

R205 - Introduction aux services réseaux

réseaux 1 : Interconnexion des machines et des réseaux

Nicolas Hernandez

Cours de BUT informatique – 1ère année
IUT de Nantes – Département Informatique

Nantes, le March 5, 2023

Sommaire

Avant propos

Avertissement

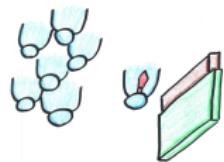
Organisation du module



Droit d'auteur sur les ressources pédagogiques^a :
autorisation d'utilisation personnelle

^aavec des medias issus de <http://commons.wikimedia.org>

Supports fournis en avance, permanence de l'enseignant...
priviléger la classe inversée



Le cours et son support évoluent chaque année. Si vous repérez une erreur n'hésitez pas à me la signaler par email : [nicolas.hernandez @ univ-nantes.fr](mailto:nicolas.hernandez@univ-nantes.fr)

Merci de penser à éteindre vos téléphones portables
pendant les cours ;-)



Organisation du module

Volume horaire

- 11 semaines, 7x1H20 de CM, (7+4)*1H20 de TD, (7+4)*1H20 de TP

Modalité d'évaluation

- 1 note résultante de la composition de tests/devoirs quasi-hebdomadaires

Equipe pédagogique

- N. Hernandez (resp.), J.-F. Remm, E. Helleu, O. Boutin

Support

- <http://madoc.univ-nantes.fr/>

Acheminement : définitions, problèmes et solutions
Organisation des réseaux en couches (vue de côté)
Organisation topologique du réseau (vue du dessus)
Quizz et bibliographie

Objectif : comprendre l'acheminement de l'information
Un réseau c'est quoi ?
Premiers éléments de solution au problème de l'interconnexion

Sommaire : Principes majeurs des réseaux

Acheminement : définitions, problèmes et solutions

Objectif : comprendre l'acheminement de l'information

Un réseau c'est quoi ?

Premiers éléments de solution au problème de l'interconnexion

Organisation des réseaux en couches (vue de côté)

OSI, un modèle de référence, ici simplifié

Acheminement vu de côté

Adressage local, Internet et applicatif

Acheminement entre des couches homologues hétérogènes

Organisation topologique du réseau (vue du dessus)

Topologie physique et topologie logique

Domaines de collision et de diffusion

Revenons sur la notion de réseau local

Acheminement vu du dessus

Quizz et bibliographie

Quizz de synthèse

Bibliographie

Objectif du cours

(Notre objectif sera de)

comprendre comment l'information est acheminée dans un réseau informatique d'un expéditeur à un destinataire

Que se passe-t-il quand je clique sur

- un lien d'une page web depuis mon client navigateur ?
Comment ma requête trouve-t-elle la machine qui héberge le serveur que je sollicite dans le réseau local ou sur l'Internet ?
Comment l'application serveur est-elle identifiée sur la machine ?
- le bouton "envoyer" de mon mailer ? Comment mon mail est-il acheminé jusqu'au destinataire ?

En termes de compétences

- configurer un poste en réseau pour lui permettre de communiquer avec d'autres postes
- diagnostiquer et réparer un problème de configuration réseau et d'acheminement d'information sur un réseau

Un réseau c'est quoi ?

Un **réseau** est un ensemble de machines (e.g. ordinateur, imprimante, frigo) que l'on a **interconnectées** pour leur permettre de **communiquer** entre elles.

L'**interconnexion** entre deux machines est rendue possible via des **liaisons** de diverses natures physiques (e.g. filaire électrique, onde électromagnétique du wifi, fibre optique). Elle est étendue à plusieurs machines via des **équipements multi-ports** (e.g. commutateur, routeur).

Le **problème de l'acheminement** varie selon l'infrastructure physique qui (inter)connecte les machines, la distance entre les machines, les protocoles de communication qu'elles utilisent, les partionnements souhaités pour organiser les réseaux.

