

Archivage d'images médicales

William Puech

LIRMM, CNRS/ University of Montpellier, FRANCE
william.puech@lirmm.fr

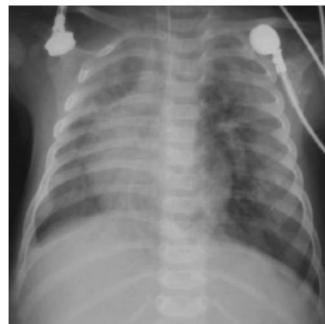
Outline

- 1 Introduction
- 2 Les différents formats d'images
- 3 DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine
- 4 Compression JPEG

Outline

- 1 Introduction
- 2 Les différents formats d'images
- 3 DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine
- 4 Compression JPEG

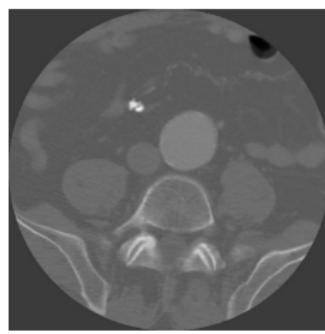
Diversité des images médicales



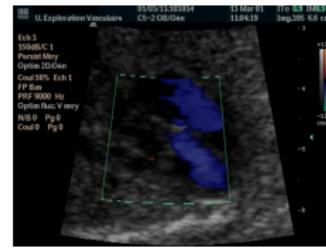
a)



b)



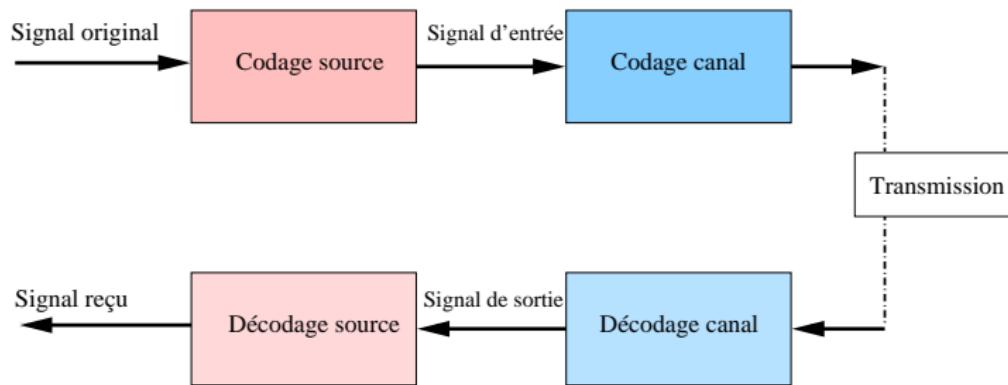
c)



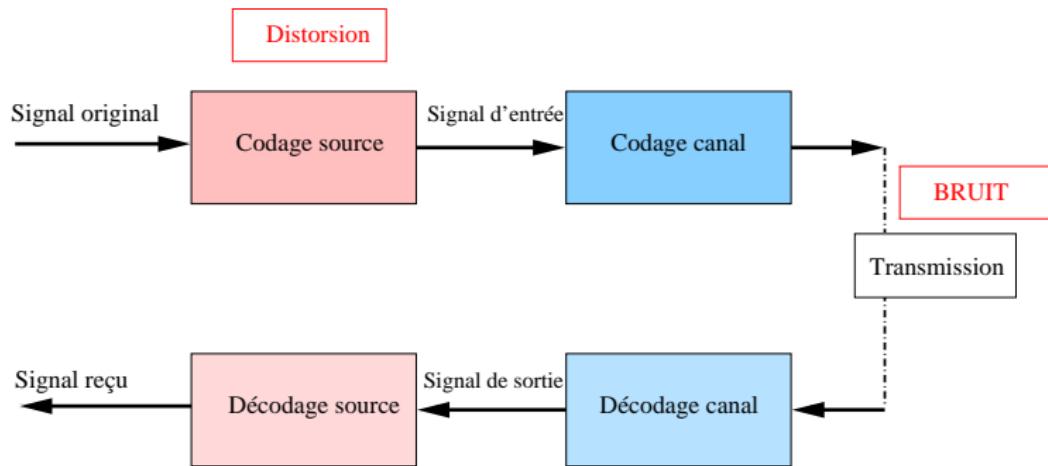
d)

