

DICOM

Cours HEdS Genève

Benoît Deville - Analyste en informatique

Hôpitaux Universitaires de Genève

Session 2017-2018

Plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices. . .

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices...

Qu'est-ce que DICOM ?

Digital Imaging and Communications in Medicine

- Digital = Numérique
- Imaging = Imagerie
- Communications
- Medicine

Vocabulaire

- Modalité
- RIS/PACS
- Instance
- UID = Unique Identifier

La norme en détails

Plus de 5600 pages de documentation réparties en 18 chapitres.

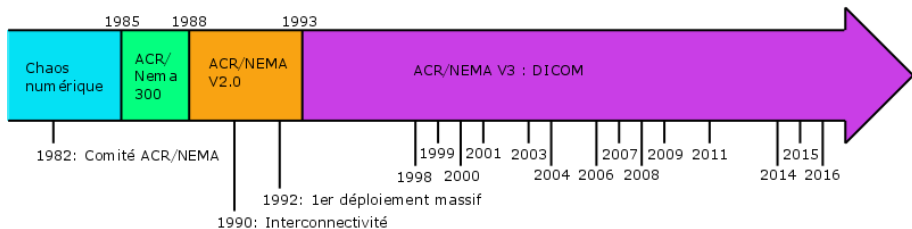
- DICOM Part 1 : Introduction and Overview (34 pages)
- Part 2 : Conformance (322 pages)
- Part 3 : Information Object Definitions (1464 pages)
- Part 4 : Service Class Specifications (422 pages)
- Part 5 : Data Structures and Encoding (138 pages)
- Part 6 : Data Dictionary (212 pages)
- Part 7 : Message Exchange (128 pages)
- Part 8 : Network Communication Support for Message Exchange (72 pages)
- DICOM Part 10 : Media Storage and File Format for Media Interchange (48 pages)
- Part 11 : Media Storage Application Profiles (96 pages)
- Part 12 : Media Formats and Physical Media for Media Interchange (92 pages)
- Part 14 : Grayscale Standard Display Function (66 pages)
- Part 15 : Security and System Management Profiles (142 pages)
- Part 16 : Content Mapping Resource (1242 pages)
- Part 17 : Explanatory Information (786 pages)
- Part 18 : Web Services (160 pages)
- Part 19 : Application Hosting (96 pages)
- Part 20 : Imaging Reports using HL7 Clinical Document Architecture (152 pages)

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM**
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices...

- Arrivée du numérique en médecine.
- Stockage, transmission, affichage des images : constructeur dépendant.
- Solutions propriétaires (par opposition à solutions ouvertes) :
 - ▶ argument commercial : "Mon protocole est meilleur que les autres", "Nos produits ont une excellente interaction entre eux", "Nous gérons tout de A à Z" ;
 - ▶ interaction impossible entre marques différentes.
- Conséquences :
 - ▶ piège commercial : obligation d'acquérir les stations d'acquisition et de traitement adéquates, et changer de marque peut rendre les anciens examens illisibles ;
 - ▶ piège médical : difficile de communiquer entre collègues.

Débuts du DICOM



- 1^{ère} version ACR/NEMA 300 en 1985 : peu accepté car vague et contenant des incohérences.
- 2^{ème} version en 1988 : transmission des images par le connecteur matériel EIA-485, adopté par quelques constructeurs.



- 3^{ème} version en 1993 : indépendance du connecteur, donc support TCP.

- ACR : American College of Radiology
- NEMA : National Electrical Manufacturers Association
- JIRA : Japan Investor Relations Association
- CEN : Comité Européen de Normalisation
- IEEE, HL7, ANSI,...

DICOM aujourd'hui

- Norme acceptée mondialement.
- Actuellement en version 2016d : on parle des versions par leur année (officiellement, toujours en version 3, ou PS3).
- Diversité des équipements supportés : RX, CT, IRM, US, PET, SPECT, Angio, ECG, BTO, ...
- Adoptée par de nombreux constructeurs : GE, Siemens, Philips, Toshiba, Hologic, ...

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices...

