

# Projet RE52 - Semestre A04

## Réalisation de la plate-forme réseau DICOM

### Etude & Conception

#### I. Contexte :

La norme DICOM définit une méthode de communication pour les différents équipements d'imagerie médicale numérique. Cette norme a été créée pour faire communiquer plusieurs appareils médicaux et leur permettre de s'échanger des images et des données quel que soit leur emplacement physique (dans le même hôpital ou entre des hôpitaux) tout en assurant une compatibilité avec les protocoles réseaux déjà existants notamment dans le réseau Internet.

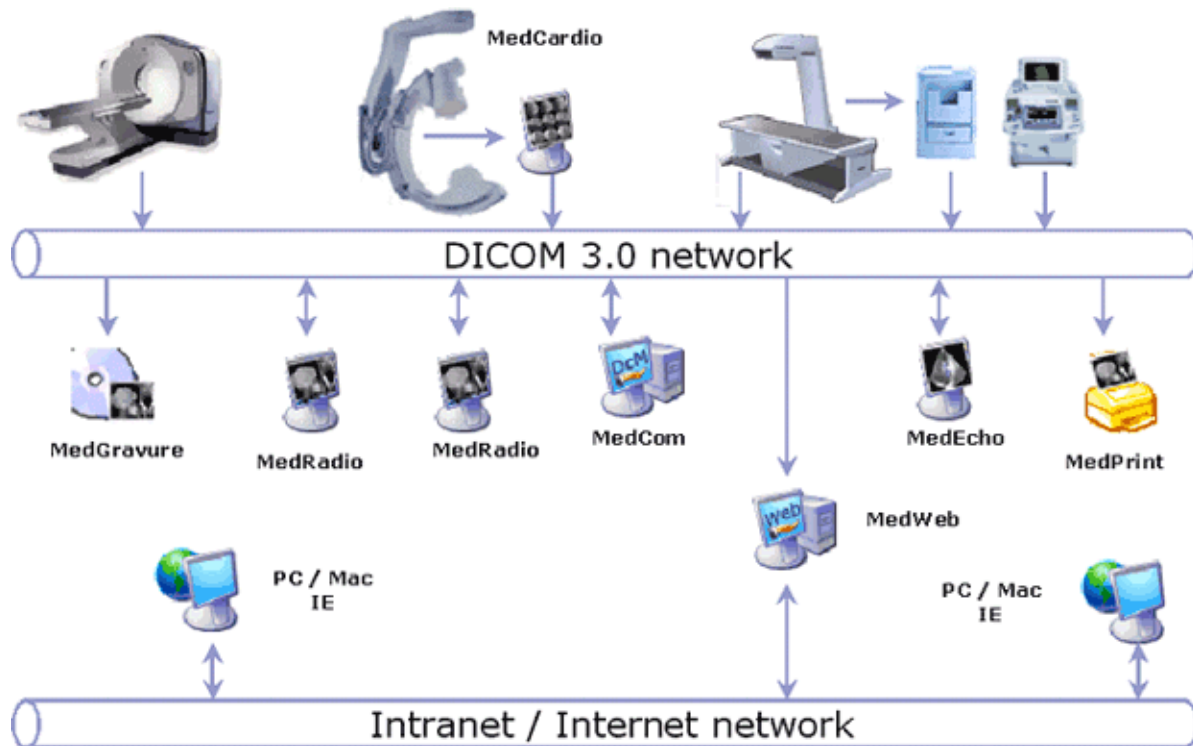


Figure 1 : Plate forme réseau DICOM

#### II. Modèle général de communication DICOM :

La figure 2 représente la réalisation des échanges de données. Ce modèle comporte trois types de piles de protocoles pour le support de communication entre des Entités d'Application DICOM :

- Communication selon le modèle point à point.
- Communication selon le modèle OSI
- Communication selon le modèle TCP/IP.

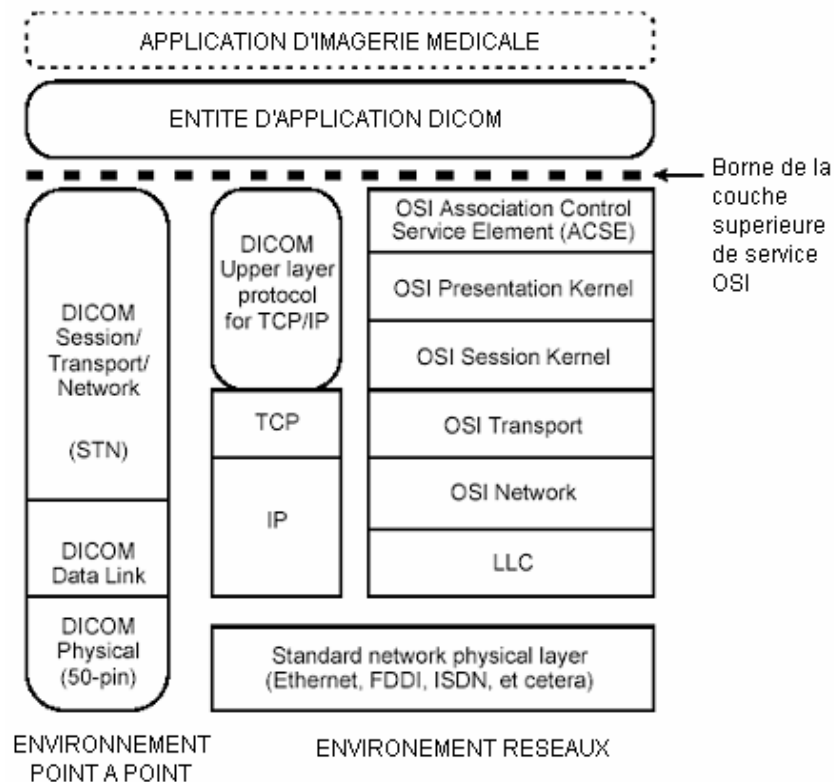


Figure 2 : Architecture protocolaire DICOM

On va s'intéresser uniquement à la communication selon le modèle TCP/IP, vu qu'elle est la plus utilisée dans les communication réseaux. Sur la figure 2, les composants représentés par des rectangles à coins arrondis correspondent aux éléments développés dans la norme DICOM.