Eléments de solution au problème de l'interconnexion 1/4

Emettre un message n'est pas suffisant pour communiquer

- Comment puis-je identifier mon interlocuteur quand je ne le connais pas ?
Comment s'assurer que celui-ci est disponible pour m'écouter ? M'a-t-il entendu ? Faut-il que je répète une partie de mon message ? Parle-t-il ma langue d'abord ?
- *Si la communication entre les philosophes transite par plusieurs canaux dont du morse et des signaux de fumée, est-ce que ces philosophes sont censés connaître ces langages ? Si un signal de fumée se dissipe trop vite, est-ce à eux de le "regénérer" ?*

→ Organisation de l'architecture des machines et des équipements en **couches fonctionnelles** (applicative, acheminement distant/inter-réseaux, acheminement local)

Eléments de solution au problème de l'interconnexion 2/4

Différentes situations de communication

- Différentes infrastructures pour porter la communication (l'air, le morse, les signaux de fumée...), parfois en cascades, des interlocuteurs +- distants
- *Ce n'est pas la même chose de faire discuter un enseignant avec un étudiant dans une salle de classe¹ (avec un bruit de fond de bavardage), et deux philosophes, l'un suédois et l'autre philippin, chacun résidant dans leur pays natal.*

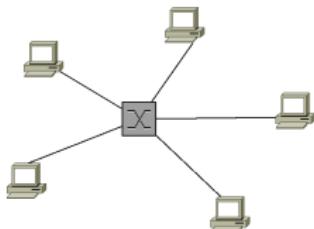
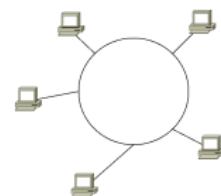
→ **Des modes d'acheminements distincts** en local et inter-réseaux

¹Variante : un médecin avec un patient dans sa salle d'attente.

Eléments de solution au problème de l'interconnexion 3/4

- **Accroissement du nombre de connectés**

- **Impossibilité d'établir une liaison physique entre chaque machine**
pour N machine, il faudrait $N(N - 1)/2$ liens
- **Difficulté d'interconnecter sur un même canal**
Conflit d'accès au médium (problème de collisions qui conduit à une retransmission)



→ **Utilisation d'équipements d'interconnexion** qui permettent de réduire le nombre de domaines de collision et partitionner logiquement les réseaux locaux et Internet

Eléments de solution au problème de l'interconnexion 4/4

Accroissement du trafic dans les réseaux à diffusion (i.e. où chacun peut joindre tout le monde)

notamment des messages de diffusion pour la gestion du réseau
(découverte du voisinage, annonce de service, mise à jour des caches...)

→ **Augmentation du débit** dans les réseaux, notamment en travaillant la capacité physique des supports

Acheminement : définitions, problèmes et solutions
Organisation des réseaux en couches (vue de côté)
Organisation topologique du réseau (vue du dessus)
Quizz et bibliographie

OSI, un modèle de référence, ici simplifié
Acheminement vu de côté
Adressage local, Internet et applicatif
Acheminement entre des couches homologues hétérogènes

Sommaire : Principes majeurs des réseaux

Acheminement : définitions, problèmes et solutions

Objectif : comprendre l'acheminement de l'information

Un réseau c'est quoi ?

Premiers éléments de solution au problème de l'interconnexion

Organisation des réseaux en couches (vue de côté)

OSI, un modèle de référence, ici simplifié

Acheminement vu de côté

Adressage local, Internet et applicatif

Acheminement entre des couches homologues hétérogènes

Organisation topologique du réseau (vue du dessus)

Topologie physique et topologie logique

Domaines de collision et de diffusion

Revenons sur la notion de réseau local

Acheminement vu du dessus

Quizz et bibliographie

Quizz de synthèse

Bibliographie

Deux clés pour comprendre les réseaux

Pour **comprendre les réseaux/résoudre un incident** ("Je clique mais ça marche pas"), il faut analyser le réseau selon **deux dimensions d'organisation** :

1. **en couches (vue de côté)**
2. **topologique (vue du dessus)**

Organisation des réseaux en couches (vue de côté)

Clé de compréhension

L'analyse du fonctionnement d'une machine ou d'un équipement réseau requiert de l'appréhender dans sa verticalité.

