besoin.

Au plan technique, les appareillages compatibles au format DICOM sont "fortement recommandés", et il est conseillé de n'acquérir que des appareils garantissant l'adoption des futures évolutions de ce standard, grâce à un programme de maintenance évolutive. L'acquisition

des images directement au format DICOM est préconisée, l'ACR distingue formellement les appareils de basse résolution (512 x 512 x 8 bits) et ceux de haute résolution, capables de distinguer au moins 2,5 pl./mm avec une profondeur de matrice de 10 bits au moins. La possibilité d'intégrer un résumé clinique est souhaitée, mais les stations de téléradiologie doivent obligatoirement afficher et transmettre, avec les images, les informations alphanumériques essentielles comme l'identité du patient, son numéro d'examen, la date, l'heure et le lieu de celui-ci, le nom de l'institution ou du radiologiste, le type de l'examen, son orientation complète et le type éventuel de la compression de données utilisée. Cette dernière n'est pas interdite mais la plus grande vigilance est recommandée aux radiologistes qui l'emploient. Il est indiqué qu'après transmission, les images ne doivent pas avoir perdu d'information "cliniquement significative". Enfin une série de recommandations relatives à l'affichage, à l'archivage et aux possibilités de recherche des examens, à leur sécurité sont détaillées.

L'ACR précise que "...comme toujours, les radiologistes assument la responsabilité de la qualité des images qu'ils interprètent..." et que des procédures régulières d'assurance qualité doivent être mises en place pour garantir l'absence de dégradation des performances du système de téléradiologie. Au minimum, une image test, telle celle du fantôme SMPTE, (mis au point en 1985 par un groupe de travail *ad hoc* de la *Society of Motion Picture and Television Engineers* (104)) doit être transférée chaque semaine pour contrôler l'absence de dérive qualitative.

Note : La FOOD AND DRUG ADMINISTRATION assure au niveau fédéral des États-Unis d'Amérique les fonctions de nos diverses agences de sécurité sanitaire et comporte un département chargé de l'agrément des installations radiologiques. Dans ce cadre, elle a été chargée de l'homologation des dispositifs de téléradiologie et a établi des normes très restrictives pour les techniques irréversibles de compression des données et exige, comme le recommandait l'ACR que l'utilisation d'une compression soit obligatoirement affichée même temps que les images correspondantes.

En résumé, la tendance actuelle des états Nord-américains a été, après quelques tergiversations, de privilégier la solution consistant à considérer que l'acte de télé-médecine se réalise là où se situe le patient, au nom de la protection des intérêts de celui-ci.

Il ne manque cependant pas de commentateurs pour remarquer que ce "protectionnisme" entrave fortement le développement des pratiques de la télé-médecine et pour demander avec insistance une intervention de l'état fédéral pour mettre en place une législation uniforme plus favorable à la télé-médecine.

Par ailleurs, les réflexions Nord-américaines n'ont généralement pas en compte les limitations imposées par les autres lois nationales. Elles n'ont par exemple pas envisagé le cas d'un Nord-américain résidant en France (par exemple) qui souhaiterait faire interpréter ses radiographies par un médecin de son pays. Dans l'état actuel du droit français, serait-ce un exercice illégal de la médecine en France, selon le raisonnement retenu aux USA ?

Une solution fédérale américaine ne réglerait, en toute hypothèse, qu'une partie du problème.

Seule une solution internationale serait susceptible de convenir pour les activités de télé-médecine qui dépassent les frontières américaines : certaines firmes américaines visent clairement un marché mondial (comme *WorldCare™*), la recherche médicale est également un domaine d'application de la télé-médecine qui nécessite une réglementation internationale.

Les clauses contractuelles

En attendant une solution fixée par la loi fédérale, les compagnies américaines qui vendent des contrats de services de télé-médecine peuvent préciser dans les contrats internationaux conclus avec les clients étrangers, ou avec les experts susceptibles de fournir des avis, que le tribunal compétent sera celui du siège social de la société.

Cette clause est comparable à celles prévues par les contrats établis par les établissements bancaires proposant de gérer les échanges monétaires électroniques mais il faut noter qu'il n'est pas exclu que le juge américain, désigné comme seul compétent par le contrat, considère néanmoins que le consommateur se trouve dans un rapport d'infériorité vis à vis du professionnel, et que la loi choisie désavantage la partie la plus faible. En application avec les règles du droit

international privé, il pourrait alors prendre en compte le droit du pays du consommateur, nonobstant la clause contractuelle fixant la juridiction compétente (112).

En dehors de la télémédecine, des textes existent pour le commerce international.

Deux textes relatifs au commerce semblent compatibles avec la proposition de localiser par défaut l'acte de télémédecine au lieu d'exercice du professionnel :

Le professeur Jérôme HUET, analysant le droit du commerce international relève l'existence de deux traités internationaux dont les principes pourraient être adaptés aux échanges commerciaux réalisés sur internet (130). Dans son rapport intitulé "*Internet et les réseaux numériques*", adopté en assemblée générale par le Conseil d'État le 2 juillet 1998, la Haute assemblée reprend à son compte les analyses de Jérôme HUET sur le commerce électronique, tout en souhaitant la promulgation de dispositions de sauvegarde de l'intérêt du consommateur, lorsque la loi du pays du vendeur lui est par trop favorable à ce dernier.

La convention de la Haye du 15 juin 1955, relative à la loi applicable pour la vente internationale de biens immobiliers

Cette convention désigne comme compétente, en l'absence de clause contractuelle contraire, la loi du pays où le vendeur réside habituellement.

Ce peut cependant, également être la loi du pays de l'acheteur lorsque la commande y est physiquement reçue par le vendeur (ce qui n'a pas de signification claire pour les commandes passées par internet).

Peu de pays, dont la France, ont ratifié cette convention.

La convention de Rome du 19 juin 1980, relative à la loi applicable aux obligations contractuelles.

Cette convention lie les états membres de l'Union européenne. Elle précise qu'en l'absence de clause contractuelle, la loi applicable est celle du pays avec lequel le contrat entretient les rapports les plus étroits, à savoir celui où la partie qui doit fournir la "*prestation caractéristique*" a son établissement (art. 4-2).

Cette convention prévoit également, dans son article 5, une disposition favorable au consommateur selon laquelle le choix contractuel de la loi en vigueur ni sa désignation conventionnelle, en l'absence de clause contractuelle, ne saurait priver le consommateur de son droit national dans certaines situations particulières, en particulier lorsque des actes de publicité ou de sollicitation du consommateur ont été effectués dans son pays, ou bien que le contrat y a été reçu par le fournisseur (cette dernière condition ne paraît pas facilement applicable au commerce électronique).

Le Conseil d'État, comme Jérôme **Huet**, insiste sur le principe de responsabilisation des parties : dès lors que le consommateur a fait l'objet d'une démarche de sollicitation a été entreprise auprès de l'acheteur par le vendeur, la loi du pays de l'acheteur doit s'appliquer ; lorsque, en revanche l'acheteur "...a pris l'initiative d'une transaction dont tout lui laisse penser qu'elle relèvera du droit du pays du vendeur (le consommateur) ne doit pas s'attendre à un traitement équivalent (la protection offerte par son droit national)..."

Ces principes pourraient être déclinés à la télémédecine de la façon suivante :

Les actes de télémédecine seraient habituellement localisés au lieu d'exercice du praticien, sauf dans le cas où un contrat, ou une convention de télémédecine, prévoit que la loi applicable et le tribunal compétent sont ceux du siège social de la structure qui se charge de l'orientation des demandes de ses abonnés, patients ou médecin, vers des téléexperts également liés avec cette structure.

Toutefois, pour faciliter les actions en réparation d'un éventuel dommage des patients, dans le cas d'une téléexpertise ou d'une téléconsultation, en l'absence de clause contractuelle spécifique, le patient aurait comme interlocuteur premier son médecin local, celui-ci pouvant engager une procédure contre son téléexpert ou son téléconsultant.

4.2.1.2 La propriété des données médicales : à qui appartient le dossier médical ?

Si cette question paraît accrocheuse, voire provocatrice, elle est cependant parfaitement d'actualité ; elle a récemment été soulevée par plusieurs associations de patients et de consommateurs qui ont demandé au printemps 1999 au gouvernement un projet de loi attribuant aux patients la propriété des données les concernant.

4.2.1.2.1 Deux conceptions opposées du dossier médical :

Deux opinions opposées peuvent s'exprimer de prime abord sur la "*propriété*" des données médicales, selon que l'on adopte le point de vue du patient ou celui du médecin.

Le patient - tout citoyen est un patient potentiel- est naturellement enclin à penser que les données de santé concernant son corps ou son psychisme, sa personnalité, lui appartiennent très logiquement.

Le médecin, de son côté, peut se considérer comme le propriétaire nécessaire des données qu'il compile sur son patient, par un acte intellectuel assimilable à une création et puisque ce dernier ne pourrait pas totalement les comprendre et qu'il est parfois souhaitable, pour des raisons d'humanité, de ne pas toujours tout dévoiler de ses observations, ses hypothèses, ses incertitudes, ses interrogations sur le diagnostic, le pronostic ou la conduite à tenir.

4.2.1.2.2 Cette question n'a pas en réalité de réponse simple et mérite un examen approfondi.

Elle est devenue essentielle du fait de la numérisation des données qui permet de copier et transférer des dossiers dématérialisés de façon bien plus rapide et discrète qu'auparavant. Lorsque le dossier se composait d'une grosse enveloppe de papier kraft, contenant de volumineuses chemises regroupant de multiples feuilles manuscrites (plus ou moins lisibles), sa copie était fastidieuse et son emprunt relativement apparent.

Avec la dématérialisation, le responsable du service hospitalier et, *a fortiori*, le patient lui-même (ou son éventuel tuteur légal) peuvent ne pas savoir que le dossier est consulté, transmis, dupliqué à distance en de multiples exemplaires ou qu'il est exploité à pour la recherche épidémiologique, statistique, scientifique, ou pour le compte d'un laboratoire ou d'une firme privée, voire d'une compagnie d'assurance-vie. Les données médicales peuvent facilement être détournées à des fins d'enseignement, de publications scientifiques, voire pour illustrer un article dans un quotidien ou un reportage télévisé...

Les revues médicales, les éditeurs scientifiques, les producteurs audiovisuels déposent un copyright sur ces données, ces illustrations, sans en informer le patient ni le médecin qui a produit l'ensemble. Des conflits surviendront inévitablement entre des radiologistes qui voudront publier "*leurs*" images (issues de leur travail, leur connaissances techniques et la manipulation de leurs appareils), et des cliniciens qui, parfois, les auraient publiées sans leur aval.

Le Collège royal des médecins britanniques a récemment entamé une réflexion sur cette question et tente d'établir des recommandations de "bonnes pratiques". Un premier principe serait que les données d'un malade doivent être exploitées par un médecin dans l'intérêt médical direct du patient ou, avec son accord explicite, pour l'enseignement, une publication scientifique, une production audiovisuelle, voire une diffusion sur internet. Un second principe serait que le médecin, à l'origine de la création ou du recueil d'une donnée médicale, conserve un droit moral sur son travail qui ne doit donc pas être utilisé sans son accord ni sans préciser la source.

Ainsi, il pourrait être considéré, par assimilation aux textes régissant la propriété intellectuelle, comme pour la photographie, qu'un radiologiste est propriétaire des images qu'il crée, mais qu'il n'a pas le droit de les exploiter sans l'accord du patient du fait du "droit à l'image" de ce dernier.

Les autres médecins, devraient dès lors demander au radiologiste et au patient leur accord pour publier ces images, et référencer le radiologiste dans les crédits.

Cet usage était d'ailleurs classique et recommandé par l'article 14 du premier Code de déontologie médicale de 1941 :

“**Article 14** . - Dans toute publication médicale, un médecin ne peut utiliser les documents ou résultats d'examens spéciaux qui lui ont été fournis par ses confrères qu'en mentionnant la part prise par ces confrères à leur établissement.”

4.2.1.2.3 Applications aux NTIC : le *filigrane électronique* ?

Un procédé de marquage des fichiers images, parfois dénommé "*filigrane électronique*" a été développé pour les firmes qui commercialisent des photographies numériques ; ce système permet d'incorporer au sein des données binaires décrivant la matrice de l'image des données cachées, indélébiles, qui permettent de rattacher, sans équivoque, l'image au producteur, le photographe qui l'a créée et au distributeur, qui en détient les droits de commercialisation.

Un procédé de ce type est, par exemple, diffusé par la société américaine DIGIMARC 52. Des modules d'encryptage et de lecture du filigrane existent pour les principaux logiciels de traitement d'image ou de dessin sur PC, sur Macintosh ou sur les stations de travail sous Unix.

Il serait souhaitable que ce procédé soit appliqué aux images médicales, intégré au standard DICOM, de façon à lier de façon définitive l'image avec l'identité de celui qui l'a produite et avec un numéro d'identification permettant à ce dernier (et à lui seul) de rattacher l'image au patient qui en est l'objet.

Ainsi serait-il possible de garantir les droits du patient sur son image, et les droits moraux du médecin imagier sur sa production.

4.2.1.2.4 Les diverses catégories de données médicales

Il convient tout d'abord de préciser que les données médicales ne constituent pas une catégorie uniforme dont on pourrait lapidairement dire à qui elles appartiennent

Elles regroupent des données objectives, comme le résultat brut de la numération des hématies contenues dans un millilitre de sang ou celui du dosage du glucose dans les urines, à distinguer des données subjectives comme l'interprétation des résultats de laboratoire ou l'impression du médecin sur l'adhésion d'un patient au traitement ou au régime alimentaire prescrit.

On peut y trouver des documents obligatoires, dont la liste est fixée pour le "*dossier médical d'hospitalisation*" par l'article R.710-2-1 du Code de la Santé Publique (C.S.P.) et des documents facultatifs, non cités par cette énumération, mais traditionnellement conservés dans le dossier hospitalier d'un patient :

“**Article R. 710-2-1** : Un dossier médical (d'hospitalisation) est constitué pour chaque patient hospitalisé dans un établissement de santé public ou privé. Ce dossier contient au moins les documents suivants:

- Les documents établis au moment de l'admission et durant le séjour, à savoir:

La fiche d'identification du malade ;

Le document médical indiquant le ou les motifs de l'hospitalisation ;

Les conclusions de l'examen clinique initial et des examens cliniques successifs pratiqués par tout médecin appelé au chevet du patient ;

Les comptes rendus des explorations paracliniques et des examens complémentaires significatifs, notamment le résultat des examens d'anatomie et de cytologie pathologiques ;

La fiche de consultation préanesthésique, avec ses conclusions et les résultats des examens demandés, et la feuille de surveillance anesthésique;

Le ou les comptes rendus opératoires ou d'accouchement ;

Les prescriptions d'ordre thérapeutique ;

Lorsqu'il existe, le dossier de soins infirmiers ;

(Décret n° 94-68 du 24 janvier 1994, article 2) La mention des actes transfusionnels pratiqués sur le patient et, le cas échéant, copie de la fiche d'incident transfusionnel mentionnée au deuxième alinéa de l'article R. 666-12-24.