### 1. Couche supérieure DICOM de communication selon le protocole TCP/IP (DICOM Upper layer Protocol) :

Cette couche qui se trouve juste au-dessus de la couche TCP/IP assure la liaison entre la couche de transport TCP et l'entité d'application DICOM, en respectant les règles suivantes :

- Chaque couche d'association doit être supportée par une seule connexion TCP.
- Le port TCP standard pour les applications DICOM est 104 (mais il peut être paramétrable).
- Les Entités d'Application doivent avoir le choix aussi de communiquer via une connexion sécurisée.

#### a. Ouverture d'une connexion TCP

Avant l'établissement d'une association DICOM, il faut d'abord établir une connexion TCP, une fois la connexion établie une ASSOCIATE RQ PDU est envoyée.

Si une entité de la couche DICOM est activée, elle attend (en mode passif) l'établissement de la connexion TCP par un système d'écoute (attente de TCP CONNECTION INDICATION). Une fois arrivée, un temporisateur ARTIM est initialisé.

## b. Transfert des données dans une connexion DICOM

L'échange des PDU (lecture / écriture) sur une connexion TCP établie doit suivre les spécifications des états machines de la couche supérieure du protocole DICOM et la structure des PDU de cette couche (§ 2).

## c. Fermeture de connexions TCP

La fermeture d'une connexion TCP peut survenir dans plusieurs cas de figure. Nous allons citer les plus importants :

- Après l'envoi de A-RELEASE-RQ et la réception de A-RELEASE-RP PDU.
- Après l'établissement d'une connexion TCP et la non-réception de A-ASSOCIATE-RQ après l'expiration du temporisateur ARTIM.
- Réception de A-ABORT-PDU.
- Renvoi de A-ABORT-PDU et la non-fermeture de la connexion après ARTIM.
- Problèmes dans la connexion TCP (i.e. NETWORK FAILURE).

→ La valeur de ARTIM doit être paramétrable en tenant compte de la configuration réseau.

## **2. Les états machines et les états d'action du protocole :**

Ce sont tous les cas possibles de communication et les différentes possibilités et scénarii qui peuvent exister durant une communication DICOM. (voir Annexe B : Protocole de la couche supérieure pour TCP/IP)

### a. Les états Machines :

Les états machines, ce sont les différents états possibles dans lesquels une entité DICOM peut être, ils expriment en général des états d'attente particulière d'un PDU spécifique. On distingue :

- Un état initial.
- Des états d'établissement d'association.
- Des états de transfert d'information.
- Des états de libération d'association.
- Des états de fermeture de connexion TCP.

### b. les actions Machines :

Les actions machines sont les différentes actions possibles qu'une entité d'application DICOM peut exécuter selon l'état dans lequel elle se trouve. Après la réalisation de l'action, l'état machine change généralement. On distingue :

- Actions reliées à l'établissement de l'association.
- Actions reliées au transfert d'information.
- Actions reliées à la libération d'association :
- Actions reliées à l'annulation d'association :

### c. Protocole de connexion DICOM :

La table des Transitions du protocole de la couche supérieur DICOM pour TCP/IP (voir annexe A) contient tous les scénarios possibles qui peuvent exister durant une connexion de type DICOM, (connexion normale sans erreur, connexion avec erreurs provenant du support, connexion avec erreurs provenant de l'entité DICOM).

les deux aspects de l'association : (demandeur d'association et receveur de l'association ) sont décrits dans cette table aussi.

la Table se lit comme suit :

Etant dans l'état (Sta1),

l'évènement A-ASSOCIATE Request se produit au niveau local

alors l'action (AE-1) est actionnée et la transition vers l'état (Sta4) est établie.

EVENTS	STATES	
	No assoc <sup>®</sup>	Assoc <sup>®</sup>
	Sta1	Sta2
A-ASSOCIATE Request (local user)	AE-1 Sta4	
Transport Conn. Confirm <sup>®</sup> (local transport service)		
A-ASSOCIATE-AC PDU (received on transport connection)		AA-1 Sta13

### 3. Structures des PDU de la couche supérieure DICOM :

Il y a sept types de Protocole Data Unit (PDU)

- A-ASSOCIATE-RQ PDU
- A-ASSOCIATE-AC PDU
- A-ASSOCIATE-RJ PDU
- P-DATA PDU
- A-RELEASE-RQ PDU
- A-RELEASE-RP PDU
- A-ABORT PDU

→ L'encodage des PDU se fait en (Big Endian)

→ L'encodage des messages PDV (Presentation Data Values) est défini par la syntaxe de transfert lors de l'établissement de l'association.

