

**Norme Digital imaging
and communication in
medicine (DICOM) :
Imagerie numérique et
communication en
médecine**

Table des matières



Introduction	4
I - Pourquoi une norme spécifique pour les images médicales ?	6
1. Identification unique des images produites	6
2. Cette norme est indépendante des appareils et des protocoles de communication	6
3. Vocabulaire contrôlé et adaptabilité	6
II - Généralités	8
1. Caractéristiques principales de DICOM	8
III - Parties standard du DICOM	10
1. PS3.1 : Introduction et aperçu (équivalent de ce document)	10
2. PS3.2 : Conformité	10
3. PS3.3 : Définitions des objets d'information ;	11
4. PS3.4 : Spécifications des classes de service	11
5. PS3.5 : Structures de données et encodage	11
6. PS3.6 : Dictionnaire de données	11
7. PS3.7 : Échange de messages	12
8. PS3.8 : Support de communication en réseau pour l'échange de messages	12
9. PS3.9 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour l'échange de messages)	12
10. PS3.10 : Stockage des médias et format de fichier pour l'échange de médias	12
11. PS3.11 : profils d'applications de stockage de médias	13
12. PS3.12 : Formats et supports physiques	13
13. PS3.13 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour la gestion de l'impression) .	14
14. PS3.14 : Fonction d'affichage standard en niveaux de gris	14
15. PS3.15 : profils de sécurité et de gestion du système	14

16. PS3.16 : Ressource de cartographie du contenu	14
17. PS3.17 : Informations explicatives	14
18. PS3.18 : Services web	14
19. PS3.19 : Hébergement d'applications	15
20. PS3.20 : Rapports d'imagerie utilisant l'architecture de document clinique HL7	15
IV - Principes du SOP	16
1. Langage DICOM	16
Conclusion	17

Introduction



Dans le domaine de l'informatique de santé, le présent cours aborde l'échange d'images numériques et d'informations relatives à la production et à la gestion de ces images, entre un équipement d'imagerie médicale et les systèmes concernés par la gestion et la communication de ces informations.

Outre les images numériques issues des examens médicaux, les fichiers DICOM véhiculent aussi nombre d'informations textuelles concernant le patient (état civil, âge, poids, etc.), l'examen réalisé (région explorée, technique d'imagerie utilisée, etc.), la date d'acquisition, le praticien etc. Ces fichiers ne peuvent être lus et modifiés que par des logiciels spécialisés.

Les croissantes évolutions des systèmes d'acquisition d'images, des systèmes d'archivage et d'information dans le cadre médical, ont produit dans les années 80 d'important besoin en connectivité et en inter-opérabilité des équipements médicaux.

Afin d'aider à la manipulation et à la visualisation d'images, les professionnels du médical (notamment les radiologues) et les fabricants d'équipements médicaux ont développé dans un effort international commun le standard DICOM.

DICOM désigne la norme pour les fichiers numériques créés lors d'examens d'imagerie médicale. Elle recouvre aussi les spécifications concernant leur archivage et leur transmission en réseau (aspects particulièrement importants dans le milieu médical).

Indépendant des technologies (scanner, IRM, etc.), et des constructeurs, elle permet de standardiser l'accès aux résultats d'imagerie médicale.

La norme a été créée par l'ACR (American College of Radiology) en association avec la NEMA (National Electrical Manufacturers Association). Elle est régulièrement mise à jour par ces deux comités auxquels se sont joints d'autres comités d'experts internationaux tels le JRIA (Japan Radioisotope Association) au Japon, l'ANSI aux USA, le CENTC251 en Europe.

La norme DICOM ne définit pas qu'un simple format d'image, elle est plutôt étoffée. Elle définit des méthodes de connexion, de transfert et d'identification des données médicales. C'est à partir d'un "Document de Conformité" (Conformance Statement) émis par chacune des machines respectant cette norme qu'il est possible d'interconnecter des appareils.

Elle garantit donc aux équipements de communiquer localement ou à distance à travers un média, tout en assurant la compatibilité des équipements.

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO.

Cette norme DICOM de l'ISO 12052:2017 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 215, Informatique de santé.