Au moins trois modèles peuvent nous aider :

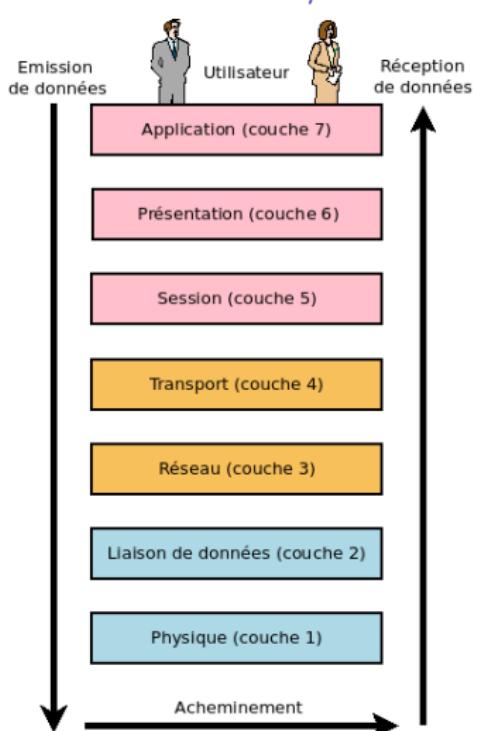
1. Modèle théorique de référence **OSI de l'ISO**
2. Interconnexion des réseaux **Pile TCP/IP** (couches médianes)
3. Infrastructure des réseaux **IEEE 802** (couches basses)

OSI, un modèle de référence... 1/3

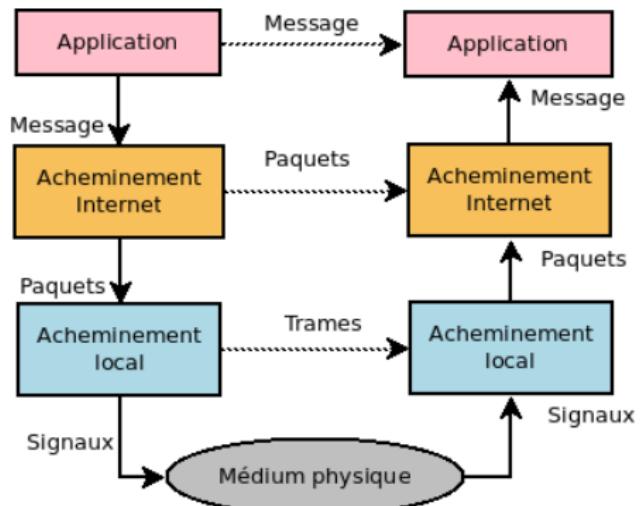
Le médium physique ne compte qu'une couche fonctionnelle mais **les machines et les équipements en compte généralement plusieurs**.

On parle d' **architecture en couches ou de pile**

L'*International Standardization Organization* (ISO) propose dans sa norme *ISO 7498* un modèle théorique de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts appelé **Open System Interconnexion (OSI)**



OSI, un modèle de référence, ici simplifié 2/3



Des couches fonctionnellement distinctes

Des entités de **même niveau** qui parlent le **même protocole** (langage) avec une entité homologue distante

mais qui exploitent les **services** des couches inférieures pour communiquer effectivement

OSI, un modèle de référence, ici simplifié 3/3

Applications (niveau 5, 6 et 7 OSI)

- **au service d'un humain ou démon d'un système d'exploitation**
- **distribuées** : un client sollicite un serveur (distant)
- interprètent les paquets rassemblés sous forme de **message**

Acheminement entre les réseaux (niveau OSI 3 Réseau et 4 Transport)

- Offre (en option) une **qualité de service de bout en bout du transport** des messages
- **Identifie un destinataire, et trouver la route pour acheminer les paquets** (fragments d'un message) entre deux machines appartenant ou non au même réseau logique

Acheminement dans un réseau (OSI 1 Physique et 2 Liaison)

- **Délivre des trames** (qui portent des paquets) entre deux machines d'un même réseau physique
- **Règle les problèmes posés par l'échange de signaux physiques**

