

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 70 (1992)

**Heft:** 9

**Artikel:** Telemed : communication à large bande au service de la médecine = Telemed : la comunicazione a larga banda nella medicina

**Autor:** Ernst, Albert

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874002>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 30.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# *Telemed – communication à large bande au service de la médecine*

## *Telemed: la comunicazione a larga banda nella medicina*

Albert ERNST, Berne

### *1 Introduction*

Depuis quelques années, certains hôpitaux universitaires travaillent à la mise au point de réseaux d'imagerie médicale pour les examens radiologiques. Cette technologie va ouvrir des perspectives entièrement nouvelles aux cliniciens, et, dans un second temps, aux praticiens également. Un tel apport d'images numériques a pour corollaire des possibilités accrues dans le domaine de l'analyse et du diagnostic automatisés. Les hautes performances et la convivialité des ordinateurs modernes au service des médecins ouvrent la voie de la commercialisation à la technique de la radiologie sans film.

En médecine comme ailleurs, la spécialisation croissante conduit à une plus grande décentralisation du savoir. Dans les hôpitaux universitaires, l'engagement d'équipes de spécialistes est synonyme de coûts élevés, dépenses que ne peuvent se permettre des hôpitaux cantonaux ou régionaux. Dans ces conditions, certains équipements coûteux ne sont souvent pas utilisés de façon optimale. Dès lors le patient est rapidement orienté vers un hôpital universitaire où il sera soumis à de nouveaux examens, pas toujours exempts de redondances. En outre, la longueur des attentes, le transfert et les examens multiples représentent autant de dépenses supplémentaires qui viennent grever le coût de la santé.

De nos jours, les télécommunications ont acquis droit de cité dans les hôpitaux. A côté d'équipements comme le téléphone, le télécopier ou les systèmes de recherche de personnes, on trouve des systèmes de télécommande, de sécurité et d'alarme. Les hôpitaux modernes gèrent le personnel, les finances, le dossier des patients, leur fiche clinique ainsi que tous les résultats des examens de laboratoire et les diagnostics au moyen du système d'information intégré HIS (Hospital Information System). Des réseaux locaux rapides (LAN) assurent le lien entre les ordinateurs et les périphériques d'entrée/sortie répartis dans tous les services.

Quel rôle sera appelée à jouer la communication à large bande dans cette nouvelle facette de la médecine, quelle sera son importance? Le projet *Telemed* qui fait partie du programme *Race* est un premier élément de réponse à cette importante question.

### *1 Introduzione*

Negli ospedali universitari si stanno sviluppando da qualche anno sistemi elettronici di comunicazione e di memorizzazione di immagini per indagini nel campo della radiologia. Questi sistemi offrono al clinico e, in seguito, anche al medico praticante prospettive del tutto nuove. Alla disponibilità di materiale illustrativo in forma digitale si aggiunge sempre più la possibilità d'impiegare metodi di analisi e di diagnosi automatizzati. L'elevata efficienza e il facile impiego di computer moderni al posto di lavoro del medico apriranno alla radiologia prospettive commerciali.

La crescente specializzazione porta anche nel campo della medicina a una sempre maggiore decentralizzazione del sapere. Negli ospedali universitari è possibile impiegare team di specialisti solo a costi molto elevati. Dato che gli ospedali cantonali e regionali non possono sopportare tali spese, succede spesso che apparecchi costosi non possano essere utilizzati in modo ottimale. In questo caso, il paziente deve essere subito trasferito in un ospedale universitario dove viene sottoposto a esami che in parte ha già fatto. I lunghi tempi di giacenza, il trasporto e i ripetuti esami pregiudicano ulteriormente il già gravato budget della sanità.

La telecomunicazione ha già oggi il suo posto fisso in ogni ospedale. Oltre al telefono, al telefax e all'impianto cercapersone vengono impiegati sistemi di telecomando, di sicurezza e di allarme. Gli ospedali moderni gestiscono in un sistema d'informazione integrato HIS (Hospital Information System) i dati del personale, le finanze, i dati aggiornati dei pazienti e le rispettive anamnesi come pure tutti i risultati delle analisi di laboratorio e delle diagnosi. Per l'allacciamento dei calcolatori alle stazioni d'immissione e d'emissione in tutti i reparti sono state installate reti locali veloci (LAN).

Quale posto e che importanza assumerà la comunicazione a larga banda in questo nuovo ambito della medicina? Il progetto *Telemed* del programma *Race* dovrebbe contribuire a rispondere a questa domanda.

### *2 Il programma di ricerca Race della CEE*

*Race* è il nome di un programma di ricerca e sviluppo per tecnologie di comunicazione moderne in Europa (Research and Development in Advanced Communica-

## 2 *Le programme de recherche Race de la CE*

Race est un programme communautaire sur les technologies de pointe dans le domaine des télécommunications en Europe (*Research and Development in Advanced Communications Technologies in Europe*). Il a été lancé en 1986/87 à Bruxelles par la Commission européenne, qui assure son financement. Le 50 % de leurs investissements en matière de développement est rattaché aux membres de la Communauté, alors que les pays de l'AELE peuvent participer aux différents projets, mais à leurs propres frais. Race a pour but de renforcer la compétitivité des produits européens sur le marché mondial. La technologie de la communication à large bande moderne est liée à la spécification et au développement d'un RNIS (Réseau numérique à intégration de services) européen, grâce à l'emploi de protocoles ATM (*Asynchronous Transfer Mode*, transfert en mode asynchrone).

Le programme Race comprend trois parties: la première regroupe des projets d'élaboration de bases, de conceptions et de modèles, et la deuxième est consacrée aux projets de technologie et de développement proprement dits. La troisième partie est constituée principalement par les projets d'applications. Des essais *in situ* d'applications concrètes tirant parti de l'infrastructure de réseau à large bande existante doivent éprouver la viabilité des spécifications techniques et des modèles définis dans les deux premières parties du programme. Ces essais, prototypes des futures applications commerciales des réseaux à large bande à intégration de services, permettent, en outre, de tester les chances qu'ont ces nouveaux produits de s'imposer sur le marché.

## 3 *Le projet Telemed*

*Telemed* (télécommunication – médecine) est l'un des 18 projets qui ont été lancés au début de 1989 par le bureau central Race (RCO, R-ace C-entral O-ffice), qui joue le rôle de coordonnateur auprès de la CE à Bruxelles. Le projet Telemed, qui s'étend sur quatre ans, a pour but d'appliquer la technique de la communication à large bande au domaine de l'imagerie médicale. Les 19 cocontractants et partenaires de consortium de la CE (Contractors) ainsi que les 22 sous-contractants (Sub-contractors) collaborent au projet sous la direction de l'entreprise *Detecon*, une filiale de la Deutsche Bundespost Telekom (Prime Contractor). Sont associés au projet des hôpitaux universitaires, des fabricants d'appareils d'imagerie médicale, des entreprises de la branche des télécommunications et quelques administrations des PTT en provenance de 11 pays européens. La somme de travail qu'il est prévu de fournir pour ce grand projet se monte à près de 220 hommes-année. Le budget global a été établi en fonction d'un montant supérieur à 30 millions de francs.

Les PTT suisses ont déposé leur candidature pour la participation à ce projet en 1988 auprès de la CE. Leur intérêt principal résidait dans l'expérimentation de nouvelles applications dans le domaine de la communication à large bande. Il fallait donc trouver des sous-contractants

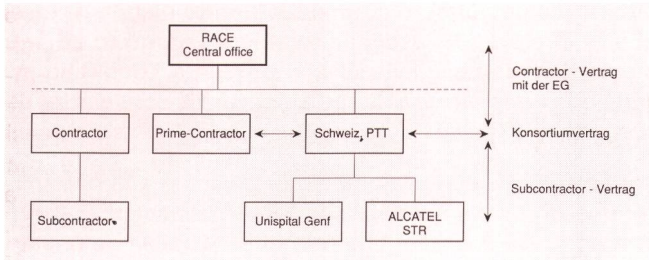
(*Technology in Europe*). Le programme est stato creato nel 1986/87 dalla commissione europea di Bruxelles che l'ha sostenuto finanziariamente. Agli Stati membri della Comunità europea viene rimborsato il 50 % delle spese sostenute in favore dello sviluppo. I Paesi dell'AELE sono autorizzati a partecipare ai progetti, ma solo a proprie spese. Il programma deve rafforzare la competitività dei prodotti europei sul mercato mondiale. Per tecnologia a larga banda s'intendono la specificazione e lo sviluppo di una rete ISDN (*Integrated Services Digital Network*) europea a larga banda mediante l'utilizzazione di protocolli ATM (*Asynchronous Transfer Mode*).

Il programma Race è composto di tre parti: la parte I riunisce progetti per l'elaborazione di premesse, piani e modelli, la parte II consiste in veri e propri progetti tecnologici e di sviluppo e la parte III comprende in sostanza le applicazioni. Le prove che vengono effettuate in campo con applicazioni pratiche e che si basano su un'infrastruttura di rete a larga banda devono consentire di sperimentare la capacità di vita delle specificazioni tecniche dei modelli definiti nelle prime due parti del programma. D'altro canto, queste prove precedono anche la realizzazione di prestazioni commerciali su reti a larga banda con integrazione dei servizi; dalle prove emergono inoltre le possibilità di mercato di questi nuovi prodotti.

## 3 *Il progetto Telemed*

Il *Telemed* (telecomunicazione – medicina) è uno dei 18 progetti approvati all'inizio del 1989 dal RCO (*Race Central Office*), l'ufficio di coordinazione presso la CEE a Bruxelles. La durata di questo progetto è limitata a quattro anni. L'obiettivo è di applicare la tecnologia a larga banda al settore della comunicazione di immagini nella medicina. I 19 contraenti e consorzi della CEE (contractors) e i 22 sub-contraenti (subcontractors) lavorano sotto la direzione della *Detecon*, una società affiliata berlinese delle poste federali tedesche Telekom (prime contractor). Prendono parte al progetto ospedali universitari, produttori di apparecchi medicali che riproducono immagini, l'industria delle telecomunicazioni e amministrazioni PTT di complessivamente undici Paesi europei. Le risorse umane necessarie per realizzare questo grande progetto sono stimate a circa 220 anni uomo. Nel budget totale è stata prevista una somma di oltre 30 milioni di franchi.

Nel 1988, l'azienda svizzera delle PTT chiese alla CEE di partecipare al progetto. Essa era infatti interessata ad acquisire esperienze nell'ambito delle nuove applicazioni nella tecnologia a larga banda. Si dovettero anche cercare sub-contraenti che rappresentassero l'utilizzatore del settore medico e l'industria in Svizzera. Alla fine del 1988 si riuscì a trovare un utilizzatore impegnato e competente: il laboratorio di sviluppo per la comunicazione e il trattamento digitale delle immagini del reparto di informatica dell'*ospedale universitario di Ginevra*. Fino alla fine del 1990 la ditta *Alcatel STR* prese parte al progetto quale rappresentante dell'industria delle telecomunicazioni (*fig. 1*). Attualmente la partecipazione svizzera al progetto è guidata dal gruppo della Direzione



**Fig. 1** *Contrats et partenaires du projet Telemed – I rapporti contrattuali e fra partner nel progetto Telemed*

RACE Central office – Office central RACE – Ufficio centrale RACE  
 Contractor – Contractant – Contraente  
 Prime Contractor – Contractant principal – Contraente principale  
 Schweiz. PTT – PTT Suisses – PTT svizzere  
 Subcontractor – Sous-contractant – Sub-contraente  
 Unispital Genf – Hôpital universitaire de Genève – Ospedale Universitario di Ginevra  
 Contractor-Vertrag mit der EG – Contrat avec la CE – Contratto fra il Contractor e la CEE  
 Konsortiumvertrag – Contrat d'attribution – Contratto del consorzio  
 Subcontractor-Vertrag – Contrat de sous-traitance – Contratto del Subcontractor

qui soient représentatifs des utilisateurs médicaux et de l'industrie suisses. L'Entreprise des PTT put s'assurer dès 1988 la participation d'un utilisateur compétent et engagé, l'unité d'imagerie numérique du Centre d'informatique hospitalière de l'Hôpital cantonal universitaire de Genève. La maison Alcatel STR représenta pour sa part jusqu'à la fin de 1990 l'industrie des télécommunications (fig. 1). La direction de la participation suisse au projet Telemed est assurée actuellement par le groupe spécialisé «Services commutés à large bande» de la Direction générale des PTT.

Les partenaires du projet se sont fixé pour but de spécifier, de développer et d'expérimenter cliniquement les quatre applications suivantes:

- la consultation à distance d'experts en matière de radiodiagnostic
- la reprise par d'autres cliniques de techniques d'opération et d'examen spécialisées (instruction décentralisée)
- la création d'une banque d'images pour la radiologie
- l'emploi de la communication audiovisuelle pour le diagnostic et le traitement de patients atteints de troubles du comportement (visiophone d'entrée de gamme).

