

Réseaux de communication et archivage d'imagerie

- LES RESEAUX INFORMATIQUES -

① Qu'est-ce qu'un réseau ?

Le terme générique « réseau » définit un ensemble d'entités (objets, personnes, etc.) interconnectées les unes avec les autres. et permet ainsi de faire circuler des éléments matériels ou immatériels entre chacune de ces entités selon des règles bien définies.

• **Réseau (en anglais network)** : Ensemble des ordinateurs et périphériques connectés les uns aux autres.

• **mise en réseau (en anglais networking)** : Mise en oeuvre des outils et des tâches permettant de relier des ordinateurs afin qu'ils puissent partager des ressources en réseau.

② Selon le type d'entité concernée, le terme utilisé sera ainsi différent :

- réseau de transport:
- réseau téléphonique:
- réseau de neurones:
- réseau de malfaiteurs:
- réseau informatique:

③ Qu'est ce qu'un Réseau informatique ?

ensemble d'équipements (ordinateurs, imprimantes, ...) interconnectés pour permettre la communication de données entre applications, quelles que soient les distances qui les séparent et reliés entre eux grâce à des **lignes physiques (câbles)** et échangeant des informations sous forme de **données numériques** (valeurs binaires, codées sous forme de signaux pouvant prendre deux valeurs : 0 et 1)

Ces ordinateurs peuvent ainsi partager des ressources (modem, disque dur, lecteur de CD-Rom, applications etc.) et échanger des données

Un réseau s'appuie sur deux notions fondamentales :

- L'interconnexion qui assure la transmission des données d'un nœud à un autre.
- La communication qui permet l'échange des données entre processus
- On appelle **nœud** (node) l'extrémité d'une connexion.
- Un **processus** est un programme en cours d'exécution et représente le bout d'une communication dans un réseau informatique.

④ Des réseaux pour quoi faire?

- pour partager et échanger: des fichiers (texte, image, son, vidéo, ...)
- partager des périphériques (imprimante, modem, scanner, ...)
- partager des applications

⑤ Les règles de communication entre les machines : les protocoles de communication

Pour pouvoir communiquer entre eux, au sein d'un réseau, les ordinateurs de celui-ci doivent « parler » le même langage (appelé protocole). L'interconnexion de différents réseaux est possible grâce à l'harmonisation de ces protocoles.

• **Le protocole** est l'ensemble des règles qui doivent être respectées pour réaliser un échange d'information entre ordinateurs

• Les concepteurs d'Internet ont mis au point le protocole TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), dans ce protocole chaque ordinateur est identifié par une adresse IP

• **L'adresse IP** est une adresse unique attribuée à chaque ordinateur sur réseau (c'est-à-dire qu'il n'existe pas sur le réseau deux ordinateurs ayant la même adresse IP).

⑥ MODE DE TRANSMISSION : deux modes

• **Le réseau poste à poste** : L'architecture d'égal à égal (angl. peer-to-peer)

• **Le réseau avec serveur dédié** :

Serveur: Qui ont pour vocation de fournir des services (sources .données) aux machines strictement clientes du réseau : de gérer de façon centrale toutes les composantes du réseau

CLIENT: l'ordinateur qui accède aux données partagées et fournies par un serveur 1 seul par réseau)

⑦ Les caractéristiques de base d'un réseau :

1- **La topologie** qui définit l'architecture d'un réseau : on distinguera

- la topologie physique qui définit la manière dont les équipements sont interconnectés entre eux,.
- la topologie logique qui précise la manière dont les équipements communiquent entre eux.

2- **Le débit** exprimé en bits/s (ou bps) qui mesure une quantité de données numériques (bits) transmises par seconde (s).

3- **La distance maximale** (ou portée) qui dépend de la technologie mise en œuvre.

4- **Le nombre de nœuds** maximum que l'on peut interconnecter.

⑧ **Éléments d'un réseau** : Il faut un ensemble d'équipements matériels et logiciels. On peut citer par exemple :

• **une carte réseau** → (parfois appelé coupleur): il s'agit d'une carte intermédiaire entre l'ordinateur et le câble réseau

• **supports physiques de transmission** → (câbles, cuivre paires torsadées, fibre optique, prises RJ45, WIFI, CPL, ligne téléphonique, ADSL,).

• **Les équipements d'interconnexion** :

- concentrateur (hub)
- commutateur (switch)
- routeur (router).
- un navigateur, un client de messagerie, un serveur web, ... et une pile de protocoles.