Buts généraux

- Trouver un langage commun pour l'échange (images et données pertinentes) entre équipements d'imagerie : mettre en place un standard.
- Pousser les vendeurs à parler et comprendre ce langage commun.
- Standardiser :
 - ▶ le stockage (i.e. format de fichier) ;
 - ▶ et la communication des données (i.e. protocoles de communication).

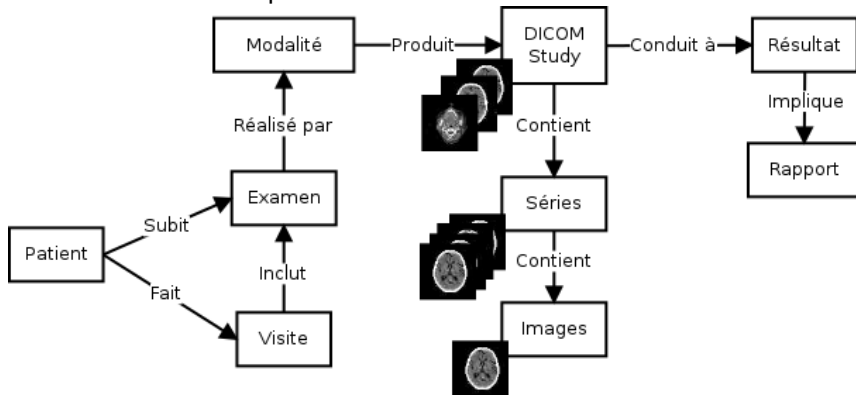
Buts spécifiques

Il faut que lors de l'installation d'une nouvelle modalité, le DICOM permette, sans changement d'un quelconque composant logiciel (*i.e. Plug & Play*) :

- l'interrogation du PACS ;
- la récupération des images créées par d'autres systèmes ;
- l'affichage des images ;
- et la production d'images lisibles par les systèmes d'autres constructeurs.

Prescription d'un examen radiologique

- Schématisation de la procédure :



- DICOM décrit ces données et ces relations.
- La précision du contenu et des liens dépend des outils et des utilisateurs (e.g. RIS, PACS).

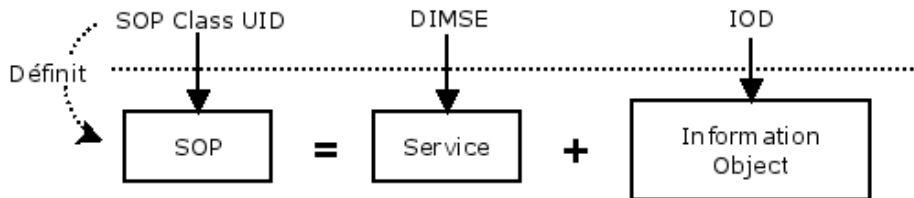
Traduire le réel en numérique

- Un objet DICOM combine donc :
 - ▶ des données, ou informations (e.g. nom du patient, données de l'image,...);
 - ▶ et services, ou fonctions (e.g. sauvegarder, imprimer,...).
- Le traitement DICOM d'une information consiste alors à regrouper :
 - ▶ les données, contenues dans un *Information Object*, que la norme définit grâce à une *Information Object Definition* (ou *IOD*);
 - ▶ et une fonction spécifique, ou *Service*, définie par un *DICOM Message Service Element* (ou *DIMSE*).

SOP Class UID

- La combinaison Information Objet + Service est :
 - ▶ appelée *Service/Object Pair* (ou *SOP*) ;
 - ▶ un élément important pour déterminer la conformité à la norme ;
 - ▶ identifiée par un identifiant unique nommé *SOP Class UID*.
- Norme DICOM = annuaire de SOP.
SOP Class UID = numéro unique pour trouver à quelle paire Service/Objet correspond un objet DICOM.
- Analogie : annuaire
Une entrée = paire {téléphone + adresse}.
- Exemples de SOP Class UID :
 - 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1 CR Image Store (enregistrer un CR) ;
 - 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2 CT Image Store (enregistrer un CT).

Schéma de construction du SOP



Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM**
- 5 Conclusions
- 6 Exercices...

Information Object Definition

L'IOD définit, pour un IO spécifique, quelles sont les attributs qu'on doit/peut trouver dans l'objet.