Figure: a) Image radiographique, b)-d) Images échographiques, c) Image scanner
Image scanner

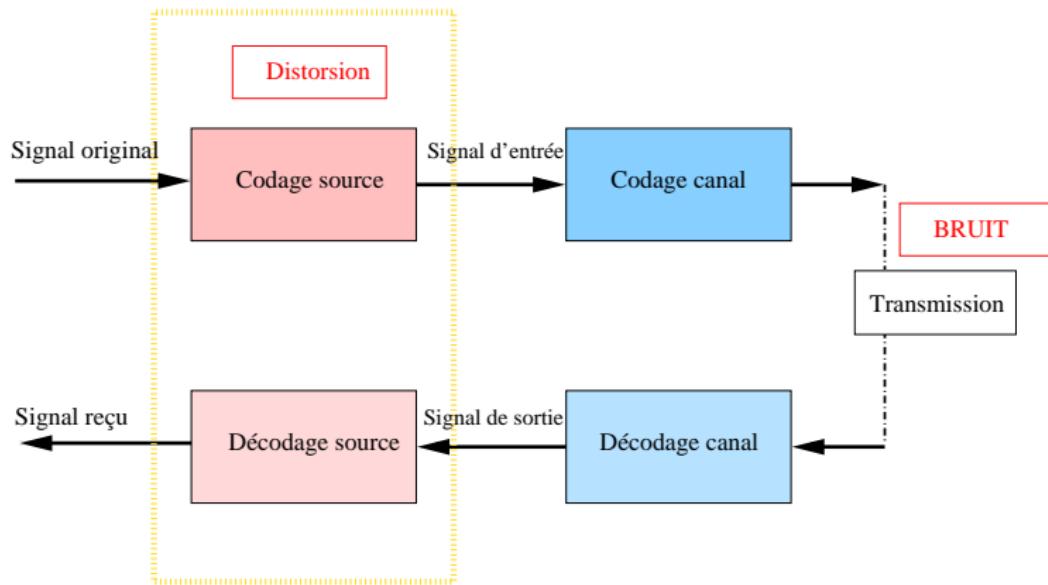
Codage pour le transfert et l'archivage d'images



Codage pour le transfert et l'archivage d'images



Codage pour le transfert et l'archivage d'images



Outline

- 1 Introduction
- 2 Les différents formats d'images
- 3 DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine
- 4 Compression JPEG

Format du fichier image

Structure générale

Normes et spécifications. 1 fichier image :

- 1 en-tête (header)
 - code (magic-number)
 - taille image ($I \times h$)
 - taille d'un pixel : 1 bit (binaire), 8 bits (monochrome), 24 bits (3×8 bits : vraies couleurs)
 - couleurs indexées
 - transparence
 - option de codage
 - commentaires
- données images
- infos annexes en fin du fichier (footer)

Format du fichier image

Structure générale

Normes et spécifications. 1 fichier image :

- 1 en-tête (header)
- données images
 - Formats bruts : 1 pixel -> 1 intensité lumineuse
 - ordre de lecture des pixels
 - Formats comprimés -> structure complexe
- infos annexes en fin du fichier (footer)

Formats bruts

Sans perte, en-tête minimum

- PNM (Portable Any Map)
 - code à 2 caractères (P5)
 - 2 entiers : taille (512 512)
 - 1 entier : profondeur (255)
 - commentaires (#auteur)
- PBM (Portable BitMap) : image binaire
- PGM (Portable GrayMap) : image niveaux de gris
- PPM (Portable PixMap) : image couleur (vraies couleurs). 3 plans R, G, B
- BMP (BitMap) Format Windows (Possibilité de compression sans perte, Utilisation possible d'une palette couleur)
- PNG
- TIFF

Compression sans perte

Algo compression sans perte sur 8 bits !!