- Les documents établis à la fin de chaque séjour hospitalier, à savoir:

Le compte rendu d'hospitalisation, avec notamment le diagnostic de sortie ;

Les prescriptions établies à la sortie du patient ;

Le cas échéant, la fiche de synthèse contenue dans le dossier de soins infirmiers.”

De très nombreux autres textes, ultérieurement rattachés au Code de la santé publique, ont prévu des pièces supplémentaires à inclure dans le dossier médical, comme par exemple le décret n° 96-1041 du 2 décembre 1996 relatif au *constat de décès*, ou bien le décret n° 95-566 du 6 mai 1995, articles 1er et 5 relatif aux *règles de suivi des médicaments dérivés du sang*, ou encore le décret n° 97-578, 28 mai 1997 relatif au fonctionnement des centres pluridisciplinaires de *diagnostic prénatal* :

Article R. 671-7-4 : (Décret n° 96-1041 du 2 décembre 1996, article 1er) Le ou les médecins signataires du procès-verbal du constat de la mort en conservent un exemplaire. Un exemplaire est remis au directeur de l'établissement de santé dans lequel le constat de la mort a été établi. L'original est conservé dans le dossier médical de la personne décédée.

Article R. 5144-32 : (Décret n° 95-566 du 6 mai 1995, articles 1er et 5) Lorsqu'un membre d'une profession de santé administre un médicament dérivé du sang hors des établissements de santé ou des établissements et organismes mentionnés à l'article R. 5144-31, il appose une étiquette détachable du conditionnement primaire de l'unité administrée sur l'original de l'ordonnance conservée par le patient. Lorsque le médicament est administré par un médecin, celui-ci appose l'autre étiquette détachable du conditionnement primaire de l'unité administrée dans le dossier médical, s'il existe.

Article R. 162-27 : (Décret. n° 97-578 du 28 mai 1997, article 1er alinéa II) Le centre pluridisciplinaire peut être consulté soit directement par la femme enceinte, soit par le médecin traitant qui adresse au centre le dossier médical de l'intéressée. Dans ce dernier cas, le dossier doit contenir l'attestation de la femme enceinte donnant son consentement écrit à la démarche du médecin traitant et mentionnant qu'elle a été avertie de ce que le centre conservera des documents la concernant.

Il faut ensuite noter que l'expression "*dossier médical*" désigne également dans la réglementation d'autres documents que ceux du "*dossier médical d'hospitalisation*".

On peut ainsi citer les dossiers médicaux prévus dans les diverses recommandations relatives à la *médecine du travail* (art. R. 241-56 à R. 243.15) et au *suivi de certains risques professionnels, chimiques* (art. R. 231-56-1 à -56-11) *biologiques* (art. R. 231-65-2) ou *physiques* (bruit, art. R. 232-8 à R. 232-8-7)...

Le Code de déontologie médicale apporte un éclairage complémentaire dans son article 45 :

Article 45 : Indépendamment du dossier de suivi médical prévu par la loi, le médecin doit tenir pour chaque patient une fiche d'observation qui lui est personnelle; cette fiche est confidentielle et comporte les éléments actualisés, nécessaires aux décisions diagnostiques et thérapeutiques. Dans tous les cas, ces documents sont conservés sous la responsabilité du médecin.

Tout médecin doit, à la demande du patient ou avec son consentement, transmettre aux médecins qui participent à sa prise en charge ou à ceux qu'il entend consulter, les informations et documents utiles à la continuité des soins.

Il en va de même lorsque le patient porte son choix sur un autre médecin traitant.

4.2.1.2.5 Remarque historique :

Le "*dossier médical d'hospitalisation*" est donc un assemblage de renseignements d'origine et de nature variées ; son contenu ne cesse de se modifier et de s'enrichir au cours du temps.

Les dossiers d'hospitalisation publiques étaient classiquement plus complets que les dossiers tenus lors des consultations ou ceux des structures d'hospitalisation privées ; dorénavant, la réglementation des dossiers d'hospitalisation publique et privée est identique.

Ils comportaient traditionnellement cinq catégories de documents : *l'observation médicale*, les résultats et les comptes-rendus des examens paracliniques, éventuellement le dossier anesthésique, les doubles des correspondances et la "*pancarte*", un tableau récapitulatif des actes infirmiers et des prescriptions qui était classiquement affichée au pied du lit du patient.

Récemment, le "*dossier de soins infirmiers*" est venu rejoindre la "*pancarte*" dans ce "dossier médical". Gageons qu'un dossier d'historique pharmaceutique viendra tôt ou tard s'y adjoindre, comme c'est déjà le cas en Amérique du Nord.

L'observation médicale est, elle-même un document complexe dans sa réalité pratique ou juridique car elle renferme, souvent intimement intriqués, des éléments subjectifs, “*confidentiels*” correspondant aux prescriptions de l'article 45 du Code de déontologie médicale, comme les discussions diagnostiques, étiologiques et thérapeutiques dans lesquelles l'étudiant hospitalier, l'interne, l'assistant, parfois l'agrégé et le chef de service échangent leurs analyses et leurs opinions sur le cas du patient et la prise en charge à envisager, et des éléments plus objectifs, “*communicables*” comme le résumé des résultats d'examen complémentaires ou le plan thérapeutique décidé à l'issue d'une réunion de service. Elle contient également le détail des examens cliniques successifs et leurs conclusions (qui seules sont explicitement incluses dans la définition réglementaire du “*dossier médical d'hospitalisation*”).

Il y a une vingtaine d'années, il n'était pas rare de voir un médecin chef de service changeant d'affectation emporter ses dossiers avec lui dans son nouveau service. Cet usage résultait en quelque sorte de l'impression générale que les dossiers appartenaient aux médecins dans le secteur public comme dans les cabinets médicaux de ville. Les textes successifs, comme la jurisprudence des tribunaux administratifs et de la Commission d'Accès aux documents administratifs ont, depuis cette période, régulièrement affirmé l'appartenance des dossiers médicaux à l'hôpital public qui doit en assurer la conservation sous la responsabilité des médecins.

4.2.2 Les obligations juridiques découlant des réflexions techniques et médicales.

Il a été indiqué dans la deuxième section de ce travail que des interrogations subsistent sur la fiabilité de l'interprétation, à distance, sur écran des radiographies analogiques secondairement numérisées pour leur transmission (cf. pages 30 et suivantes), ainsi que sur les conséquences diagnostiques de l'utilisation de la compression irréversible des données d'imagerie (cf. pages 38 et suivantes).

Ces interrogations, également valables pour l'archivage des données sans télétransmission, doivent conduire le praticien à une *prudence* renforcée, à s'assurer que les éléments dont il dispose au moment de donner son avis sont bien quantitativement et qualitativement suffisants (ce qui implique que ces précisions techniques soient obligatoirement transmises au téléexpert).

Dans la négative, il doit, au minimum, formuler des réserves et faire part de ses doutes à son interlocuteur, voire renoncer à se prononcer.

Dans tous les cas cette situation devra être parfaitement expliquée au patient.

Il a également été précisé que ces interrogations ne s'appliquent pas dans le cas de notre expérience, puisqu'il s'agissait d'une transmission intégrale des données initiales des techniques d'imagerie numériques. Cette méthode est applicable aux images de scanner X (comme dans notre cas) mais aussi à celles d'imagerie par résonance magnétique, d'échographie ou de radiologie numérique, sous réserve de ne pas passer par une étape intermédiaire analogique (*frame-grabbing*) et de ne pas utiliser un algorithme de compression destructif.

Il semble donc souhaitable de privilégier ces transmissions numériques directes, indiscutablement plus sûres.

4.2.3 Les obligations juridiques liées aux règles déontologiques.

Une grande partie des considérations déontologiques envisagées dans le paragraphe précédent débouchent sur des obligations juridiques.

Il en va ainsi des obligations déontologiques générales du médecin et surtout de ses devoirs à l'égard du patient (respect de ses droits élémentaires, de la confidentialité des données médicales personnelles, du libre choix du ou des médecins, du consentement éclairé...) et de ses confrères.

L'origine en est souvent inspirée par des considérations éthiques qui doivent servir de repères à la réflexion du médecin, sans la contraindre ni l'escamoter.

La sécurité des données et la préservation de leur confidentialité figurent certainement parmi les obligations déontologiques les plus exposées par la télémédecine et la téléradiologie, d'autant que la législation française reste contraignante envers les prestations de cryptologie forte.

Un autre aspect sécuritaire n'a pas encore été abordé dans ce travail, relatif à la fiabilité de l'identification électronique des patients et de leurs données informatiques de santé.

De nombreux responsables informatiques, les gestionnaires de l'assurance maladie, des responsables de santé publique, des épidémiologistes et d'autres chercheurs plaident pour l'utilisation en médecine d'un numéro universel, un *identifiant permanent des personnes (I.P.P.)* en arguant que la multiplicité et la diversité des façons dont sont répertoriées les données de santé d'un individu ne permettent pas leur rapprochement fiable, et que de nombreuses erreurs, des oublis, ou des redondances inutilement coûteuses résultent de cette situation anarchique.

Ils précisent que l'usage d'une information électronique, pour les soins, impose d'identifier avec certitude la personne et que les systèmes actuels basés par exemple sur le nom, le prénom et la date de naissance sont peu fiables du fait des homonymies et des erreurs de saisie.

Enfin, il est allégué qu'une numérotation unique à l'échelle nationale (européenne ?) réduirait les coûts de création et de gestion des répertoires des patients des établissements de santé.

L'attribution à chaque patient d'un numéro d'identification permanent et univoque pour les soins médicaux faciliterait la communication des données médicales entre médecins, soignants, cliniques, hôpitaux, et plus généralement l'ensemble des personnels et établissements de santé. Un I.P.P. serait utile pour la continuité des soins, leur coordination, leur qualité, la vigilance, la sécurité sanitaire, l'épidémiologie, bref l'efficacité des soins, et ajoutent certains, la lutte contre la gabegie et les gaspillages. Il est remarqué que le déploiement des technologies nouvelles de santé comme la réforme du système de santé nécessitent cette innovation opportunément réalisable lors de la mise à jour de la loi "informatique et libertés" en application de la directive européenne de 1995.

La solution technique la plus simple serait l'utilisation du numéro d'inscription au répertoire (N.I.R.) des personnes physiques de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), plus connu sous le nom de "*numéro de sécurité sociale*".

Cependant, le risque d'indiscrétion résultant du rapprochement des fichiers, très largement accru par une telle identification numérique permanente, a été prévenu par le législateur, particulièrement conscient de ce danger, dans l'article 18 de la loi "Informatique et liberté" qui encadre de façon drastique l'utilisation du N.I.R. Une très récente modification législative a cependant ouvert une brèche dans cette volonté de protection maximaliste de la vie privée en permettant à l'administration fiscale d'utiliser le N.I.R. aux fins de lutte contre la fraude fiscale.

La création d'une numérotation indépendante du N.I.R. paraît peu recommandable pour plusieurs raisons :

elle n'empêcherait pas vraiment l'établissement d'une correspondance entre toutes les numérotations univoques liées à une même personne, argument contré par les partisans du N.I.R. qui rétorquent que la loi ne gêne que les utilisations légales et non les interconnexions illégitimes des fichiers...

Cette opération serait coûteuse : une récente étude réalisée pour le compte du secrétariat d'État à la Santé a estimé à plusieurs milliards de francs le coût de la mise en place d'une nouvelle numérotation indépendante du N.I.R., en se fondant sur l'expérience britannique et sur une tentative avortée du ministère des Finances, avant que ce dernier n'ait pu obtenir la modification législative l'autorisant à utiliser le N.I.R.

Cependant un reproche important, fréquemment adressé au N.I.R., est son caractère *signifiant* en lui-même source d'indiscrétion : il permet de déterminer le genre, masculin ou féminin, déclaré à la naissance - ce qui déplaît aux transsexuels, par exemple, l'âge, le département et la commune de naissance. Il est donc possible, au vu de ce numéro de reconnaître une personne née à l'étranger, ce qui n'est pas une information pertinente dans la plupart des utilisations courantes

Les opposants à une numérotation nouvelle soulignent les difficultés de la gestion des antériorités et les risques d'erreurs lors de la migrations des systèmes informatiques depuis leurs anciens numéros vers l'I.P.P.

Le législateur devra trancher, sans doute, après des débats passionnés.

L'étude des pratiques des autres pays européens ou étrangers ne dégage pas de solution claire : certains utilisent largement un même I.P.P pour tous les usages administratifs (Luxembourg, Scandinavie, par exemple) alors que d'autres ont adopté un I.P.P. spécifique pour la santé (Irlande, Espagne, Allemagne, Portugal ou Canada, par exemple). La France fait donc figure de cas très particulier avec un N.I.R. très robuste et de grande qualité, mais d'usage légal très restreint.

Au delà de cet aspect de protection de la vie privée, des réticences s'expriment également à l'idée de substituer au patronyme familial un simple numéro, ce qui parfois fait resurgir la hantise du *Big Brother* du 1984 de George ORWELL.

Une proposition alterne est parfois présentée, visant à identifier chaque individu de la société par un ensemble d'identifiants multiples intercorrélés, mais dont aucun, pris isolément ne permet de casser l'anonymat (modèle dit P.I.D.S.).

Diverses techniques biométriques sont envisagées, souvent sujettes aux aléas médicaux ou chirurgicaux, ce qui est particulièrement invalidant pour un usage médical.

4.3 Aspects éthiques

De nombreuses interrogations éthiques et déontologiques surgissent avec la télémédecine. Celle-ci reste pourtant absente des traités récents de bioéthique même lorsqu'ils ont des visées encyclopédiques, tel l'excellent ouvrage collectif dirigé par Gilbert HOTTOIS et Marie-Hélène PARIZEAU (126).

4.3.1 Généralités : le champ de l'éthique.

Comme la télémédecine, l'éthique se joue des frontières et des cultures, ce qui la distingue du droit et de la déontologie. Une autre singularité est qu'elle ne se codifie pas sans perdre de sa spécificité.

Elle a, vis à vis du droit et de la déontologie une place très particulière, *en amont* de ces domaines dont elle a engendré, avec l'équité, certains principes fondamentaux.

Elle se situe également *en aval*, puisqu'elle reste le seul guide disponible dans les situations où le droit et la déontologie n'ont pas de réponse valable, comme en cas de conflit entre règles de même niveau.

Lorsqu'il existe une réponse juridique ou déontologique, l'éthique peut malgré tout conduire à s'interroger sur le bien fondé de l'application de la loi ou de la règle professionnelle à un cas particulier.

La télémédecine peut faire rêver de rassembler tout le savoir médical du monde sur ce nouveau média qu'est l'Internet, de partager ce patrimoine de connaissances avec l'humanité entière, d'imaginer un télé-enseignement médical universel résultant des contributions de tous ceux qui voudraient y collaborer.

Le rêve débouche parfois sur le cauchemar ; de nombreux nuages occultent soudain les horizons radieux esquissés plus haut : le spectre de "*Big Brother*" n'est jamais très éloigné, ni la dérive commerciale de la médecine ou la concurrence médicale sauvage déjà précédemment évoqués.