ISO 12052:2017 a trait à l'informatique médicale. Dans ce domaine, il s'intéresse à l'échange d'informations numériques entre un équipement d'imagerie médicale et d'autres systèmes en spécifiant :

- pour les communications réseau, un ensemble de protocoles devant être suivis par les dispositifs ;
- la syntaxe et la sémantique des commandes et les informations associées pouvant être échangées à l'aide de ces protocoles;
- les informations qui doivent être fournies avec une implémentation pour laquelle la conformité à ce document est revendiquée.

Dans la mesure où de tels équipements peuvent interopérer avec d'autres dispositifs médicaux et systèmes d'information, le domaine d'application de cette norme doit recouper d'autres domaines de l'informatique médicale. Il n'en traite cependant pas toute l'étendue.

ISO 12052:2017 a été élaboré en insistant sur l'imagerie médicale de diagnostic telle qu'elle est pratiquée en radiologie, cardiologie, pathologie, dentisterie, ophtalmologie et disciplines associées, et sur les thérapies basées sur l'image, telles que la radiologie interventionnelle, la radiothérapie et la chirurgie.

ISO 12052:2017 facilite l'interopérabilité des systèmes revendiquant la conformité dans un environnement multifournisseurs, mais ne garantit pas, par lui-même, l'interopérabilité.

Pourquoi une norme spécifique pour les images médicales ?



1. Identification unique des images produites

Un service de Radiologie produit plusieurs dizaines de milliers d'images chaque jour (un scanner peut produire des milliers d'images par jour).

Il n'est pas possible de classer ces images dans un format courant de type JPEG ou GIF sans risque de pertes des données démographiques de l'images, (nom du patient, type d'examen, hôpital, date d'examen, type d'acquisition etc...).

La norme DICOM permet de rendre unique chaque image produite et de lui associer des informations spécifiques.

Ainsi chaque image est autonome : si elle est perdue, reproduite ou renommée, il sera toujours possible d'identifier formellement son origine, le patient, la date, la série d'où elle provient, les paramètres d'acquisition etc.

La norme DICOM n'est pas rigide, elle implique des informations obligatoires et d'autres optionnelles. Plusieurs numéros d'identification uniques UID (Unique Identifier) sont générés automatiquement par les appareils d'imagerie DICOM et obligatoirement présents dans chaque image DICOM.


2. Cette norme est indépendante des appareils et des protocoles de communication

La norme DICOM est utilisée au niveau applicatif : elle permet la communication des logiciels entre-eux indépendamment du fabricant (ceci sous-entend que les connections de bas niveau, câblages et protocoles réseaux sont établies).

3. Vocabulaire contrôlé et adaptabilité

Il est important que d'une machine à l'autre le vocabulaire soit identique afin que les données soient toujours identifiées et retrouvées de la même façon. DICOM utilise la norme SNOMED (Systemized Nomenclature for Medicine) mise au point par les anatomo-pathologistes.

DICOM est désormais adopté par les cardiologues, les dentistes, les anatomopathologistes et les gastro-entérologues.

 *Définition*

SNOMED, nomenclature systématisée de médecine, est un concept utilisé pour indexer des parties de dossier patient. Au

cours de leur pratique, les médecins créent les descriptions du patient qui font partie de l'enregistrement patient. SNOMED est

une langue pour le codage et la recherche des comptes rendus

Généralités


 II

1. Caractéristiques principales de DICOM

Définition

La production quotidienne massive d'images médicales ne peut être archivée dans un format commun de type JPEG au risque de perdre des données associées à l'image tels que nom du patient, type d'examen, hôpital, etc. .

..

Elle représente un progrès réel car elle permet de prédire la possibilité d'interconnexion des appareils à partir d'un Document de Conformité ou " Conformance Statement " émis pour chacune des machines respectant cette norme.

Le format DICOM permet de rendre unique chaque image produite et de lui associer des informations spécifiques.

Cela a pour conséquence de produire des images autonomes dans la mesure où il est toujours possible d'identifier formellement leurs origines en cas de perte, de renommage ou de reproduction.

Le format est de taille variable. Il contient des informations obligatoires et d'autres optionnelles.