⑨ Les Réseaux et leur dimension: (tailles)

• **Les LAN** : Local Area Network ou Réseau Locaux

- typiquement le réseau local d'entreprise
- dans un même bâtiment ou même locaux

• **Les MAN** : Metropolitan Area Network ou Réseaux Métropolitains

- Typiquement le réseau d'agences
- dans une même ville

• **Les WAN** : Wide Area Network ou Réseaux Etendus

- Typiquement les réseaux nationaux ou continentaux

Intranet, Extranet, Internet ?

- La constitution d'un réseau privé (LAN ou WAN) constitue un **INTRANET**.

- Si une entreprise autorise ses partenaires à utiliser en partie son Intranet alors elle crée un **EXTRANET**.

- La communication a lieu via **INTERNET**: un ensemble de réseaux privés reliés les uns aux autres

⑩ Topologie des réseaux :

• **topologie physique** → L'arrangement physique, c'est-à-dire la configuration spatiale du réseau

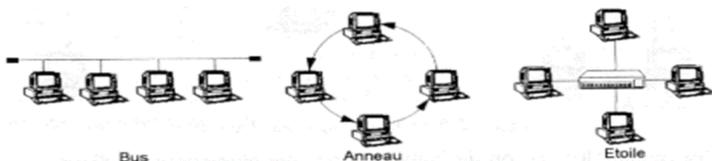
• **La topologie logique** → la façon dont les données transitent dans les lignes de communication. Les topologies logiques les plus courantes sont:

Ethernet : est un protocole de réseau local à commutation de paquets. C'est une norme internationale, on utilise très fréquemment Ethernet sur paires torsadées pour la connexion des postes clients, et des versions sur fibre optique pour le cœur du réseau.

TokenRing : ou anneau à jeton. est un type de réseau associée à un protocole de réseau local qui fonctionne sur la couche « liaison » du modèle OSI. Le protocole utilise une trame spéciale de trois octets, appelée jeton, qui circule dans une seule direction autour d'un anneau.

FDDI Fiber Distributed Data Interface : est un type de réseau informatique LAN ou MAN permettant d'interconnecter plusieurs LAN à une vitesse de 100 Mbit/s sur de la fibre optique (ce qui lui permet d'atteindre une distance maximale de 200 km).

La topographie : décrit l'organisation physique du réseau, celle que l'on voit... on parle aussi parfois de topologie physique.



topographie en bus : tous les postes sont reliés à un conducteur (fil) électrique commun.

Avantages : câblage simple, économique.

Inconvénients : si le bus est rompu, de nombreux postes sont déconnectés; collisions inévitables.

topographie en étoile : tous les postes convergent vers un point central.

Avantages : si un lien est rompu, un seul poste est déconnecté. collisions évitables sous conditions.

Inconvénients : câblage coûteux; matériel d'interconnexion nécessaire.

topographie en anneau : chaque poste à deux voisins; le dernier étant rebouclé sur le premier.

Avantages : câblage relativement économique; pas de collisions;

Inconvénients : si le bus est rompu, de nombreux postes sont déconnectés.

- Les systèmes d'information médicale -

① Qu'est-ce qu'un Système d'Information :

- le système d'information SI est le véhicule de la communication dans une organisation. qui permet la gestion de l'information.

- Il représente l'ensemble des ressources (personnels, matériel, logiciels) organisées pour collecter, stocker, traiter et communiquer les informations. sous formes de données, (textes, images, sons, etc.)

② Rôle du système d'information :

- Analyser toutes les informations disponibles, puis les mettre à disposition du système de décision qui en dépend, et à disposition

du système opérationnel qui gère le fonctionnement quotidien de l'entreprise

Le Système d'information hospitalier :

① **Définition** : C'est un système adapté à la santé afin d'améliorer la gestion des différentes instances de l'établissement. Géré le plus souvent par un ordinateur. il reçoit l'information et la stocke, la traite et la distribue.

- Un SIH permet d'améliorer la gestion administrative ainsi que celle des soins par la mise en commun des informations entre ces différents services.

② Objectifs des SIH :

• Gestion administrative :

- la gestion de l'admission : des patients à la sortie en passant par la prescription ou la facturation.

- la gestion financière et la gestion des stocks (commandes, approvisionnements).

- gère l'activité de l'hôpital, (les plannings, les chambres ou encore le personnel.)

• Gestion des soins :

- la gestion des actes (synchronisation des ordonnances)

- l'édition de compte rendu par exemple.

- l'organisation logistique administrative et comptable.

- la communication intra et extra unité

idéalement le SIH a pour objectif d'être centré sur le malade afin de faciliter son séjour.