La Suisse ne collabore activement qu'à la première de ces applications, la consultation d'experts.

#### 4 *L'infrastructure de réseau – Megacom et Ebit*

Tant pour la Communauté européenne que pour les promoteurs de Telemed et des autres projets d'application Race, une condition s'imposa d'emblée: on tirerait parti du RNIS à large bande, et pour cela il faudrait disposer

generale delle PTT che si occupa dei servizi a larga banda commutati.

I partner che partecipano al progetto mirano a specificare, sviluppare e a provare clinicamente le quattro applicazioni seguenti:

- la consultazione a distanza degli esperti nella röntgen-diagnostica
- la trasmissione delle tecniche operatorie e di analisi da una clinica ad altre (insegnamento a distanza)
- l'allestimento di una banca dati europea delle immagini di riferimento per la radiologia
- l'impiego della comunicazione audiovisiva per la diagnosi di malattie e il trattamento di pazienti con disturbi comportamentali (Videofono a basso costo).

La Svizzera partecipa attivamente solo alla prima applicazione, quella concernente la consultazione degli esperti.

#### 4 *L'infrastructure della rete, Megacom e Ebit*

Per la CEE, per i promotori del Telemed, e chiaramente anche per i promotori dei progetti Race era certo sin dall'inizio che occorreva una rete ISDN a larga banda con una capacità di trasmissione di almeno 140 Mbit/s. Le *poste federali tedesche Telekom* si trovavano in una situazione favorevole grazie alla rete a larga banda commutata VBN a 140 Mbit/s, già introdotta in tutto il Paese, e al progetto di comunicazione a larga banda *Berkom* a Berlino. Anche la Svizzera non aveva problemi a questo riguardo. Infatti poteva contare sull'impianto sperimentale ISDN di 140 Mbit/s a Basilea, denominato *Baskom*, che a quel tempo era già stato ordinato. Negli altri Paesi europei invece, non erano ovunque disponibili linee fisse (linee noleggiate) dotate della summenzionata velocità. Del resto, sarebbe stato economicamente insostenibile impiegare queste linee solo temporaneamente.

Affinché tutti questi progetti Race potessero essere connessi a basso costo, gli esperti della CEE a Bruxelles avevano intenzione d'incaricare una ditta europea di realizzare una rete privata a larga banda. I gestori di reti pubbliche, che non volevano però essere privati della responsabilità della gestione di una tale rete, proposero alla CEE di provvedere in comune all'infrastruttura necessaria e di metterla a disposizione dei partner del programma Race a condizioni accettabili. La CEE regolò tutto ciò contrattualmente: i gestori di rete di 14 Paesi della CEE e dell'AELS, fra cui anche le PTT svizzere, firmarono nel 1989 l'accordo (Memorandum of Understanding) concernente l'allestimento dell'*European Broadband Interconnection Trial* (Ebit-MoU).

La rete Ebit fu concepita come progetto di armonizzazione europeo. Si cominciò subito ad analizzare le esigenze, il che non fu facile poiché la maggior parte dei futuri utenti, infatti, avevano difficoltà a formulare i loro obiettivi in materia di telecomunicazione oppure non conoscevano le prestazioni già offerte. Non stupì quindi il fatto che, nella maggior parte dei casi, per le prove in programma bastava una velocità di trasmissione pari o inferiore a 64 kbit/s. Spesso, i terminali e i programmi

d'une capacité de transmission d'au moins 140 Mbit/s. Dans ce contexte, la *Deutsche Bundespost Telekom* se trouvait en position idéale grâce à son réseau commuté à large bande de 140 Mbit/s VBN (Vermitteltes 140-Mbit/s-Breitband-Netz) qui couvre déjà le pays entier, et grâce à son projet de communication à large bande *Berkom* à Berlin. La Suisse pouvait de son côté faire valoir l'installation d'essai de RNIS à 140 Mbit/s *Baskom* à Bâle, qui avait déjà été commandée à cette époque. Dans le même temps les autres pays européens ne disposaient pas encore tous de circuits permanents (lignes louées) d'un débit comparable, dont l'utilisation provisoire ou temporaire n'aurait de toute façon, et de loin, pas été économique.

Dès lors, pour que ces divers projets d'applications Race puissent communiquer à bon compte, les experts de la CE préconisaient de faire construire par une entreprise tierce un réseau à large bande privé à l'échelle européenne. De leur côté, les exploitants de réseaux publics, ne voulant pas céder leurs responsabilités en matière d'exploitation d'un tel réseau, proposèrent à la Communauté de développer collectivement l'infrastructure nécessaire et de la mettre à disposition des partenaires Race à des conditions avantageuses. Approuvant ce principe, la CE proposa d'élaborer un contrat. La convention (Memorandum of Understanding) relative à la création de l'*European Broadband Interconnection Trial* (Ebit-MoU) fut signée en 1989 par les exploitants de réseaux de 14 pays de la CE et de l'AELE, parmi lesquels il convient de citer les PTT suisses.

Ebit, conçu comme un projet d'harmonisation à l'échelle européenne, permit rapidement d'analyser les besoins suscités par la mise en place des applications. Cette tâche se révéla plus ardue que prévu, pour plusieurs raisons: la plupart des futurs utilisateurs avaient de la peine à formuler leurs exigences et leurs objectifs en matière de télécommunication et, de plus, certains d'entre eux ne connaissaient même pas les prestations offertes. Dans de telles conditions, on ne s'étonnera pas que des débits binaires de 64 kbit/s, si ce n'est inférieurs, aient largement suffi dans la plupart des cas pour réaliser les applications projetées. De plus, les terminaux et les logiciels dont l'acquisition avait été envisagée n'auraient de toute manière pas pu traiter des débits plus importants. A titre d'exemple, on citera le cas de cet utilisateur intéressé à l'un des projets de communication à large bande qui, grâce aux conseils éclairés des PTT de son pays, fit l'acquisition d'un télécopieur et put ainsi atteindre les objectifs qu'il s'était fixés.

Au vu de cette situation, et compte tenu des équipements de commutation disponibles sur le marché, les signataires d'Ebit décidèrent de mettre sur pied un réseau à sélection automatique international à commutation de circuits, d'un débit de 2 Mbit/s. Au risque de ne pas répondre aux espérances de la CE, la mise en place du réseau européen à 140 Mbit/s ne peut de toute façon pas être envisagée parallèlement au déroulement des projets d'applications. Les PTT suisses avaient la possibilité d'intégrer à Ebit le réseau Megacom, qui était déjà en construction sous la forme d'un réseau public à large bande national. C'est en 1989 qu'eurent lieu dans des centraux à Bâle, Zurich et Genève des essais *in situ* de configuration de réseaux.

previsti non avrebbero comunque potuto elaborare tassi di bit più elevati. Si racconta che in un progetto a larga banda, l'utilizzatore avesse già raggiunto l'obiettivo installando un fax in seguito ad un'accurata consulenza da parte delle PTT del Paese.

In base a questa situazione e alla tecnologia di commutazione ottenibile sul mercato, i Paesi allacciati alla rete Ebit decisero di creare una rete internazionale in teleselezione a commutazione di circuito a 2 Mbit/s. Sebbene la CEE lo desiderasse ardentemente, nel corso del progetto era praticamente impensabile creare una rete europea a 140 Mbit/s. Alle PTT svizzere si presentò la possibilità d'inserire nella rete Ebit la rete Megacom, la quale era in fase di realizzazione per un servizio pubblico e nazionale a larga banda. Nel 1989 era già in atto una configurazione di rete per la prova in campo composta da tre centrali ubicate a Basilea, Zurigo e Ginevra.

In seguito, sotto il nome *Meganet*, in Danimarca, Svezia, Norvegia – di recente anche in Olanda e in Inghilterra – vennero allestite reti dello stesso tipo e dello stesso produttore della rete Megacom, ossia del tipo *Dikon* realizzato dalla ditta *Diax*. Attualmente la *Diax* appartiene alla *Bang & Olufsen* danese e alla *Ericsson* svedese in ragione del 50 % ciascuna. Le poste federali tedesche Telekom decisero di partecipare al progetto Ebit con la rete di dati *Kopernikus DFS* (servizio Dasat) in cui vengono impiegati equipaggiamenti di commutazione Alcatel. Anche la Francia optò per un'infrastruttura a 2 Mbit/s già presente nel suo sistema di satelliti Telecom 1. Per poter collegare le reti fu necessario definire una segnalizzazione comune. I Paesi allacciati alla rete Ebit decisero di prendere come riferimento la parte d'utenza per dati (Data User Part, DUP) del sistema di segnalazione sul canale comune CCITT n. 7 della rete tedesca DFS. Subito dopo, venne dato avvio allo sviluppo di passaggi nel sistema *Dikon* e Telecom 1.

Oggi, a due anni dalla sottoscrizione del protocollo, la rete Ebit presenta la configurazione illustrata alla *figura 2*. Il passaggio alla rete a larga banda commutata a Stoccarda, allestito come punto di interconnessione, serve provvisoriamente solo per i collegamenti di videoconferenza nel progetto Telemed. Questi ultimi possono essere già svolti in teleselezione fra partner nella rete VBN e partner nelle reti Megacom e Meganet. Entrambi i partner selezionano questo collegamento come uno nazionale e, in seguito, vengono collegati automaticamente. La trasformazione dei segnali di videoconferenza da 2 Mbit/s a 140 Mbit/s viene eseguita da un Codec (*fig. 3*).

Per motivi tecnici, il sistema Telecom 1 della *France Télécom* non ha potuto finora essere integrato nella rete Ebit. Il collegamento con la Gran Bretagna passa attraverso la *Mercury Communications*, che non è un firmatario dell'accordo concernente la rete Ebit. Con questa rete, la Mercury persegue unicamente obiettivi commerciali. Anche la maggior parte degli altri firmatari dell'accordo, che hanno constatato una forte richiesta soprattutto nell'ambito della comunicazione, prendono in considerazione un'offerta di servizi basati sui beni commerciali. Dall'inizio del 1992 il Belgio e il Portogallo sono della partita; l'Italia e la Spagna hanno disdetto la loro adesione. Alla fine del 1992, quando scadrà l'accordo

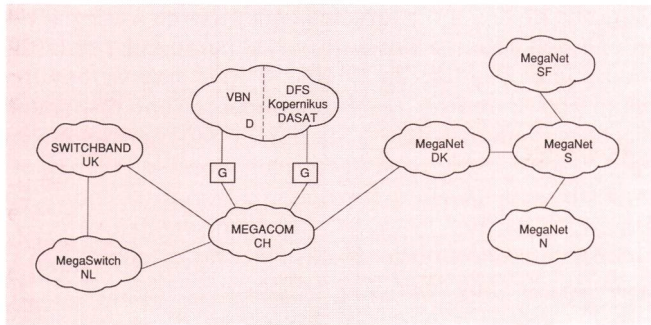


Fig. 2 Structure du réseau international à 2 Mbit Ebit – Ampliamento della rete internazionale Ebit a 2 Mbit/s (Etat au 3e trimestre 1991) – (Stato al terzo trimestre 1991)

Par la suite, des réseaux du même type (*Dikon*) et du même fabricant (*DiAx*) que Megacom, furent implantés sous le nom de *Meganet* au Danemark, en Suède, en Norvège, puis dernièrement aux Pays-Bas et en Grande-Bretagne. La maison *DiAx* est contrôlée désormais par le fabricant danois *Bang & Olufsen* et son homologue suédois *Ericsson* à raison de 50 % chacun. La Deutsche Bundespost Telekom décida de participer à Ebit avec son réseau de données *DFS-Kopernikus* (service *Dasat*) dans lequel sont implantés des équipements de commutation d'Alcatel. La France, pour sa part, apporta l'infrastructure à 2 Mbit/s de son système de communication par satellite *Télécom 1*. Pour que les réseaux puissent être reliés entre eux, il fallut définir une signalisation commune. Ebit décida de prendre comme référence (Ebit-DUP) la partie usager des données (Data User Part, DUP) du système de signalisation sur canal sémaphore CCITT N° 7 du système allemand DFS. On aménagea en outre des passerelles vers les systèmes *Dikon* et *Télécom 1*.

Deux ans à peine après la signature de la convention, Ebit atteint actuellement l'état décrit à la figure 2. L'interface vers le réseau commuté à large bande à Stuttgart, qui sert de point d'interconnexion est, à l'heure actuelle, exclusivement employée pour des liaisons de visioconférence dans le cadre du projet *Telemed*, qui peuvent ainsi déjà être établies par sélection automatique de l'abonné, entre les usagers de VBN, d'une part, et les usagers de Megacom ou de Meganet, d'autre part. Les deux partenaires sélectionnent cette passerelle comme une liaison nationale courante, puis sont automatiquement interconnectés. La conversion des signaux de visioconférence à 2 Mbit/s en signaux à 140 Mbit/s est assurée par un codec (fig. 3).