Chaque image DICOM contient obligatoirement plusieurs types de numéros d'identification unique UID (Unique Identifier) générés automatiquement par les appareils.

Il ne peut exister deux UID identiques pour désigner des informations différentes, et ceci quelque soit la machine et sa localisation.

Cette unicité est nécessaire non seulement pour des raisons médico/médico-légal, mais aussi pour permettre la formation et la gestion de bases de données.

Nous distinguons dans le tableau ci-dessous les IUD obligatoires :

SOP Class UID	Identifie le type de Service/Objet auquel est destiné l'image
Study Instance UID	Identifie un examen entier, en temps et lieu
Series Instance UID	Identifie une série d'images au sein de l'examen
SOP Instance UID	Identifie l'image associée au fichier

En plus, le format utilise un vocabulaire contrôlé particulier à la médecine. On identifie les données de façon universelle quelque soit la machine. DICOM utilise la norme SNOMED (Systemized Nomenclature for Medicine).

La norme se compose aujourd'hui de 20 standards

- PS3.1 : Introduction et aperçu (équivalent de ce cours) ;
- PS3.2 : Conformité ;
- PS3.3 : Définitions des objets d'information ;
- PS3.4 : Spécifications des classes de service ;
- PS3.5 : Structures de données et encodage ;
- PS3.6 : Dictionnaire de données ;
- PS3.7 : Échange de messages ;
- PS3.8 : Support de communication en réseau pour l'échange de messages ;
- PS3.9 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour l'échange de messages);
- PS3.10 : Stockage des médias et format de fichier pour l'échange de médias ;
- PS3.11 : profils d'applications de stockage de médias ;
- PS3.12 : Formats et supports physiques ;
- PS3.13 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour la gestion de l'impression);
- PS3.14 : Fonction d'affichage standard en niveaux de gris ;
- PS3.15 : profils de sécurité et de gestion du système ;
- PS3.16 : Ressource de cartographie du contenu ;
- PS3.17 : Informations explicatives ;
- PS3.18 : Services web ;
- PS3.19 : Hébergement d'applications ;

Parties standard du DICOM

III

1. PS3.1 : Introduction et aperçu (équivalent de ce document)

Elle fait référence, de manière normative et dans son intégralité au processus de la norme DICOM.

Elle permet de mieux comprendre tous les concepts en rapport avec la norme : champ d'application (applicabilité mondiale et localisation), maintenance continue, conformité, modèle de cohérence des informations

La spécification accessible au public connue sous le nom de la norme "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), PS 3".

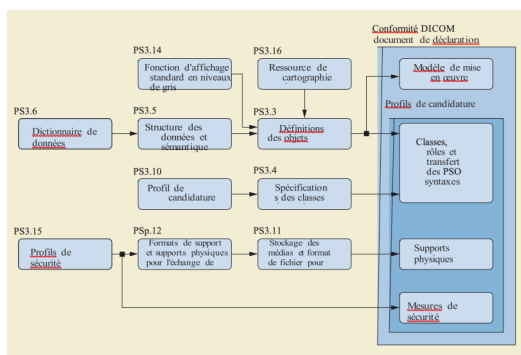
2. PS3.2 : Conformité

PS3.2 de la norme DICOM définit les principes énumérés ci-dessous que les mises en œuvre revendiquant la conformité à la norme DICOM suivra.

La conformité ne spécifie pas de procédure de test / validation pour évaluer la conformité d'une mise en œuvre à la norme DICOM

Une déclaration de conformité se compose des parties suivantes :

- qui est reconnu par cette mise en œuvre ;
- ensemble de classes de service que cette mise en œuvre soutient ;
- ensemble de protocoles de communication ou de supports physiques que cette mise en œuvre prend en charge ;
- ensemble de mesures de sécurité que cette mise en œuvre soutient.



Exemple de processus de conduite pour une demande de conformité des médias

3. PS3.3 : Définitions des objets d'information ;

PS3.3 de la norme DICOM spécifie un certain nombre de classes d'objets d'information qui fournissent une définition abstraite des entités du monde réel applicables à la communication d'images médicales numériques et d'informations connexes

Par exemple, formes d'onde, rapports structurés, dose de radiothérapie, etc.