Certaines autres craintes sont fréquemment soulevées :

4.3.1.1 Une médecine encore plus déshumanisée par les NTIC.

Le spectre d'une déshumanisation de la médecine est souvent évoqué par ceux qui redoutent que l'éloignement matériel du patient et de son médecin n'engendre également un étirement du lien psychologique si fragile entre eux. Il est souvent craint que l'intrusion de l'ordinateur ne perturbe le colloque si singulier du médecin et de "son" malade, que l'écran (informatique) ne fasse réellement "écran", que le médecin devenu "virtuel" ne soit plus autant écouté par le patient, et, qu'inversement, l'empathie du médecin soit amoindrie envers un malade "virtuel".

4.3.1.2 La mondialisation de la santé et la décontextualisation d'une réponse par télémédecine.

La télémédecine ignore les frontières. Ce peut être un avantage. Cela peut également devenir un défaut, si elle conduit le médecin à oublier, ou négliger, les différences ethniques et culturelles qui imprègnent les concepts de maladie et de santé. La barrière linguistique ne résume pas le choc des cultures : des maladies, fréquentes dans certains pays, sont ignorées chez les voisins. Ainsi en est-il de la "crise de foie", chère au français moyen mais inconnue de nos cousins européens. Comment un néo-zélandais (ou tout autre médecin étranger) répondrait-il dans ce cas précis ?

4.3.1.3 Une dilution des responsabilités.

Le malade est déjà trop souvent ballotté entre ses multiples médecins. Aucun d'entre eux n'est plus vraiment le "*médecin traitant*" et il n'est certainement pas fortuit que cette appellation ait si rapidement remplacé celle de "*médecin de famille*". La télémédecine ne va-t-elle pas accélérer la tendance actuelle à considérer l'acte médical comme un banal produit de consommation, avec la surabondance de l'offre médicale. Le patient ne risque-t-il pas de croire que, grâce à Internet, ses bases de données, ses listes de diffusion, ses forums électroniques, il pourrait s'automédicaliser avec la sécurité d'un maximum d'accès aux connaissances mondiales, en recourant épisodiquement au médecin comme on demande l'avis du conseiller juridique de sa compagnie d'assurance, pour vérifier que l'on a bien appréhendé le problème et sa solution ?

Le médecin ne serait alors qu'un prestataire de service comme un autre, qui fournirait une réponse instantanée à une question ponctuelle, et tant pis si la question n'était pas la bonne, si la céphalée n'était pas la maladie à traiter, mais un symptôme d'un processus pathologique insoupçonné du patient...

4.3.1.4 Une manipulation des données et un piratage du réseau.

De même que l'on n'a jamais construit d'autoroutes réservées aux ambulances, le mythe d'un réseau exclusivement réservé à la télémédecine n'a pas d'avenir.

Puisque les données médicales chemineront sur le vaste réseau mondial, par petits paquets binaires, en se mêlant à toutes sortes de messages, certains cassandres redoutent que ces données puissent être captées au passage, divulguées frauduleusement ou, pis encore, dénaturées. Ce risque technologique est incontestable ; les meilleures clés informatiques, les meilleurs "*pare-feux informatiques*" (*fire-wall*) peuvent être cassés ou contournés.

En informatique, comme dans les autres activités humaines, le "*risque zéro*" n'existe pas et il faut rechercher à limiter la gravité et en probabilité du risque, autant que c'est raisonnablement possible, compte tenu des contraintes fonctionnelles et de coût.

L'éthique commande une vigilance extrême et permanente. Elle exige de ne pas se contenter des précautions légalement imposées lorsque l'on se trouve dans une situation à risque particulier. Elle pourrait même, parfois, conduire à renoncer à mettre en ligne certaines données, ou à les faire cheminer par l'Internet. Par ailleurs, une sécurisation ruineuse irait à l'encontre du but recherché, d'un accès pour tous avec une qualité de base.

4.3.1.4 Comment répondre à ces questions ?

Il n'existe bien sûr pas de réponse immédiate et universelle à ces interrogations ; il ne faut pas oublier ces deux maximes : "*l'outil n'a pas d'âme*" et "*les machines n'ont jamais asservi que les faibles*" (Gaston **Berger**).

La réflexion multidisciplinaire, l'organisation de colloques, voire la mise en place de forums électroniques... peuvent être utiles pour aborder publiquement ces questions et toutes celles qui n'ont pas été encore envisagées et qui surgiront tôt ou tard.

Ces actions déboucheront tantôt sur l'élaboration de garde-fous et de recommandations de bonnes pratiques, tantôt sur la remise en question des règles précédemment fixées et sur de nouvelles interrogations. Ainsi en va-t-il de l'éthique, remise en question permanente de nos pratiques.

Nous développerons plus particulièrement les aspects éthiques des deux applications médicales de la télémédecine les plus souvent citées en exemple : la médicalisation des populations classiquement mal desservies et la télémédecine dans les prisons .

4.3.2 La médicalisation des populations mal desservies par le système de santé traditionnel

4.3.2.1 L'éthique trouve a priori son compte lorsque la télémédecine est mise en œuvre dans le dessein de mieux distribuer l'offre de soins ou la formation initiale et continue des médecins et améliorer ainsi la couverture médicale des zones défavorisées (170;250).

De nombreux auteurs soulignent, à l'instar de McLAREN et BALL (171) les "anomalies endémiques de répartition de l'offre de soin" sur notre planète.

Ces anomalies sont flagrantes aux USA et au Canada, avec un contraste saisissant entre les zones rurales - et plus encore dans les réserves indiennes - et les zones urbaines ou suburbaines ; de nombreuses applications de télémédecine, déjà citées dans ce travail y ont été consacrées, ainsi qu'en AUSTRALIE (11;12;63;67;93).

Ces inégalités ont également été soulignées au sein même des zones urbaines Nord-américaines : plusieurs expérimentations de télémédecine ont été implantées dans les quartiers défavorisés, en particulier en médecine scolaire.

Les pays scandinaves ont également tiré très tôt partie des possibilités de la télémédecine, du fait des difficultés de circulation rencontrées, par exemple, en hiver.

Le *Symposium mondial sur la télémédecine pour les pays en développement* qui s'est tenu à ESTORIL (PORTUGAL) du 30 juin au 4 juillet 1997, comme le rapport du *groupe de travail sur la télématique de santé* de l'O.M.S. (4), ont bien décrit les espoirs et les difficultés de la télémédecine pour les contrées les plus défavorisées :

Le manque d'information sur les technologies nouvelles, leur pratique et la possibilité d'acquérir cette pratique ;

Le manque de mobilisation des politiques ;

Les restrictions légales ou réglementaires au développement des télécommunication ;

Le manque de ressources financières, humaines et techniques .

Il est tristement banal de constater que c'est précisément là où le besoin d'une télémédecine ultra performante se fait sentir avec le plus d'acuité que les infrastructures de communication font le plus défaut.

Il importe de prendre en compte un à un ces obstacles pour rechercher des solutions réalistes ; l'O.M.S. affirme que c'est non seulement possible mais indispensable.

Il est également essentiel de comprendre les besoins réels et les possibilités d'intervention de ces pays et d'éviter de croire qu'il suffirait de les mettre en réseau avec les centres hospitalo-universitaires (C.H.U.) de pointe des pays les plus développés pour résoudre d'un coup toutes leurs difficultés.

Leurs besoins, leurs problèmes ne sont pas identiques à ceux des C.H.U. et doivent être précisément définis avec eux dans un partenariat à part entière. Ils doivent se sentir impliqués dans la définition des objectifs et des actions à mener en commun.

4.3.2.2 Il est possible, d'envisager deux attitudes opposées qui conditionnent les choix technologiques :

Dans le premier cas, les stations d'émission des demandes d'avis et celles des téléexperts peuvent et doivent être différenciées Dans le second, on utilisera des appareillages identiques en chacun des points du réseau :

4.3.2.2.1 La première tendance peut être qualifiée de néocolonialiste

Elle considère que les zones rurales ou insulaires, et plus généralement les populations isolées, ne sauraient disposer d'une meilleure couverture médicale qu'en se rattachant aux grands centres urbains super équipés. Dès lors, l'objectif, initialement généreux, de la télémedecine dérape. Puisque la technique existe ailleurs et qu'elle serait accessible à distance, pourquoi chercher à la développer sur place ?

Ainsi conçue, la "collaboration" devient un asservissement technique et scientifique, l'essentiel des compétences se concentrant de plus en plus et l'accès aux plateaux techniques lourds aboutissant à accentuer la désertification technique périphérique.

Comme la gravitation, la compétence attire la compétence ; elle la nourrit, la stimule...

Cette position est-elle éthiquement tolérable ?

4.3.2.2.2 La seconde tendance est coopératrice

Considérant que les techniques de communication et de gestion des informations n'imposent plus l'unité de lieu de toutes les compétences et permet au contraire de collaborer à distance, elle aboutit à répartir sur tout le territoire considéré les centres de compétence, en les reliant efficacement afin que, tous ensemble, ils disposent de la totalité des moyens humains. Quelques expériences vont dans ce sens (240)

Cette option paraît plus généreuse ; est-elle réalisable ?

En d'autres termes : est-il souhaitable de regrouper, dans un centre hospitalo-universitaire par exemple, la quasi-totalité des experts scientifiques en les chargeant de donner des avis à toute une zone d'influence (la région, selon les conceptions françaises traditionnelles, le monde, selon la conception américaine...)?

Est-il préférable de favoriser, de susciter l'éclosion de centres multiples d'expertise, dispersés sur le territoire et très bien reliés entre eux, capables d'assurer par eux-mêmes l'accueil et le traitement des cas simples (les plus nombreux) et de collaborer, grâce à la télémedecine, pour les cas plus complexes ou de diriger vers le centre le plus approprié les quelques cas extrêmes de patients qui ont réel intérêt à bénéficier directement des compétences les plus pointues sur leur pathologie ?

4.3.2.2.3 La seconde conception est moins hiérarchique que la première, et ménage un plus grand rôle aux praticiens des petites structures.

Ceux-ci d'ailleurs le revendiquent clairement, suggérant, par exemple, que lorsque leur patient est transféré au CHU, ils puissent, par l'intermédiaire des outils de la télémedecine, être tenus informés de son état, être consultés pour les décisions importantes, puisque au contact de l'entourage familial et social du patient, ils sont les plus à même de dire si les solutions techniques envisagées, sur la base de critères scientifiques, seront viables ou non lorsque le malade sera revenu chez lui (37).

L'hôpital Cochin reçoit ainsi fréquemment des patients des territoires et départements d'Outre-mer, pour l'exploration et le traitement de pathologies particulièrement complexes. Quelques cas d'échanges interactifs avec les praticiens qui les avaient adressés, nous ont rappelé que la solution techniquement préférable n'était pas nécessairement la meilleure : la proposition d'un anus artificiel s'est avérée irréaliste chez un patient vivant chez lui torse nu ou lorsque le matériel à usage unique indispensable n'était pas disponible.

Ces expériences humaines nous ont incités à privilégier la télémedecine "*bidirectionnelle*" bien qu'elle puisse parfois être plus coûteuse ou plus complexe que les solutions monodirectionnelles.

4.3.2.2.4 Le premier scénario est bien réel et n'est pas un fantasme

Cette tendance existe chez des équipes américaines les plus prestigieuses - et c'est bien naturel dans la logique du libéralisme dit "*sauvage*".

De très grosses expérimentations américaines illustrent cette pratique :

La *Mayo Clinic* ⁵³ a ouvert des services de télémedecine et de téléradiologie en Floride et en Arizona, à des milliers de kilomètres de sa prestigieuse maison mère du Minnesota (158) ;

Le *Massachusetts General Hospital* (MGH) de Boston ⁵⁴ a développé dès 1963 une liaison de télé-médecine multidisciplinaire avec le centre d'urgences de l'aéroport international de la ville (*Logan Airport*), puis avec tout un réseau d'hôpitaux généraux du Massachusetts, et ensuite concouru à la création de l'*American Telemedicine International of Cambridge*TM, devenue une filiale commerciale de *WorldCare International of Cambridge*TM.

Ce groupement propose des contrats commerciaux de télé-expertise et de télé-diagnostic aux résidents des pays étrangers, au Moyen-Orient (101), en Amérique du Sud, en Italie, en Grande-Bretagne, plus récemment en France, ainsi qu'aux américains expatriés en leur faisant miroiter l'intérêt de se garantir, où qu'ils se trouvent, le niveau de qualité des diagnostics et des thérapeutiques du MGH.

La stratégie commerciale de cette compagnie consiste, le plus souvent, à nouer des partenariats avec les plus grandes compagnies locales d'assurances médicales, par exemple, au Venezuela, avec la *General de Seguros*.

Cependant, même aux USA, cette orientation ne va pas sans difficulté.

Les grandes équipes universitaires découvrent que, s'il peut éventuellement leur revenir de prendre l'initiative de mettre en place des réseaux offrant, contre rémunération, leurs compétences aux praticiens des autres hôpitaux et cliniques, ce sont ces derniers qui, *in fine*, décident ou non d'exploiter et de s'approprier ces outils.

Comme la pratique démontre, dans la quasi-totalité des cas, une utilisation bien inférieure aux prévisions, des interrogations sont apparues. Des enquêtes ont été menées pour tenter de comprendre ce qui avait été mal évalué, mal organisé, et pour chercher des solutions.

L'analyse des difficultés et des remèdes proposés est tout à fait révélatrice de l'état d'esprit des promoteurs de ces réseaux centrés sur les hôpitaux universitaires (238).

Les difficultés et les points de friction du système :

Les médecins de campagne, peu rémunérés, ressentiraient le développement des outils de la télé-médecine comme un instrument les obligeant, tout en diminuant leurs revenus, à faire encore plus allégeance à leurs confrères prestigieux et mieux payés des CHU.

Ils peuvent légitimement craindre d'être embarrassés devant leur patient face au spécialiste du CHU, qui parfois ne prend pas en compte la différence des pratiques entre une zone rurale et un hôpital citadin de pointe.

Ils signalent que l'emploi des outils de télé-médecine leur occasionne un surcroît de travail et de déplacements car au lieu d'envoyer le patient seul au CHU, le médecin doit l'accompagner à l'hôpital rural local pour participer à la téléconsultation.

Les difficultés matérielles (*hassle factor*) peuvent également freiner l'adoption, en routine, de la télé-médecine, lorsqu'elle impose beaucoup de formalités et des modalités d'accès complexes aux dispositifs de visioconférence.

Ce travail supplémentaire n'est pas honoré de façon incitative.

Enfin, avec la progression des concepts et de la pratique des réseaux centralisés de coordination et de gestion des soins (*Managed Care*), ils redoutent que leur rôle ne soit de plus en plus étriqué, et craignent de se retrouver "*coincés*" entre les infirmières et les téléexperts du CHU.

Comme ce sont actuellement ces médecins ruraux qui contrôlent les points d'entrée du système, diverses solutions sont envisagées :

Alléger les démarches administratives et proposer des outils plus simples d'emploi, à proximité des utilisateurs.

Augmenter le nombre des médecins ruraux pour qu'ils aient plus de temps à consacrer aux activités de télé-médecine (mais le coût correspondant doit être évalué par rapport à l'utilité réelle du changement).

Mettre en place des incitations financières, comme par exemple, la capitation.

Faire en sorte que les patients deviennent demandeurs auprès de leurs médecins ruraux, en quelque sorte pour leur "forcer la main".