a. A-ASSOCIATE-RQ PDU/A-ASSOCIATE-AC PDU

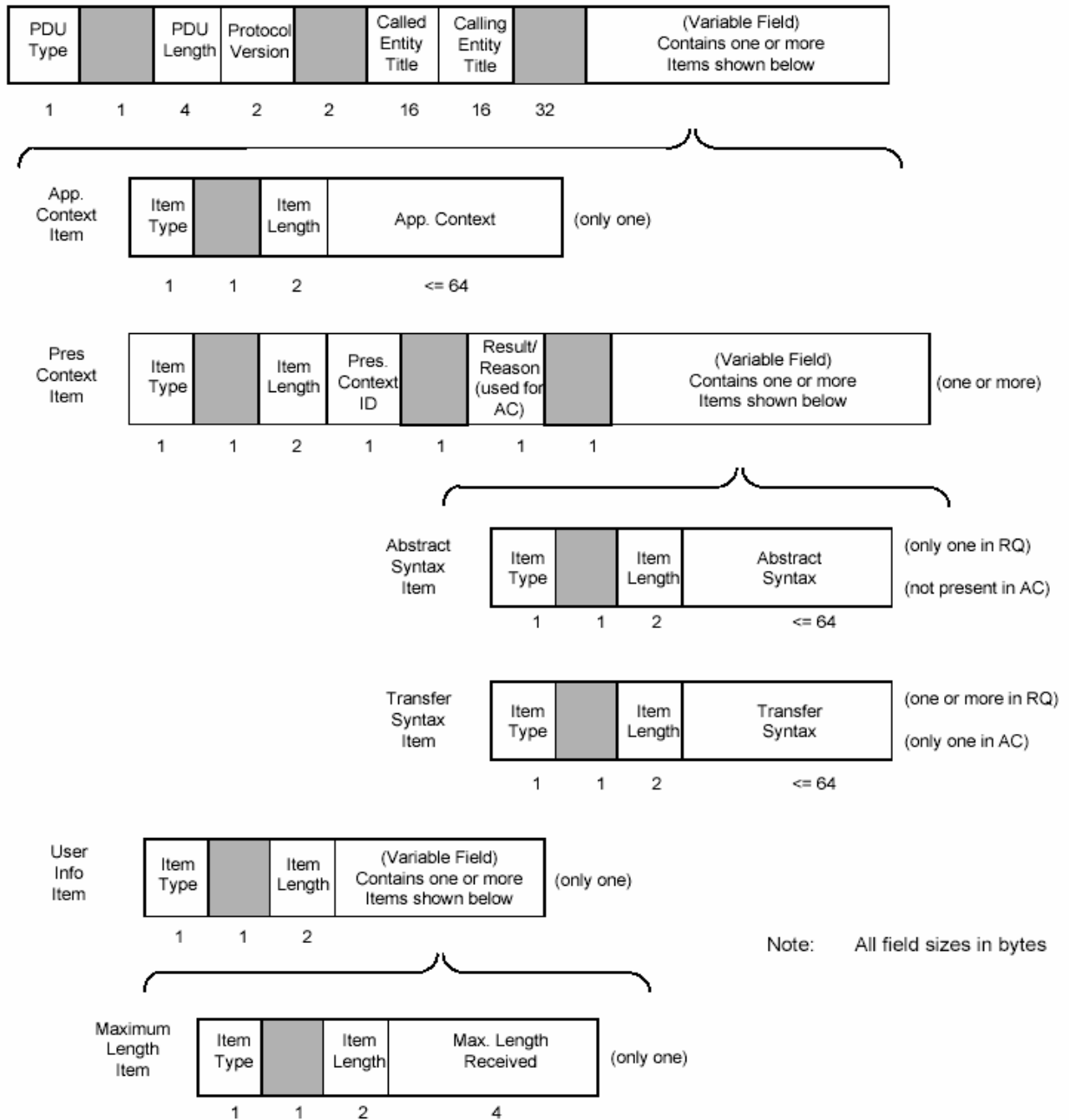


Figure 3 : Structure et encodage des Protocoles Data Units (PDU)

b. A-ASSOCIATE-RJ PDU/A-RELEASE-RQ/RP PDU/ A-ABORT PDU :

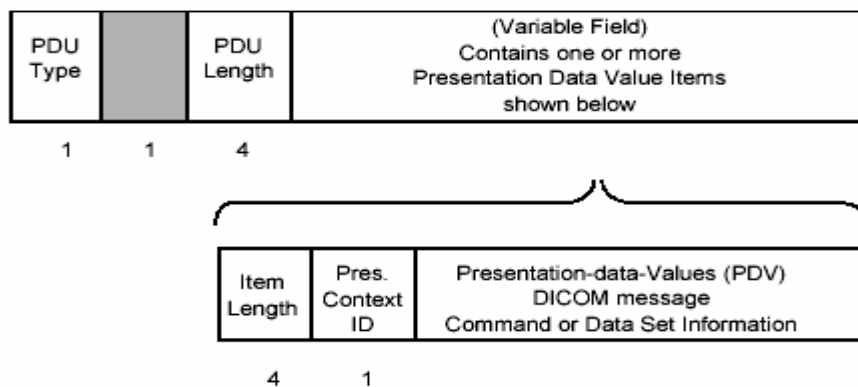


\*Note: Depending on the specific PDU this field may be used or reserved.

\* A ASSOCIATE-RJ :