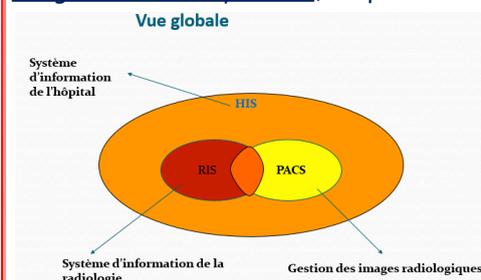
- Les réseaux d'imagerie médicale -

• Un service de radiologie utilise 2 types de systèmes informatiques : **le RIS** et **le PACS**, Ces systèmes sont des bases de données.

• **Le RIS** est le cœur du système d'information d'un service de radiologie. Cette position centrale est à la fois organisationnelle et fonctionnelle.

• **Le PACS** est plus dédié au stockage, à l'interprétation et à la transmission des images médicales.

• La mise en place d'un PACS ne peut se concevoir sans l'utilisation d'un RIS, soit par interconnexion de bases de données, soit par intégration des 2 systèmes, ce qui constitue la tendance actuelle



① Les réseaux d'imagerie ont plusieurs objectifs :

• **Interconnecter les différents équipements d'imagerie médicale** pour réduire les opérations manuelles et optimiser la circulation des images, de leur production à leur interprétation.

• **Transférer rapidement les images à l'intérieur et à l'extérieur des établissements** pour accélérer et optimiser les processus diagnostiques et thérapeutiques, améliorer la qualité des soins et assurer un meilleur suivi des patients.

• **Partager l'imagerie avec les différents médecins en charge du**

patient tout au long de sa maladie.

• **Archiver de façon rationnelle et durable les images réalisées** pour en disposer de façon rapide à la demande des équipes en charge du malade.

② Conditions du développement de ces réseaux :

- la transmission des images au travers d'un réseau nécessite une standardisation du format des messages et le respect des normes et protocoles établis par l'industrie pour assurer la cohérence et l'inter compatibilité des systèmes.

Ces normes sont :

• **Le DICOM (Digital Imaging Communication in Medicine)** → transmission d'imagerie médicale numérique).

• **Le HL7 (Health Level 7)** → pour l'échange d'informations textuelles qui assure l'uniformité et la compatibilité entre les RIS et les SIH.

• **Le IHE (Integrating the Healthcare Enterprise)** pour assurer le partage d'informations entre professionnels de santé

- RIS :Radiology Information System -

① **Définition:** Système informatique qui permet d'automatiser les workflows et de gérer les informations manipulées par le service de radiologie : Pourquoi ? P Faciliter la gestion et l'organisation du service de radiologie

② **Les fonctions d'un RIS :** la prise de RDV à l'envoi du CR

- Prise de rendez-vous
- Gestion du dossier radiologique du patient
- Gestion des ressources (personnel, salles, ...)
- Gestion des examens radiologiques
- Suivi des consommations
- Gestion des comptes rendus d'examens
- Edition et impression de documents de travail
- Production de statistiques
- Recherche médicale

③ Missions du RIS :

- **Gestion du parcours du patient** = « Workflow » = Listes de travail
- **Gestion des demandes d'examen** (et correspondants)
- **Gestion des informations spécifiques à la radiologie** (Produits injectés __Contre-indications __Dose reçue __Cotation des actes
- **Gestion des compte-rendus** (base de données)
- Gestion de l'activité

④ Impact du RIS sur le quotidien :

- Implique tous les acteurs d'un service de radiologie
- Impose des règles de fonctionnement à tous
- N'est pas accessible au clinicien

- PACS: Picture Archiving Communication System -

Les PACS sont nés d'une rencontre de deux aspects :

- un besoin dans le domaine médical, d'une part;
- une technologie de communication de données, prometteuse et évoluée, d'autre part

① Qu'est-ce qu'un PACS :

- Un PACS est un système informatisé qui centralise et qui gère l'acquisition et l'archivage numérique de tous les examens radiologiques,

• la consultation d'examens radiologiques sur des stations de lecture ainsi que l'impression et l'envoi d'images à l'intérieur comme à l'extérieur du département de radiologie.

• De plus, le PACS interagit et échange des l'information administrative avec les systèmes informatiques radiologiques (RIS) et hospitaliers (HIS).

② Pourquoi ?