Plus radicalement, et c'est l'orientation préférée des gestionnaires (!) "changer le porteur de la clé" (*keykeepers*) c'est à dire s'adresser aux infirmières qui ne se poseront pas ce genre de questions, d'autant que leur "offrir" l'accès direct au spécialiste du CHU est pour elles hautement gratifiant, et qu'elles apprécieront l'extension de leur rôle par rapport à la pratique antérieure où elles étaient

contrôlées plus étroitement par les médecins ruraux locaux (on peut alors s'attendre à ce que ces derniers s'ingénient à bloquer le système...).

Des expérimentations plus modestes, également entreprises dans tous les états américains, sont parfois génératrices d'une augmentation considérable des revenus de petits hôpitaux.

Ainsi, un hôpital local de 40 lits, situé à ERIN (TENNESSEE) aurait, selon JONES, accru en 1995 son chiffre d'affaire de 74 % en signant un contrat de téléradiologie avec RCI, un groupe de 18 radiologistes libéraux de NASHVILLE (distante d'environ 116 km). De cette façon, sans augmenter notablement les coûts, l'hôpital est passé d'une couverture radiologique de deux vacations hebdomadaires de deux heures, à une couverture permanente ; il a augmenté de 25 % l'activité de son département radiologique et a attiré 6 nouveaux consultants (généraliste, orthopédiste, pédiatre, podologue, gynécologue et obstétricien), ravis de pouvoir disposer immédiatement, par télé-médecine, des avis d'un ensemble de radiologistes spécialisés. L'investissement initial pour l'acquisition du dispositif de télé-médecine a été financé par RCI.

L'hôpital envisageait donc d'explorer d'autres possibilités de services de télé-médecine et particulièrement en cardiologie.

Mais ces pratiques entraînent également des difficultés et des critiques, parfois sévères, émanant de la communauté médicale

Ces discussions, relate KINCADE (143), apparaissent lorsque des sociétés commerciales offrent des services de télé-radiologie ou plus généralement de télé-médecine qui déstabilisent le tissu sanitaire préexistant, au lieu de l'améliorer.

Les responsables de ces sociétés rétorquent à leurs détracteurs que ce n'est pas "*l'outil télé-médecine*" qui doit être rendu responsable de l'usage qui en est fait, mais, qu'en réalité, la véritable coupable est la domination progressive des organismes privés de *Managed care*, qui par l'intermédiaire de la capitation, ont introduit une nouvelle dynamique de compétition dans l'offre de soin. La télé-radiologie n'est alors qu'un des instruments pour "*faire plus avec moins*".

Ces responsables ajoutent qu'après une première période où les radiologistes ont manifesté passivement la crainte d'être submergés par la vague des fournisseurs de télé-services radiologiques, ils se sont repris et organisés pour résister, en intégrant les praticiens isolés au sein de groupes plus puissants et diversifiés, en réunissant les petits groupes en structures plus solides, capables de proposer leurs propres services de télé-radiologie dans leur aire d'influence traditionnelle, sinon au delà.

La stratégie des plus dynamiques des sociétés de télé-services radiologiques, est de chercher à s'allier aux radiologistes locaux les mieux structurés, plutôt que de les combattre. Peu à peu la médecine abandonne la forme traditionnelle d'une "*profession de gentlemen*" pour devenir le domaine de grands groupes de partenaires, comme il en existe déjà chez les avocats. KINCADE cite ainsi le succès de la firme *Teleradiology Associates*, une filiale de *Teamhealth/Med Partners*, qui à la mi-1997, contrôlait 55 hôpitaux dans 22 états américains, ou de la société *Inphact*, qui propose aux radiologistes isolés de les aider à assurer un service permanent, sept jours sur sept et vingt-quatre heures sur vingt-quatre et d'ainsi mieux résister aux propositions d'organismes de grande taille qui chercheraient à les supplanter.

Cette logique centralisatrice s'observe également parfois dans notre tradition planificatrice française et dans bien d'autres pays.

La mise en place du réseau de télé-médecine TÉLIF, extension de l'expérimentation de la Grande garde de neuroradiologie et neurochirurgie de l'AP—HP a, par certains aspects, suscité des remarques de cet ordre.

Les utilisateurs externes à l'AP—HP ont critiqué les contraintes imposées par le dispositif centralisé d'évaluation de ce système et le contrat léonin que doivent signer les institutions extérieures à l'AP-HP pour entrer dans le réseau.

Certaines firmes américaines, ou établies dans des paradis fiscaux, ont ouvert des bureaux en France, dans le but de s'y implanter; comme, par exemple, la société *WorldCare*, partenaire du *Massachusetts General Hospital*, citée plus haut.

4.3.2.3 Comment résoudre cette alternative ? Quels arguments privilégier ?

En l'absence de données objectives, les choix actuels sont nécessairement arbitraires ; l'éthique impose d'étudier de façon très détaillée leurs résultats et les conséquences sanitaires, économiques, humaines et sociales, de façon à procéder à des choix éclairés pour le futur.

Ces discussions s'apparentent à celles qui opposent les *filiales* aux *réseaux* de soins. Les décisions, typiquement politiques, au sens le plus noble de ce terme, ne devraient pas reposer sur des considérations dogmatiques ni sur des choix purement *financiers* 55 ni même sur une analyse *économique*, au demeurant bien souvent immature 56. Elles touchent en effet à l'aménagement du territoire, avec des conséquences économiques régionales et des effets sur l'emploi et le chômage.

Elles ont également des aspects *sociologiques* et ce travail a démontré plus haut que les facteurs humains de réussite ou d'échec des expérimentations de télémédecine sont bien trop souvent méconnus ou sous estimés.

Elles ont enfin un aspect *culturel* : la solution centralisatrice tient bien moins compte des us et coutumes locaux, ou des degrés variables d'éducation médicale des populations humaines.

4.3.2.3.1 Il existe cependant, déjà ; quelques éléments d'orientation et de réflexion complémentaires :

Les leçons tirées du monde de l'informatique ne favorisent pas la première architecture, en "étoile", et sont plutôt en faveur de la seconde, dite en "réseau". Elle exige une plus grande standardisation que la première car rien n'impose que les solutions retenues au sein des diverses étoiles ne soient compatibles.

L'architecture en étoile conduit à une concurrence frontale des divers blocs d'hôpitaux reliés autour de leur "champion" par exemple la *Mayo Clinic* ou le MGH, alors que dans le second type chaque "maillon" peut, selon le cas clinique, qui se pose à lui, choisir l'interlocuteur dont il souhaite solliciter un avis ; la liberté individuelle est plus grande qu'au sein d'une étoile la coopération s'y substitue à la concurrence et aux rivalités.

De plus, le télétravail pourrait permettre, du moins à temps partiel, à un "super spécialiste" de travailler depuis son domicile rural ou depuis une petite structure de soins, sans être pour autant "coupé du reste du monde".

Une analogie peut être trouvée dans le débat actuel sur le nombre d'interventions d'un certain type que devrait faire annuellement un chirurgien pour être acquérir et entretenir sa compétence : il est permis de s'interroger sur l'assimilation généralement faite entre les personnes et les structures : un peu plus de mobilité permettrait aux chirurgiens d'hôpitaux ruraux de développer leur habileté en allant régulièrement opérer dans les grands centres ; il est également vraisemblable que les chirurgiens de ces grands centres tireraient des bénéfices humains et professionnels à opérer parfois dans les services périphériques, au moins pour compenser les périodes de formation des chirurgiens locaux.

Cet exemple du chirurgien, inspiré par l'actualité, est évidemment transposable aux radiologistes et à bien d'autres disciplines médicales : il est permis d'espérer que les réflexions sur la formation médicale continue obligatoire aboutiront à envisager des solutions novatrices, facilitées par le développement de la télémédecine, avec les adaptations réglementaires, voire législatives adéquates.

4.3.3 Les soins aux détenus

4.3.3.1 L'amélioration de la couverture médicale des détenus est l'un des domaines de la télémédecine qui fonctionnent réellement aux USA (13;167;168;175;197;242) :

Cent trente mille détenus sont suivis médicalement depuis 1994 par les hôpitaux universitaires du Texas (46) et six états avaient dès 1996 mis en place des programmes de télémédecine (Colorado, Géorgie, Minnesota, Caroline du Nord, Ohio et Texas).

Pour des raisons de sécurité, de nombreux établissements pénitentiaires ont été construits à l'écart des zones habitées : la délivrance des soins infirmiers et médicaux s'en est trouvée

considérablement compliquée. Plusieurs programmes très ambitieux de télémédecine, dans tous les domaines cliniques, incluant la psychiatrie ont été mis en place dans la quasi-totalité des états américains, afin d'améliorer les soins tout en limitant les besoins de transferts des détenus ou les déplacements des médecins.

Selon BRECHT, l'expérience du Texas a montré que 95 % des téléconsultations permettent d'éviter un à trois déplacements à l'hôpital du détenu (46). En Caroline du Nord, selon KESLER et BACH (141), les téléconsultations coûteraient environ dix fois moins cher (70 US \$) que le transport du détenu (700 US \$), si l'on ne prend pas en compte le coût des équipements et les frais d'exploitation du réseau de transmission. Une étude économique plus complète réalisée en Virginie permet à McCUE et coll. d'évaluer l'économie à 14 dollars américains (environ 100 francs) par consultation, en amortissant, sur un an, l'investissement du matériel de télémédecine grâce aux économies réalisées sur les transports et les escouades de surveillants (168).

4.3.3.2 *En France, le rattachement du système de soins aux détenus aux hôpitaux publics afin d'améliorer leurs soins et leur donner ce qui est accessible à la population générale* ⁵⁷ *n'a pas facilité pas cette approche économique, en introduisant un blocage lié à la non-fongibilité des budgets publics*

Les outils de télémédecine sont financés exclusivement par l'hôpital alors que les économies seraient réalisées par l'administration pénitentiaire et les forces de l'ordre qui n'apprécient pas d'être immobilisés pour les gardes statiques à l'hôpital. L'Hôpital n'y a donc pas d'intérêt... et cela explique sans doute, en grande partie, le faible développement des réseaux de télémédecine entre les centres pénitentiaires et leurs hôpitaux de rattachement.

4.3.3.3 *Plusieurs des études de télémédecine citées ci-dessus ont montré un fort taux de satisfaction des détenus soignés par télémédecine.*

Pour certains d'entre eux, le fait d'éviter d'être vus, entravés et menottés dans les couloirs hospitaliers est un avantage certain. Pour d'autres, les transferts à l'hôpital sont un moyen de sortir de la routine carcérale, de voir d'autres lieux et d'autres visages. C'est parfois aussi un moyen privilégié pour tenter de s'évader de façon plus ou moins organisée. (la Direction de l'administration pénitentiaire française reconnaît que 80 % des évasions se produisent à l'occasion des transferts des détenus).

4.3.3.4 *D'une certaine façon les prisons ont été et sont encore un laboratoire d'étude privilégiée pour tester, évaluer, affiner les projets de télémédecine.*

Les prisonniers forment une population assez uniforme, qu'il est relativement facile de suivre au long cours, du moins pour ceux qui sont condamnés à de longues peines ; l'ensemble du dossier médical est accessible en permanence et les risques de nomadisme médical sont nuls. Leurs besoins en matière de santé sont souvent majeurs, du fait même parfois de l'emprisonnement, mais surtout par le "biais de recrutement" qui conduit en prison une majorité d'individus socialement défavorisés, en mauvaise santé lors de leur interpellation.

4.3.3.4.1 Cet aspect de laboratoire de la télémédecine ne va pas, évidemment, sans poser des problèmes éthiques :

Le consentement éclairé des détenus pour être l'objet de ces recherches est évidemment discutable

Certains dérapages retentissants comme celui des dons de sang des détenus, ainsi que le souvenir des atrocités nazies ont motivé, à la suite du *Code de Nuremberg* (1947), de la *Déclaration Universelle des Droits de l'Homme* adoptée en 1948 par l'*Assemblée générale des Nations Unies* puis de la *Déclaration d'Helsinki* de l'*Association Médicale Mondiale* (1964, révisée à Tokyo en 1975, Venise en 1983 et Hong Kong en 1989) l'exclusion légale des détenus en France et dans la plupart des pays d'Europe des protocoles de recherches cliniques sans bénéfice individuel direct (Principe n°7 des *recommandations du Comité des ministres du Conseil de l'Europe* des 18 et 21 avril 1989).

Il reste cependant admis que les détenus puissent faire l'objet de protocoles de recherches, à condition que celles-ci aient pour eux un bénéfice médical individuel direct 58.

Ce principe est affirmé par la septième recommandation des "*International Ethical Guidelines for Biomedical Research involving Human Subjects*" publiés à Genève en 1993 par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et son Conseil des organisations internationales des sciences médicales (CIOMS).

Il convient d'éviter que l'existence de liaisons de télémédecine ne puisse empêcher un transfert médicalement indispensable à l'hôpital.

La télémédecine ne doit pas cautionner une nouvelle forme de sous médicalisation des prisons.

L'expérience de télémédecine mise en place à La Santé s'inscrit dans cette perspective.

Les praticiens qui exercent à l'U.C.S.A. sont tous parfaitement conscients des difficultés éthiques et de l'intérêt majeur pour la prise en charge des détenus d'un tel système ; ils reconnaissent trouver un intérêt personnel dans ce dispositif, susceptible, en quelque sorte, de "*désincarcérer*" leur pratique médicale.

Dans un tel univers fermé, le risque est grand de se restreindre peu à peu à une médecine étriquée par la difficulté d'obtenir des avis complémentaires ou des examens paracliniques spécialisés.

La télémédecine peut diminuer ce risque (258) en maintenant le contact entre la médecine carcérale et celle de l'hôpital "*ouvert*".

Notes de bas de page:

23 M. VIVANT, Sciences et praxis juridique, in Dalloz 1993, chron. XXIII, cité par JP ALMERAS et H. PEQUIGNOT (17).

24. Décret n° 47-1169 du 27 juin 1947

25 JOCE- C46 du 20 février 1984, pp. 104 - 105.

26 C.Cass, 1^è Civ. 18 mars 1997, Dalloz 1997, note Penneau

27 C. État, assemblée, 2 juillet 1993, Milhaud

28 L'intégralité des actes de ce colloque publiés sous la forme d'une brochure, est disponible sur le site internet du Conseil national de l'Ordre à l'adresse suivante :
http://notes46prod.mgn.fr/WebCNOM/Omsi98271.nsf/V_FRAME/framesetsearch

29 Second avis de médecin à médecin.

30 Interprétation finale des radiographies, faite à distance, sans lecture directe secondaire des images.

31 Prise en charge d'un patient par un médecin situé à distance

32 Code de déontologie médicale : Décret en Conseil d'État n° 95-1000 du 6/9/95, paru au Journal Officiel (lois et règlements) du 8/9/95

33 Échange d'avis entre deux médecins de spécialité identique

34 Échange d'avis entre médecins de spécialités différentes, comme entre médecin généraliste et spécialiste

35 La recommandation des "*Bonnes pratiques de communication des informations en radiologie*" publiée en 1991 et révisée en 1995 par l'**American College of Radiology** précise que "*la comparaison, à chaque fois que possible, avec les clichés et comptes-rendus antérieurs fait partie intégrante de l'acte du radiologiste et de son compte-rendu.*"

36 Ce groupe est *local* dans le cas du laboratoire d'anatomopathologie de P. DUSSERRE, mais grâce aux télécommunications, cette pratique pourrait indifféremment se faire localement ou à distance, à l'échelon d'un cabinet de radiologie ou d'un groupe rassemblant plusieurs cabinets, ou encore d'un service hospitalier multisites voire de plusieurs services et départements hospitaliers...