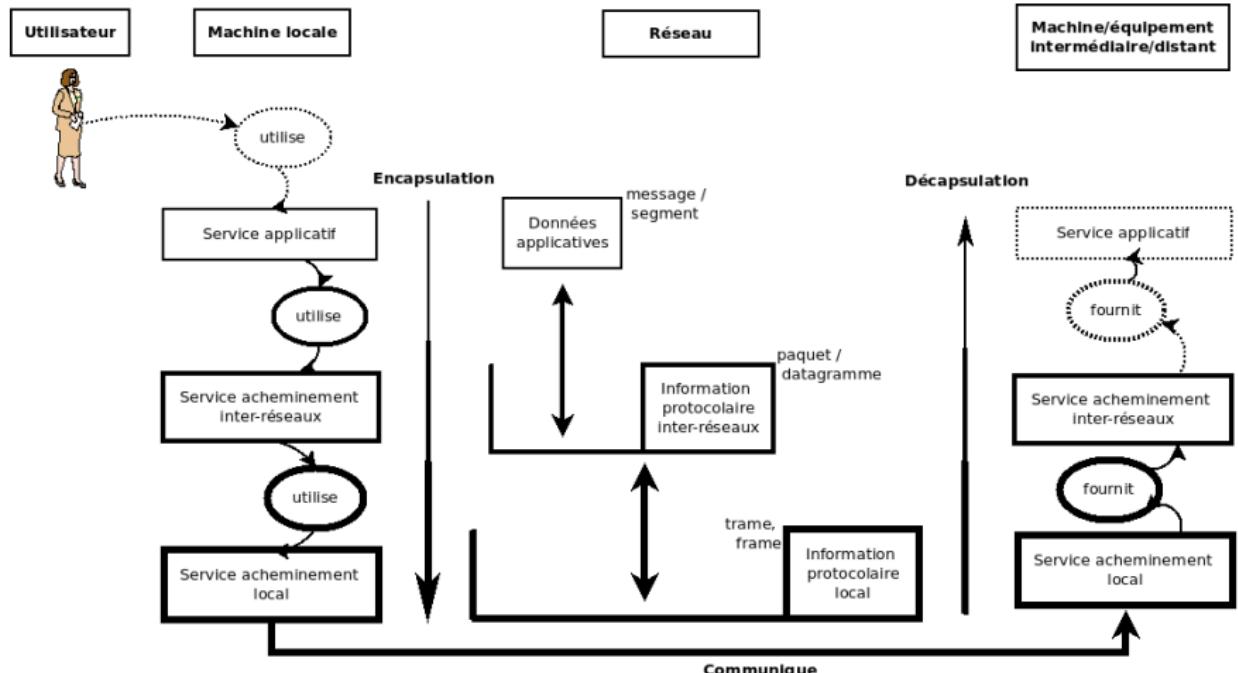
Acheminement vu de côté

Deux opérations entre les couches des architectures des machines et des équipements d'interconnexion : **encapsulation** (en émettant) et **décapsulation** (en réceptionnant)

- Une couche ajoute aux données transmises l'information **protocolaire** nécessaire à sa couche homologue pour que celles-ci puissent assurer leur fonction ou **service**
- Exemples de fonctions : vérification de l'intégrité, acheminement sur réseau local, acheminement sur l'Internet, réassemblage / fragmentation/réordonnancement / récupération si perte, passage à la bonne entité de la couche supérieure...
- Attention : une couche peut avoir plusieurs fonctions (i.e. rendre plusieurs services) et plusieurs instances d'une même fonction (on parle d'**entités**) e.g. le mailer et le navigateur web au niveau application

Acheminement : définitions, problèmes et solutions
Organisation des réseaux en couches (vue de côté)
Organisation topologique du réseau (vue du dessus)
Quizz et bibliographie

OSI, un modèle de référence, ici simplifié
Acheminement vu de côté
Adressage local, Internet et applicatif
Acheminement entre des couches homologues hétérogènes

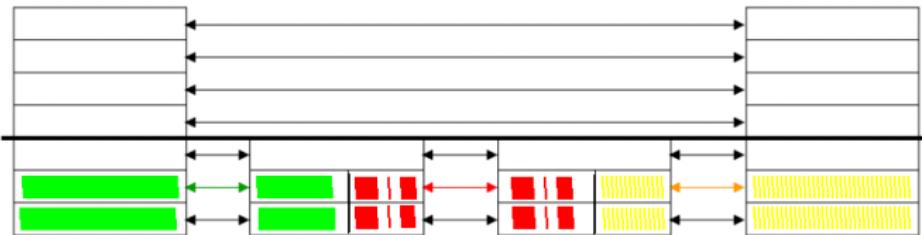


Adressage local, Internet et applicatif

Comment identifier un destinataire dans un réseau local ? Sur l'interconnexion des réseaux ? Sur une machine distante ?