Image 24 bits -> Image 8 bits -> Compression

Sans perte, en-tête minimum

- TGA (Format True Vision, TARGA) : codage RLE
- GIF (Graphic Interchange Format)
 - Basé sur l'algo LZW
 - couleurs indexées (palette 256 teintes max)
 - transparence binaire
 - mode de transmission progressive : entrelacé
 - algo breveté -> droits d'auteurs

Compression sans perte

- PNG (Portable Network Graphic)
 - libre de droit, Basé sur l'algo LZ77
 - codage format brut possible
 - couleurs réelles ou indexées, transparence -> 32 bits
 - mode de transmission : entrelacé
 - codage prédictif possible
- TIFF (Tagged Image File Format)
 - Développé par Adobe System
 - Tous types d'images : binaire, monochrome, 24 bits, ...
 - transparence
 - compression avec pertes
 - algo RLE + codage prédictif
- JPEG : compression sans perte possible : codage prédictif
- JPEG2000 : JPEGLS

Compression avec pertes

■ JPEG (Joint Photographic Expert Group)

- utilisé pour les images réelles complexes (domaine spatial et temporel)
- ISO, CCITT, JFIF
- tons continus
- profondeur variée
- pas de transparence
- espace colorimétrique libre : RGB, YUV, YCrCb
- Facteur de qualité : $10\% < FQ < 100\%$
- technique de compression destructive (avec pertes) : quantification scalaire dans le domaine spectral
- souplesse

Compression avec pertes

- TIFF : compression avec pertes basée sur les normes JPEG/JFIF
- JPEG2000 : basé sur la transformée en ondelettes (pleins d'autres fonctionnalités)
- FlashPix : codage pyramidale, utilisé par Kodak, HP, MS
- autres formats : SGI, PICT, RASTER, PSD,

Images monochromes

- Image binaire : 1 pixel = 1 bit (0 noir, 1 blanc). Souvent sur 8 bits (0 noir, 255 blanc)
- Image en niveaux de gris : 1 seule couleur -> tons continus
- 256 niveaux de gris sur 8 bits
- Le système visuel humain (SVH) détecte 60 ndg
- 123 -> 125 ou 121 (pas visible à l'oeil)
- pour les applications médicales ou en astronomie : 10 bits/pixel (2048 niveaux de gris), voir 12 bits/pixel (4096 niveaux de gris)
- La densité mesurée en **unités Hounsfield (UH)** va de -1000 pour l'air à +1000 pour l'os dense cortical, en passant par -50 pour la graisse et 0 pour l'eau. [Illustration](#)
- autre que le domaine visible : IR, UV, ...

Outline

- 1 Introduction
- 2 Les différents formats d'images
- 3 DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine
- 4 Compression JPEG

références

<http://medical.nema.org>

The screenshot shows the official DICOM website. At the top left is the DICOM logo with the tagline "Digital Imaging and Communications in Medicine". To the right is the NEMA address: "NEMA, Suite 1752, 1300 North 17th Street, Rosslyn, VA 22209, Ph: (703) 841-3285, http://dicom.nema.org". Below the logo, a banner states "DICOM is managed by the [Medical Imaging & Technology Alliance](#) - a division of [NEMA](#)". A search bar is present. The main content area is organized into several sections:

- PURPOSE & ORGANIZATION**
 - Strategic Document & Principal Contacts
 - Members of the DICOM Standards Committee
 - Approved Work Items
 - DICOM Brochure
 - NEMA/Medical
- PROCESS**
 - DICOM Procedures
 - Meeting Schedule
 - Meeting Minutes
 - Demonstrations, Presentations & Workshops
 - Patent Disclosures
 - Public FTP Site
- PRODUCTS**
 - The DICOM Standard
 - Recently Approved Change Proposals
 - Recently Approved Supplements
 - Legal Issues (Trademark)
- Technical Assistance**
 - DICOM Resources
 - DICOM Discussion Group
 - To Obtain a Free DICOM Viewer
 - To Obtain a Unique Identifier
- Administrative Assistance**
 - Contact the Webmaster
 - Contact the Secretariat
 - Member's Handbook

Les acteurs

Acteurs industriels	Acteurs académiques ou institutionnels
AGFA U.S. Healthcare	American Academy of Ophthalmology
Boston Scientific	American College of Cardiology
Camtronics Medical Systems	American College of Radiology
Carl Zeiss Meditec	American College of Veterinary Radiology
DeJarnette Research Systems	American Dental Association
Dynamis Imaging	College of American Pathologists
Eastman Kodak	Deutsche Röntgengesellschaft
ETIAM	European Society of Cardiology
FujiFilm Medical Systems U.S.A.	Healthcare Information and Management Systems Society
GE Healthcare	Medical Image Standards Association of Taiwan
Heartlab	Società Italiana di Radiologia Medica
Hologic	Société Française de Radiologie
IBM Life Sciences	Society for Computer Applications in Radiology
Konica Minolta Medical Corporation	Canadian Institute for Health Informatics
MatrixView	Center for Devices & Radiological Health
McKesson Medical Imaging Company	Japan Industries Association of Radiological Systems (JIRAS)
MEDIS	Korean PACS Standard Committee
Merge eMed	National Cancer Institute
Philips Medical Systems	National Electrical Manufacturers Association
RadPharm	
R2 Technology, Inc.	
Sectra Imtec AB	
Siemens Medical Solutions USA, Inc.	
Sony Europe	
Toshiba America Medical Systems	