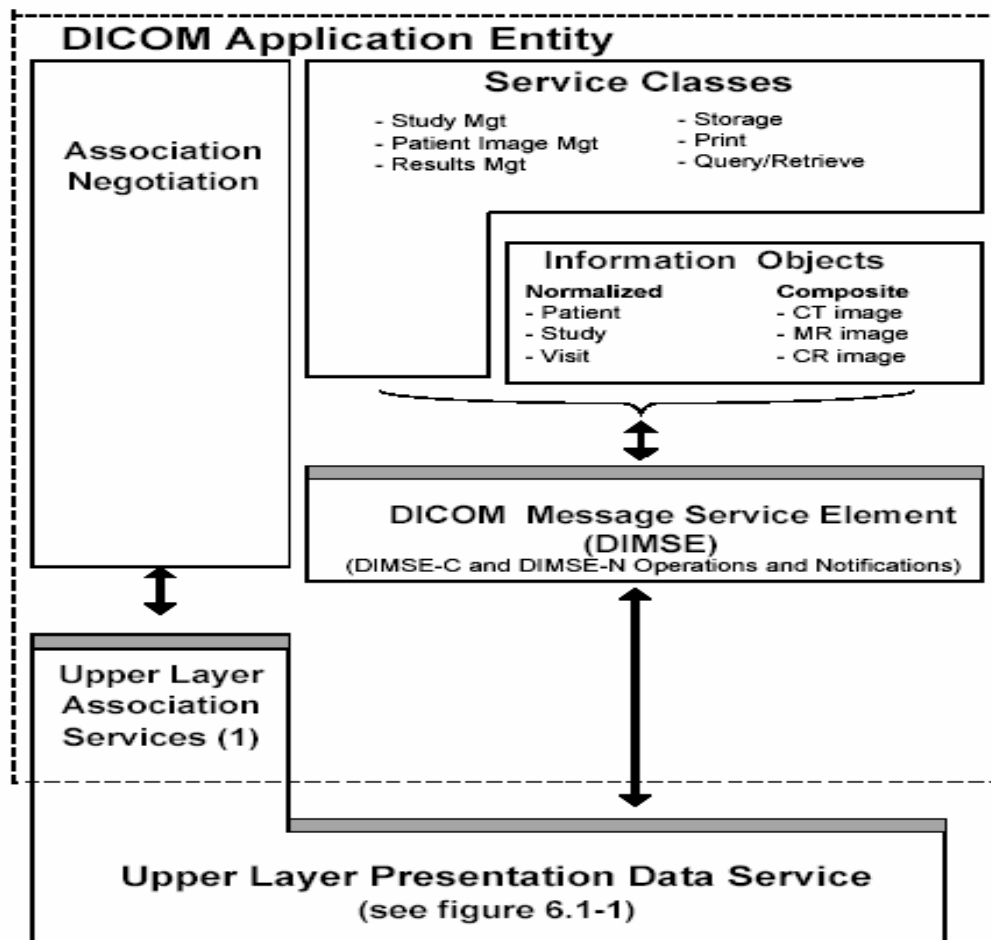
Nom du champ	Taille en octet	Valeur
PDU-Type	1	03H
Réservé	1	0
Longueur PDU	4	A partir du champ suivant jusqu'au dernier octet du champ variable.
Réservé	1	0
Résultat	1	= 1 pour rejet permanent ou = 2 pour rejet occasionnel
Source	1	= 1 pour DICOM SERVICE USER = 2 pour DICOM SERVICE PROVIDER = 3 pour Service PROVIDER liée à la présentation.
Raison	1	Si source = 1 → raison = 1...10 Si source = 2 → raison = 1 ou 2 Si source = 3 → raison = 0 .. 7

c. P-DATA PDU :



Il est constitué d'une séquence de champs obligatoires suivie par un champ variable (VARIABLE FIELD ) qui peut contenir une ou plusieurs valeurs de données de présentation (PRESENTATION DATA VALUES ), qui contiennent le message DICOM.

## Les communications par réseau



DICOM utilise les services définis au niveau 7, couche application, du modèle OSI. Les services de communication sont basés sur le service DIMSE (voir figure). DIMSE correspond aux ASE (Application Service Element) dans le modèle OSI. Le service DIMSE permet à des entités d'application DICOM d'invoquer une ou plusieurs opérations à travers le réseau. Ce service définit :

- Les règles de construction des messages utilisés durant les échanges (requêtes et réponses) entre deux entités d'application DICOM.
- Les règles de transfert des messages convoyant les requêtes et leurs réponses.

Ces règles permettent à une application d'interpréter les différents champs du message (opération à effectuer, notification d'un événement : erreur, accusé de réception ...). Par contre, elles ne définissent en aucun cas ce que le destinataire perçoit des informations transmises (partie "données") ni comment il exécute l'opération demandée. De la même

manière que la norme DICOM décrit des objets composites et des objets normalisés, il existe des services composites (DIMSE-C) et des services normalisés (DIMSE-N).

### ***Les services DIMSE-C***

Les services DIMSE-C ne sont applicables qu'aux objets composites. Ils ne fournissent que des services de type opération. Les principaux services composites sont : C-STORE, C-FIND, C-GET, C-MOVE et C-ECHO.

### ***Les services DIMSE-N***

Les services DIMSE-N ne sont applicables qu'aux objets normalisés. Ils fournissent aussi bien des services de type opération que de type notification. Les principaux services normalisés sont : N-EVENT-REPORT, N-GET, N-SET, N-ACTION, N-CREATE et N-DELETE.

### ***Comment fonctionne DICOM***

DICOM étant basé sur le modèle OSI, lorsqu'un utilisateur demande un échange de données, il y a d'abord établissement d'une association entre les deux systèmes participant à cet échange. A l'occasion de l'établissement de cette association, il y a sélection de la syntaxe d'échange et échange de la liste des services supportés par chacun des deux systèmes.

Ensuite, il y a exécution du service demandé par l'utilisateur. Enfin, il y a clôture de l'association.

Exemple de scénario entre une source d'image et un serveur d'images :

- Etablissement d'association par la source , à laquelle le serveur répond en offrant une liste de services disponibles et des codages associés (syntaxe de transfert).
- La source émet des messages (C-STORE REQUEST) incluant header+ pixels selon un des codages acceptés.
- Le serveur répond positivement ou négativement (C-STORE RESPONSE).
- A la fin des échanges, l'association est libérée.

### ***Principe de la négociation d'association DICOM***

L'établissement d'une association est la première phase de n'importe quel exemple de transmission entre toute paire d'entité d'application DICOM. qui utilise l'établissement d'une association pour négocier comment les données seront encodées et le type des données échangées. Elle se divise en trois parties :

#### **Application Context**

Il s'agit d'une négociation de haut niveau où on définit explicitement les informations nécessaires pour permettre le travail entre les entités d'application paires comme les éléments de services supportés. Le nom retourné est le contexte de l'application qui va être utilisé dans l'association.