Pour des raisons touchant à la technique, *Télécom 1* de France Télécom n'a pour l'instant pas encore pu être intégré à Ebit. La liaison vers la Grande-Bretagne transite par un réseau de *Mercury Communications*, qui n'est pas cosignataire de la convention Ebit-MoU et poursuit par l'exploitation de ce réseau des objectifs purement commerciaux. La plupart des cosignataires envisagent également de fournir des prestations commerciales, une demande importante en matière de transmission d'images animées et de données ayant pu être constatée. La Belgique et le Portugal signeront la convention au début de 1992, alors que l'Italie et l'Espagne se sont

MoU per una rete di prova, nella nuova organizzazione della rete Ebit occorrerà tener conto degli obiettivi commerciali.

## 5 Sistemi di comunicazione mediante immagini PACS

Nell'ospedale universitario di Ginevra vengono eseguiti ogni anno oltre 100 000 esami radiologici con un milione di immagini. Più della metà di questo materiale illustrativo viene già oggi prodotto in forma digitale. Tuttavia, affinché i radiologi possano esaminare le immagini al negatoscopio, quest'ultime devono essere riprodotte su film. Inoltre, per motivi giuridici, le immagini devono essere archiviate per anni. L'acquisto e l'eliminazione dei film, i locali dotati di climatizzazione speciale e tutta la relativa amministrazione provocano costi molto elevati.

Da alcuni anni vengono pertanto prodotti sistemi elettronici di archiviazione delle immagini PACS (*P*icture *A*rchiving and *C*ommunication *S*ystems). Questi sistemi collegano, attraverso reti locali, apparecchi che forniscono immagini quali computer per la tomografia, tomografi impiegati nella medicina nucleare, apparecchi a ultrasuoni e apparecchi radiologici digitali con calcolatori e memorie di massa diventando un sistema d'informatica (fig. 4). I posti di lavoro con schermi ad alta risoluzione e rapidi computer consentono l'immediata visualizzazione dei risultati degli esami. Sullo stesso schermo devono poter essere mostrate, una vicina all'altra, immagini di varia provenienza con parametri completamente diversi. Ciò consente al radiologo di fare anche un confronto fra gli esami precedenti e i nuovi risultati. In una successiva fase di lavoro per la realizzazione di un sistema di informazione integrato vengono inclusi anche referti e risultati di analisi di laboratorio.

I sistemi PACS che sostituiscono il film come supporti di dati, consentono la consultazione contemporanea di un dossier di un paziente da diversi posti di lavoro e permettono un trattamento più completo delle immagini in forma digitale. Il problema principale sta nella grande necessità di spazio di memoria delle immagini. Una ra-

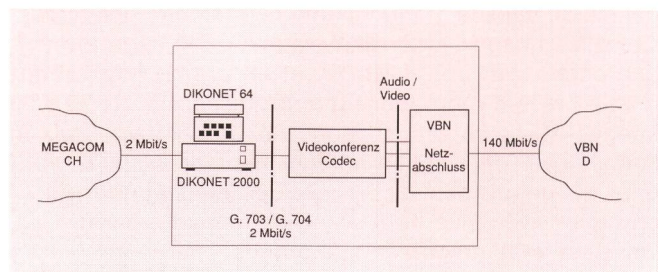


Fig. 3 Configuration de la passerelle entre le réseau allemand VBN et le réseau Megacom (VBN: réseau commuté à large bande) – Configurazione del passaggio fra la rete tedesca VBN e la rete Megacom (VBN = rete a larga banda commutata)

Videokonferenz-Codec – Codec de visioconférence – Videoconferenza Codec  
Netzabschluss – Terminaison de réseau – Chiusura della rete

retirées. L'organisme qui devrait succéder à Ebit à la fin de l'année 1992, dès que le MoU relatif au réseau d'essai ne sera plus en vigueur, tiendra pleinement compte des aspirations commerciales exprimées.

## 5 Les systèmes d'imagerie PACS

Dans un hôpital universitaire tel que celui de Genève, plus de 100 000 examens radiologiques sont effectués chaque année. Cela représente pas moins d'un million d'images, dont plus de la moitié sont d'ores et déjà élaborées grâce à un procédé numérique. Néanmoins, pour que les radiologues puissent examiner ces images au moyen du caisson lumineux, elles doivent être tirées sur film; de plus, pour des raisons juridiques, elles doivent être archivées un certain nombre d'années. En outre, l'acquisition des films et leur recyclage, l'entretien des locaux climatisés et la gestion des archives radiologiques engendrent des coûts importants.

On assiste depuis quelques années au développement de systèmes d'archivage électronique d'images PACS (Picture Archiving and Communication Systems). De tels systèmes informatiques relient des installations génératrices d'images (tomodensitomètres, tomographes à résonance magnétique nucléaire, appareils à rayons X numériques ou à ultrasons) aux processeurs et aux mémoires de masse d'un système informatique, au moyen de réseaux locaux (fig. 4). Des stations de travail dotées d'écrans à haute définition et de processeurs rapides permettent la visualisation immédiate des résultats d'examens. On devrait pouvoir afficher sur un même écran des images provenant de diverses sources et dont les paramètres sont complètement différents. Ce dispositif permettrait au radiologue de comparer d'anciens examens avec des résultats plus récents. Dans une phase de développement ultérieure vers un système d'information intégré, les diagnostics écrits et les résultats d'analyses de laboratoire devraient également pouvoir être affichés à l'écran.

Les systèmes PACS remplacent le film en tant que support de données, permettent de consulter le dossier d'un patient simultanément à partir de plusieurs endroits et rendent également possible le traitement suivi des images sous forme numérique. Le problème principal réside dans le grand volume de mémoire que nécessitent les images. Une radiographie de la cage thoracique occupe environ 4 Mbyte, et un examen de l'abdomen à l'aide du tomodensitomètre nécessite de 20 à 90 images qui occupent chacune un demi-Mbyte (tab. I). Par chance, on dispose actuellement de disques optiques ou, depuis peu, de disques optomagnétiques réinscriptibles avec plus de 6 Gbyte de mémoire par disque. On peut les intégrer à de grands chargeurs («Juke Boxes») pouvant gérer jusqu'à 150 disques. L'installation genevoise est déjà dotée d'un tel équipement.

Le centre d'informatique hospitalière de l'Hôpital cantonal universitaire de Genève (HCUUG) a créé une unité d'imagerie numérique dans le but de développer à moyen terme son propre système PACS. Cette solution permettra d'éviter les inconvénients propres à un système fabriqué en série, comme le manque d'ouverture de l'architecture du système et l'emploi d'interfaces

diografia della gabbia toracica occupa circa 4 MByte. Un esame dell'addome eseguito con il computer per la tomografia è costituito da 20-90 immagini singole, ognuna di mezzo MByte (tab. I). Fortunatamente sono disponibili dischi di memoria ottici e, da poco tempo, anche dischi opto-magnetici più volte descrivibili, dotati ognuno di oltre 6 GByte di spazio di memoria. Questi dischi possono essere conservati in grandi cambiadischi («juke-box») che contengono fino a 150 dischi. Uno di questi apparecchi è già stato installato a Ginevra.

Il reparto di informatica dell'ospedale universitario di Ginevra gestisce un laboratorio per la comunicazione digitale mediante immagini e per il loro trattamento digitale allo scopo di realizzare a medio termine un proprio sistema PACS. In tal modo si evitano gli svantaggi propri dei sistemi acquistabili, vale a dire un'architettura non aperta e interfacce di tipo specifico. Al momento dell'acquisto di un nuovo apparecchio che riproduce immagini si deve anzitutto tener conto dei risultati della valutazione medica. Ciò induce spesso a cambiare il produttore e quindi a trovare una nuova soluzione isolata. I produttori di questi apparecchi si sono accordati su una norma comune americana per la codificazione delle immagini: l'ACR-NEMA (American College of Radiology - National Electrical Manufacturers Association). Questa norma, tuttavia, comprende un numero così elevato di opzioni che gli apparecchi in pratica non possono affatto funzionare assieme. Tali incompatibilità hanno costretto l'utilizzatore a rimanere fedele a un determinato produttore, il che dal punto di vista medico è sempre meno ammissibile. La tabella II illustra i vantaggi più importanti offerti dal PACS, ma anche i problemi ancora presenti in questo sistema.

Inizialmente, l'obiettivo del progetto Telemed non era affatto quello di eseguire lavori di standardizzazione dei si-

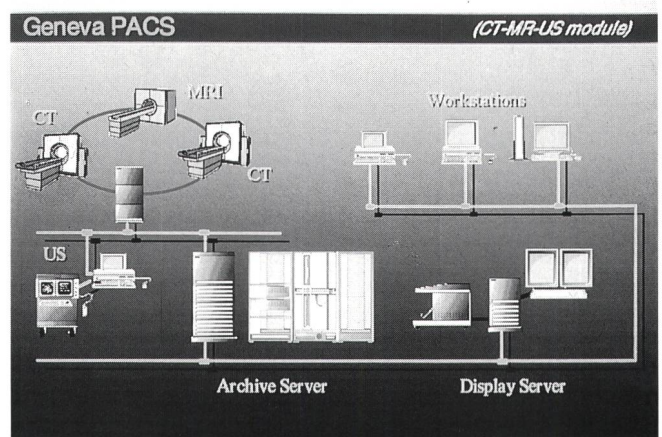


Fig. 4 Architettura d'un PACS - Architettura di un PACS

|                |  |
|----------------|--|
| PACS           | Picture Archiving and Communications System  |
| CT             | Tomodensitomètre - Computer per la tomografia  |
| MRI            | Tomographe à résonance magnétique nucléaire - Tomografo a risonanza magnetica nucleare |
| US             | Appareil à ultrasons - Apparecchio a ultrasuoni  |
| Archive Server | Serveur d'affichage - Sistema di memorizzazione nell'archivio                          |
| Display Server | Serveur de visualisation - Sistema di visualizzazione                                  |
| Workstations   | Stations de travail radiologiques - Stazioni di lavoro radiologiche                    |

Tableau I. Définition habituelle et volume mémoire des images radiologiques

Tabella I. La risoluzione tipica delle immagini radiologiche e lo spazio che esse richiedono

| Type d'examen, modalité<br>Tipo di esame, modalità  | Définition (pixels)<br>Risoluzione (pixel) | Valeurs de gris (bits/pixel)<br>Livelli di grigio bits/pixel | Volume mémoire par image<br>Spazio richiesto/immagine singola |
|---|--|--|---|
| Tomodensitomètre<br>Computer per la tomografia<br>Tomographe<br>Tomografo impiegato nella<br>medicina nucléaire | 512 × 512                                  | 12—16  | 0,5 MB  |
| Radiographie classique<br>Radiografia convenzionale<br>Angiographie<br>Angiografia                              | 2 k × 2 k                                  | 10—12  | 6 MB  |
| Ultrasons<br>Apparecchio a ultrasuoni   | 512 × 512<br>256 × 256                     | 12<br>4—8  | 0,4 MB<br>60 kB   |

propres au constructeur. Pour chaque acquisition d'un équipement générateur d'images, la priorité doit être accordée aux résultats de l'évaluation médicale. Cette condition conduit souvent à changer de fournisseur, ce qui ne peut que générer une nouvelle solution isolée. Les fabricants de ce type d'appareils se sont certes concertés pour l'adoption d'une norme américaine de codage des images communes, l'ACR-NEMA (American College of Radiology – National Electrical Manufacturers Association). Toutefois, cette norme est assortie d'un si grand nombre d'options qu'en pratique les appareils ne peuvent pas travailler ensemble. Cette incompatibilité a entraîné une fidélité plus ou moins forcée à l'égard du fabricant, qui devient toujours plus inacceptable au point de vue médical. Le *tableau II* présente les avantages principaux ainsi que les inconvénients les plus importants d'un système PACS.

A l'origine, le projet d'application Telemed n'avait pas pour objectif de mener des travaux de standardisation des systèmes PACS internes des hôpitaux. Cette orientation s'est dessinée lorsqu'on a constaté que la collaboration à l'échelle européenne pour la mise sur pied de la consultation d'experts nécessitait des concepts de données communs de même qu'une architecture de système ouverte. Sans impulsion extérieure, l'harmonisation ne serait intervenue que bien plus tard, voire même pas du tout. La standardisation, bien que ne touchant pour sa plus grande partie pas au domaine des télécommunications, deviendra bientôt l'une des plus importantes activités liées au projet Telemed, et la Suisse a un rôle important à jouer dans ce domaine.