Figure: Liste des organisations participant au comité DICOM.

Groupes de travail

Groupes de travail du comité DICOM	
WG-01: Cardiac and Vascular Information	WG-14: Security
WG-02: Projection Radiography and Angiography	WG-15: Digital Mammography and CAD
WG-03: Nuclear Medicine	WG-16: Magnetic Resonance
WG-04: Compression	WG-17: 3D
WG-05: Exchange Media	WG-18: Clinical Trials and Education
WG-06: Base Standard	WG-19: Dermatologic Standards
WG-07: Radiotherapy	WG-20: Integration of Imaging and Information Systems
WG-08: Structured Reporting	WG-21: Computed Tomography
WG-09: Ophthalmology	WG-22: Dentistry
WG-10: Strategic Advisory	WG-23: Application Hosting
WG-11: Display Function Standard	WG-24: Surgery
WG-12: Ultrasound	WG-25: Veterinary Medicine
WG-13: Visible Light	WG-26: Pathology

Figure: Liste des groupes de travail du comité DICOM.

Objectifs et avantages du standard DICOM

- Crée en 1985 par :
 - l'ACR (American College of Radiology)
 - la NEMA (National Electric Manufacturers Association)
- Standardiser les données transmises entre les différents appareils de radiologie.
- Format de fichier + protocole de transmission des données (basé sur TCP/IP).
- Faciliter les transferts d'images entre les machines de différents constructeurs.
- Eviter d'avoir pour chaque constructeur de matériel d'imagerie un format de données propriétaire :
 - Problèmes de gestion et de maintenance (incompatibilités, coût, perte d'information) dans les établissements de santé.

Objectifs et avantages du standard DICOM

- Tout numérique possible :
 - Pour éviter le tirage des clichés sur papier argentique
 - Pour diminuer le coût d'une radiographie.
- Amélioration du suivi médical des patients (transfert d'un établissement de santé à un autre).
- Les images au format Dicom accompagnant les dossiers médicaux sont lisibles sur tout matériel informatique compatible.

Objectifs et avantages du standard DICOM

Le standard DICOM couvre de nombreux aspects parmi lesquels :

- la communication des images et des données associées (en mode connecté et par l'utilisation de supports physiques), pour pratiquement l'ensemble des techniques existantes (modalités d'imagerie) ;
- l'impression des images sur des supports physiques ;
- la communication des comptes rendus des procédures d'imagerie ;
- la gestion des activités liées à l'acquisition, au traitement et à l'interprétation des images, à travers la gestion de listes de travail ;
- la sécurisation des échanges, via un service appelé "accord de stockage", et différents mécanismes de signature des documents ;
- la cohérence du rendu des images.

Organisation du standard

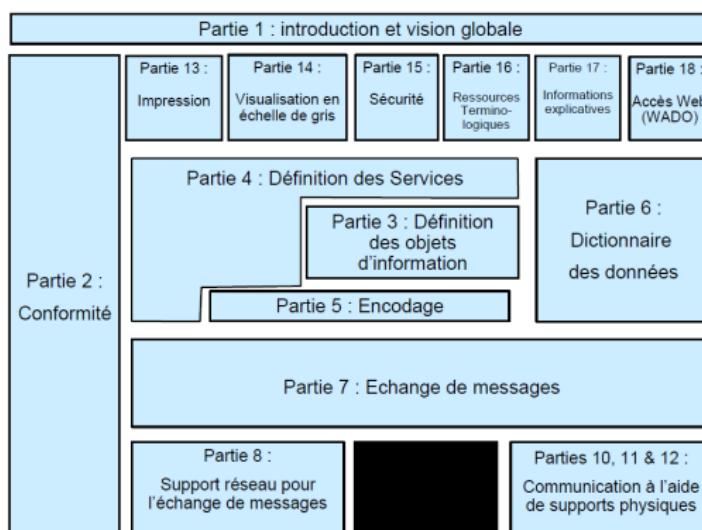


Figure: Les 18 parties relativement indépendantes du standard DICOM.