## Presentation contexts negotiation

Elle définit la présentation des données dans l'association. Ce paramètre est utilisé dans A-ASSOCIATE-RQ/IND et est constitué d'une liste contenant :

- Un identifiant du contexte de présentation (PRESENTATION CONTEXT ID), utile pour distinguer les contextes de présentation dans la communication (c'est l'ASSOCIATION-RQ qui attribue un ID pour chaque contexte de présentation proposé dans l'association )
- Un élément de syntaxe abstraite (ABSTRACT SYNTAX ITEM) : Il n'est présent que dans l'ASSOCIATE-RQ.
- Un élément de syntaxe de transfert (TRANSFER SYNTAX ITEM ) : il y en a un dans le (AC) et un ou plusieurs dans le (RQ).

Pour chaque service un contexte de présentation doit être négocié.

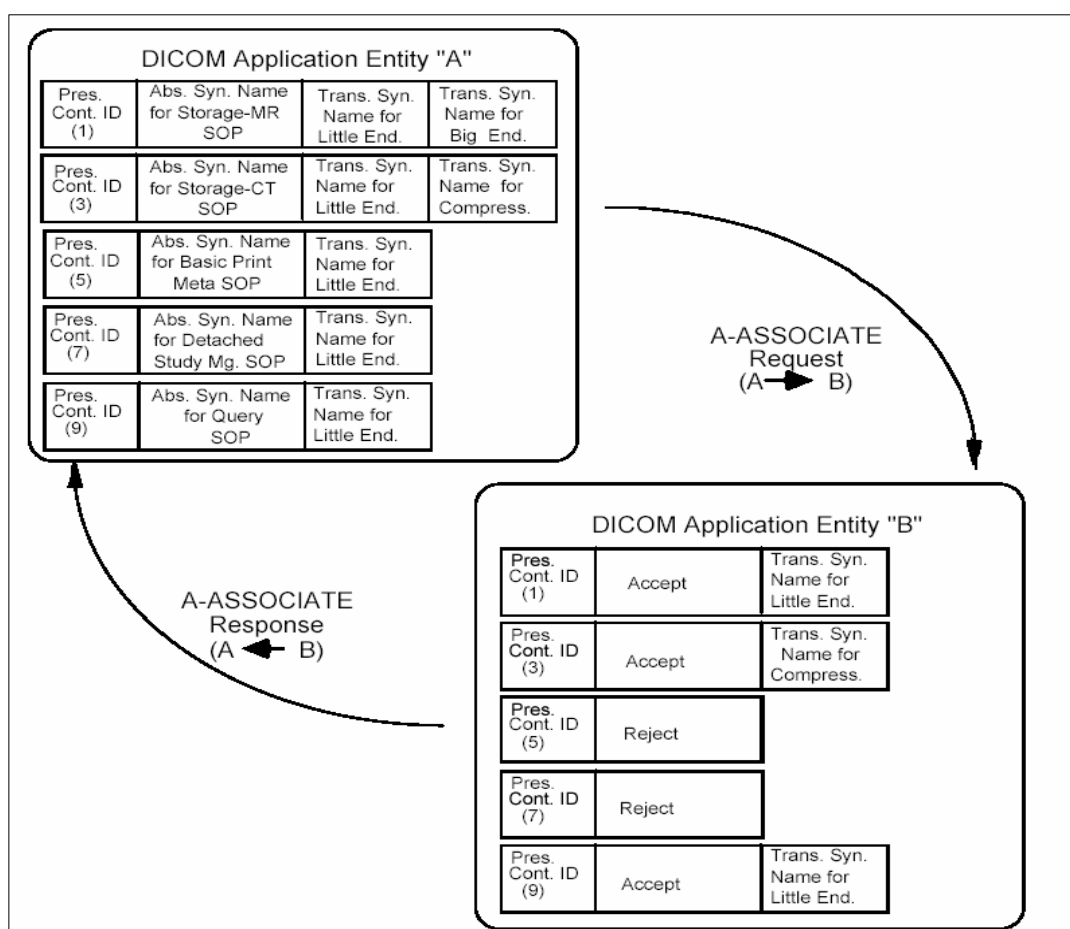


Figure 4 : Négociation de contexte de présentation

## Remarques :

Le demandeur d'association doit offrir plusieurs contextes de présentation par association. Chaque contexte de présentation supporte une syntaxe abstraite (reliée à un service et un type d'objet DICOM) et une ou plusieurs syntaxes de transfert. L'accepteur d'association peut

accepter ou refuser chaque contexte de présentation d'une façon individuelle. L'accepteur d'association accepte une seule syntaxe de transfert pour chaque contexte de présentation accepté.

### DICOM Application Association Information

Elle concerne les informations reliées aux échanges des données comme la longueur maximale des PDU DATA échangés ou l'échange des identificateurs qui permettront l'identification unique des entités d'applications.

## III. Travail à réaliser :

Le travail qui vous est demandé dans le cadre du projet est d'implanter les services de communication basés sur DIMSE, en respectant le fonctionnement du module réseau qui a été décrit.

Pour cela, il faut réaliser une interface qui est capable de produire tous les types de PDUs décrits précédemment pour réaliser les étapes de connexions TCP, de l'établissement de l'association et de la négociation entre deux entités DICOM distantes.

L'interface à réaliser peut se présenter sous forme d'une fenêtre d'accueil dans laquelle on distingue une barre de menu. La barre se composerait des 5 boutons suivants :

- Bouton Quitter
- Bouton Ouvrir
- Bouton DicoPerso
- Bouton NetDICOM
- Bouton Dicomiser



### 1. Bouton Quitter :

Il permet de quitter l'application, en effectuant avant de sortir des clôtures de connexion si elle est ouverte et des libérations mémoire de tout ce qui a été alloué durant le traitement et qui n'a pas été libéré automatiquement.