Normalized IOD

Représente une entité unique du monde réel (patient, visite, examen, résultat, interprétation, ...). Complexe et peu performant.

Composite IOD

Représente certains détails de plusieurs objets du monde réel et les relations entre ces objets (nom du patient, date de l'examen, ...)

Attributes

Les attributs d'un IOD sont les propriétés d'un élément du monde réel.

IOD composite

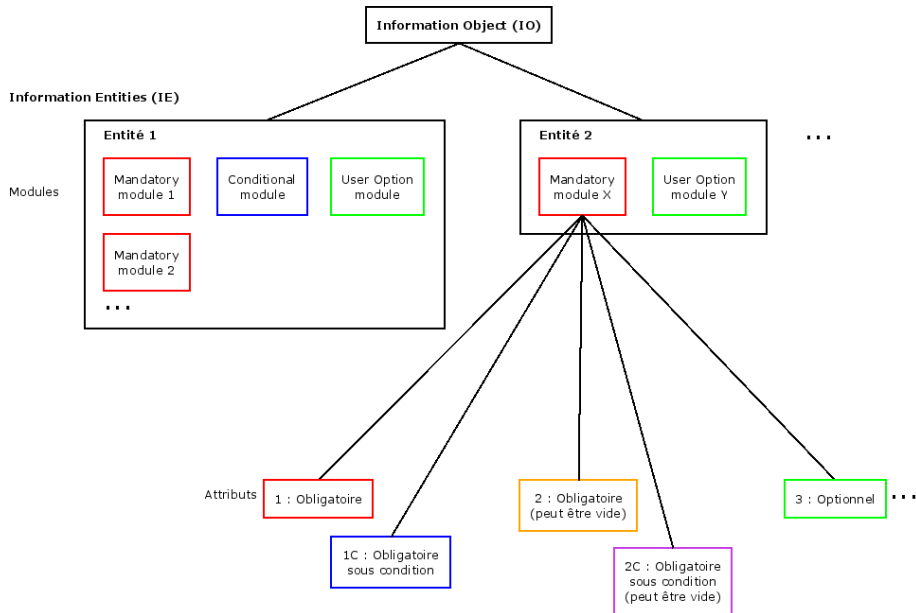
- IOD : agrégat d'*Information Entities* ou *IE*.
- Une IE contient un ou plusieurs *Modules*.
 - Mandatory Module obligatoire.
 - Conditional Module conditionnel (obligatoire selon certaines conditions).
 - User Option Module optionnel.
- Les modules sont composés d'*Attributs* (= valeurs).
 - 1 Obligatoire.
 - 2 Obligatoire - peut être vide.
 - 3 Optionnel.

<1/2>C Conditionnel.

En pratique

Un objet DICOM est presque toujours une instance d'un IOD composite.