- Faciliter la gestion et l'organisation du service de radiologie
- Améliorer la qualité des soins
- Réduire les coûts d'exploitation du service de radiologie
- Coût film / Développement
- Manipulation des images numériques
- Archivage
- Traitement
- Disponibilité

③ Missions du PACS :

- Outil de PRODUCTIVITE : DIAGNOSTIQUE++
- Archivage des images produites par les modalités
- Archivage d'autres types de documents dans certains structurés, (ECG, PDF, sons, compte-rendus ,rapports de Dose, vidéos...)
- Import d'images extérieures (CD-ROMs,...)
- Distribution de ces images vers les stations d'interprétation
- Interprétation ou « relecture » des images

④ Les principales fonctions du PACS :

- ☛ Le stockage de tous les examens radiologiques.
- ☛ La gestion et la mise en réseau de toute la production d'images numérisées .
- ☛ L'archivage, en assurant la conservation des images numériques sans risque de perte ou de détérioration de leur contenu.
- ☛ La consultation d'examens radiologiques sur des stations ou consoles de visualisation.
- ☛ Le diagnostic, en permettant la manipulation et le traitement local des images.
- ☛ Le partage et l'envoi d'images dans et en dehors du service ou de l'hôpital pour rendre l'accès facile et rapide à toutes les images pour tous les médecins concernés.
- ☛ L'échange d'informations administratives avec les systèmes informatiques radiologiques (RIS) et hospitaliers (SIH).
- ☛ GESTION ET CYCLES DES IMAGES
- ☛ Producteurs d'images
- ☛ Acquisition
- ☛ Stockage
- ☛ Consultation
- ☛ Traitement & Interprétation
- ☛ Communication ET Archivage.

-DICOM Digital Imaging and Communication inMedicine-

① **Définition :** La norme DICOM est un document qui définit une méthode de communication pour les différents équipements d'imagerie médicale numérique.

- Elle permet d'interconnexion des appareils à partir d'un Document de Conformité ou " Conformance Statement " émis

pour chacune des machines respectant cette norme.

• Ainsi la norme permet aux équipements de communiquer localement, à distance ou au travers d'un média en assurant la compatibilité des équipements et en éliminant les formats propriétaires.

② Qu'est-ce que DICOM ?

• un standard international de communication et d'archivage en imagerie médicale.

• C'est aussi par extension le format de fichier faisant référence dans le domaine de l'imagerie médicale.

③ Objectifs de DICOM :

• standardiser les données transmises entre les différents appareils de radiologie. Ce standard définit un format de fichier mais aussi un protocole de transmission des données (basé sur TCP/IP).

• Faciliter les transferts d'images entre les machines de différents constructeurs. En effet, avant la généralisation de ce format, chaque constructeur de matériel d'imagerie utilisait un format de données propriétaire, entraînant d'importants problèmes de gestion et de maintenance (incompatibilités, coût, perte d'information) dans les établissements de santé.

④ AVANTAGES DU DICOM :

• Le suivi médical des patients, surtout en cas de pathologie lourde.

• Les images au format Dicom accompagnant les dossiers médicaux sont lisibles sur tout matériel informatique compatible, et rendent obsolète le transport des clichés par les moyens de communication traditionnels tels que la voie postale.

• créer des réseaux d'images, de les graver et de les stocker, le tout au format DICOM, grâce aux multiples logiciels développés autour de la norme DICOM.

⑤ Caractéristiques principales de 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.

⑥ Notions de base :

• Chaque objet DICOM contient à la fois les informations (nom patient, pixel image,...) et les méthodes ou fonctions qui doivent être appliquées.

Norme orientée objet

• information + fonctions associées →

information : image IRM, image scanner

fonctions : à imprimer, à sauvegarder

• Vocabulaire DICOM →

information = objet → Information object

fonction = service → Service

• Traitement DICOM = objet + service →

Information Object + Service = Service/Object Pair (SOP)

Exemple : une image + son impression = un service DICOM

⑦ Les Classes de service :

• DICOM définit des services qui peuvent être échangés entre deux machines -

• Vérification (Test de communication), stockage d'images, échange de listes d'examen « query/retrieve »...

• Chaque équipement peut être - « Fournisseur » du service (SCP = Service Class Provider) - et/ou « Utilisateur » du service (SCU = Service Class User)

• Un équipement propose un certain nombre de services (pas tous), et peut utiliser un certain nombre de services sur d'autres machines (ex : un échographe peut ne pas savoir interroger une worklist)

• **Vérification (Verification Service Class)**

• **Storage (Storage Service Class)**

• **Query / Retrieve**

• **Study Contents Notification**

• **Print Management**

• **Patient Management**

• **Study Management**

• **Result Management**

⑧ Image DICOM :

• Une entête (header) avec données démographiques et techniques

- [0008] Identification de la machine (date d'examen .type d'examen .fabricant de la machine hôpital ou institution, ...)