### 2. Bouton Ouvrir :

Il permet d'ouvrir un fichier en fonction de son type : fichier DICOM d'extension ".dcm" ou bien un fichier d'extension ".JPEG, .JPG, .GIF, .TIF".



### 3. Bouton DicoPerso :

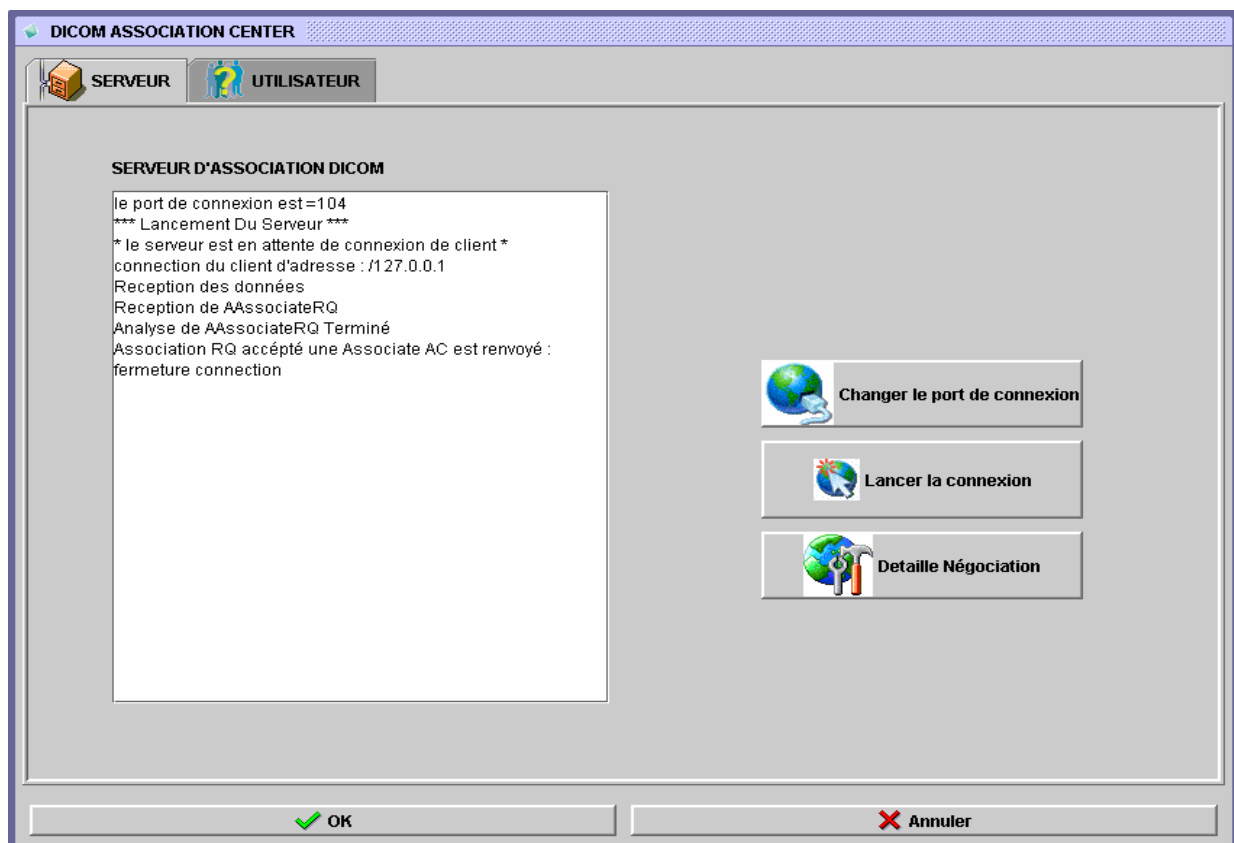
Chaque information DICOM (ex, nom patient, type d'acquisition) ont leur tag spécifique dans un dictionnaire DICOM mais parfois on trouve des informations qui n'existent pas dans le dictionnaire d'où l'idée de créer un dictionnaire personnel qui va servir comme étant une extension du dictionnaire standard et qui permet donc une extensibilité du programme. Les informations ajoutées sont stockées dans un fichier texte qui garantit un stockage permanent des données et la possibilité de modifier et de supprimer les champs.