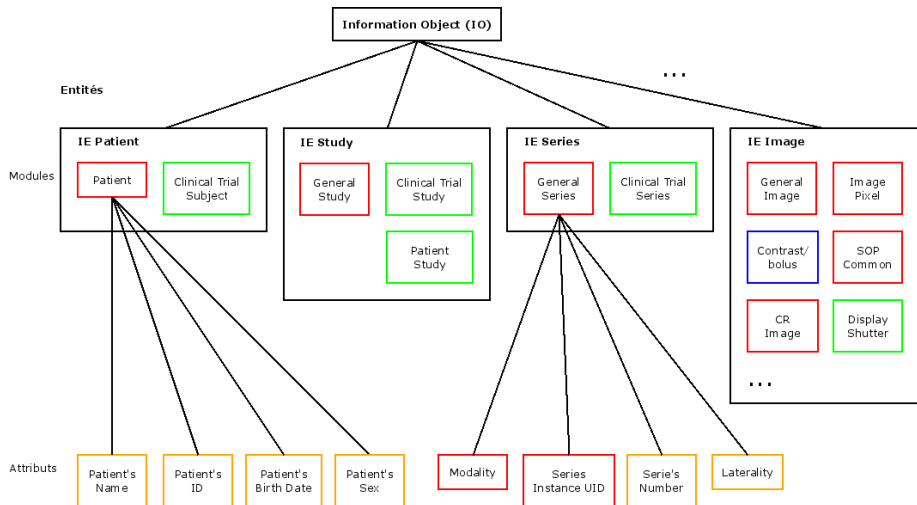
IOD composite



Exemple d'IOD : image CR

| IE | Module | Reference | Usage |
|-----------|------------------------|--------------------------|---|
| Patient | Patient | C.7.1.1 | M |
| | Clinical Trial Subject | C.7.1.3 | U |
| Study | General Study | C.7.2.1 | M |
| | Patient Study | C.7.2.2 | U |
| | Clinical Trial Study | C.7.2.3 | U |
| Series | General Series | C.7.3.1 | M |
| | CR Series | C.8.1.1 | M |
| | Clinical Trial Series | C.7.3.2 | U |
| Equipment | General Equipment | C.7.5.1 | M |
| Image | General Image | C.7.6.1 | M |
| | Image Pixel | C.7.6.3 | M |
| | Contrast/bolus | C.7.6.4 | C - Required if contrast media was used in this image |
| | Display Shutter | C.7.6.11 | U |
| | Device | C.7.6.12 | U |
| | Specimen | C.7.6.22 | U |
| | CR Image | C.8.1.2 | M |
| | Overlay Plane | C.9.2 | U |
| | Modality LUT | C.11.1 | U |
| | VOILUT | C.11.2 | U |
| | SOP Common | C.12.1 | M |

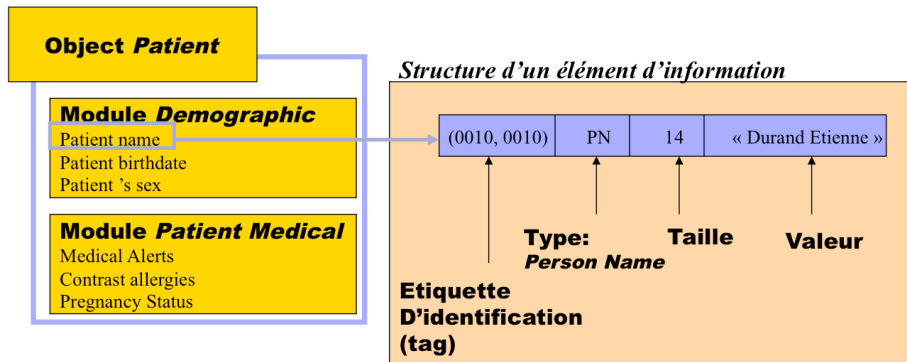
Schéma de l'IOD image CR



Objet

- Terminologie : objet = Data Set (e.g. ensemble de données).
- Un Data Set contient des Data Elements.
- Chaque Data Element donne une valeur à un et un seul attribut de l'IOD.
- Contenu d'un Data Element :
 - ▶ Étiquette d'identification (*Tag*) contenant deux numéros.
 - ▶ Type (*VR = Value Representation*).
 - ▶ Taille en mémoire de la valeur.
 - ▶ Valeur.

Objet



Exemple d'objet : Examen (*Study*)

Module PATIENT

Patient's Name
Other Patient Names

DURAND Etienne
Anonymous

Module GENERAL SERIES

Modality
Series Number
Laterality
Protocol Name

MR
1
Not paired Structure
SSN 1.7

Module PATIENT STUDY

Patient's Size
Patient's Weight

0.000000
70.000037

Module GENERAL STUDY

Study Instance UID
Study Date
Study Time

41.22.333.444.555.666.00.1
1991.12.13
18:00:59

Module GENERAL EQUIPMENT

Institution Name
Institution Address
Station Name
Software Versions

UNIV. OF GENEVA
24 Micheli-du-Crest 1211 Ge 14 / CH
TMP
TMP

Exemple d'objet : Image IRM

Module FRAME OF REFERENCE

Frame of Reference UID 41.22.333.444.555.666.00.1

Module GENERAL IMAGE

Image Number 2
Image Type OTHER; OTHER
Acquisition Number 3
Acquisition Date 1991.12.13
Acquisition Time 18:17:40