- 37 Une partie de ces recommandations sont reprises d'après BRAHAM (44) à la suite d'une réunion consacrée à la téléconsultation de la **Royal Society of Medicine Britannique**, tenue à **Londres** (G.B.) le 25 avril 1995.
- 38 L'article 33 du règlement de déontologie de 1936 (op.cit, page 53) prévoyait explicitement, lors de la consultation, ce qui , à l'époque était dénommé une phase de "conférence secrète".
- 39 Voir, à ce propos, l'exposé de 1996 de Mme le Pr DUSSEY (75) ainsi que la discussion qui a suivi, et voir également sa position actuelle, plus conforme à la tradition déontologique (76)
- 40 Arrêt du 21 novembre 1991, Époux Quarez c/ Centre hospitalier régional de Nice, Tp 1186.
- 41 Il est fait ici référence à de nombreux textes :

En premier lieu, aux **articles 226.13 et suivants du Code pénal**, relatifs au secret professionnel et sous lesquels ont été répertoriées les lois "informatique et libertés". Ces articles sont reproduits après ceux du C.D.M.

L'article 9 du Code civil, introduit par la loi 70-643 du 17 juillet 1970, et qui pose le principe général du respect de la vie privée : "*Chacun a droit au respect de sa vie privée. Les juges peuvent, sans préjudice de la réparation du dommage subi, prescrire toutes mesures, telles que séquestre, saisie et autres, propres à empêcher ou faire cesser une atteinte à l'intimité de la vie privée; ces mesures peuvent, s'il y a urgence, être ordonnées en référé.*"

La Convention Européenne des droits de l'homme dispose également dans son article 8 que "*Toute personne a droit au respect de sa vie privée et familiale, de son domicile et de sa correspondance. Il ne peut y avoir ingérence d'une autorité publique dans l'exercice de ce droit que pour autant que cette ingérence est prévue par la loi et qu'elle constitue une mesure qui, dans une société démocratique, est nécessaire à la sécurité nationale, à la sûreté publique, au bien-être économique du pays, à la défense de l'ordre et à la prévention des infractions pénales, à la protection de la santé ou de la morale, ou à la protection des droits et libertés d'autrui.*"

- 42 Loi n° 91-646 du 10 juillet 1991
- 43 Article 32 du Code des poste et télécommunications
- 44 Ce rapport est disponible sur le site internet de la CNIL, à l'adresse : <http://cnil.fr>
- 45 Un site Internet des services du Premier ministre présente la législation et la réglementation française sur ce sujet. Son adresse est : <http://www.internet.gouv.fr>
- 46 Ces directives européennes peuvent être consultées sur le site Web de l'Union européenne, à l'adresse suivante : <http://europa.eu.int/eur-lex/fr/>
- 47 Voir sur ce thème, les deux études de juin 1998 de la CNIL intitulées "*Informatique et Libertés dans l'Union européenne*" et "*Informatique et Libertés dans le monde*", disponibles sur le site Web de la CNIL, à l'adresse : <http://cnil.fr>
- 48 Projet de Loi n°488 - Sénat, disponible sur le site Web de l'assemblée nationale à l'adresse suivante : <http://www.assemblee-nationale.fr/2/dossiers/comelect/2comelect.htm>
- 49 Les aspects légaux de l'exercice de la médecine incluent, outre les conditions légales de l'installation, des différences importantes de réglementation de la pratique quotidienne, comme par exemple l'habitude américaine de faire pratiquer les échographies par des techniciens, pratique qui en France, serait un exercice illégal de la médecine.
- 50 Le 10^e amendement de la constitution américaine précise que tous les pouvoirs qui ne sont pas spécifiquement attribués à l'État fédéral par la Constitution sont de droit exercés par les états régionaux
- 51 Le lecteur souhaitant des détails sur cette question en trouvera dans l'article de Maître Linda GOBIS, intitulé "*An overview of State Laws and approaches to minimize licensure Barriers*" publié dans la revue américaine Telemedicine Today et figurant sur son site internet à l'adresse suivante : <http://telemedtoday.com/articlearchive/articles/tmstatelaws>.

Un tableau encore plus complet, régulièrement tenu à jour, des lois et réglementations régionales américaines figure sur le site Web consacré aux lois régissant internet et la télémédecine des avocats ARENT, FOX, KINTNER, PLOTKIN & KAHN de WASHINGTON (D.C., USA) à l'adresse suivante : http://www.arentfox.com/telemed/state_1999.html

52 L'adresse internet de cette société est <http://digimarc.com>.

53 Le site Web de la Mayo Clinic surtout axé vers l'information du public est extrêmement riche, même pour des médecins. Son adresse est : <http://www.mayohealth.org>

54 Adresse du site Web du MGH : <http://www.mgh.harvard.edu>

55 Ce débat rappelle celui, classique, qui oppose les idéalistes, qui souhaitent enseigner l'art de la pêche, aux financiers qui veulent vendre le poisson... Mais la réponse n'existerait-elle pas dans la vieille règle déontologique qui interdit de pratiquer la médecine comme un commerce ?

56 Micro- ou macro-économie ? - Comment éviter le piège, lors des évaluations financières, de la non fongibilité des budgets, qui conduit souvent à majorer la dépense totale au motif d'une économie réalisée par l'un des décideurs ?

57 Loi n°94-43 du 18 janvier 1994 relative à la santé publique et à la protection sociale

58 L'article L.209-5 du Code de la santé publique, introduit par la loi n° 94-630 du 25 juillet 1994 modifiant la loi n°88-1138 du 20 décembre 1988 relative à la protection des personnes se prêtant à la recherche biomédicale stipule que : "les personnes privées de liberté par une décision judiciaire ou administrative, les malades en situation d'urgence et les personnes hospitalisées sans consentement en vertu des articles L.333 et L.342 qui ne sont pas protégés par la loi ne peuvent être sollicités pour se prêter à des recherches biomédicales que s'il en est attendu un bénéfice direct et majeur pour leur santé"..

CONCLUSION

Les objectifs de ce travail étaient de présenter et discuter les différentes facettes de la téléradiologie.

Nous avons montré dans la première section, au plan technique, que si l'on dispose de documents numérisés ou numérisables, leur *transmission*, comme d'ailleurs leur *archivage*, sont désormais possibles à des coûts raisonnables

Notre expérience franco-canadienne a démontré la possibilité de réaliser des *téléexpertises interactives* internationales immédiates grâce à un dispositif associant la visioconférence, le transfert intégral des fichiers numériques des images au standard DICOM 3.0, et un télépilotage d'un scanner X par un autre.

Dans une discipline où l'image est le support de l'activité médicale, il est normal de s'interroger sur les conséquences de cette avancée technique.

Nous avons exposé dans la deuxième section les interrogations sur la *fiabilité* de la téléradiologie et de la compression informatique des images radiologiques, puis *l'acceptabilité* de la téléradiologie. Nous avons ensuite montré que *la téléradiologie pouvait entraîner des bouleversements de la pratique* radiologique, en éloignant encore plus le praticien de son patient, devenu "virtuel" et de ses correspondants.

Pour le patient et le clinicien, c'est le radiologiste qui deviendra abstrait. Comment pourra-t-il continuer à revendiquer sa place dans l'équipe médicale ?

La troisième section a analysé les questions déontologiques, juridiques et éthiques. Le caractère licite de la téléradiologie a été d'abord traité, puis les questions qu'elle soulève :

Les *droits du patient* peuvent être menacés, au premier rang desquels, la *confidentialité* : une erreur de manipulation peut diffuser dans le monde entier, de façon instantanée une information médicale individuelle secrète.

Les problèmes *d'autorisation d'exercice*, de *responsabilité* voire *d'honoraires* deviennent importants dès que la transmission électronique se joue des frontières et des réglementations locales de la pratique médicale.

Un développement particulier a été réservé aux interrogations éthiques de deux applications fréquentes de la téléradiologie, les zones rurales et les prisons.

Les *impératifs médico-économiques* peuvent inciter des assurances privées à rechercher une rentabilité maximale par la télétransmission des données médicales. Il peut en découler une concurrence sauvage qui menacerait les services de santé de proximité, et le développement d'offices spécialisées dans la médecine à distance, éventuellement situées dans des paradis fiscaux ou législatifs.

Des bouleversements majeurs de l'exercice médical se profilent donc pour le troisième millénaire.

Il n'était pas illogique qu'un radiologiste, professionnellement concerné par l'informatique et par l'image, soit plus sensibilisé que d'autres praticiens, à une telle révolution de l'acte médical. Ce travail soulève de nombreuses réflexions et interrogations sociétales qui dépassent les professions de santé.

La première impression est que la télémédecine en général, et la téléradiologie en particulier sont à la croisée des chemins de la recherche et de la pratique quotidienne.

Sous bien des aspects, les techniques sont désormais disponibles en surabondance : Il s'agit de faire des choix pour aboutir à l'exploitation quotidienne de ces outils très prometteurs ;

En toute rigueur, ces choix nécessiteraient la mise en place d'une *assurance qualité*, des *évaluations scientifiques* et des *études comparatives contrôlées*.

Celles-ci sont toutefois absentes de la littérature, pour plusieurs raisons difficilement contournables et exposées par les nombreux auteurs des travaux cités plus haut. Ces explications sont résumées dans l'introduction du rapport sur la télémédecine de *l'Institute of Medicine* américain (81) :

La *diversité étourdissante des techniques* concurrentes ne facilite pas les choix aux chercheurs ou à ceux qui attribuent les budgets d'étude ; la plupart des équipes tentent de définir le cahier des

charges du dispositif le plus à même de répondre à leur besoin précis, et évaluent isolément ce système ; tous les travaux explorent ainsi des systèmes différents, dans des conditions d'études variables : la synthèse en apparaît hasardeuse.

La cadence effrénée des progrès des techniques de communication et de traitement de l'information ; le temps d'effectuer une recherche rigoureuse et souvent coûteuse, le dernier dispositif étudié est déjà obsolète ;

L'hétérogénéité extrême de distribution des innovations technologiques complique les travaux de collaboration multicentriques mis en place pour avancer rapidement et pour rester performant ;

Les difficultés croissantes de financement de l'Assurance maladie, les nécessaires restructurations du système de santé ne facilitent pas ces recherches.

En période de restriction, les gestionnaires sont peu enclins à distraire des soins quotidiens les budgets des études qui, peut-être seulement, identifieront des outils ou des techniques susceptibles de favoriser, plus tard, des économies.

Si, par malheur, les dépenses et les économies ne sont pas imputables aux mêmes lignes budgétaires, le redoutable obstacle de la non-fongibilité des budgets publics vient encore compliquer les choses.

La télémédecine implique des collaborations entre des individus et des institutions marqués par une tradition séculaire d'individualisme et de particularisme.

Une réforme des esprits est tout aussi nécessaire que la réforme des structures, sans être plus aisée !

L'éthique doit intervenir une première fois dans cette complexité technique, pour imposer la prise en compte des nécessités économiques et éviter la surenchère qualitative permanente, indécente devant la rareté des ressources disponibles pour la santé.

Cette réflexion économique doit être judicieusement orientée : les *études coût/efficacité* doivent intégrer les coûts d'investissement, de fonctionnement, de maintenance et de mise à niveau technologique.

Elles ne doivent pas se fonder sur des évaluations purement technologiques, mais bien sur l'appréciation de *l'utilité médicale* des systèmes et sur la prise en compte de la *qualité de vie* qu'ils apportent aux patients et/ou aux soignants.

L'éthique doit intervenir une seconde fois pour éviter que des préoccupations économiques n'inspirent des décisions qui négligeraient les interrogations sociétales soulevées par la télémédecine ou le respect des personnes :

L'aménagement du territoire, l'égalité, à toute heure et en tout lieu, d'accessibilité des soins, les différences culturelles, les préférences individuelles doivent être également considérés.

S'il est possible aux plus riches de bénéficier à distance d'une prise en charge des médecins de la *Mayo Clinic*, pourquoi créeraient-ils ou soutiendraient-ils une médecine de haut niveau partout en France ?

Il est essentiel que les tutelles renforcent les incitations aux travaux d'évaluation et de recherche en télémédecine, qu'elles fournissent aux chercheurs une assistance méthodologique et organisationnelle, apportent les financements nécessaires et lèvent, à chaque fois que possible, les obstacles administratifs et légaux.

Certaines décisions réglementaires ou législatives concernant les nouvelles technologies ne devraient pas seulement résulter de la volonté de développer le commerce électronique.

Les obstacles administratifs ou juridiques sont la source de retards regrettables dans un domaine où les progrès techniques sont rapides, permanents et où les appétits commerciaux, notamment américains sont considérables.

Arriver en retard sur le terrain de la télémédecine, même avec un meilleur outil c'est déjà avoir perdu la bataille.

L'enjeu de cette bataille n'est pas "*seulement*" la santé publique, c'est un choix de société, le rayonnement international, la diffusion ou le déclin des cultures du Vieux Continent. C'est également une *guerre économique*.

La médecine ne s'est jamais trouvée confrontée à un tel défi, un tel risque de déstabilisation du système de santé dans son ensemble :

L'offre de santé est, encore actuellement, un domaine qui génère des emplois locaux ainsi qu'une activité économique insensible, en grande partie, à la compétition internationale.

La télémédecine et le télé-enseignement pourraient tout remettre en question, si l'on n'y prend garde, et entraîner le tissu sanitaire, après la sidérurgie, le textile, l'agriculture dans la tourmente de la mondialisation.

Il est permis d'espérer que les décideurs politiques en aient finalement pris conscience, du moins partiellement, au vu :

Du récent appel aux projets de recherches en télémédecine émis cette année par le Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie ou celui, tout juste annoncé, de la Direction de l'aménagement du territoire au Ministère de l'environnement ;

De l'incitation faite à l'INSERM de se pencher sur ce domaine de recherches ;

De la progression constante des budgets attribués par la Commission européenne pour les programmes de recherche en télématique de santé.

Toutes les interrogations qui précèdent ne doivent pas occulter que la télémédecine renferme un réel potentiel d'amélioration de la qualité des soins, de leur organisation, de leur évaluation, ni qu'elle peut être très utile pour la recherche et pour le téléenseignement.