## 2.4 Bouton NetDICOM :

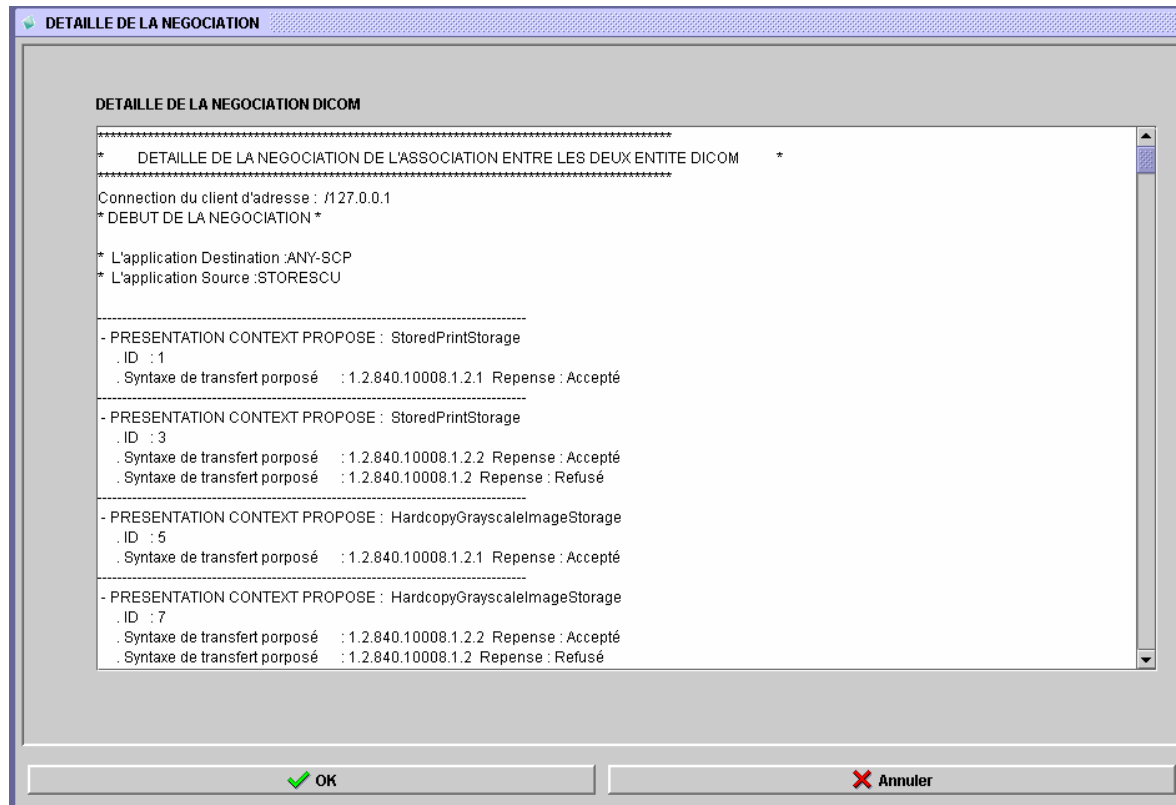
La partie Net DICOM s'occupe seulement de la partie négociation réseau et échange des primitives de négociation de l'association. Elle est composée de deux parties :

- Partie "Utilisateur" : cette partie correspond à la demande d'un utilisateur d'un service donné (impression, stockage, requête particulière...).
- Partie "Serveur" : cette partie essaye de satisfaire les demandeurs de services, elle s'occupe dans un premier temps d'établir l'association et de négocier les services proposés par les deux entités DICOM.



Le rôle du serveur est d'ouvrir une connexion sur un port (paramétrable grâce au bouton "Changer le port de connexion" ) et reste en attente de messages provenant d'une entité DICOM. (en cliquant sur le bouton "Lancer la connexion"). Après analyse du message, il doit donner une réponse adéquate (soit acceptation soit rejet).

Les détails de la négociation de l'association sont accessibles en cliquant sur le bouton « Détail Négociation » :



## 2.5 Bouton Dicomiser :

En cliquant sur ce bouton, une fenêtre s'affiche, elle invite l'utilisateur à introduire quelques informations ( à propos du médecin, du patient..), de choisir l'image à encoder en DICOM et le mode de compression souhaité.

Pour cela, il faut choisir l'image à encoder. Une fois le codage terminé, il faut sauvegarder le fichier DICOM créé

**Remarque :** les cinq fonctionnalités qui vous ont été proposées ne sont pas toutes à développer. La plus importante des fonctionnalités est bien sûr NetDICOM.

L'interface qui est décrite n'est qu'un exemple, vous pouvez proposer d'autres modèles. La seule contrainte de programmation est d'utiliser le **langage C pour la communication réseau** et de l'interfacer avec un autre langage de votre choix (java, flash, ...)

**Attention :** consulter le planning en annexe C.

## Annexe A : table des transitions du protocole de connexion DICOM

EVENTS \ STATES	No assoc <sup>n</sup>	Association establishment				Data transfer	Association release (normal & collision)						Wait for Tp Close
	Sta1	Sta2	Sta3	Sta4	Sta5	Sta6	Sta7	Sta8	Sta9	Sta10	Sta11	Sta12	Sta13
A-ASSOCIATE Request (local user)	AE-1 Sta4												
Transport Conn. Confirm <sup>n</sup> (local transport service)				AE-2 Sta5									
A-ASSOCIATE-AC PDU (received on transport connection)		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AE-3 Sta6	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-6 Sta13
A-ASSOCIATE-RJ PDU (received on transport connection)		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AE-4 Sta1	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-6 Sta13
Transport Connection Indication (local transport service)	AE-5 Sta2												
A-ASSOCIATE-RQ PDU (received on transport connection)		AE-6 Sta3 or 13	AA-8 Sta13		AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-7 Sta13
A-ASSOCIATE response primitive (accept)			AE-7 Sta6										
A-ASSOCIATE response primitive (reject)			AE-8 Sta13										
P-DATA request primitive						DT-1 Sta6		AR-7 Sta8					
P-DATA-TF PDU		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AA-8 Sta13	DT-2 Sta6	AR-6 Sta7	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-6 Sta13
A-RELEASE Request primitive						AR-1 Sta7							
A-RELEASE-RQ PDU (received on open transport connection)		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AA-8 Sta13	AR-2 Sta8	AR-8 Sta9 or 10	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-6 Sta13
A-RELEASE-RP PDU (received on transport connection)		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AR-3 Sta1	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AR-10 Sta12	AR-3 Sta1	AA-8 Sta13	AA-6 Sta13
A-RELEASE Response primitive								AR-4 Sta13	AR-9 Sta11			AR-4 Sta13	
A-ABORT Request primitive			AA-1 Sta13	AA-2 Sta1	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	AA-1 Sta13	
A-ABORT PDU (received on open transport connection)		AA-2 Sta1	AA-3 Sta1		AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-3 Sta1	AA-2 Sta1
Transport connection closed indication (local transport service),		AA-5 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AA-4 Sta1	AR-5 Sta1
ARTIM timer expired (Association reject/release timer),		AA-2 Sta1											AA-2 Sta1
Unrecognized or invalid PDU received		AA-1 Sta13	AA-8 Sta13		AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-8 Sta13	AA-7 Sta13