Module IMAGE PLANE

Pixel Spacing 1.37
Slice Thickness 6.000000
Slice Location -42.000000

Module IMAGE PIXEL

Samples per Pixel 1
Photometric Interpretation MONOCHROME2
Rows 256
Columns 256
Bits Allocated 16
Bits Stored 16
Pixel Representation 1
Smallest Image Pixel Value 0
Largest Image Pixel Value 1717

Module MR IMAGE

Image Type OTHER; OTHER
Samples per Pixel 1
Photometric Interpretation MONOCHROME2
Bits Allocated 16
Scanning Sequence SE
Sequence Variant NONE
Repetition Time 1200
Echo Time 20
Number of Averages 4
Imaging Frequency 64.053442
Imaged Nucleus H
Reconstruction Diameter 350.72
Transmitting Coil BODY

Module VOI LUT

Window Center 822
Window Width 1438

Module SOP COMMON

SOP Class UID 1.2.840.10008.5.1.4.1.1.40
SOP Instance UID 64.572.218.916

Fichier DICOM

- Agréger l'ensemble des objets dans un fichier.
 - ▶ Entête : pré-entête et objets.
 - ▶ Image : données brutes de l'image.
- Les détails au prochain cours.

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices...

- Norme complète et évolutive :
 - ▶ Pas limitée à la radiologie (oncologie, hématologie, dermatologie, ophtalmologie, cardiologie, ORL, . . .).
 - ▶ Annotations sur les images, compression.
- Liberté du choix d'achat d'équipement car indépendance du fournisseur.
- Distribution d'images possible : support des protocoles de communication standards, TCP/IP notamment.

Points faibles

- Complexe :
 - ▶ Difficile à comprendre.
 - ▶ Informatique de niche.
- Nécessité de patience : intégration progressive par les fournisseurs.
- Périmètre limité : traite de la connectivité, mais pas des fonctionnalités des logiciels.
- Besoin d'un niveau de conformité.

- La norme prévoit un document "DICOM Conformance Statement" dont le plan et la structure sont prédéfinis.
- Par ce document, le fournisseur précise le niveau de conformité de son équipement à la norme DICOM.
 - ▶ Applicable sur chaque modèle, chaque version.
 - ▶ Le document suit un plan prévu dans le standard.
 - ▶ Liste des SOP Class supportées et des rôles assurés (SCU, SCP).

Pièges et difficultés

- Divergences/erreurs d'interprétation de la norme.
- DICOM autorise le stockage d'informations spécifiques.
 - ▶ Risque : faire du propriétaire sous le label DICOM
- DICOM propose différentes alternatives pour décrire l'information.
 - ▶ Annotations : 3 moyens de les transmettre.
- Manque d'information disponible à l'installation sur l'activation des services DICOM.

Quelques contre-vérités

- "Je n'arrive plus à envoyer mes images. C'est à cause de DICOM!"
Faux DICOM utilise le réseau, qui peut avoir ses défaillances.
- "DICOM dégrade la qualité de mes images."
Faux DICOM n'invente rien : il repose sur des formats d'image qui peuvent ou non être compressés.
- "Ne vous inquiétez pas, je supporte entièrement DICOM"
Faux Remarque bien présomptueuse. . . Possible, mais est-ce réaliste ?

- Norme incontournable.
- Très largement et rapidement adoptée par la majorité des acteurs.
- Plus large couverture que l'imagerie radiologique
 - ▶ Rapport structuré.
 - ▶ Ouverture à toutes les imageries.
- Norme évolutive.

Rappel du plan

- 1 Notions préliminaires
- 2 Histoire du DICOM
- 3 Principes de DICOM
 - Objectifs de DICOM
 - Fondements théoriques
- 4 Objets DICOM
- 5 Conclusions
- 6 Exercices. . .

Pour le prochain cours

Exercice 1

Trouver l'ensemble des attributs obligatoires pour une IRM.

Il faudra regarder le chapitre 3 de la norme :

<http://dicom.nema.org/standard.html>

Exercice 2

Compléter le schéma de la page 23 :

- entités ;
- modules ;
- et attributs.

Respectez le code couleur ou précisez le type de module/attribut.

Aidez-vous de la même ressource que pour l'exercice précédent.

Exercice 3

Jusqu'à combien pouvez-vous compter avec vos 10 doigts ?