Si le présent travail peut, modestement, contribuer à renforcer cette prise de conscience, le temps qui lui a été consacré sera largement récompensé.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. - Image transmission and data compression. Two key elements of an electronic imaging department - J Health Care Technol ,1986,3 (2) : 83-93.
2. - Avis concernant la création d'un réseau interhospitalier d'un réseau de reprise vidéo et de transmission par le réseau NUMERIS d'images médicales au service de radiologie de l'hôpital Armand Trousseau - Paris, 1991, Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés, Délibération n° 01-093, 8 octobre 1991.
3. Upsey c/ Sacchetti. Lexus Verdict Library, Case no.6302 1991, Jan
4. - A Health Telematics policy, in support of WHO's Health-for All Strategy for Global Health Development: Report of the WHO Group Consultation on Health Telematics - Geneva, 1997, Organisation Mondiale de la Santé - World Health Organization, WHO/DGO/98.1, 11-16 décembre 1997.
5. - Medicare program; payment for teleconsultations in rural health professional shortage areas-- HCFA. Proposed rule - Fed Regist ,1998,63 (119) : 33882-33890.
6. - HCFA issues payment instructions for teleconsultations in rural HPSAs (health professional shortage areas) - Patient Acc ,1999,22 (5) : 1, 4.
7. Aberle DR, Gleeson F, Sayre JW, et al - The effect of irreversible image compression on diagnostic accuracy in thoracic imaging - Invest Radiol ,1993,28 (5) : 398-403.
8. Ackerman SJ, Gitlin JN, Gayler RW, et al - Receiver operating characteristic analysis of fracture and pneumonia detection: comparison of laser-digitized workstation images and conventional analog radiographs - Radiology ,1993,186 (1) : 263-268.
9. Afset JE, Lunde P - [Tele-echocardiography. Education in echocardiography via video conferences] - Tidsskr Nor Laegeforen ,1994,114 (10) : 1175-1178.
10. Alboliras ET, Berdusis K, Fisher J, et al - Transmission of full-length echocardiographic images over ISDN for diagnosing congenital heart disease - Telemed J ,1996,2 (4) : 251-258.
11. Alexander M - Telemedicine in Australia. 1: The health-care system and the development of telemedicine - J Telemed Telecare ,1995,1 (4) : 187-195.
12. Alexander M - Telemedicine in Australia. 2: The Health Communication Network - J Telemed Telecare ,1996,2 (1) : 1-6.
13. Allen A - Prison telemedicine to Stringtown - Telemed Today ,1998,6 (3) : 40,41 & 44.
14. Allen A, Hayes J - Patient satisfaction with teleoncology: a pilot study - Telemed J ,1995,1 (1) : 41-46.
15. Allen A, Hayes J, Sadasivan R, et al - A pilot study of the physician acceptance of tele-oncology - J Telemed Telecare ,1995,1 (1) : 34-37.
16. Allen A, Perednia D - Telemedecine and the Health Care Executive - ComNets ,1996,2 (9) : 59-64.
17. Almeras J, Pequignot H - La déontologie médicale. (1 ed.) Litec, 1996:308.
18. Alvarez D - PACS/teleradiology. Tattling on teleradiology - Telemed Today ,1998,6 (6) : 21-23, 26.
19. Andersen EB, Borgesen SE, Jensen KK, et al - [Image transmission between hospitals. Technical and clinical testing of the equipment for digital image transmission between hospitals via the ordinary telephone network] - Ugeskr Laeger ,1995,157 (15) : 2155-2158.
20. Andrus WS, Bird T - Teleradiology: evolution through bias to reality - Chest ,1972,62 (6) : 655-657.
21. Andrus WS, Dreyfuss JR, Jaffer F, et al - Interpretation of roentgenograms via interactive television - Radiology ,1975,116 (1) : 25-31.

22. Angelidis PA - MR image compression using a wavelet transform coding algorithm - Magn Reson Imaging ,1994,12 (7) : 1111-1120.
23. Arnstein NB, Chen DC, Siegel ME - Interpretation of bone scans using a video display. A necessary step toward a filmless nuclear medicine department - Clin Nucl Med ,1990,15 (6) : 418-423.
24. Azpiroz Leehan J, Lerallut JF, Magana I - A multiprocessor architecture for medical image compression in a PACS environment - Med Prog Technol ,1994,20 (1-2) : 101-110.
25. Baer L, Cukor P, Jenike MA, et al - Pilot studies of telemedicine for patients with obsessive-compulsive disorder [see comments] - Am J Psychiatry ,1995,152 (9) : 1383-1385.
26. Baigent MF, Lloyd CJ, Kavanagh SJ, et al - Telepsychiatry: 'tele' yes, but what about the 'psychiatry'? - J Telemed Telecare ,1997,3 (Suppl 1) : 3-5.
27. Baker WA, Hearne SE, Spero LA, et al - Lossy (15:1) JPEG compression of digital coronary angiograms does not limit detection of subtle morphological features - Circulation ,1997,96 (4) : 1157-1164.
28. Bashshur RL. Telemedicine in medical care. *in* : Bashshur RL, Armstrong PA , Youssef Z Telemedicine: explorations in the use of telecommunications in health care. : Charles C. Thomas, Springfield, IL. 1974: 15-40.
29. Batnitzky S, Rosenthal SJ, Siegel EL, et al - Teleradiology: an assessment - Radiology ,1990,177 (1) : 11-17.
30. Beard DV, Hemminger BM, Keefe B, et al - Real-time radiologist review of remote ultrasound using low-cost video and voice - Invest Radiol ,1993,28 (8) : 732-734.
31. Berdusis K - Low band with real time over ISDN - Telemed Today ,1996,4 (3) : 18, 36.
32. Berger SB, Cepelewicz BB - Medical-legal issues in teleradiology [see comments] - AJR Am J Roentgenol ,1996,166 (3) : 505-510.
33. Bergman R - Letting telemedicine do the walking - Hosp Health Netw ,1993,67 (20) : 46-48.
34. Berlin L - Malpractice issues in radiology. Teleradiology - AJR Am J Roentgenol ,1998,170 (6) : 1417-1422.
35. Berlin L. Storage and release of Radiographs. *in* : Berlin L Malpractice issue in Radiology. : American Roentgen Ray Society, Leesburg, Virginia 1998: 125-128.
36. Berner ES, Webster GD, Shugerman AA, et al - Performance of four computer-based diagnostic systems [see comments] - N Engl J Med ,1994,330 (25) : 1792-1796.
37. Beuscart R, Souf A, Delerue D - Serveurs régionaux : une réponse à l'acomunication entre professionnels de santé ? - Informatique et santé ,1997,1997 (9) : 175-180.
38. Bhattacharyya AK, Davis JR, Halliday BE, et al - Case triage model for the practice of telepathology - Telemed J ,1995,1 (1) : 9-17.
39. Binoche E, Hazebroucq V, Pinchon J-F. Difficultés juridiques de la télémedecine. *in*: Cabanis E, ed. Sté Fr d'imagerie médico-légale.Paris: Sté Fr Radiologie, 1995: .
40. Boniveau D. La télévision numérique au service de la formation médicale continue. Le Quotidien du Médecin 1998 17/03/1998:20.
41. Bonnin A, Hazebroucq V, Le Vot J, et al - Téléimagerie; interrogation à distance : état de l'expérience civile et militaire récente - Journées Françaises de Radiologie - JFR'95 Résumé in Journal de Radiologie ,1995,76 (10) : 829.
42. Boudier T, Shotton DM - Video on the Internet: An introduction to the digital encoding, compression, and transmission of moving image data - J Struct Biol ,1999,125 (2-3) : 133-155.
43. Bowersox JC, Shah A, Jensen J, et al - Vascular applications of telepresence surgery: initial feasibility studies in swine - J Vasc Surg ,1996,23 (2) : 281-287.

44. Brahams D - The medicolegal implications of teleconsulting in the UK - J Telemed Telecare ,1995,1 (4) : 196-201.
45. Bramble JM, Cook LT, Murphey MD, et al - Image data compression in magnification hand radiographs - Radiology ,1989,170 (1) : 133-136.
46. Brecht RM, Gray CL, Peterson C, et al - The University of Texas Medical Branch--Texas Department of Criminal Justice Telemedicine Project: findings from the first year of operation - Telemed J ,1996,2 (1) : 25-35.
47. Breeuwer M, Heusdens R, Gunnewiek RK, et al - Data compression of x-ray cardio-angiographic image series - Int J Card Imaging ,1995,11 (Suppl 3) : 179-186.
48. Bret P - Inforad 98, in État de l'Imagerie médicale mondiale, I. Applications cliniques - J Radiol (Paris) ,1999,80 (suppl. 5) : 509-510.
49. Brismar B - [Hospital without borders--visions of telemedicine] - Nord Med ,1995,110 (8-9) : 209-210.
50. Burdick AE - Response to a telemedicine inquiry from the Florida House of Representatives and text of model act to regulate the practice of telemedicine - Telemed J ,1995,1 (4) : 309-319.
51. Cadoux L - Informatique et libertés en 1997, vers où allons nous ? éléments de prospective - Gaz Palais (Paris) ,1997,(16-17 avril 1997) : 2-7.
52. Cahill PT, Vullo T, Hu JH, et al - Radiologist evaluation of a multispectral image compression algorithm for magnetic resonance images - J Digit Imaging ,1998,11 (3) : 126-136.
53. Callahan EJ, Hilty DM, Nesbitt TS - Patient satisfaction with telemedicine consultation in primary care: comparison of ratings of medical and mental health applications - Telemed J ,1998,4 (4) : 363-369.
54. Callas PW, McGowan JJ, Leslie KO - Provider attitudes toward a rural telepathology program - Telemed J ,1996,2 (4) : 319-329.
55. Carey LS - Teleradiology: part of a comprehensive telehealth system - Radiol Clin North Am ,1985,23 (2) : 357-362.
56. Carey LS, O'Connor BD, Bach DB, et al - Digital teleradiology: Seaforth--London network - Can Assoc Radiol J ,1989,40 (2) : 71-74.
57. Carrino JA, Unkel PJ, Miller ID, et al - Large-scale PACS implementation - J Digit Imaging ,1998,11 (3 Suppl 1) : 3-7.
58. Cawthon MA, Goeringer F, Telepak RJ, et al - Preliminary assessment of computed tomography and satellite teleradiology from Operation Desert Storm - Invest Radiol ,1991,26 (10) : 854-857.
59. Chan HP, Lo SC, Niklason LT, et al - Image compression in digital mammography: effects on computerized detection of subtle microcalcifications - Med Phys ,1996,23 (8) : 1325-1336.
60. Chan KK, Lou SL, Huang HK - Radiological image compression using full-frame cosine transform with adaptive bit-allocation [published erratum appears in Comput Med Imaging Graph 1989 Sep-Oct;13(5):431] - Comput Med Imaging Graph ,1989,13 (2) : 153-159.
61. Chen W, Gupta S, Turner J - Motion-compensated discrete-cosine transform as the enabling technology for video conferencing and telemedicine - Telemed J ,1996,2 (4) : 313-317.
62. Cicconi P, Reusens E, Dufaux F, et al - New trends in image data compression - Comput Med Imaging Graph ,1994,18 (2) : 107-124.
63. Clarke PH - A referrer and patient evaluation of a telepsychiatry consultation- liaison service in South Australia - J Telemed Telecare ,1997,3 (Suppl 1) : 12-14.
64. Collins B, Sypher H - Developing better relationships in telemedicine practice. Organizational and interpersonal factors - Telemed Today ,1996,4 (2) : 27, 42.
65. Conrath DW, Dunn EV, Bloor WG, et al - A clinical evaluation of four alternative telemedicine systems - Behav Sci ,1977,22 (1) : 12-21.

66. Cook LT, Insana MF, McFadden MA, et al - Contrast-detail analysis of image degradation due to lossy compression [published erratum appears in Med Phys 1995 Nov;22(11 Pt 1):1839] - Med Phys ,1995,22 (6) : 715-721.
67. Crowe BL, McDonald IG - Telemedicine in Australia. Recent developments - J Telemed Telecare ,1997,3 (4) : 188-193.
68. Cunningham N, Marshall C, Glazer E - Telemedicine in pediatric primary care. Favorable experience in nurse- staffed inner-city clinic - JAMA ,1978,240 (25) : 2749-2751.
69. DeChant HK, Tohme WG, Mun SK, et al - Health systems evaluation of telemedicine: a staged approach - Telemed J ,1996,2 (4) : 303-312.
70. Conseil d'Etat- Internet et les réseaux numériques. La Documentation Française, Paris1998
71. DiSantis DJ, Scatarige JC, Cramer MS, et al - Feasibility of digital teleradiology for imaging evaluation of patients with acute right upper quadrant abdominal pain - Radiology ,1990,177 (3) : 707-708.
72. Duerinckx AJ, Hayrapetian A, Melany M, et al - Real-time sonographic video transfer using asynchronous transfer mode technology - AJR Am J Roentgenol ,1997,168 (5) : 1353-1355.
73. Dunn EV, Conrath DW, Bloor WG, et al - An evaluation of four telemedicine systems for primary care - Health Serv Res ,1977,12 (1) : 19-29.
74. Dusserre L - Aspects juridiques et déontologiques du télédiagnostic en médecine: responsabilité médicale induite - Bulletin de l'Ordre national des médecins ,1993,(6 (juin)) : 18.
75. Dusserre L. La prise en compte des nouvelles technologies de l'information par le code de déontologie médicale de 1995. Déontologie médicale et télé-médecine.Paris: Ordre National des Médecins, 1996: .
76. Dusserre L. - La télé-expertise : un acte médical à reconnaître... et à rémunérer - Paris, 1999, Ordre National des Médecins, Janvier 1999.
77. Eide TJ, Nordrum I - Frozen section service via the telenetwork in northern Norway - Zentralbl Pathol ,1992,138 (6) : 409-412.
78. Elam EA, Rehm K, Hillman BJ, et al - Efficacy of digital radiography for the detection of pneumothorax: comparison with conventional chest radiography - AJR Am J Roentgenol ,1992,158 (3) : 509-514.
79. Emerson DS, Felker RE - Remote real-time ultrasound interactive telediagnosis: putting it into practice - J Ambulatory Care Manage ,1995,18 (3) : 20-34.
80. Erickson BJ, Manduca A, Palisson P, et al - Wavelet compression of medical images - Radiology ,1998,206 (3) : 599-607.
81. Field MJ. Telemedicine: A Guide to assessing Telecommunications for Health Care (2nd éd.). National Academy Press,Washington 1997 :288.
82. Field MJ - Telemedicine: a Guide to Assessing Telecommunications in Health Care. (Editorial) - J Digit Imaging ,1997,10 (3 Suppl 1) : 28.
83. Fisk MJ - Telecare equipment in the home. Issues of intrusiveness and control - J Telemed Telecare ,1997,3 (Suppl 1) : 30-32.
84. Fisk MJ - Telemedicine, new technologies and care management [editorial] - Int J Geriatr Psychiatry ,1997,12 (11) : 1057-1059.
85. Fisk NM, Bower S, Sepulveda W, et al - Fetal telemedicine: interactive transfer of realtime ultrasound and video via ISDN for remote consultation - J Telemed Telecare ,1995,1 (1) : 38-44.
86. Fisk NM, Sepulveda W, Drysdale K, et al - Fetal telemedicine: six month pilot of real-time ultrasound and video consultation between the Isle of Wight and London - Br J Obstet Gynaecol ,1996,103 (11) : 1092-1095.