Organisation du standard

Chaque champ est défini par :

- pour les encodages explicites :
 - étiquette (tag)
 - représentation de valeur (VR - Value Representation) encodée par deux caractères
 - longueur de la valeur
 - valeur
- pour les encodages implicites :
 - étiquette (tag)
 - longueur de la valeur
 - valeur
- Une étiquette est constituée de :
 - numéro de groupe (group number) encodé par deux octets
 - numéro d'élément (element number) encodé par deux octets

Organisation du standard

- Protocole d'échange d'images :
 - par réseau
 - par l'intermédiaire de supports physiques (cédéroms, DVD, etc.).
- Standard organisé de façon modulaire :
 - notion de Service Object Pair (SOP) associant une classe d'images d'un type particulier (par exemple des images CT (Computed Tomography) ou images de tomographie à rayons X, et un service d'échange donné (par exemple le service "stockage d'image").

Organisation du standard

- La spécification des éléments de données à transmettre correspond à la notion d'IOD (Information Object Definition).
- Un IOD spécifie une liste d'éléments de données, caractérisant :
 - le contexte général d'obtention de l'image (informations essentielles sur le patient, l'examen, la série),
 - les paramètres d'acquisition (notamment paramètres physiques d'acquisition, algorithme de reconstruction, etc.),
 - les caractéristiques de l'image (taille de l'image, résolution, etc.),
 - les données pixels proprement dites.

Module regroupant les éléments de données relatifs à une même entité d'information

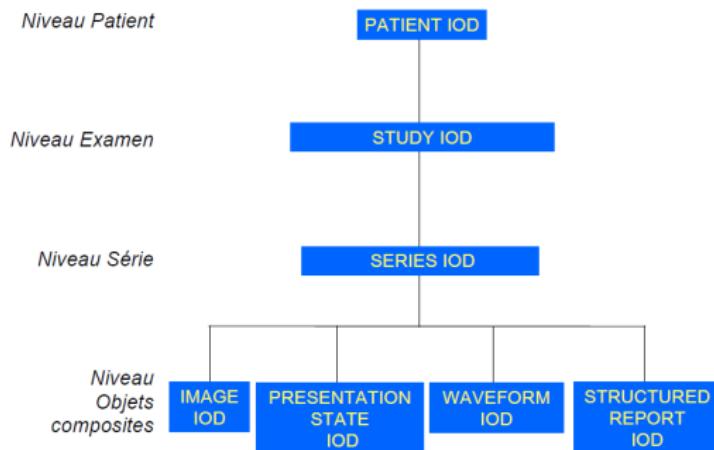


Figure: Modèle hiérarchique des entités DICOM.

Compression d'images sous DICOM

Les standards en compression de données peuvent être classés en deux catégories :

- ceux qui ne font aucune hypothèse sur la nature des données.
- ceux qui s'appuient sur une organisation spatio-temporelle particulière (image 2D ou suite d'images 2D)

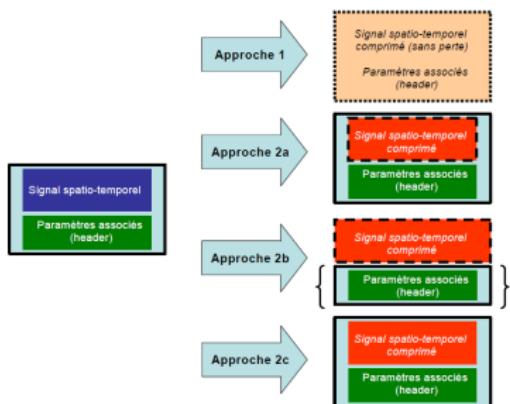


Figure: Approches généralistes et spécifiques pour la compression d'image.