Chaque définition de classe d'objets d'information consiste en une description de son objet et des attributs qui le définissent. Une classe d'objets d'information n'inclut pas les valeurs des attributs qui constituent sa définition.

4. PS3.4 : Spécifications des classes de service

PS3.4 de la norme DICOM définit un certain nombre de classes de service. Une classe de service associe un ou plusieurs objets d'information à une ou plusieurs commandes à exécuter sur ces objets.

Elle contient un certain nombre d'annexes normatives qui décrivent en détail les différentes classes de services.

Voici quelques exemples de classes de service :

- Classe de service de stockage ;
- Classe de service de recherche/récupération ;
- Classe de service de base de gestion des listes de travail ;
- Classe de service de gestion de l'impression.

PS :

- PS3.4 définit les opérations effectuées sur les Objets d'information définis dans PS3.3.
- PS3.7 définit les Commandes et les protocoles d'utilisation des Commandes pour accomplir les opérations et les notifications décrites dans PS3.4.

5. PS3.5 : Structures de données et encodage

PS3.5 de la norme DICOM spécifie comment les applications DICOM construisent et encodent les informations des ensembles de données résultant de l'utilisation des classes d'objets et de services d'information définies dans PS3.3 et PS3.4 de la norme DICOM

Il traite des règles de codage nécessaires à la construction d'un flux de données à transmettre dans un message spécifié dans PS3.7 de la norme DICOM

6. PS3.6 : Dictionnaire de données

PS3.6 de la norme DICOM est le registre centralisé qui définit la collecte de tous les éléments de données DICOM disponibles pour représenter les informations, ainsi que les éléments utilisés pour le codage des supports interchangeables et une liste d'éléments identifiés de manière unique qui sont attribués par DICOM

7. PS3.7 : Échange de messages

PS3.7 de la norme DICOM spécifie à la fois le service et le protocole utilisés par une application dans un environnement d'imagerie médicale pour échanger des messages sur les services de support de communication définis dans PS3.8.

Un message est composé d'un flux de commande défini dans la norme PS3.7 suivi d'un flux de données optionnel tel que défini dans la norme PS3.5.

PS3.7 précise :

- les opérations et notifications ;
- les règles (établir et mettre fin aux associations , qui régissent l'échange des demandes et des réponses , d'encodage nécessaires à la construction des flux de commande et des messages)

8. PS3.8 : Support de communication en réseau pour l'échange de messages

PS3.8 de la norme DICOM spécifie les services de communication et les protocoles de couche supérieure nécessaires pour prendre en charge, dans un environnement en réseau, la communication entre les applications DICOM telles que spécifiées dans PS3.3, PS3.4, PS3.5, PS3.6 et PS3.7

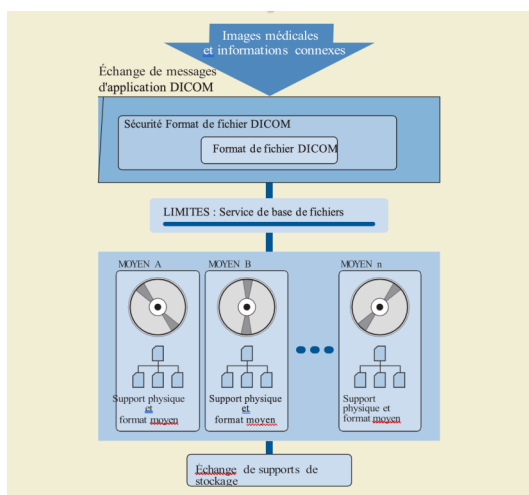
Ces services et protocoles de communication garantissent que la communication entre les applications DICOM est effectuée de manière efficace et coordonnée sur le réseau.

9. PS3.9 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour l'échange de messages)

PS3.9 de la norme DICOM spécifiait auparavant les services et protocoles utilisés pour le point à point d'une manière compatible. Il a été mis hors service

10. PS3.10 : Stockage des médias et format de fichier pour l'échange de médias

PS3.10 de la norme DICOM spécifie un modèle général pour le stockage des informations d'imagerie médicale sur des supports amovibles



Modèle général pour le stockage des informations d'imagerie médicale sur des supports amovibles

11. PS3.11 : profils d'applications de stockage de médias

PS3.11 de la norme DICOM spécifie les sous-ensembles de la norme DICOM spécifiques à l'application auxquels une mise en œuvre peut prétendre à la conformité.