87. Flandrin G - Haematological cytology image bank and teletransmission for microscopic diagnosis - Arch Anat Cytol Pathol ,1995,43 (4) : 257-261.
88. Franken EA, Jr., Berbaum KS, Smith WL, et al - Teleradiology for rural hospitals: analysis of a field study - J Telemed Telecare ,1995,1 (4) : 202-208.
89. Franken EA, Jr., Whitten P, Smith WL - Teleradiology services for a rural hospital: a case study - J Telemed Telecare ,1996,2 (3) : 155-160.
90. Fuchs M - Provider attitudes toward STARPAHC: a telemedicine project on the Papago reservation - Med Care ,1979,17 (1) : 59-68.
91. Gale ME, Vincent ME, Robbins AH - Teleradiology for remote diagnosis: a prospective multi-year evaluation - J Digit Imaging ,1997,10 (2) : 47-50.
92. Galvin JR, D'Alessandro MP, Kurihara Y, et al - Distributing an electronic thoracic imaging teaching file using the Internet, Mosaic, and personal computers [see comments] - AJR Am J Roentgenol ,1995,164 (2) : 475-478.
93. Gelber H - The experience of the Royal Children's Hospital Mental Health Service videoconferencing project - J Telemed Telecare ,1998,4 (Suppl 1) : 71-73.
94. Gillespy T, 3rd, Rowberg AH - Displaying radiologic images on personal computers: image storage and compression--Part 2 [published erratum appears in J Digit Imaging 1994 May;7(2):60] - J Digit Imaging ,1994,7 (1) : 1-12.
95. Gobis L - An overview of state laws and approaches to minimize licensure barriers - Telemed Today ,1997,5 (6) : 14-15, 18.
96. Gobis LJ - Licensing and liability: crossing borders with telemedicine - Caring ,1997,16 (7) : 18-20, 22, 24.
97. Goldberg MA - Teleradiology and telemedicine - Radiol Clin North Am ,1996,34 (3) : 647-665.
98. Goldberg MA - Image data compression - J Digit Imaging ,1997,10 (3 Suppl 1) : 9-11.
99. Goldberg MA, Pivovarov M, Mayo-Smith WW, et al - Application of wavelet compression to digitized radiographs - AJR Am J Roentgenol ,1994,163 (2) : 463-468.
100. Goldberg MA, Rosenthal DI, Chew FS, et al - New high-resolution teleradiology system: prospective study of diagnostic accuracy in 685 transmitted clinical cases - Radiology ,1993,186 (2) : 429-434.
101. Goldberg MA, Sharif HS, Rosenthal DI, et al - Making global telemedicine practical and affordable: demonstrations from the Middle East - AJR Am J Roentgenol ,1994,163 (6) : 1495-1500.
102. Gomez EJ, del Pozo F, Quiles JA, et al - A telemedicine system for remote cooperative medical imaging diagnosis - Comput Methods Programs Biomed ,1996,49 (1) : 37-48.
103. Good WF, Maitz GS, Gur D - Joint photographic experts group (JPEG) compatible data compression of mammograms - J Digit Imaging ,1994,7 (3) : 123-132.
104. Gray JE, Lisk KG, Haddick DH, et al - Test pattern for video displays and hard-copy cameras - Radiology ,1985,154 (2) : 519-527.
105. Gray WP, Somers J, Buckley TF - Report of a national neurosurgical emergency teleconsulting system - Neurosurgery ,1998,42 (1) : 103-107; discussion 107-108.
106. Grigsby J, Schlenker RE, Kaehny MM, et al - Analytic framework for evaluation of telemedicine - Telemed J ,1995,1 (1) : 31-39.
107. Gropper A - Internet approach promises cost-benefits to PACS users - Diagn Imaging (San Franc) ,1999,21 (2) : 59-62, 64.
108. Grundy BL, Crawford P, Jones PK, et al - Telemedicine in critical care: an experiment in health care delivery - Jacep ,1977,6 (10) : 439-444.

109. Grundy BL, Jones PK, Lovitt A - Telemedicine in critical care: problems in design, implementation, and assessment - *Crit Care Med* ,1982,10 (7) : 471-475.
110. Guillermin G, Marchand J, F. M, et al. - Le commerce électronique en danger ? *in* : ed. INRIA, Institut national de recherche en informatique et en automatique, 1999: vol 1999).
111. Halpern EJ, Newhouse JH, Amis ES, Jr., et al - Evaluation of teleradiology for interpretation of intravenous urograms - *J Digit Imaging* ,1992,5 (2) : 101-106.
112. Hance O. *Business et droit d'internet*. Mc Graw Hill,1996 :437.
113. Hangiandreou NJ, O'Connor TJ, Felmler JP - An evaluation of the signal and noise characteristics of four CCD-based film digitizers - *Med Phys* ,1998,25 (10) : 2020-2026.
114. Harris G - Beyond the shadow of a doubt. Time for "Gold standard" acceptance of CCD radiographic digitizer/scanners ? - *Telemedicine today* ,1999,7 (2) : 27-33.
115. Haynor DR, Smith DV, Park HW, et al - Hardware and software requirements for a picture archiving and communication system's diagnostic workstations - *J Digit Imaging* ,1992,5 (2) : 107-117.
116. Hazebroucq V, Bonnin A, Robillard P, et al. Expérience de télétransmission d'images scanographiques. *in*: Gandon Y, ed. *Téléimagerie et Autoroutes de l'information*. Rennes (France): Conseil des Enseignants de Radiologie de France, 1995: .
117. Hazebroucq V, Luton J-P, Salès A, et al - Problèmes juridiques soulevés par la téléimagerie médicale - *Rev Hospitalière de France* ,1996,(1) : 63-67.
118. Hazebroucq V, Luton J-P, Salès A, et al - Legal problems raised by medical tele-imagery (Problèmes juridiques soulevés par la téléimagerie médicale.) - *Comput & Telecom law Rev* ,1996,13 (1) : 32-37.
119. Hazebroucq V, Robillard P, Luton J-P, et al. Télétransmission interactive d'images numériques en temps réel : Bilan d'un an d'expérimentation. *Congrès Mondial de Télé médecine*. Toulouse (France): *Revue Hospitalière de France*, 1996: (janvier -février) 57-59.
120. Heautot JF, Gibaud B, Catroux B, et al - Influence of the teleradiology technology (N-ISDN and ATM) on the inter- hospital management of neurosurgical patients [In Process Citation] - *Med Inform Internet Med* ,1999,24 (2) : 121-134.
121. Heautot JF, Treguier C, Cordonnier E, et al - Essai d'un réseau de téléradiologie basé sur ATM (Asynchronous Transfer Mode) - *J Radiol (Paris)* ,1996,77 (11) : 1121-1127.
122. Heneghan C, Sclafani AP, Stern J, et al - Telemedicine applications in otolaryngology [In Process Citation] - *IEEE Eng Med Biol Mag* ,1999,18 (4) : 53-62.
123. Henri CJ, Rubin RK, Cox RD, et al - Design and implementation of World Wide Web-based tools for image management in computed tomography, magnetic resonance imaging, and ultrasonography - *J Digit Imaging* ,1997,10 (3 Suppl 1) : 77-79.
124. Higgins CA, Conrath DW, Dunn EV - Provider acceptance of telemedicine systems in remote areas of Ontario - *J Fam Pract* ,1984,18 (2) : 285-289.
125. Holtum E, Zollo SA - The Healthnet project: extending online information resources to end users in rural hospitals - *Bull Med Libr Assoc* ,1998,86 (4) : 569-575.
126. Hottois G, Parizeau MH. *Les mots de la bioéthique*. De Boeck-Wesmael, s.a.,Bruxelles (Belgique) 1993 :375.
127. Hu PJ, Chau PY - Physician acceptance of telemedicine technology: an empirical investigation - *Top Health Inf Manage* ,1999,19 (4) : 20-35.
128. Huang HK, Lo SC, Ho BK, et al - Radiological image compression using error-free irreversible two- dimensional direct-cosine-transform coding techniques - *J Opt Soc Am [A]* ,1987,4 (5) : 984-992.
129. Hubble JP, Pahwa R, Michalek DK, et al - Interactive video conferencing: a means of providing interim care to Parkinson's disease patients - *Mov Disord* ,1993,8 (3) : 380-382.

130. Huet J. Le commerce électronique. *in* : Huet P Le droit du multimédia. 1^è édit. : Les éditions du téléphone, Paris 1996: 232-234.
131. Ishigaki T, Sakuma S, Ikeda M, et al - Clinical evaluation of irreversible image compression: analysis of chest imaging with computed radiography - *Radiology* ,1990,175 (3) : 739-743.
132. Jamzad M, Uchiyama A - Two methods for medical image compression - *Front Med Biol Eng* ,1990,2 (2) : 89-98.
133. Jelaso DV, Southworth G, Purcell LH - Telephone transmission of radiographic images - *Radiology* ,1978,127 (1) : 147-149.
134. Jutra A, Duckett G - Le radiodiagnostic à distance. Téléfluoroscopie et cinéfluorographie. - *Bull Assoc Med de Lang Franc du Canada* ,1957,86 : 3-7.
135. Kajiwara K - JPEG compression for PACS - *Comput Methods Programs Biomed* ,1992,37 (4) : 343-351.
136. Kamp GH - Medical-legal issues in teleradiology: a commentary [comment] - *AJR Am J Roentgenol* ,1996,166 (3) : 511-512.
137. Kang KS, Park HW - Lossless medical image compression by multilevel decomposition - *J Digit Imaging* ,1996,9 (1) : 11-20.
138. Karson TH, Chandra S, Morehead AJ, et al - JPEG compression of digital echocardiographic images: impact on image quality - *J Am Soc Echocardiogr* ,1995,8 (3) : 306-318.
139. Karson TH, Zepp RC, Chandra S, et al - Digital storage of echocardiograms offers superior image quality to analog storage, even with 20:1 digital compression: results of the Digital Echo Record Access Study - *J Am Soc Echocardiogr* ,1996,9 (6) : 769-778.
140. Kehler M, Bengtsson PO, Freitag M, et al - Teleradiology by two different concepts. Technical note - *Acta Radiol (Diagn)(Stockh)* ,1997,38 (2) : 338-339.
141. Kesler C, Balch D - Development of a telemedicine and distance learning network in rural eastern North Carolina - *J Telemed Telecare* ,1995,1 (3) : 178-182.
142. Kincade K - Wavelets challenge JPEG in image compression - *Diagn Imaging (San Franc)* ,1997,19 (11) : 125-127, 211.
143. Kincade K - Teleradiology : Market opportunity or predatory strategy ? Providers address charges of swoop-and-scoop. - *Telemed Telehealth Netw* ,1998,4 (1) : 45-48.
144. Kincade K - Texas kicks into high gear with reimbursement, lone star state is ready for road test - *Telemed Telehealth Netw* ,1998,4 (2) : 21-23.
145. Klutke PJ, Gostomzyk JG, Mattioli P, et al - Practical evaluation of standard-based low-cost video conferencing in telemedicine and epidemiological applications [In Process Citation] - *Med Inform Internet Med* ,1999,24 (2) : 135-145.
146. Kofler JM, Jr., Gray JE, Fuelberth JT, et al - Quantitative evaluation of low-cost frame-grabber boards for personal computers - *J Digit Imaging* ,1995,8 (4) : 191-197.
147. Krupinski E, Maloney K, Hopper L, et al - Evaluation of radiologist performance using telemedicine services - *J Digit Imaging* ,1997,10 (3 Suppl 1) : 83-85.
148. Kuduvalli GR, Rangayyan RM, Desautels JE - High-resolution digital teleradiology: a perspective - *J Digit Imaging* ,1991,4 (4) : 251-261.
149. Kunkler IH, Rafferty P, Hill D, et al - A pilot study of tele-oncology in Scotland - *J Telemed Telecare* ,1998,4 (2) : 113-119.
150. Langlotz CP, Seshadri S - Technology assessment methods for radiology systems - *Radiol Clin North Am* ,1996,34 (3) : 667-679.
151. Larson A, Lynch DA, Zeligman B, et al - Accuracy of diagnosis of subtle chest disease and subtle fractures with a teleradiology system - *AJR Am J Roentgenol* ,1998,170 (1) : 19-22.

152. Lee BR, Allaf M, Moore R, et al - Clinical decision making using teleradiology in urology - AJR Am J Roentgenol ,1999,172 (1) : 19-22.
153. Lee H, Frank MS, Rowberg AH, et al - A new method for computed tomography image compression using adjacent slice data - Invest Radiol ,1993,28 (8) : 678-685.
154. Lenoir N - Imagerie, Télémedecine et Droit - Méd & Droit ,1994,1 (4) : 6-11.
155. Levine SR, Gorman M - "Telestroke" : the application of telemedicine for stroke - Stroke ,1999,30 (2) : 464-469.
156. Li CC, Gokmen M, Hirschman AD, et al - Information preserving image compression for archiving NMR images - Comput Med Imaging Graph ,1991,15 (4) : 277-283.
157. Lindsay EA, Davis DA, Fallis F, et al - Continuing education through Telemedicine for Ontario - Cmaj ,1987,137 (6) : 503-506.
158. Linton OW - Téléradiologie aux USA, le pour et le contre [Teleradiology in the USA. The pros and cons] - J Radiol (Paris) ,1996,77 (7) : 521-523.
159. Lo SC, Huang HK - Radiological image compression: full-frame bit-allocation technique - Radiology ,1985,155 (3) : 811-817.
160. Lo SC, Shen EL, Mun SK, et al - A method for splitting digital value in radiological image compression - Med Phys ,1991,18 (5) : 939-946.
161. Luttmann DR, Jones DB, Soper NJ - Teleproctoring laparoscopic operations with off-the-shelf technology - Stud Health Technol Inform ,1996,29 : 313-318.
162. Maldjian JA, Liu WC, Hirschorn D, et al - Wavelet transform-based image compression for transmission of MR data [published erratum appears in AJR Am J Roentgenol 1997 Sep;169(3):919] - AJR Am J Roentgenol ,1997,169 (1) : 23-26.
163. Malone FD, Athanassiou A, Nores J, et al - Effect of ISDN bandwidth on image quality for telemedicine transmission of obstetric ultrasonography - Telemed J ,1998,4 (2) : 161-165.
164. Markivee CR, Chenoweth JL - Teleradiology image transmission system: diagnostic accuracy at three matrix sizes for various types of images - J Digit Imaging ,1990,3 (3) : 170-173.
165. Markivee CR, Mahanta B, Savci S, et al - Diagnostic accuracy of a teleradiology image transmission system - MD Comput ,1989,6 (2) : 88-93.
166. McAfoos JA - Advances in digital video for electronic media - Stud Health Technol Inform ,1997,46 : 477-480.
167. McCue MJ, Mazmanian PE, Hampton C, et al - The case of Powhatan Correctional Center/Virginia Department of Corrections and Virginia Commonwealth University/Medical College of Virginia - Telemed J ,1997,3 (1) : 11-17.
168. McCue MJ, Mazmanian PE, Hampton CL, et al - Cost-minimization analysis: A follow-up study of a telemedicine program - Telemed J ,1998,4 (4) : 323-327.
169. McEneaney KW - The Internet, World-Wide Web, and Mosaic: an overview [see comments] - AJR Am J Roentgenol ,1995,164 (2) : 469-473.
170. McGee R, Tangalos EG - Delivery of health care to the underserved: potential contributions of telecommunications technology. Consensus conference entitled "Telemedicine and Access to Care." [see comments] - Mayo Clin Proc ,1994,69 (12) : 1131-1136.
171. McLaren P, Ball CJ - Telemedicine: lessons remain unheeded [see comments] - Bmj ,1995,310 (6991) : 1390-1391.
172. McLaren P, Ball CJ, Summerfield AB, et al - An evaluation of the use of interactive television in an acute psychiatric service - J Telemed Telecare ,1995,1 (2) : 79-85.
173. McLaren PM, Ball CJ - Interpersonal communications and telemedicine: hypotheses and methods - J Telemed Telecare ,1997,3 (Suppl 1) : 5-7.