## 6 La consultation d'experts en radiologie

Outre des connaissances en la matière, l'interprétation d'images radiologiques demande au médecin spécialiste une très grande expérience. Il doit pouvoir se représenter en trois dimensions la partie du corps dont le film donne une image bidimensionnelle. Par la force des

Tableau II. La radiologie numérique – Avantages et inconvénients du système PACS

Tabella II. La radiologia digitale; i vantaggi e i problemi più importanti di un sistema PACS

### Avantages – Vantaggi:

- pas de perte des images – nessuna perdita di immagini
- disponibilité instantanée – rapida disponibilità
- visualisation à plusieurs endroits différents simultanément – osservazione delle immagini da diversi posti contemporaneamente
- dépouillement d'examens effectués au moyen de différents systèmes sur un même écran – valutazione allo stesso schermo di esami effettuati con sistemi diversi
- traitement ultérieur et amélioration des images possibles – trattamento e miglioramento delle immagini
- consultation d'experts – consultazione degli esperti
- réduction des coûts (presque pas de copies externes, réduction du volume des archives) – risparmio delle spese grazie alla quasi assenza di copie su carta e riduzione dell'archivio

### Inconvénients – Problemi:

- compatibilité non assurée du matériel et du logiciel – mancanza di compatibilità fra l'hardware e il software
- intégration difficile à un système d'informatique hospitalière – difficile integrazione in un sistema di informazioni ospedaliero
- durée de transmission relativement élevée des images sur les stations de travail – tempi relativamente lunghi per la trasmissione delle immagini alla stazione di lavoro
- utilisation peu conviviale pour les radiologues et les praticiens – mancanza di un sistema di utilizzazione pratico per i radiologi e i medici praticanti
- solution onéreuse – costi elevati

choses, le radiodiagnostic implique une spécialisation poussée, que ce soit dans un domaine particulier, comme les maladies infantiles, le cœur et la circulation sanguine, les tumeurs cérébrales, ou dans un système de génération d'images précis.

La consultation d'experts a pour but de fournir un service conciliaire (conseils), fondé sur le savoir des experts d'un hôpital universitaire, aux radiologues des hôpitaux de moindre importance qui seraient confrontés à un diagnostic difficile. Dans un autre ordre d'idées, on pourrait également imaginer qu'un expert établi dans une région périphérique propose contre paiement un service spécialisé faisant appel aux télécommunications. Dans les deux cas, la sûreté du diagnostic en présence de tableaux cliniques peu courants s'en trouverait améliorée, et le transfert du patient pourrait être évité.

Grâce à l'emploi de moyens de télécommunication adéquats, les images radiologiques, accompagnées d'éventuelles informations complémentaires, pourraient être transmises aux experts. L'examen pourrait alors se dérouler de façon telle que le médecin qui demande conseil puisse de son côté suivre l'analyse de l'expert consulté. On peut imaginer les scénarios suivants:

- consultation interactive d'experts convoqués d'urgence avec transmission immédiate des images et des données du patient; discussion collective par conférence téléphonique ou par visioconférence
- consultation interactive d'experts préalablement préparée; les images sont pour la plupart déposées dans la boîte aux lettres électronique de l'expert, et la discussion a lieu par conférence téléphonique ou par visioconférence
- consultation d'experts non interactive, se déroulant intégralement au moyen des boîtes aux lettres électroniques.

Tant par leur aspect médical qu'en ce qui concerne les télécommunications, chacun de ces scénarios met en évidence des exigences très différentes.

## 61 Les phases d'introduction de la consultation d'experts

Après maintes discussions, les radiologues des Hôpitaux universitaires de Heidelberg, Berlin, Lund, Tromsø, Barcelone, Montpellier, Florence et Genève en arrivent à une même conclusion: la consultation d'experts doit être introduite en trois phases. Il s'agit d'élaborer des normes internationales:

- phase 1: Visioconférence (depuis la fin de l'année 1990)
- phase 2: Transmission numérique des images, combinée avec la visioconférence (depuis la fin de l'année 1991)
- phase 3: Transmission numérique des images, combinée avec la visioconférence; accès aux banques d'images de référence, dès qu'elles auront été installées à Montpellier et à Florence.

Avant l'introduction, chaque phase devra faire l'objet d'une évaluation minutieuse, d'abord du point de vue des utilisateurs médicaux, puis sous l'aspect de la tech-

stemi PACS all'interno dell'ospedale. Il progetto Telemed ha fatto scattare un processo: la collaborazione europea per la realizzazione di una consultazione di esperti promuove infatti progetti comuni per i dati e un'architettura aperta per i sistemi. Senza impulsi esterni, tale armonizzazione sarebbe probabilmente avvenuta molto più tardi o non si sarebbe verificata affatto. La standardizzazione, che però in massima parte non concerne le telecomunicazioni, rappresenterà presto una delle attività più importanti nel progetto Telemed. A questo riguardo, la Svizzera ha un ruolo fondamentale.

## 6 La consultazione degli esperti nell'ambito della radiologia

L'interpretazione delle immagini radiologiche, oltre ad esigere dallo specialista conoscenze supplementari, richiede anche molta esperienza. Osservando il film piatto, lo specialista deve poter immaginare la terza dimensione del corpo rappresentato. La radiodiagnostica, che richiede un'approfondita specializzazione, è forzatamente orientata da un lato alle malattie infantili, al cuore/circolazione o ai tumori cerebrali e dall'altro lato ad un determinato processo in grado di fornire immagini.

La consultazione degli esperti vuole offrire al radiologo di un piccolo ospedale che si trova confrontato con una diagnosi complessa, un servizio di consulenza basato sulle conoscenze di un esperto che lavora presso l'ospedale universitario. Viceversa può anche darsi che l'esperto si sia stabilito in una regione discosta e desideri offrire in tutto il Paese un servizio specializzato mediante telecomunicazione e dietro pagamento. In entrambi i casi si aumenta la sicurezza delle diagnosi di malattie rare e si evita al paziente il trasferimento.

Con l'impiego di mezzi di telecomunicazione adeguati vengono trasmesse all'esperto immagini radiologiche ed eventuali informazioni supplementari. Il medico che chiede consigli ha la possibilità di seguire l'analisi dell'esperto. A questo riguardo si possono definire i seguenti tipi di consultazione:

- la consultazione interattiva convocata in caso di emergenza con trasmissione immediata di tutti i dati relativi ai pazienti e alle immagini; le immagini vengono discusse mediante un collegamento vocale o di videoconferenza
- la consultazione interattiva prestabilita; il materiale illustrativo viene dapprima depositato nei mailbox elettronici degli esperti; le immagini vengono discusse mediante un collegamento vocale o di videoconferenza
- la consultazione degli esperti non interattiva che si svolge interamente attraverso i mailbox elettronici.

Ogni tipo di consultazione ha esigenze molto diverse sia nell'ambito medico che in quello delle telecomunicazioni.

nique. Chaque étape doit être testée dans la pratique et soumise à une analyse des coûts et de la rentabilité. L'Université de Heidelberg a élaboré pour ce faire un modèle spécial, qui permet de tenir compte d'effets difficilement quantifiables, comme les douleurs évitées ou l'abrégement des périodes d'attente d'un résultat diagnostique, par exemple lorsqu'il y a soupçon de cancer.

## 62 Phase 1: Emploi de la visioconférence

La visioconférence est une prestation que proposent les exploitants de réseaux publics de tous les pays partenaires du projet Telemed. Ce service permet à deux ou plusieurs groupes de personnes situés à des emplacements distants de participer à une conférence commune grâce à la transmission bidirectionnelle de la parole et d'images animées. Cette technique permet également la transmission d'images fixes de haute qualité. De telles liaisons devaient toutefois jusqu'à présent être réservées plusieurs jours à l'avance auprès des administrations des télécommunications dont dépendait la liaison.

### 621 Conditions

Le service de visioconférence fut présenté aux radiologues. A cette occasion, un grand nombre d'images différentes furent transmises au moyen de la caméra pour documents. Malgré des avis souvent différents, le résultat s'avéra positif: on peut retenir la solution de la visioconférence pour les premières consultations d'experts; d'ailleurs, un projet scandinave similaire fait état de telles liaisons qui se sont déroulées avec succès. Il faut toutefois tenir compte du fait que l'expert consulté ne peut assumer la responsabilité d'un diagnostic que s'il dispose de l'information-image complète et non modifiée. Comme en visioconférence les images sont transmises au moyen d'une caméra, il en résulte forcément une perte de qualité, qui peut jouer un rôle plus ou moins important selon le genre d'image et l'utilisation qu'on entend en faire. Une étude scientifique parallèle de la phase de visioconférence doit aider à définir le domaine d'utilisation, aucune indication concrète n'ayant pu être tirée de la littérature spécialisée. La transmission numérique d'images de PACS à PACS doit être développée parallèlement aux essais de visioconférence, pour être traitée dans le cadre d'une seconde étape.

La visioconférence recèle un certain nombre d'avantages, comme la disponibilité instantanée de la technique, la compatibilité internationale ainsi qu'un atout à ne pas négliger, la possibilité de son emploi secondaire comme moyen de communication interne dans le cadre du projet ou d'autres travaux. Il faut également relever les inconvénients de ce système, tels que le prix élevé des équipements et les taxes de trafic des PTT pour une liaison à 2 Mbit/s, qui le sont tout autant: le budget alloué au projet par la plupart des partenaires ne tenait pas du tout compte de ces frais importants. Il n'est dès lors pas étonnant que cette phase du projet n'ait pu être menée à bien que dans les pays où les PTT eux-mêmes participent activement à Telemed: la Norvège, la Suède,

## 61 Le fasi d'introduzione della consultazione degli esperti

Dopo varie discussioni, i radiologi degli ospedali universitari di Heidelberg, Berlino, Lund, Tromsø, Barcellona, Montpellier, Firenze e Ginevra hanno deciso di comune accordo che la consultazione degli esperti deve essere introdotta in tre fasi. A questo riguardo vanno stabilite le norme internazionali necessarie:

- fase 1: videoconferenza, dalla fine del 1990
- fase 2: trasmissione digitale delle immagini combinata con la videoconferenza; inoltre accesso alla banca dati delle immagini di riferimento non appena sarà disponibile a Montpellier e a Firenze.

Prima dell'introduzione, ogni fase deve essere accuratamente specificata anzitutto dall'utilizzatore medico e, in seguito, dal punto di vista tecnico. Ogni passo va testato nella pratica e i risultati devono essere sottoposti ad un'analisi dei costi e dei profitti. A questo riguardo, l'università di Heidelberg ha elaborato un modello speciale in cui è possibile valutare anche fattori difficilmente quantificabili come la capacità di evitare il dolore o di ridurre il tempo d'attesa dei risultati di una diagnosi, p.es. in caso di sospetto di cancro.

## 62 Fase 1: impiego della videoconferenza

La videoconferenza è un servizio dei gestori di reti pubbliche di tutti i Paesi che partecipano al progetto Telemed. Il servizio consente a due o più gruppi di persone che si trovano in luoghi diversi, di tenere una conferenza mediante trasmissione della voce e di immagini in movimento. La tecnica permette anche di trasferire le immagini fisse in modo ottimale. Finora occorreva riservare alcuni giorni prima i collegamenti presso le amministrazioni delle telecomunicazioni interessate.

### 621 Esigenze

Quando si è voluto mostrare ai radiologi il funzionamento della videoconferenza, si sono poste sotto la telecamera immagini molto diverse. Nonostante la varietà di opinioni, il risultato è stato perlopiù positivo: vale sicuramente la pena d'impiegare le videoconferenze per le prime consultazioni degli esperti in considerazione del fatto che in un progetto scandinavo tali collegamenti si erano dimostrati molto efficienti. Tuttavia un esperto può assumersi la responsabilità di una diagnosi solo se dispone di informazioni complete e veritiere. Siccome le immagini per la videoconferenza vengono riprese con la telecamera, la loro trasmissione comporta sempre delle perdite. Quest'ultime hanno un ruolo più o meno grande a seconda del tipo di immagine e di utilizzazione. Dato che anche nella documentazione non si sono potute trovare indicazioni concrete, un'indagine scientifica parallela nella fase di videoconferenza deve contribuire a delimitare il campo d'applicazione. La trasmissione digitale delle immagini tra PACS e PACS dovrebbe essere realiz-

l'Allemagne et la Suisse. Ces administrations ont remis les équipements nécessaires à titre de prêt à leurs partenaires médicaux.