- [0010] Infos sur le patient (nom .date de naissance .sexe)

- [0018] Infos sur l'acquisition de l'information (épaisseur de coupe, variable suivant le type d'examen, ...)

• Un fichier DICOM comprend les données correspondantes aux pixels de l'image, habituellement ces données sont groupées à la fin du fichier DICOM, elles sont précédées par d'autres données techniques et démographiques (du patient, de l'examen, séries.)

⑨ Un Format Modulaire :

• **SOP classe UID** → Identifie le type de service auquel est destiné l'image

• **Study instance UID** → Identifier un examen entier, en temps et lieu

• **Série instance UID** → Identifier une série d'images au sein de l'examen

• **SOP instance UID ou image UID** → Identifier l'image associée au fichier

⑩ Normes / Standards :

- **Norme** = Référence publiée par un organisme officiel (AFNOR, CEN, ...)

- **Standard** = Référentiel publié par une entité privée et ayant une large diffusion (ex : formaWord, Pdf,...)

• Pour les anglophones : Norme = Standard

• Standards spécifiques Santé: - HL7 - EHRcom - DICOM

• **Health Level Seven (HL7)**

• **HL7** : est un standard qui définit un format pour les échanges

informatisés de données clinique, financière et administrative entre systèmes d'informations hospitaliers

- Le chiffre 7 correspond à la couche application de la norme ISO

• **Objectif :** Tous les systèmes informatiques orientés vers la santé tendent à intégrer cette norme ceci permet à plusieurs systèmes hétérogènes l'échange de données cliniques sans tenir compte des plateformes et des applications

- Integrating the Health care Enterprise (IHE) -

- Association DICOM 3.0 et Health Level 7

- Définition des transactions à suivre dans les 2 standards pour accomplir une tâche particulière ex : réconciliation de l'information entre le HIS, RIS et le PACS en cas d'un examen de patient non ou mal identifié

• Objectifs :

Faciliter l'intégration des différents composants (équipements, sous-systèmes) d'un système d'information hospitalier

→ Pour ce faire, définir un langage commun pour parler de l'intégration

• But de IHE :

→ définir comment les standards existants (DICOM et HL7) doivent être utilisés pour résoudre les tâches communes de communication d'information en radiologie

→ Définition d'un modèle commun d'information et d'un vocabulaire commun à utiliser par les systèmes communicant des informations médicales

→ Participation des fournisseurs de modalités d'imagerie et de systèmes d'information à cette initiative

• Les bénéfices de IHE :

• Bénéfices pour les utilisateurs

- Disponibilité de produits qui répondent aux besoins cliniques
- Meilleure intégration et flux de travaux optimisés

• Bénéfices pour les sociétés

- Conception et développement de produits qui répondent aux besoins des utilisateurs
- Meilleur positionnement de produits sur le marché international

- Intégration HIS - RIS - PACS -

HIS, RIS et PACS ont intérêt à communiquer car ils partagent des données communes

*** Examen :**

HIS : patient, facture, ...

RIS : patient, ordonnance, RDV, ressources (personnel, salle, consommables), CR, ...

PACS : un patient, des images, des caractéristiques techniques, ...

* **Faciliter** le flux d'information dans l'établissement

* **Éviter** les saisies répétitives → erreur d'encodage

• Les Avantages De L'Intégration His - Ris - Pacs

• Liaison des images médicales et des informations hospitalières

• Données administratives sur les stations de visualisation

• Saisie unique des données

• Introduction automatique des données sur les modalités

• Intégration automatique des données dans les comptes-rendus

• Automatisation de la circulation de l'information

• Notification de réalisation d'examen

• Notification d'interprétation des images

• Prefetching

• Facturation

• Étape vers le dossier patient informatisé

• Contexte d'intégration RIS - PACS :

• Consultation simultanée des données administratives et médicales (images) sur un même poste pour un même patient

• Gestion des droits d'un utilisateur automatique

• Exemple : voir le compte-rendu (dans RIS) et les images de

l'examen (dans PACS) d'un même patient sur la même station sans faire une recherche dans les 2 systèmes

• La problématique de l'intégration :

• En radiologie

» Il est habituel de parler de SIH, SIR, PACS et des modalités de manière globale comme s'il était question de systèmes fonctionnant harmonieusement sans difficulté

» En réalité, bien intégrer ces systèmes n'est pas une tâche aisée

» Les standards de communication existent mais il faut les mettre en pratique