Elle suit le cadre, défini dans la norme PS3.10, pour l'échange de divers types d'informations sur les supports de stockage

L'annexe du profil de candidature est organisée en grandes parties comme suit :

- le nom du profil de candidature ou la liste des profils de candidature regroupés dans une classe connexe ;
- une description du contexte clinique du profil de candidature ;
- la définition de la classe de service de stockage des supports avec les rôles des appareils pour le profil d'application et options associées ;
- une section informative décrivant les exigences opérationnelles du profil de candidature ;
- la spécification des classes d'objets d'information et des objets d'information associés pris en charge et le codage à utiliser pour le transfert des données ;
- la sélection des formats de médias et des supports physiques à utiliser ;
- d'autres paramètres qui doivent être spécifiés pour assurer l'interopérabilité des échanges de médias ;
- les paramètres de sécurité qui sélectionnent les techniques cryptographiques à utiliser avec les profils d'application de stockage sur support sécurisé.

12. PS3.12 : Formats et supports physiques

PS3.12 de la norme DICOM facilite l'échange d'informations entre les applications dans les environnements médicaux en précisant :

- une structure permettant de décrire la relation entre le modèle de stockage des médias et un et le format des médias ;
- les caractéristiques physiques spécifiques des médias et les formats de médias associés.

13. PS3.13 : Retraité (anciennement support de communication point à point pour la gestion de l'impression)

PS3.13 précisait auparavant les services et les protocoles utilisés pour la communication point à point de l'impression services de gestion. Il a été mis à la retraite.

14. PS3.14 : Fonction d'affichage standard en niveaux de gris

PS3.14 spécifie une fonction d'affichage standardisée pour un affichage cohérent des images en niveaux de gris. Cette fonction fournit des méthodes de calibrage.

PS3.14 utilise le **modèle de Barten** du système visuel humain

15. PS3.15 : profils de sécurité et de gestion du système

PS3.15 de la norme DICOM spécifie les profils de sécurité et de gestion du système auxquels les implémentations peuvent prétendre à la conformité.

Les protocoles de sécurité peuvent utiliser des techniques de sécurité telles que les clés publiques et les "cartes à puce". Le cryptage des données peut utiliser divers schémas de cryptage de données standardisés.

16. PS3.16 : Ressource de cartographie du contenu

PS3.16 de la norme DICOM précise :

- des modèles pour structurer les documents en tant qu'objets d'information DICOM ;
- des ensembles de termes codés à utiliser dans les objets d'information ;
- un lexique des termes définis et tenus à jour par la DICOM ;
- les traductions des termes codés propres à chaque pays.

17. PS3.17 : Informations explicatives

PS3.17 de la norme DICOM précise :

- des annexes informatives et normatives contenant des informations explicatives

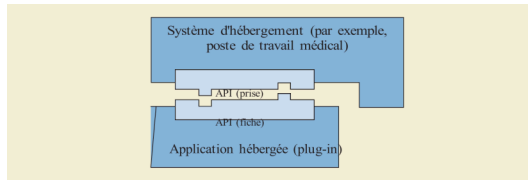
18. PS3.18 : Services web

PS3.18 de la norme DICOM spécifie les moyens par lesquels les services Web peuvent être utilisés pour récupérer ou le stockage d'un objet DICOM.

Les requêtes HTTP telles que définies dans la PS3.18 sont suffisantes pour que le serveur HTTP agisse comme un SCU DICOM (Service Class User) pour récupérer ou stocker les objets demandés à partir d'un SCP DICOM approprié (Service Class Provider) en utilisant la fonctionnalité DICOM de base telle que définie dans les PS3.4 et PS3.7

19. PS3.19 : Hébergement d'applications

PS3.19 de la norme DICOM spécifie une interface de programmation d'application (API) pour un système informatique médical basé sur la norme DICOM dans lequel les programmes écrits sur cette interface standardisée peuvent se "brancher"



Interface entre une application hébergée et un système d'hébergement

20. PS3.20 : Rapports d'imagerie utilisant l'architecture de document clinique HL7

PS3.20 de la norme DICOM spécifie des modèles pour l'encodage des rapports d'imagerie utilisant la norme HL7 Clinical Document Architecture (CDA).