## 622 Equipements et tests

On dut faire l'acquisition pour le partenaire genevois d'un studio de visioconférence approprié. Avec la collaboration des radiologues, les PTT élaborèrent une spécification, évaluèrent la technique disponible sur le marché et procédèrent à l'acquisition des équipements suivants:

- système à trois places *Contso*, composé de deux modules (moniteur pour images animées et moniteur graphique séparés); moniteurs à 100 Hz sans scintillement, caméra personnelle 3-CCD (Charge Coupled Device, circuit à couplage de charges) et système optique avec zoom motorisé
- poste pour documents avec caméra 3-CCD à haute définition; huit préprogrammations pour l'objectif zoom, la distance focale et le diaphragme (par table lumineuse réglable en contre-jour avec obturateurs mobiles [négatoscope])
- codec de visioconférence (codeur/décodeur d'images) *Philips* PKI VCD 2M-G compatible CCITT H.120; signal audio à 7 kHz et graphique à haute définition (mode 2); options par curseur; le codec est installé à demeure dans le module graphique du studio
- système audio à 7 kHz NTS A 7085.

Les équipements ont été livrés par la maison *Entec* de Kloten à la fin de l'année 1990 et installés dans l'aula de radiologie (40 places) de l'Hôpital universitaire de Genève (fig. 5). On préféra installer les équipements dans l'environnement de travail habituel du futur utilisateur, plutôt que dans un quelconque local à l'écart, même si ce dernier eût été plus judicieux, pour des questions d'acoustique et d'éclairage notamment.

Après que des liaisons de test aient été établies entre Genève, Heidelberg, Berlin et Lund, des visioconférences point-à-point et multipoints ont lieu désormais



Fig. 5 Les équipements de visioconférence de l'Hôpital universitaire de Genève – Equipaggiamenti di videoconferenza presso l'ospedale universitario di Ginevra

zata parallelamente alla trasmissione effettuata dalle sale di videoconferenza; in seguito la trasmissione dovrebbe essere testata.

Il successo della videoconferenza è dovuto non solo all'immediata disponibilità delle apparecchiature e alla compatibilità internazionale ma anche alla possibilità di utilizzarla quale mezzo di comunicazione per lavori e progetti interni. Gli svantaggi sono stati il costo elevato delle attrezzature, le tasse addebitate dalle PTT per la trasmissione a 2 Mbit/s che non era stata preventivata dalla maggior parte dei partecipanti al progetto. Non è quindi un caso il fatto che questa fase del progetto sia stata eseguita solo nei Paesi in cui anche le PTT hanno partecipato attivamente al Telemed – in Norvegia, Svezia, Germania e in Svizzera – prestando agli utenti del settore medico l'attrezzatura necessaria.

## 622 Attrezzatura e test

Dato che per Ginevra ci si è dovuto procurare uno studio di videoconferenza adeguato, le PTT hanno allestito con i radiologi la relativa specificazione, hanno valutato le apparecchiature disponibili sul mercato ed effettuato l'acquisto dell'attrezzatura:

- sistema a tre persone tipo *Contso*, costituito da due moduli (monitor per le immagini in movimento, monitor per i grafici separato); monitor a 100 Hz senza sfarfallamento, telecamera per persone 3 CCD (Charge Coupled Device, cinepresa a semiconduttore) e ottica zoom a motore
- posto speciale per i documenti con telecamera 3 CCD ad alta risoluzione, 8 posizioni programmabili dell'obiettivo zoom, fuoco e diaframma su un tavolo luminoso regolabile nella luce passante con diaframmi di copertura (negatoscopio)
- codec di videoconferenza (codificatore/decodificatore delle immagini) *Philips* PKI VCD 2M-G; compatibile con CCITT-H.120; con tono a 7 kHz e grafici ad alta risoluzione (modo 2); opzione di cursore compresa; il Codec è incorporato in modo fisso nel modulo dei grafici della sala
- sistema audio a 7 kHz tipo NTS A 7085.

L'attrezzatura è stata fornita alla fine del 1990 dalla ditta *Entec* di Kloten ed installata in un'aula di 40 posti presso il reparto di radiologia dell'ospedale universitario di Ginevra (fig. 5). Essa è stata appositamente collocata al posto di lavoro del futuro utilizzatore sebbene, in fatto di acustica e d'illuminazione, fosse stato più indicato un locale discosto.

Dall'inizio del 1991, dopo l'esecuzione dei test a Ginevra, Heidelberg, Berlino e Lund si svolgono ogni settimana conferenze punto – punto – multipunto. I radiologi partecipanti discutono sulle immagini interessanti e attuali. L'analisi medica è organizzata in modo che i casi vengano esaminati dal gruppo che effettua il test mediante videoconferenza e dal gruppo di controllo secondo il metodo convenzionale, ossia direttamente sul film del negatoscopio. Confrontando i risultati si ottengono indicazioni attendibili sull'esattezza della diagnosi.

chaque semaine depuis le début de 1991. Les radiologues qui y prennent part commentent des images actuelles ou présentant un intérêt particulier. L'étude médicale est structurée de telle manière que les cas étudiés sont traités parallèlement par un premier groupe de test au moyen de la visioconférence et par un second groupe de contrôle de façon traditionnelle, soit au moyen de films étudiés sur le caisson lumineux. La comparaison des résultats donne des indications fiables quant à la précision que peuvent atteindre les diagnostics.

## 623 Résultats

L'étude n'est actuellement pas encore terminée, mais on dispose déjà des premiers résultats:

- la possibilité de sélection automatique dans le réseau Megacom présente certains avantages par rapport au système de réservation. Elle est très importante pour la présente application, la durée de la liaison pouvant être choisie librement
- la manipulation des équipements de studio apparaît comme simple et ne pose pas de problèmes. La manipulation naturelle et très rapide des images sous la caméra est une caractéristique de la visioconférence qui peut difficilement être égalée dans la transmission numérique d'images d'écran à écran, malgré l'emploi du fenêtrage et de la souris
- la transmission d'images numériques à des définitions de 256 x 256 ou 512 x 512 pixels et à contraste élevé (tomodensitomètre, tomographe à résonance magnétique nucléaire) semble relativement aisée. Il est en revanche plus compliqué de transmettre des radiographies classiques, qui présentent les inconvénients d'être très grandes et d'avoir une très haute définition due à la finesse de grain du film ainsi que de très nombreux niveaux de gris. De petites différences pathologiques, telles qu'une perforation pulmonaire, ne peuvent être rendues visibles qu'après agrandissement, ce qui implique que l'on connaisse déjà leur présence. De telles conditions ne conviennent certainement pas pour une consultation d'experts. Mais on peut imaginer que ce système soit applicable par exemple pour un cours à distance.

## 63 Phase 2: La transmission numérique des images pour la consultation d'experts

Comme indiqué plus haut, seule la transmission numérique des images radiologiques permet leur réception sans perte. Il ne s'agit en fait pas de transmettre et de mémoriser des images en tant que telles, mais bien plutôt les données brutes en provenance de l'appareil générateur d'images. Ces données contiennent en règle générale plus d'informations que nécessaire pour le décodage et la reproduction d'une image. Dans le cadre de Telemed, il s'agit de définir des normes répondant aux exigences de la transmission numérique des images. On

## 623 Risultati

Sebbene l'analisi non sia ancora terminata si possono trarre le prime conclusioni:

- la possibilità di effettuare videoconferenze in teleselezione nella rete Megacom presenta dei vantaggi rispetto al sistema di prenotazione. La sua applicazione nell'ambito medico è molto importante in quanto la durata del collegamento può essere scelta liberamente
- l'attrezzatura della sala è facile da usare. La manipolazione, naturale e molto rapida, delle immagini sotto la telecamera è una caratteristica della videoconferenza. Un vantaggio, questo, che sarebbe difficilmente ottenibile con la trasmissione digitale delle immagini da schermo a schermo sebbene quest'ultima consenti di utilizzare la tecnica a finestre e il mouse
- la trasmissione di riprese da sistemi digitali con risoluzioni di 256 x 256 o 512 x 512 punti con forte contrasto (computer per la tomografia, tomografo utilizzato nella medicina nucleare) risulta essere relativamente semplice. Più complessa è la trasmissione di radiografie molto grandi che presentano un'alta risoluzione (granularità del film ridotta) e molti livelli di grigio. Le alterazioni patologiche leggere, p.es. la perforazione di un polmone, possono essere rese visibili solo mediante ingrandimento. Ciò presuppone che la presenza dell'alterazione sia già nota ai medici. La consultazione dei medici non è sufficiente. E' invece senz'altro pensabile la presentazione dello stesso caso come parte di una lezione a distanza.

## 63 Fase 2: la trasmissione digitale delle immagini per la consultazione degli esperti

Come abbiamo detto, solo la trasmissione digitale delle immagini radiologiche consente un trasporto senza perdite. In realtà non sono le immagini che devono essere trasmesse e memorizzate, ma direttamente i dati forniti dagli apparecchi che riproducono le immagini. Questi dati contengono di regola più informazioni di quante siano necessarie per il calcolo e la riproduzione di una singola immagine. Nel Telemed occorre definire le norme che soddisfano le esigenze della trasmissione digitale delle immagini. E' inoltre necessario introdurre le seguenti forme di comunicazione:

- PACS - PACS
- PACS - stazione di lavoro
- stazione di lavoro - stazione di lavoro.

## 631 Le esigenze che una stazione di lavoro per la consultazione degli esperti deve soddisfare

In base ai lavori svolti nell'ambito del progetto Telemed si possono definire le seguenti esigenze:

- *Modularità*: in un sistema PACS all'interno dell'ospedale sono necessarie stazioni di lavoro di tipo diverso.

doit donc prendre en considération les configurations suivantes:

- PACS – PACS
- PACS – station de travail
- station de travail – station de travail.

### 631 Spécifications relatives aux stations de travail pour la consultation d'experts

Conformément aux travaux effectués dans le cadre de Telemed, on peut formuler les spécifications suivantes:

- *Modularité:* Le système PACS interne d'un hôpital nécessite divers types de stations de travail. Le radiologue a besoin pour ses diagnostics primaires d'une station à haute performance dotée d'un ou de plusieurs écrans à haute définition (2000 x 2000 pixels). Pour sa part, le clinicien requiert plutôt un appareil multifonctions bon marché qui lui permette d'accéder à des informations administratives, cliniques et radiologiques en provenance des différents services de l'hôpital.
- *Interface utilisateur conviviale:* On doit pouvoir disposer d'une interface utilisateur la plus uniforme et la plus conviviale possible. Cette condition ne peut être remplie que si les mêmes normes de codage des images et les mêmes protocoles de transmission sont adoptés pour toutes les configurations de communication. En outre, on doit toujours pouvoir accéder aux données du système d'information interne HIS selon la procédure traditionnelle.
- *Formats adaptés aux images radiologiques:* On procède plus couramment en ligne à des analyses qualitatives qui intègrent le traitement direct des images ou leur interprétation assistée. Le tomodynamomètre analyse l'organe à examiner et livre des données sous la forme de «tranches» qui correspondent à la représentation en coupe de points contigus sur un même plan. Chacune de ces tranches peut être représentée sous la forme d'une image séparée (fig. 6). En mode «pile» (Stack), elles sont visualisées manuellement une par une ou sous la forme d'une image animée, et en mode «grille» (Tile) elles sont disposées horizontalement et verticalement les unes à côté des autres. A partir des mêmes données, on peut également calculer une image en coupe sur un autre plan ou une représentation tridimensionnelle.

Les tomographes peuvent attribuer à chaque pixel entre 4000 et 64 000 valeurs de gris mesurables, ce qui correspond à une définition de 12 à 16 bits par pixel. Ces chiffres dépassent de très loin la capacité de l'œil humain, qui peut distinguer approximativement de 30 à 60 niveaux de gris. Le traitement ultérieur de l'image s'impose donc, afin que les niveaux de gris dont est composée l'image soient soigneusement sélectionnés. Le logiciel peut calculer un histogramme des valeurs de gris qui sera utile pour le choix des paramètres (fig. 7). Quant à la définition d'un format de don-



Fig. 6 Exemple d'examen dynamique de vaisseaux sanguins cérébraux (séquence chronologique d'images angiographiques après injection d'un produit de contraste) – Esempio di un esame dinamico dei vasi sanguigni del cervello (successione temporale di riprese effettuate mediante angiografia dopo l'iniezione di mezzi di contrasto)

à gauche: série d'images en mode «pile» («Stack») – a sinistra: serie di immagini nel modo Stack (catasta)  
à droite: série d'images en mode «grille» («Tile») – a destra: serie di immagini nel modo Tile (mattoni)

Per la prima diagnosi il radiologo ha bisogno di una stazione di grande capacità con uno o più schermi ad alta risoluzione (2000 x 2000 punti). Il clinico ha invece bisogno di un apparecchio multiuso, economicamente vantaggioso, per ottenere informazioni amministrative, cliniche e radiologiche da diversi reparti dell'ospedale.