Compression d'images sous DICOM

	Avantages	Inconvénients
Approche 1 « compression généraliste » (ex. gzip, compress)	Généricité Facilité de mise en œuvre Coût très faible	Performances faibles
Approche 2a « compression d'images généraliste » par encapsulation (ex. JPEG, MPEG)	Réutilisation d'implémentations existantes pour la compression / décompression et la visualisation des images Performances très optimisées Prise en compte du contexte médical (<i>header</i> contenant le nom du patient, les paramètres d'acquisition, etc.)	Eventuellement inadaptée à des données très spécifiques, ou performances sub-optimales
Approche 2b « compression d'images généraliste » (ex. JPEG, MPEG)	Facilite la diffusion la plus large (hors des services spécialisés, et vers le grand public), au moindre coût (navigateurs web)	Pas de prise en compte du contexte médical (<i>header</i>)
Approche 2c « compression d'images spécifique »	Peut permettre d'obtenir des performances optimales, découlant d'une très bonne adéquation à la structure des données	Coût de développement inhérent au caractère spécifique

Figure: Avantages et inconvénients des standards généralistes et standards spécifiques.

Outline

- 1 Introduction
- 2 Les différents formats d'images
- 3 DICOM : Digital Imaging and Communications in Medicine
- 4 Compression JPEG

Compression



a)



b)

Figure: a) Image Lena, b) Image compressée.

Compression



a)



b)

Figure: a) Image Lena, b) Image compressée.

Compression

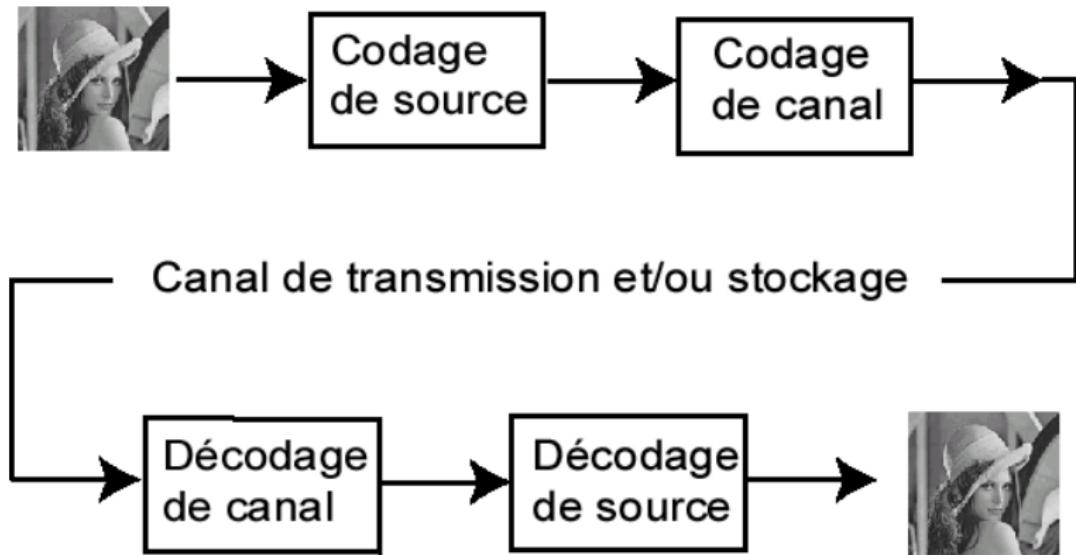
Compression

- Contexte : codage ou compression des images numériques
- Pourquoi : réduction de la quantité d'éléments binaires représentant l'information image -> codage de source
-

$$\text{Taux decompression} = \frac{\text{quantité d'information image originale (bits)}}{\text{quantité d'information image compressé (bits)}} \quad (1)$$

- Finalité : archivage ou transmission

Compression



Compression

Bibliographie

Compression des images et des signaux médicaux [COMP 2007]

- Chapitre 2 : État de l'art des méthodes de compression -A Baskurt.
- Chapitre 4 : Place des standards dans la compression des images médicales -B. Gibaud, J. Chabriais.
- Chapitre 7 : Compression des images médicales 2D -C. Cavaro-Ménard, A. Naït-Ali, O. Deforges, M. Babel.
- ...
- Chapitre 10 : Codage hybride cryptage-marquage-compression pour la sécurisation de l'information médicale -W. Puech, G. Coatrieux.



Christine CAVARO-MÉNARD et Amine NAÏT-ALI

Compression des images et des signaux médicaux

HERMÈS / LAVOISIER, Collection : Traité information et Science du vivant, 2007.