PS3.20 constitue un guide de mise en œuvre pour CDA, et est harmonisé avec l'approche des modèles standardisés pour les guides de mise en œuvre de HL7-CDA

Principes du SOP

IV

1. Langage DICOM

La norme DICOM est un langage orientée objet. Chaque objet DICOM, le plus souvent une image, contient à la fois des informations (nom du patient, pixels de l'image, etc...) et des fonctions (imprimer, sauvegarder, etc ...) que doit subir ces informations.

Le traitement DICOM d'une information consiste donc à appairer un objet DICOM <<Information Object>> à une fonction spécifique <<Service Class>>. Cette combinaison est appelée <<Service/Object Pair>> ou <<SOP>>.

Information sur Objet + Classe de Service = SOP
ou par exemple :
Une Image + Imprimer = Un service DICOM

SOP

Cette parité Objet/Service est l'élément principal de la conformité à la norme. Elle est identifiée par un identifiant unique UID : SOP Class UID (voir PS 3.6)

Pour ce conformer à une Classe de « Parité Objet/Service », une machine (« Application Entity AE ») doit pouvoir gérer un type particulier d'image et réaliser un type spécifique de traitement (ou service) correspondant à la définition de <<Classe de Parité>>(voir PS 3.4).

De plus cette classe doit spécifier si le service DICOM est employé en tant qu'utilisateur (Service Class User : SCU) ou en tant que fournisseur (Service Class Provider : SCP).

Pour illustrer et présenter le contenu d'une classe SOP, en voici un exemple dans le tableau ci-dessous qui se rapporte à l'acquisition d'une image par scanner CT (Computer Tomography)

On peut donc lui assigner la fonction couramment utiliser ; le <<Storage>> identifié par l'UID

Information Entity	Modules	Référence à PS 3.3
Patient	Patient	C.7.1.1
	Clinical Trial Subject	C.7.1.3
Study	General Study	C.7.2.1
	Patient Study	C.7.2.2
	Clinical Trial Study	C.7.2.3
Series	General Series	C.7.3.1
	Clinical Trial Series	C.7.3.2
Frame of Reference	Frame of Reference	C.7.4.1
Equipment	General Equipment	C.7.5.1
Image	General Image	C.7.6.1
	Image Plan	C.7.6.2
	Image Pixel	C.7.6.3
	Contrast/bolus	C.7.6.4
	CT image	C.8.2.1
	Overlay Plane	C.9.2
	VOI LUT	C.11.2
	SOP Common	C.12.1

Les modules contenus dans un objet CT Image

Nous y trouvons des modules sur le patient, l'étude, les séries, l'image de référence, l'équipement et l'image.

Chaque module, faisant référence à une section du PS 3.3 <<Information Object Definition>>, possède des attributs spécifiques à définir (dont les valeurs sont mentionnées)

Conclusion



La conformité à la norme DICOM se fait par le biais de classes SOP spécifiées utilisant

- les messages DIMSE (voir PS3.4),
- les services web (voir PS3.18),
- l'échange de médias (voir PS3.4 et PS3.10),
- ou l'API d'application hébergée (voir PS3.19).

Le format de fichier DICOM fournit un moyen d'encapsuler l'ensemble des données représentée par une <<Instance SOP>> relative à une définition de l'objet d'une classe SOP

Des demandes de conformité supplémentaires peuvent être faites aux Profils (voir PS3.11 et PS3.15).

Une fois qu'une telle unité de conformité est spécifiée dans la norme DICOM, toutes les modifications qui y sont apportées sont compatibles en amont et en aval (sauf dans les rares cas où la spécification originale était non interopérable ou en conflit avec une autre norme).

Les exigences de conformité et les déclarations de conformité sont donc référencées au nom et/ou à l'identifiant de la caractéristique, et jamais à une édition de la norme DICOM.