- *Livello operativo consistente:* all'utilizzatore occorre offrire un livello operativo che sia il più possibile uniforme e consistente. Ciò è garantito unicamente se in tutte le configurazioni nell'ambito della comunicazione vengono impiegate le stesse norme per la codificazione delle immagini e gli stessi protocolli di trasmissione. Il livello operativo deve inoltre permettere di accedere ai dati del sistema informativo HIS all'interno dell'ospedale secondo il sistema abituale.
- *Formati adattati alle immagini radiologiche:* sono sempre più richieste analisi qualitative effettuate direttamente allo schermo che prevedono il trattamento diretto delle immagini o la loro interpretazione mediante calcolatore. Il computer per la tomografia esamina l'organo da analizzare e fornisce dati che corrispondono ai punti dei «dischi» situati l'uno vicino all'altro. Ogni disco può essere rappresentato come immagine singola (fig. 6). Nel modo «Stack» vengono rappresentati manualmente e in successione come immagini singole o in movimento; nel modo «Tile» risultano uno vicino all'altro o uno sotto l'altro. Con gli stessi dati si potrebbe però anche rappresentare un'immagine sotto forma di una figura tridimensionale o vista da un'altra sezione.

Il numero di livelli di grigio che i tomografi possono misurare per ogni punto dell'immagine è compreso fra 4000 e 64 000 livelli pari a una risoluzione di 12-16 Bit.

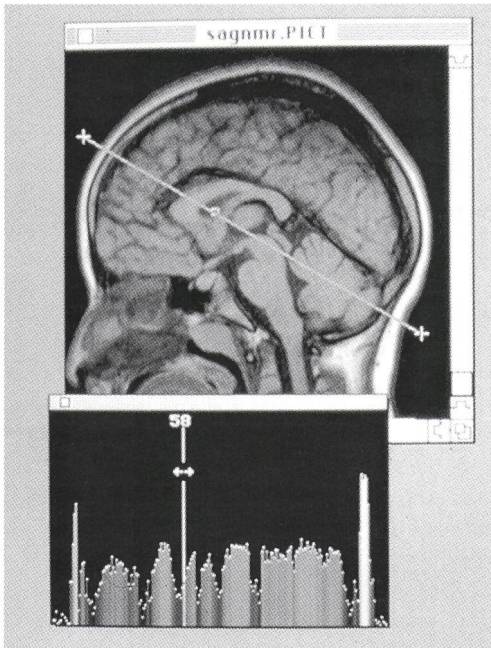


Fig. 7 *Histogramme des valeurs de gris mesurées sur une ligne transversale dans une tomographie du cerveau – Istogramma dei livelli di grigio, misurati su una linea che attraversa un tomogramma del cervello*

nées universel pour la transmission de ces images, il convient de tenir compte de la qualité de l'image d'origine. A cet échelon intervient une différence importante par rapport aux formats standards des logiciels de PAO, comme par exemple TIFF, qui sont depuis longtemps sur le marché. De tels formats ne permettent d'attribuer qu'une définition maximale du 8 bits à chaque pixel, et ne sont donc pas appropriés pour la transmission sans pertes d'images radiologiques.

- *Manipulation et traitement des images au niveau local:* On doit pouvoir disposer d'un grand nombre d'outils de manipulation, de filtrage et de marquage pour le traitement des images radiologiques (fig. 8 et 9). Le *tableau III* donne la liste des plus courants de ces outils.
- *Transmissibilité des programmes:* Ces dernières années de gros efforts ont été consentis partout dans le monde en matière de traitement de manipulation des images. Mais comme aucune norme n'a su s'imposer, que ce soit pour la configuration du matériel, le système d'exploitation, l'interface graphique ou le langage de programmation, la plupart de ces outils n'étaient pas transposables sur d'autres systèmes. La standardisation s'impose pour des raisons économiques.
- *Stations de travail synchronisées:* Pour mener à bien une consultation d'experts, on doit relier entre elles deux stations de travail de telle façon qu'elles fonctionnent de manière synchrone: toutes les opérations effectuées sur la station des experts sont transmises automatiquement les unes après les autres à la station partenaire.

Per quanto concerne i fattori, ciò supera la capacità dell'occhio umano di distinguere (circa 30 – 60 livelli di grigio). Si rivela pertanto necessario effettuare nuovamente un trattamento locale dell'immagine, ossia fare in modo che quest'ultima riproduca solo una sezione della scala dei grigi accuratamente selezionata. È inoltre possibile allestire un istogramma dei livelli di grigio quale mezzo ausiliare per la scelta dei parametri (fig. 7). Affinché si possa definire un formato generalmente valido per i file occorre rispettare la completa risoluzione per la comunicazione di questi dati. A questo punto emerge la differenza più importante rispetto al «Desk Top Publishing» per il quale già da molto tempo sono disponibili sul mercato formati standard come p.es il TIFF. Tuttavia questi formati consentono una risoluzione di 8 bit al massimo per ogni punto e pertanto non possono essere impiegati per trasportare immagini radiologiche senza perdite.

- *Manipolazione ed elaborazione locali delle immagini:* su un'immagine radiologica si deve poter impiegare un gran numero di manipolazioni, funzioni di filtro e designazioni (fig. 8 e 9); le più usate sono illustrate nella *tabella III*.
- *Trasferibilità dei programmi:* negli scorsi anni sono stati intrapresi in tutto il mondo importanti lavori di ricerca nell'ambito del trattamento e della manipolazione delle immagini. Purtroppo non esistevano norme approvate relative alla configurazione dell'hardware, al sistema di funzionamento, alle interfacce grafiche dell'utilizzatore e al linguaggio di programmazione. Di conseguenza, questi programmi erano difficilmente trasferibili su altri sistemi. Per motivi economici, s'impone ora una standardizzazione.
- *Stazioni di lavoro sincronizzate:* per impiegare la consultazione degli esperti occorre collegare due stazioni di lavoro in modo che possano operare sincronica-

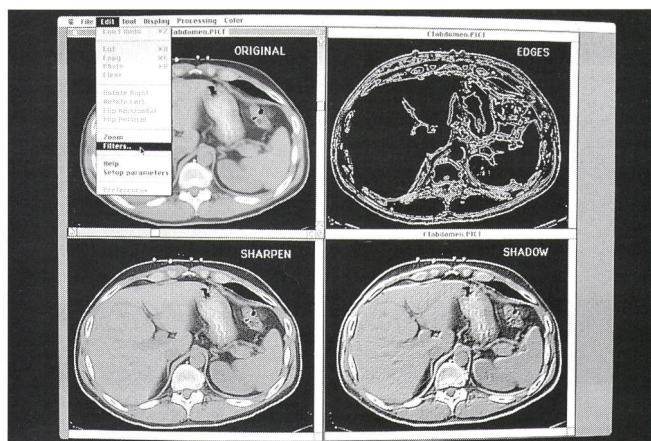


Fig. 8 *Esempio de l'emploi du filtrage pour une image de l'abdomen – Esempi dell'impiego di funzioni di filtro su un'immagine dell'addome*

- en haut à gauche: image originale – in alto a sinistra: ripresa originale
- en haut à droite: profil externe accentué – in alto a destra: tratti messi in evidenza
- en bas à gauche: amélioration de la netteté – sotto a sinistra: immagine maggiormente nitida
- en bas à droite: emploi du filtre de relief pour la visualisation des structures superficielles – sotto a destra: filtro di rilievo per rendere visibili le strutture della superficie

**Tableau III. Outils de manipulation, de traitement et d'analyse des images**  
**Tabella III. Strumenti per la manipolazione e il trattamento dell'immagine e l'analisi**

**Outils de manipulation — Strumenti per la manipolazione dell'immagine:**

- réglage du contraste et de la luminosité — regolazione della chiarezza e del contrasto
- agrandissement et réduction — ingrandimento e rimpicciolimento
- loupe mobile — lente d'ingrandimento spostabile
- rotation et déplacement — rotazione e spostamento
- reclassement des images — cambiamento della disposizione delle immagini

**Outils de traitement — Strumenti per il trattamento delle immagini:**

- filtrage — funzioni di filtro
- élargissement de la palette des valeurs de gris — ampliamento dei livelli di grigio
- recherche de profils externes à valeurs de gris identiques — ricerca di tratti con livelli di grigio identici
- adjonction et soustraction d'images — addizione e sottrazione di immagini
- calcul d'histogrammes divers — indicazione di diversi istogrammi

**Outils d'annotation et de désignation — Strumenti per l'annotazione e la designazione:**

- inscription (post-it) — iscrizione (post-it)
- flèches, lignes — frecce e linee

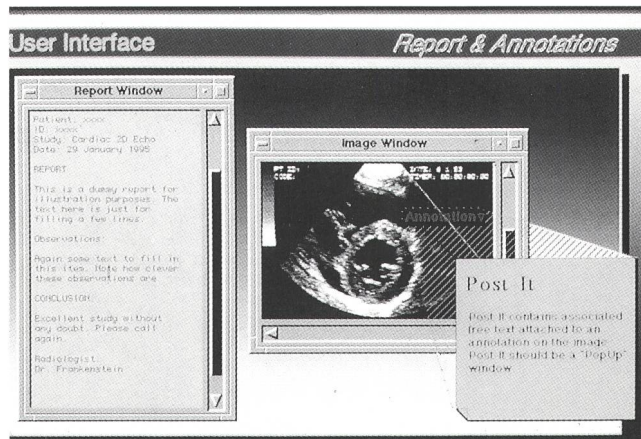
**Outils d'analyse — Strumenti per l'analisi delle immagini:**

- mesure des coordonnées, des angles et de la densité locale — misurazioni di coordinate, angoli e della densità
- manipulation de secteurs d'image sélectionnés — manipolazione delle parti interessanti dell'immagine
- mesure du débit des vaisseaux sanguins — misurazione dello scorrimento nei vasi sanguigni
- examens dynamiques — esami dinamici

## 632 Etat de l'introduction d'un prototype de station de travail

Le premier type de station de travail Teleméd est un modèle *Apple Macintosh II* (fig. 10). La plate-forme de logiciels universelle est conçue pour pouvoir être utilisée avec le système d'exploitation Unix sur divers équipements, comme les stations «Sun Sparc» ou «Silicon Graphics». Le langage de programmation choisi par l'HCUG est *C++*.

D'autre part, l'interface utilisateur graphique *Windows X.11* a été retenue. Elle applique la technique du fenêtrage et des icônes, est dotée d'un gestionnaire de souris, mais ne se fonde sur aucune norme précise pour l'affichage ou pour les fonctions des diverses applica-



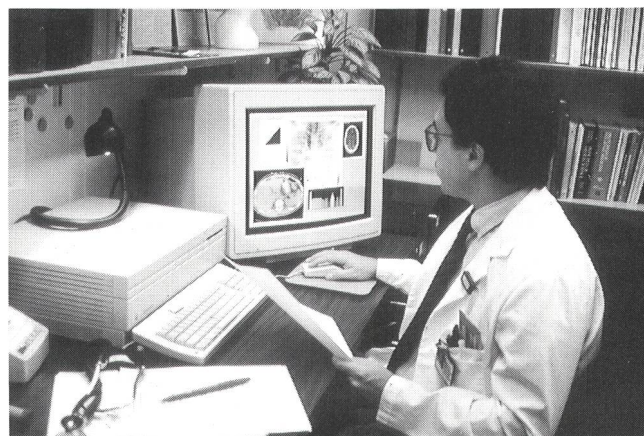
**Fig. 9** Les trois types d'annotation d'image d'un cliché par ultrasons — Esempi dei tre tipi di annotazioni concernenti un'immagine ripresa con un apparecchio a ultrasuoni

mente, ossia tutte le manipolazioni eseguite presso la stazione degli esperti vengono effettuate automaticamente presso la stazione del partner.

## 632 Introduzione di un prototipo di un posto di lavoro

Il primo modello di una stazione di lavoro per il Teleméd si basa sul sistema *Apple Macintosh II* (fig. 10). La piattaforma software universale è concepita in modo da poter essere trasferita sui più svariati tipi di macchine che appartengono al sistema Unix come la stazione «Sun Sparc» o la stazione «Silicon Graphics». Il linguaggio di programmazione scelto a Ginevra è il «*C++*».

L'interfaccia grafica dell'operatore è la *X.11 Windows*. Essa rappresenta un mezzo ausiliare per la tecnica a finestre, le icone, e la funzione di indicatore senza però dare una direttiva precisa in merito alla raffigurazione e alle funzioni delle diverse applicazioni. Proprio questa conformazione unitaria è all'origine dell'efficienza della superficie di lavoro del Macintosh, sviluppata nel 1984, ed ha contribuito in maniera determinante al suo suc-



**Fig. 10** Place de travail — Stazione di lavoro

tions. C'est néanmoins la configuration unique, principale qualité de l'interface utilisateur du Macintosh développée en 1984, qui contribua pour la plus grande part au succès de cette machine. Cet inconvénient potentiel devrait toutefois être neutralisé grâce à l'adoption de l'extension *OSF Motif*.