## Annexe B : Protocole de la couche supérieure pour TCP/IP

- Table Des Définitions des états Machine

**Table 1**  
**NO ASSOCIATION**

<b>Etat</b>	<b>Définition</b>
Sta 1	Idle (état Initial)

**Table 2**  
**ETABLISSEMENT D'ASSOCIATION**

<b>Etat</b>	<b>Définition</b>
Sta 2	Transport connexion open (Awaiting A-ASSOCIATE-RQ PDU)
Sta 3	Awaiting local A-ASSOCIATE response primitive (from local user)
Sta 4	Awaiting transport connection opening to complete (from local transport service)
Sta 5	Awaiting A-ASSOCIATE-AC or A-ASSOCIATE-RJ PDU

**Table 3**  
**TRANSFER DES DONNEES**

<b>Etat</b>	<b>Définition</b>
Sta 6	Association established and ready for data transfer

**Table 4**  
**LIBERATION D'ASSOCIATION**

<b>Etat</b>	<b>Définition</b>
Sta 7	Awaiting A-RELEASE-RP PDU
Sta 8	Awaiting local A-RELEASE response primitive (from local user)
Sta 9	Release collision requestor side; awaiting A-RELEASE response (from local user)
Sta 10	Release collision acceptor side; awaiting A-RELEASE-RP PDU
Sta 11	Release collision requestor side; awaiting A-RELEASE-RP PDU
Sta 12	Release collision acceptor side; awaiting A-RELEASE response primitive (from local user)

**Table 5**  
**ATTENTE DE FERMETURE DE LA CONNEXION DE TRANSPORT**

<b>Etat</b>	<b>Définition</b>
Sta 13	Awaiting Transport Connection Close Indication (Association no longer exists)

- **Tables des Définitions des actions Machines :**

**Table 6**  
**ACTIONS RELIEES A L'ETABLISSEMENT DE L'ASSOCIATION**

<b>Action</b>	<b>Définition</b>
AE-1	Issue TRANSPORT CONNECT request primitive to local transport service Next state is Sta4
AE-2	Send A-ASSOCIATE-RQ-PDU Next state is Sta5
AE-3	Issue A-ASSOCIATE confirmation (accept) primitive Next state is Sta6
AE-4	Issue A-ASSOCIATE confirmation (reject) primitive and close transport connection Next state is Sta1
AE-5	Issue Transport connection response primitive; start ARTIM timer Next state is Sta2
AE-6	Stop ARTIM timer and if A-ASSOCIATE-RQ acceptable by service-provider: - issue A-ASSOCIATE indication primitive Next state is Sta3 Otherwise: -issue A-ASSOCIATE-RJ-PDU and start ARTIM timer Next state is Sta13
AE-7	Send A-ASSOCIATE-AC PDU Next state is Sta6
AE-8	Send A-ASSOCIATE-RJ PDU and start ARTIM timer Next state is STA13

**Table 7**  
**ACTIONS RELIEE AU TRANSFERT DES DONEES**

<b>Action</b>	<b>Définition</b>
DT-1	Send P-DATA-TF PDU Next state is Sta6
DT-2	Send P-DATA indication primitive Next state is Sta6

**Table 8**  
**ACTION RELIEE A LA LIBERATION D'ASSOCIATION**

<b>Action</b>	<b>Définition</b>
AR-1	Send A-RELEASE-RQ PDU Next state is Sta7
AR-2	Issue A-RELEASE indication primitive Next state is Sta8
AR-3	Issue A-RELEASE confirmation primitive, and close transport connection Next state is Sta1
AR-4	Issue A-RELEASE-RP PDU and start ARTIM timer Next state is Sta13
AR-5	Stop ARTIM timer Next state is Sta1
AR-6	Issue P-DATA indication Next state is Sta7
AR-7	Issue P-DATA-TF PDU Next state is Sta8
AR-8	Issue A-RELEASE indication (release collision): - if association-requestor, next state is Sta9 - if not, next state is Sta10

AR-9	Send A-RELEASE-RP PDU Next state is Sta11
AR10	Issue A-RELEASE confirmation primitive Next state is Sta12

**Table 9**  
**ACTION RELIEE A L'ANNULATION D'ASSOCIATION**

<b>Action</b>	<b>Définition</b>
AA-1	Send A-ABORT PDU (service-user source) and start (or restart if already started) ARTIM timer; Next state is Sta13
AA-2	Stop ARTIM timer if running. Close transport connection Next state is Sta1
AA-3	If (service-user initiated abort) - issue A-ABORT indication and close transport connection otherwise (service-provider initiated abort): - issue A-P-ABORT indication and close transport connection Next state is Sta1
AA-4	Issue A-P-ABORT indication primitive, Next state is Sta1
AA-5	Stop ARTIM timer, Next state is Sta1
AA-6	Ignore PDU, Next state is Sta13
AA-7	Send A-ABORT PDU, Next state is Sta13
AR-8	Send A-ABORT PDU (service-provider source-), issue an A-P-ABORT indication, and start ARTIM timer; Next state is Sta13

### **Annexe C : planning**

1. Fournir un cahier des charges : ce document met en place le contexte de développement du module de communications réseaux DICOM, il décrit également ses principales fonctionnalités ainsi que les différentes interactions avec les systèmes externes.

**Document est à rendre le 26/11/04.**

2. Fournir un cahier des spécifications fonctionnelles : ce document permet d'établir le contexte de développement du module de communications réseaux DICOM. De plus, il spécifie les principales structures de données utilisées, il décrit le fonctionnement de votre système, ses interactions avec les acteurs externes, les besoins fonctionnels et les interfaces entre les entités qui le constituent. Enfin, il fixe les besoins en performance, les contraintes et les règles de programmation à respecter.

**Ce document est à rendre 10/12/04.**

3. Fournir un dossier de réalisation (le jour de la soutenance à prévoir dans la semaine du 10 /01/05).