174. McLaren PM, Laws VJ, Ferreira AC, et al - Telepsychiatry: outpatient psychiatry by videolink - J Telemed Telecare ,1996,2 (Suppl 1) : 59-62.
175. Mekhjian H, Warisse J, Gailiun M, et al - An Ohio telemedicine system for prison inmates: a case report - Telemed J ,1996,2 (1) : 17-24.
176. Mielonen ML, Ohinmaa A, Moring J, et al - The use of videoconferencing for telepsychiatry in Finland - J Telemed Telecare ,1998,4 (3) : 125-131.
177. Miyasaka K, Suzuki Y, Sakai H, et al - Interactive communication in high-technology home care: videophones for pediatric ventilatory care - Pediatrics ,1997,99 (1) : E1.
178. Moncrief JW, Sorrels PA - Primary care and hemodialysis monitoring through telemedicine - Stud Health Technol Inform ,1996,29 : 250-254.
179. Moore GT, Willemain TR, Bonanno R, et al - Comparison of television and telephone for remote medical consultation - N Engl J Med ,1975,292 (14) : 729-732.
180. Mulholland HC, Casey F, Brown D, et al - Application of a low cost telemedicine link to the diagnosis of neonatal congenital heart defects by remote consultation - Heart ,1999,82 (2) : 217-221.
181. Muller C, Marshall CL, Krasner M, et al - Cost factors in urban telemedicine - Med Care ,1977,15 (3) : 251-259.
182. Mun SK, Elsayed AM, Tohme WG, et al - Teleradiology/telepathology requirements and implementation - J Med Syst ,1995,19 (2) : 153-164.
183. Mun SK, Levine B, Cleary K, et al - Deployable teleradiology and telemedicine for the US military - Comput Methods Programs Biomed ,1998,57 (1-2) : 21-27.
184. Murphy RL, Jr., Bird KT - Telediagnosis: a new community health resource. Observations on the feasibility of telediagnosis based on 1000 patient transactions - Am J Public Health ,1974,64 (2) : 113-119.
185. Nagase T, Kaihara S, Segami K, et al - A visual telemedicine system: the integration of ordinary TV and HDTV still image transmission - Medinfo ,1995,8 (Pt 2) : 1515-1518.
186. Navein J, Hagmann J, Ellis J - Telemedicine in support of peacekeeping operations overseas: an audit - Telemed J ,1997,3 (3) : 207-214.
187. Nilsson M, Sjoberg S, Gladh T, et al - Digital image communication using a public digital telephone network - Comput Methods Programs Biomed ,1994,43 (1-2) : 145-149.
188. Nilsson U, Nyman U, Nilsson M - Teletransmission of radiographic images. Preliminary report - Acta Radiol [Diagn] (Stockh) ,1986,27 (3) : 357-360.
189. Nordrum I, Eide TJ - Remote frozen section service in Norway - Arch Anat Cytol Pathol ,1995,43 (4) : 253-256.
190. Nores J, Athanassiou A, Malone FD, et al - Technical dependability of obstetric ultrasound transmission via ISDN - Telemed J ,1997,3 (3) : 191-195.
191. O'Hare NJ, Wallis F, Kennedy JM, et al - Specification and initial evaluation of a multiple application teleradiology system - Br J Radiol ,1996,69 (824) : 735-742.
192. Olsson S, Busch C - A national telepathology trial in Sweden feasibility and assessment - Arch Anat Cytol Pathol ,1995,43 (4) : 234-241.
193. Onnasch DG, Prause GP, Ploger A - Objective methods for optimizing JPEG compression of coronary angiographic images - Int J Card Imaging ,1995,11 (3) : 151-162.
194. Orphanoudakis SC, Kaldoudi E, Tsiknakis M - Technological advances in teleradiology - Eur J Radiol ,1996,22 (3) : 205-217.
195. Oyama H, Wakao F, Sekiguchi R, et al - Virtual reality enhanced surgical conference system - Stud Health Technol Inform ,1996,29 : 273-279.

196. Page G, Gregoire A, Galand C, et al - Teleradiology in northern Quebec - Radiology ,1981,140 (2) : 361-366.
197. Phillips CM, Murphy R, Burke WA, et al - Dermatology teleconsultations to Central Prison: experience at East Carolina University - Telemed J ,1996,2 (2) : 139-143.
198. Preston J, Brown FW, Hartley B - Using telemedicine to improve health care in distant areas [see comments] - Hosp Community Psychiatry ,1992,43 (1) : 25-32.
199. Pysher L, Harlow C - Teleradiology using low-cost consumer-oriented computer hardware and software - AJR Am J Roentgenol ,1999,172 (5) : 1181-1184.
200. Rabbani M, Jones PW - Image compression techniques for medical diagnostic imaging systems - J Digit Imaging ,1991,4 (2) : 65-78.
201. Reponen J, Lahde S, Tervonen O, et al - Low-cost digital teleradiology - Eur J Radiol ,1995,19 (3) : 226-231.
202. Ricci MA, Callas PW, Montgomery WL - The Vermont Telemedicine Project: initial implementation phases - Telemed J ,1997,3 (3) : 197-205.
203. Richardson ML - A World-Wide Web radiology teaching file server on the Internet [see comments] - AJR Am J Roentgenol ,1995,164 (2) : 479-483.
204. Richardson ML, Rowberg AH, Gillespy T, 3rd, et al - An on-line digital Internet radiology teaching file server - AJR Am J Roentgenol ,1994,162 (5) : 1239-1242.
205. Ricke J, Maass P, Lopez Hanninen E, et al - Wavelet versus JPEG (Joint Photographic Expert Group) and fractal compression. Impact on the detection of low-contrast details in computed radiographs - Invest Radiol ,1998,33 (8) : 456-463.
206. Rinde E, Nordrum I, Nymo BJ - Telemedicine in rural Norway - World Health Forum ,1993,14 (1) : 71-77.
207. Rininsland HH - Basics of robotics and manipulators in endoscopic surgery - Endosc Surg Allied Technol ,1993,1 (3) : 154-159.
208. Robillard P, Hazebroucq V, Luton J-P, et al - Télétransmission interactive d'images numériques en temps réel. Bilan d'un an d'expérimentation.- - Journées Françaises de Radiologie - JFR'95 Résumé in Journal de Radiologie ,1995,76 (10) : 684.
209. Rolland Y, Robache P, Rambeau M, et al - Optimisation d'un système de téléradiologie entre deux hôpitaux gériatriques et un département d'imagerie d'un CHU - J Radiol (Paris) ,1999,80 (9) : 954-957.
210. Rosen MP, Levine D, Carpenter JM, et al - Diagnostic accuracy with US: remote radiologists' versus on-site radiologists' interpretations - Radiology ,1999,210 (3) : 733-736.
211. Sanders JH, Bashshur RL - Challenges to the implementation of telemedicine - Telemed J ,1995,1 (2) : 115-123.
212. Savcenko V, Erickson BJ, Palisson PM, et al - Detection of subtle abnormalities on chest radiographs after irreversible compression - Radiology ,1998,206 (3) : 609-616.
213. Sayre JW, Ho BK, Boechat MI, et al - Subperiosteal resorption: effect of full-frame image compression of hand radiographs on diagnostic accuracy - Radiology ,1992,185 (2) : 599-603.
214. Scott WW, Jr., Bluemke DA, Mysko WK, et al - Interpretation of emergency department radiographs by radiologists and emergency medicine physicians: teleradiology workstation versus radiograph readings - Radiology ,1995,195 (1) : 223-229.
215. Scott WW, Jr., Rosenbaum JE, Ackerman SJ, et al - Subtle orthopedic fractures: teleradiology workstation versus film interpretation - Radiology ,1993,187 (3) : 811-815.
216. Sen Gupta TK, Wallace DA, Clark SL, et al - Videoconferencing: practical advice on implementation - Aust J Rural Health ,1998,6 (1) : 2-4.

217. Shen L, Rangayyan RM - A segmentation-based lossless image coding method for high-resolution medical image compression - *IEEE Trans Med Imaging* ,1997,16 (3) : 301-307.
218. Sheng OR, Hu PJ, Chau PY, et al - A survey of physicians' acceptance of telemedicine - *J Telemed Telecare* ,1998,4 (Suppl 1) : 100-102.
219. Shimosato Y, Yagi Y, Yamagishi K, et al - Experience and present status of telepathology in the National Cancer Center Hospital, Tokyo - *Zentralbl Pathol* ,1992,138 (6) : 413-417.
220. Skouras CA, Divanis G - Telematics in the northern United Kingdom - *Stud Health Technol Inform* ,1998,56 : 108-117.
221. Sneiderman C, Schosser R, Pearson TG - A comparison of JPEG and FIF compression of color medical images for dermatology - *Comput Med Imaging Graph* ,1994,18 (5) : 339-342.
222. Sobczyk WL, Solinger RE, Rees AH, et al - Transtelephonic echocardiography: successful use in a tertiary pediatric referral center - *J Pediatr* ,1993,122 (6) : S84-88.
223. Steckel R - Daily x-ray rounds in a large teaching hospital using high-resolution closed-circuit television. - *Radiology* ,1972,105 (2) : p319-321.
224. Stevens A, Doidge N, Goldbloom D, et al - Pilot study of televideo psychiatric assessments in an underserved community - *Am J Psychiatry* ,1999,156 (5) : 783-785.
225. Stewart BK, Carter SJ, Cook JN, et al - Application of the advanced communications technology satellite to teleradiology and real-time compressed ultrasound video telemedicine - *J Digit Imaging* ,1999,12 (2) : 68-76.
226. Takizawa M, Sone S, Aoki J, et al - [High-speed/high resolution teleradiology system based on university microwave network] - *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi* ,1994,54 (13) : 1285-1293.
227. Thaete FL, Fuhrman CR, Oliver JH, et al - Digital radiography and conventional imaging of the chest: a comparison of observer performance - *AJR Am J Roentgenol* ,1994,162 (3) : 575-581.
228. Thierry J-P. Aspects socio-économiques de la télémédecine. in: Glorion B, ed. Colloque "Déontologie médicale et télémédecine.Paris: Ordre National des Médecins, 1996: .
229. Truppe MJ, Freysinger W, Gunkel AR, et al - Remote-guided surgical navigation in ENT surgery - *Stud Health Technol Inform* ,1996,29 : 280-282.
230. Tyndall DA, Boyd KS, Matteson SR, et al - Video-based teleradiology for intraosseous lesions. A receiver operating characteristic analysis - *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* ,1995,80 (5) : 599-603.
231. Ungeheuer A, Feussner H, Hirzinger G, et al - [Technical requirements and possibilities of teleconsultation in laparoscopic interventions] - *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd* ,1996,113 : 628-630.
232. Viitanen J, Sund T, Rinde E, et al - Nordic teleradiology development - *Comput Methods Programs Biomed* ,1992,37 (4) : 273-277.
233. Wakefield DS, Kienzle MG, Zollo SA, et al - Health care providers' perceptions of telemedicine services - *Telemed J* ,1997,3 (1) : 59-65.
234. Wallace G - The JPEG still picture compression standard. - *Comm ACM* ,1991,34 : 30-44.
235. Wang H, Rosenfeld D, Braun M, et al - An efficient algorithm for MR image reconstruction and compression - *Australas Phys Eng Sci Med* ,1992,15 (3) : 133-137.
236. Warner D, Tichenor JM, Balch DC - Telemedicine and distributed medical intelligence - *Telemed J* ,1996,2 (4) : 295-301.
237. Webber M, Corbus H - Image communication by telephone. - *J Nucl Med* ,1972,13 (6) : p379-381.
238. Wells RS, Lemak CH - Beyond adoption to sustained use: telemedicine for rural communities - *Telemed J* ,1996,2 (4) : 285-293.

239. Welsh F - Informatics: a physician's view - J Health Care Finance ,1997,23 (3) : 37-43.
240. Welz R, Ligier Y, Ratib O - Design of a cooperative teleradiology system - Telemed J ,1995,1 (3) : 195-201.
241. Wenzel A, Gotfredsen E, Borg E, et al - Impact of lossy image compression on accuracy of caries detection in digital images taken with a storage phosphor system - Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod ,1996,81 (3) : 351-355.
242. Wheeler T - Corrections-based telemedicine programs top most-active list - Telemed Today ,1998,6 (3) : 38-39, 44.
243. Whitten P, Allen A - Organizational structure in telemedicine programs - Telemed Today ,1996,4 (2) : 15-22.
244. Whitten P, Collins B, Mair F - Nurse and patient reactions to a developmental home telecare system - J Telemed Telecare ,1998,4 (3) : 152-160.
245. Whitten P, Franken EA - Telemedicine for patient consultation: factors affecting use by rural primary-care physicians in Kansas - J Telemed Telecare ,1995,1 (3) : 139-144.
246. Whitten P, Mair F, Collins B - Home telenursing in Kansas: patients' perceptions of uses and benefits - J Telemed Telecare ,1997,3 (Suppl 1) : 67-69.
247. Whitten PS, Allen A - Analysis of telemedicine from an organizational perspective - Telemed J ,1995,1 (3) : 203-213.
248. Wilson AJ - Is teleradiology the solution to after-hours emergency radiology coverage? - Radiographics ,1996,16 (4) : 939-942.
249. Wilson AJ, Mann FA, West OC, et al - Evaluation of the injured cervical spine: comparison of conventional and storage phosphor radiography with a hybrid cassette - Radiology ,1994,193 (2) : 419-422.
250. Wright D, Androuchko L - Telemedicine and developing countries - J Telemed Telecare ,1996,2 (2) : 63-70.
251. Wright R, Loughrey C - Teleradiology - Bmj ,1995,310 (6991) : 1392-1393.
252. Yamamoto LG - Using JPEG image compression to facilitate telemedicine - Am J Emerg Med ,1995,13 (1) : 55-57.
253. Yamamoto LG, DiMauro R, Long DC - Personal computer teleradiology: comparing image quality of lateral cervical spine radiographs with conventional teleradiology - Am J Emerg Med ,1993,11 (4) : 384-389.
254. Yamamoto LG, Inaba AS, DiMauro R - Personal computer teleradiology interhospital image transmission to facilitate tertiary pediatric telephone consultation and patient transfer: soft-tissue lateral neck and elbow radiographs - Pediatr Emerg Care ,1994,10 (5) : 273-277.
255. Yellowlees P - Successful development of telemedicine systems--seven core principles - J Telemed Telecare ,1997,3 (4) : 215-222.
256. Yin FF, Gao Q - Oncologic image compression using both wavelet and masking techniques - Med Phys ,1997,24 (12) : 2038-2042.
257. Zarate CA, Jr., Weinstock L, Cukor P, et al - Applicability of telemedicine for assessing patients with schizophrenia: acceptance and reliability - J Clin Psychiatry ,1997,58 (1) : 22-25.
258. Zincone LH, Jr., Doty E, Balch DC - Financial analysis of telemedicine in a prison system - Telemed J ,1997,3 (4) : 247-255.