Le logiciel de visualisation et de traitement des images retenu est *Osiris*. Le format *Papyrus* a été adopté comme format de fichier universel pour le projet Telemed. Ces deux derniers produits ont été développés par le centre d'informatique de l'Hôpital universitaire de Genève. *Papyrus* se fonde sur la norme américaine ACR-NEMA, qu'il complète pour la définition de fichiers en provenance de diverses installations médicales. Son développement fit une place importante à la simplicité d'application de la norme de fichiers par rapport à la technique de visualisation et de traitement.

*Champollion* est le nom d'une série de logiciels destinés à la conversion de formats graphiques, qui peuvent par exemple convertir un fichier SPI de *Siemens Medical Systems* au format *Papyrus* et inversement.

Le logiciel de communication proprement dit porte le nom de *Recphone*. Ce programme développé en Grèce, à l'Université de Patras, permet la sélection d'une station partenaire ainsi que la transmission simultanée dans les deux sens de textes et de plusieurs fichiers *Papyrus*. L'interface réseau répond actuellement à la norme IEEE 802.3 (Ethernet) avec le protocole très répandu TCP/IP.

Le programme de synchronisation, *Hermes*, qui a été élaboré par *Swedish Telecom/Televerket* à Malmö, assure la synchronisation réciproque des stations de travail. Pour cette application également, les programmes disponibles sur le marché, tels que *Timbuktu*, se sont révélés insuffisants.

Dans la configuration actuelle, tous ces logiciels fonctionnent simultanément en mode multitâche sur le Macintosh grâce à *Multifinder*. Dans un second temps, ils devront être adaptés et intégrés les uns aux autres afin de parvenir à un emploi simplifié de l'appareil. Il faut le garantir de telle façon que l'utilisateur néophyte ne se pose plus qu'une seule question: «Où est le bouton de mise en marche?»

### 633 Etat des tests de télécommunication

- Les premières liaisons par WAN (Wide Area Network, réseau à grande distance) entre deux stations de travail Telemed ont été effectuées en Suisse. A l'occasion de l'exposition Computer 1991 qui a eu lieu en avril 1991 à *Lausanne*, les PTT présentaient dans leur stand une station de travail décentralisée reliée à Megacom. Les visiteurs se virent démontrer la rapidité de transmission d'images radiologiques depuis un serveur de l'Hôpital universitaire de Genève. Les images étaient visualisées et traitées en direct à l'écran.
- La configuration de communication installée correspondait à une liaison LAN-LAN à 2 Mbit/s semblable à celles qui sont utilisées pour des applications qui ne

cesso. Con l'introduzione dell'ampliamento del *motif OSF* sembra che la summenzionata lacuna sia colmata.

Il software di visualizzazione e di elaborazione dell'immagine è denominato *Osiris*. *Papyrus* è invece il nome del formato comune del file scelto per il progetto Telemed. Entrambi i prodotti sono stati messi a punto presso il reparto di informatica dell'ospedale universitario di Ginevra. Il *Papyrus* è stato creato secondo la norma americana ACR-NEMA. Esso completa questa norma, per ciò che concerne l'utilizzazione, con definizioni di file di apparecchi medicali diversi. Molta importanza è stata attribuita alla consistenza fra la norma sui file e la tecnica di visualizzazione e di trattamento.

*Champollion* designa un pacchetto di software che converte nel formato *Papyrus* formati di file dell'immagine appartenenti a terzi – come il formato SPI della *Siemens Medical Systems* – e viceversa.

Il vero e proprio software di comunicazione si chiama *Recphone*. Esso consente la selezione di una stazione di un partner, la trasmissione reciproca del testo e nel contempo parecchi file *Papyrus*. Il *Recphone* viene sviluppato in Grecia presso l'università di Patras. L'interfaccia alla rete è rappresentata provvisoriamente dalla norma IEEE 802.3 (Ethernet) con protocolli TCP/IP ulteriormente ampliati.

Il software di sincronizzazione viene prodotto dalla *Swedish Telecom/Televerket* a Malmö. Esso è denominato *Hermes* ed è impiegato nella sincronizzazione reciproca di stazioni di lavoro. Anche in questo tipo di applicazione, alcuni programmi ottenibili sul mercato, p.es il *Timbuktu*, si sono dimostrati insufficienti.

Nell'attuale versione su Macintosh tutti questi programmi funzionano «contemporaneamente» sotto *Multifinder*. In una prossima fase essi devono essere armonizzati e integrati di modo che l'apparecchio possa essere impiegato semplicemente. Anche in questo caso deve valere il motto secondo cui il nuovo utilizzatore deve solo chiedere dove si trova il tasto per accendere l'apparecchio.

### 633 Test di telecomunicazione

- I primi collegamenti nella rete WAN (Wide Area Network) fra due posti di lavoro Telemed sono avvenuti in Svizzera. In occasione della fiera Computer-91, svoltasi nell'aprile 1991 a *Losanna*, le PTT hanno mostrato al loro stand un posto di lavoro collegato al Megacom. Il pubblico molto interessato ha avuto modo di constatare quanto sia rapido il trasferimento di immagini radiologiche copiate da un server nell'ospedale universitario di Ginevra. Le immagini sono state mostrate ed elaborate allo schermo in diretta.
- La configurazione del sistema di comunicazione corrisponde a un vero e proprio collegamento LAN-LAN a 2 Mbit/s, come lo si potrebbe impiegare per diverse applicazioni in cui è necessaria, solo sporadicamente, un'elevata larghezza di banda (fig. 11). L'adattamento delle interfacce fra la rete locale (IEEE 802.3:Ethernet) e l'allacciamento Megacom vengono assicurati dai *bridges Translan* (Bridges) di *Vitalink*. Essi regolano

nécessitent que temporairement une grande largeur de bande (fig. 11). L'adaptation des interfaces entre le réseau local (IEEE 802.3: Ethernet) et le raccordement Megacom était assurée par les passerelles Translan (Bridges) de Vitalink. Elles gèrent l'établissement et l'interruption de la liaison Megacom grâce à l'AT Commands Interface de Hayes intégrée à l'appareil de desserte et de sélection Dikonet 64. L'établissement de la liaison est effectué automatiquement dès que la passerelle identifie un paquet doté d'une adresse de destination IP du réseau partenaire. La liaison est de même interrompue automatiquement si pendant une durée définie aucun trafic vers le LAN partenaire n'est enregistré (configurations et interfaces: voir fig. 12). On pourrait également employer la passerelle Vitalink comme dispositif de routage pour de futures installations. Aussi bien en tant que passerelle que pour le routage, elle offre des fonctions de filtrage qui constituent une protection d'accès efficace pour les applications du LAN. La sécurité des données n'est pas un vain mot.

- **Débits binaires atteints:** Les mesures de la vitesse de transmission démontrent que la largeur de bande de 2 Mbit/s de la liaison Megacom n'est pas utilisée de façon optimale. En raison de la vitesse limitée du processeur et de l'accès aux disques, due à la capacité RAM limitée du Multifinder, la plus grande vitesse de transmission enregistrée pour de petits fichiers est d'environ 500 kbit/s. Pour de plus grands fichiers (> 1 Mbyte), on n'atteignait plus que 100 à 300 kbit/s. De plus, le réseau local LAN de l'HCUG, fortement mis à contribution dans le cadre de l'hôpital, apparaît plutôt comme un goulet d'étranglement.

## 634 Phases de développement ultérieures

Dans une prochaine phase, il est prévu de tester le couplage entre deux stations de travail situées en Suisse et en Suède. Des essais avec l'Allemagne et la Norvège sont également envisagés.

Au stade final du développement pour ce qui est des télécommunications, l'utilisateur devra pouvoir sélectionner le nom de son partenaire directement à l'écran, et toutes les autres étapes de la procédure d'établissement de la liaison devront s'effectuer de manière automatique et transparente.

La transmission numérique des images et la liaison de visioconférence devraient pouvoir être effectuées simultanément, et si possible mobiliser un seul et même écran. A l'avenir le réseau et les stations de travail devraient permettre de telles applications multimédias. Il en sera à nouveau question au cours de la quatrième année du projet.

## 64 Phase 3: Accès à la banque d'images de référence

La banque d'images de référence sera établie sur deux plates-formes à Montpellier et à Florence. Les deux ban-

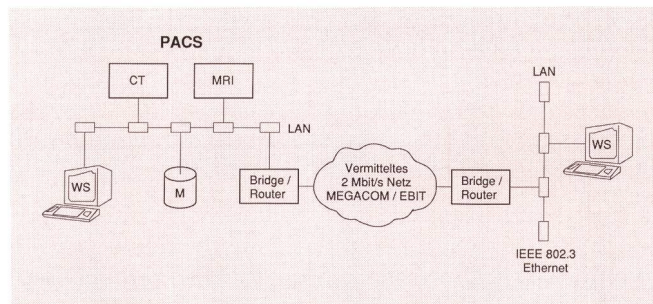


Fig. 11 Configuration de communication pour la transmission numérique d'images dans le cadre du projet Telemed – Configurazione del sistema di comunicazione per la trasmissione digitale delle immagini nel progetto Telemed

|        |  |
|--------|--|
| Bridge | – Passerelle – Ponte   |
| Router | – Dispositif de routage – Instradamento  |
| CT     | Tomodensitomètre – Computer per la tomografia  |
| LAN    | Réseau local d'entreprise – Local Area Network   |
| M      | Disques mémoire – Dischi di memorizzazione (Memory)                                    |
| MRI    | Tomographe à résonance magnétique nucléaire – Tomografo a risonanza magnetica nucleare |
| PACS   | Picture Archiving and Communications System  |
| WS     | Station de travail – Stazione di lavoro  |
|        | Réseau commuté à 2 Mbit/s MEGACOM/EBIT – Rete commutata a 2 Mbit/s MEGACOM/EBIT        |

l'allestimento e lo scioglimento del collegamento nella rete Megacom con una AT Commands Interface di Hayes verso il dispositivo di comando e di selezione Dikonet 64. Il collegamento viene allestito automaticamente non appena il bridge riconosce un pacchetto con un indirizzo di destinazione IP nella rete LAN del partner. Lo scioglimento del collegamento avviene anch'esso elettronicamente dopo che per un determinato periodo di tempo non si sono registrati collegamenti con la rete LAN del partner (configurazione e interfacce cfr. fig. 12). Il bridge Vitalink potrebbe essere configurato anche come «Router» per i futuri impianti. Come bridge o «Router», esso offre funzioni di filtro che costituiscono un'efficace protezione contro l'accesso alle applicazioni nella rete LAN. La salvaguardia dei dati è molto importante.

- **Tassi di trasmissione raggiunti:** le rilevazioni delle velocità di trasmissione hanno dimostrato che la larghezza di banda a 2 Mbit/s del collegamento Megacom non è stata completamente utilizzata. La velocità ridotta del calcolatore e dell'accesso al disco a causa della limitazione del campo RAM del «Multifinder» ha fatto sì che il più alto tasso di trasmissione per piccoli file fosse di circa 500 kbit/s. Per i grandi file (> 1 MByte) si sono potuti raggiungere circa 100–300 kbit/s. La rete LAN, all'interno dell'ospedale universitario, si è rivelata molto sovraccarica.

## 634 Altre fasi di sviluppo

Uno dei prossimi passi da compiere sarà il test dell'accoppiamento LAN fra due macchine in Svizzera e in Svezia. In seguito sono in programma prove con la Germania e la Norvegia.

Al termine dello sviluppo delle telecomunicazioni, all'utilizzatore basterà selezionare il nome del partner allo

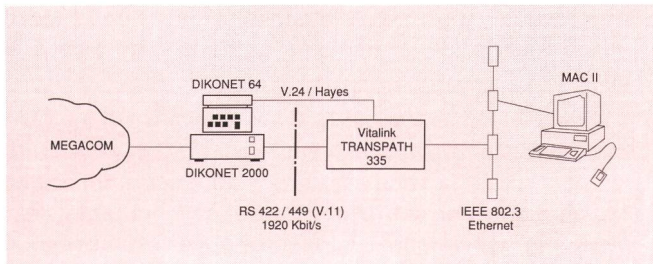


Fig. 12 Appareil et interfaces du raccordement Megacom – Apparecchio e interfacce per l'allacciamento alla rete Megacom

ques de données fonctionnent déjà en tant que prototypes avec leur propre stock d'images. Elles ne peuvent toutefois être consultées qu'à l'échelon local. Il n'a pas encore été décidé de quelle façon les utilisateurs étrangers pourront accéder à ces données. Tant en France qu'en Italie, les partenaires du projet ne disposent pas encore à l'heure actuelle de réseaux commutés rapides tels que Megacom. Vraisemblablement pour des raisons politiques, l'emploi de réseaux à bande plus étroite comme RNIS ou le réseau X.25 à commutation de paquets n'a pour l'instant pas encore pu être pris en considération, bien que de tels réseaux soient disponibles.

## 7 Le futur programme Race II

La CE prépare actuellement un nouveau programme, Race II. En fonction des résultats du programme Race I, et en particulier de ceux de sa première partie, «Conceptions et modèles pour un RNIS européen à large bande», la mise en pratique proprement dite devrait bénéficier d'une forte impulsion: Race II accordera une place plus importante encore aux projets d'applications.

L'esprit qui préside à l'évolution de Telemed sera toujours présent dans Race II. Il est question d'un nouveau projet médical, *Carenet* (Multimedia Communications for Remote Medical Diagnosis and Treatment via Broadband Networks), qui traitera de trois aspects du problème:

- *Élargissement du cercle d'utilisateurs pour la consultation d'experts*: des utilisateurs médicaux de tous les échelons, de l'hôpital universitaire au praticien en passant par les hôpitaux cantonaux et régionaux, doivent pouvoir participer aux essais. A cet effet, on créera d'abord des «îlots de communication», reliés entre eux dans un premier temps, afin de s'assurer de la compatibilité des moyens techniques engagés, différents d'un îlot à l'autre.
- *Mise en place de moyens de communication plus lents* et donc meilleur marché (par exemple RNIS à bande étroite), ou au contraire plus rapides comme des réseaux métropolitains (MAN) ou des RNIS-B. On prévoit également d'ouvrir la consultation d'experts à d'autres domaines de la médecine, comme la pathologie ou la chirurgie.

schermo. Tutte le altre operazioni per stabilire il collegamento dovranno svolgersi automaticamente in modo invisibile.

La trasmissione digitale delle immagini e il collegamento di videoconferenza dovrebbero in verità aver luogo contemporaneamente e possibilmente sullo stesso schermo. La rete e le stazioni di lavoro devono in futuro fungere da supporto a simili applicazioni multimediali. Questo è il lavoro previsto per il quarto anno di sviluppo del progetto!

## 64 Fase 3: accesso alla banca dati per le immagini di riferimento

La banca dati per le immagini di riferimento viene allestita in due piattaforme a Montpellier e a Firenze. Entrambe le banche dati funzionano già come prototipi con alcune immagini caricate. Quest'ultime possono però essere consultate solo localmente. Al momento attuale non si sa in che modo si possa accedere ai dati dall'estero. Sia in Francia che in Italia non esiste per ora la possibilità per i partner di disporre di rapide reti commutate come la rete Megacom. Evidentemente finora, per motivi politici, l'impiego di reti a banda stretta, come la ISDN o la commutazione a pacchetto X.25, non è stato preso in considerazione sebbene queste reti fossero disponibili.

## 7 Programma Race II

La CEE sta avviando il programma successivo Race II. In base ai risultati delle attività del programma Race I, specialmente a quelli della prima parte «concetti e modelli per una rete ISDN europea a larga banda», si deve ora promuovere intensamente la realizzazione vera e propria. Rispetto al programma Race I, nel programma Race II i progetti applicativi hanno un'importanza ancora maggiore.

Il progetto Telemed continua a vivere anche nel programma Race II. *Carenet* (Multimedia Communications for Remote Medical Diagnosis and Treatment via Broadband Networks) è il nome del nuovo progetto di medicina formulato sotto forma di proposta. Nel progetto Carenet si devono mettere in primo piano tre aspetti:

- *L'ampliamento della zona in cui si può usufruire della consultazione degli esperti*, ossia la possibilità offerta a tutti i livelli della gerarchia – dall'ospedale universitario agli ospedali cantonali e regionali fino al medico praticante – di partecipare agli esperimenti. A questo riguardo vengono dapprima allestite le cosiddette isole di comunicazione. Le isole vengono sin dall'inizio collegate fra di loro per garantire che i materiali tecnici impiegati, diversi da isola a isola, permangano compatibili.
- *L'impiego di mezzi di comunicazione più lenti* e quindi meno costosi come la rete ISDN a banda stretta oppure di mezzi di comunicazione più veloci come le Metropolitan Area Networks o le reti B-ISDN. E' inol-

- *Offre de services à valeur ajoutée médicaux* (Value Added Services) par des universités ou des instituts spécialisés. Exemple: l'étude de séquences d'images radiologiques d'un cœur qui bat, permettant des analyses non envisageables à partir d'images statiques isolées. A l'avenir ces tâches pourraient partiellement être assurées par des systèmes experts.

Les PTT suisses ont participé aux travaux préparatoires pour la définition du projet, manifestant ainsi leur intérêt quant à une éventuelle collaboration.

Le principe des îlots de communication dans Carenet serait un moyen idéal d'intégrer des projets médicaux nationaux importants en bonne voie de succès, comme ceux de la clinique universitaire de Zurich ou de la CMC de Bâle, aux activités de normalisation et aux travaux internationaux. On ménagerait ainsi une base plus large encore à la future communication d'images ou multimédias pour la médecine, et son introduction générale sur le marché en serait d'autant accélérée.

## 8 *Récapitulation et considérations finales*

La participation au projet d'applications Race a permis aux PTT de recueillir les expériences les plus variées, dont les retombées ne peuvent à l'heure actuelle pas être chiffrées. Il s'agit en particulier de résultats qualitatifs issus du développement de solutions pour la clientèle qui surpassent la simple définition d'une nouvelle prestation de télécommunication des PTT ou les fonctions des terminaux. Rester à l'écoute des besoins de la clientèle est toujours une préoccupation primordiale, même si l'inflexible intransigeance des techniciens en télécommunications doit être quelque peu égratignée. Dans le cas présent, la largeur de bande ne se compte pas en mégabits par seconde, mais bien plutôt à l'aune de l'utilité pour la clientèle par rapport aux coûts. L'apport de savoir-faire des PTT dans le développement des applications peut contribuer à raccourcir le délai qui s'écoulera jusqu'à l'utilisation commerciale intensive de nouvelles prestations de télécommunication comme Megacom. Le seuil de rentabilité d'un service serait plus facilement atteint, et la phase de profit s'en trouverait ainsi rallongée d'autant. Il s'agit d'un élément non négligeable à l'heure où les PTT devront faire montre de leur compétitivité sur un marché des télécommunications pris dans la spirale de l'évolution technologique.

tre prevista l'apertura della consultazione degli esperti ad altri campi della medicina come la patologia o la chirurgia.

- *L'offerta di servizi medici a valore aggiunto* (Value Added Services) grazie a università e istituti specializzati. Un esempio è la valutazione di sequenze di immagini radiologiche del cuore che batte; tali immagini, essendo in movimento, consentono l'effettuazione di analisi che le singole immagini non permettono. In futuro, la valutazione potrebbe trasmettere sistemi basati in parte sulle conoscenze acquisite.

Le PTT svizzere hanno partecipato ai lavori preliminari per definire il progetto dimostrando così di essere interessate a una collaborazione.

Il principio delle isole di comunicazione nel programma Carenet permetterebbe d'integrare in modo ideale nelle attività e nelle norme internazionali progetti di medicina nazionali che hanno ottenuto molto successo come quelli della clinica universitaria di Zurigo o del CMC di Basilea. Si potrebbero così aumentare notevolmente le premesse per una futura comunicazione multimediale o di immagini nel campo della medicina e si accelererebbe l'introduzione generale sul mercato.

## 8 *Riassunto e conclusioni*

La collaborazione nell'ambito del progetto Telemed previsto dal programma Race ha permesso alle PTT di fare varie esperienze che difficilmente possono essere valutate in franchi e centesimi. Questo è il risultato qualitativo ottenuto dallo sviluppo di soluzioni di clienti, le quali vanno molto oltre la definizione di un nuovo servizio di telecomunicazioni PTT e superano chiaramente le funzioni dei terminali. In primo luogo occorre capire quali sono i bisogni del cliente anche quando bisogna infrangere convenzioni ben salvaguardate, stipulate da tecnici delle telecomunicazioni. In questo sistema, la banda larga non viene espressa in megabit al secondo, ma in base al rapporto prestazione/costi. Il tempo necessario fino all'uso commerciale su vasta scala di nuovi servizi di telecomunicazione, come il Megacom, può essere accorciato se si integra il know how delle PTT nello sviluppo delle applicazioni. La soglia della redditività di un servizio viene raggiunta più in fretta, la fase redditizia diventa più lunga. Questo è un elemento fondamentale della competitività delle PTT nell'attuale mercato delle telecomunicazioni in continua espansione.

## Zusammenfassung

*Telemed, Breitbandkommunikation in der Medizin*

Race (Research and Development in Advanced Communications Technologies in Europe) ist ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm für moderne Kommunikationstechnologien in Europa. Im *Telemed*-Projekt spezifizieren, entwickeln und erproben Mediziner, Informatiker und Telekommunikationsspezialisten in enger Zusammenarbeit verschiedene neue Anwendungen im Bereich der Radiologie. Die Fest- und Bewegtbildübertragung für die medizinische Expertenconsultation und der Zugriff auf eine europäische Referenzbild-Datenbank erfordern schnelle internationale Datennetze, wie sie die Schweizerischen PTT-Betriebe mit *Megacom* bereits anbieten. Die Mitarbeit in diesem Grossprojekt gestattet es, wertvolle Erfahrungen im technischen Einsatz und Hinweise auf die Marktchancen einer künftigen Breitbandkommunikation zu gewinnen.

## Résumé

*Telemed, communication à large bande au service de la médecine*

Race (Research and Development in Advanced Communications Technologies in Europe) constitue un programme de recherche et de développement portant sur des technologies de communication modernes en Europe. Dans le cadre du projet *Telemed*, des médecins, des informaticiens et des spécialistes des télécommunications développent et testent en étroite collaboration diverses nouvelles applications dans le domaine de la radiologie. La transmission d'images fixes et animées pour la consultation d'experts médicaux et l'accès à une banque de données européenne de référence exige des réseaux de données internationaux à haut débit tels que l'Entreprise des PTT est en mesure de les offrir sous le nom de *Megacom*. La collaboration à ce grand projet permet de recueillir de précieuses expériences et renseigne sur le succès commercial possible d'une future branche de la communication à large bande.

## Riassunto

*Telemed, la comunicazione a larga banda nella medicina*

Race (Research and Development in Advanced Communications Technologies in Europe) è un programma di ricerca e sviluppo per tecnologie di comunicazione moderne in Europa. Nell'ambito del progetto *Telemed*, medici, informatici e specialisti delle telecomunicazioni specificano, sviluppano e provano, in stretta collaborazione tra di loro, nuove applicazioni nel campo della radiologia. La trasmissione di immagini fisse e in movimento per la consultazione di esperti e l'accesso a una banca dati europea delle immagini di riferimento richiedono reti internazionali per dati molto rapide, come la rete *Megacom* offerta dall'azienda svizzera delle PTT. La partecipazione a questo grande progetto permette di fare esperienze preziose per quanto riguarda il lato tecnico e di avere informazioni sulle possibilità che avrà sul mercato la futura comunicazione a larga banda.

## Summary

*Telemed – Broadband Communications in Medicine*

Race (Research and Development in Advanced Communications Technologies in Europe) is a research and development programme for modern communications technologies in Europe. In the *Telemed* project, medical doctors, computer scientists and telecommunications specialists are specifying, developing and testing, in close cooperation, various new applications in the field of radiology. The transmission of still and moving pictures for medical expert's consultation and the access of a European image reference data base require fast international data networks such as is already offered by the Swiss PTT with *Megacom*. The cooperation in this large-scale project makes it possible to gain valuable experience in the technical application as well as information concerning the market chances of future broadband communication services.

---

*Die nächste Nummer bringt unter anderem:*

*Vous pourrez lire dans le prochain numéro:*

*Potrete leggere nel prossimo numero:*

10/92

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| Heutschi W.                   | Natel von A bis Z  |
| Hellmüller U.,<br>Zach W.     | Ausbaustufe 5 des integrierten Fernmeldesystems (IFS ABS5)   |
| Kleeberg G.                   | Datenkonvertierung im Postzahlungsverkehr der PTT  |
| Maurer F.                     | Les services d'annuaire électronique X.500 (1 <sup>re</sup> partie)<br>Die elektronischen Verzeichnisdienste X.500 (1. Teil) |
| Schelling D.,<br>Schneider S. | Büroautomation der Abteilung Einkauf Fernmeldematerial (FM 1)  |