Interconnexion	Couche OSI	Information protocolaire encapsulée
D'applications distantes	4 (Transport)	Numéro de port source et destination
De réseaux locaux (Inter-net)	3 (Réseau)	Adresses IP source et destination
Au sein du réseau local	2 (Liaison)	Adresses MAC source et destination

Acheminement entre des couches homologues hétérogènes



- Possibilité de mises en oeuvre sur des équipements d'interconnexion (routeurs, commutateurs, etc.) de marques différentes et des protocoles hétérogènes : les couches supérieures ne les voient pas
- Exemples d'infrastructures : Ethernet, Wifi, ATM, X.25...

Acheminement : définitions, problèmes et solutions
Organisation des réseaux en couches (vue de côté)
Organisation topologique du réseau (vue du dessus)
Quizz et bibliographie

Topologie physique et topologie logique
Domaines de collision et de diffusion
Revenons sur la notion de réseau local
Acheminement vu du dessus

Sommaire : Principes majeurs des réseaux

Acheminement : définitions, problèmes et solutions

Objectif : comprendre l'acheminement de l'information

Un réseau c'est quoi ?

Premiers éléments de solution au problème de l'interconnexion

Organisation des réseaux en couches (vue de côté)

OSI, un modèle de référence, ici simplifié

Acheminement vu de côté

Adressage local, Internet et applicatif

Acheminement entre des couches homologues hétérogènes

Organisation topologique du réseau (vue du dessus)

Topologie physique et topologie logique

Domaines de collision et de diffusion

Revenons sur la notion de réseau local

Acheminement vu du dessus

Quizz et bibliographie

Quizz de synthèse

Bibliographie

Organisation topologique du réseau (vue du dessus)

Clé de compréhension

L'analyse du fonctionnement d'une machine, d'un équipement réseau et d'un(e) interconnexion de réseau(x) requièrent
d'observer les schémas d'inter-connexions physiques et logiques mis en place entre les machines et les équipements.

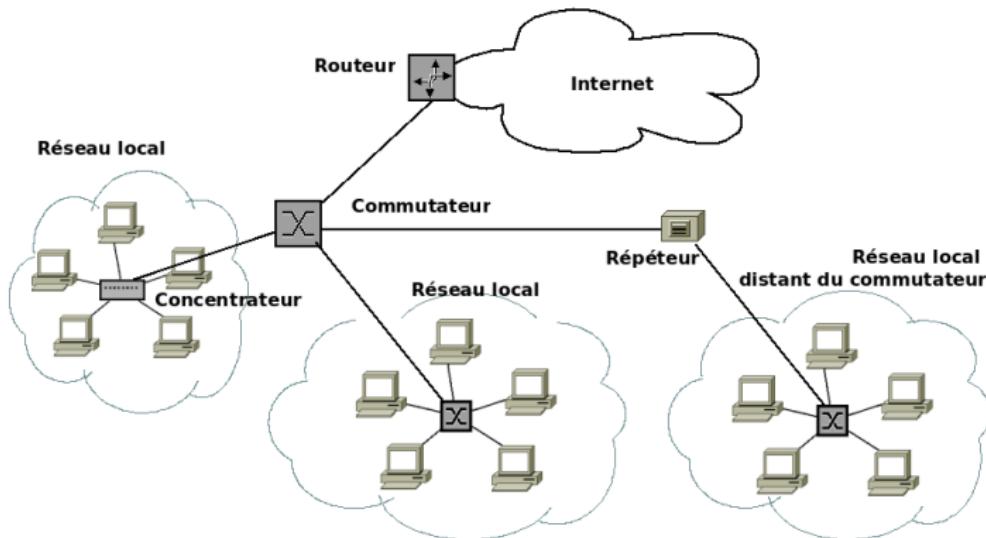
Topologie physique et topologie logique

Le problème d'interconnexion s'aborde à différents niveaux :

- La **topologie physique de la liaison**² qui correspond à comment les noeuds (machines et équipements) sont physiquement interconnectés ;
- La **topologie logique au niveau Internet** qui traduit une organisation *fonctionnelle* du réseau physique (i.e. un partitionnement en zones d'échange distinctes)

En pratique, c'est le découpage logique souhaité en local ou bien entre plusieurs réseaux locaux qui dirigent le choix des équipements d'interconnexion utilisés au niveau physique

²termes synonymes : médium, support, technologie, infrastructure



Ici on a 1 réseau local au niveau de la liaison physique.
Voulons-nous 1, 2, 3 réseaux logiques ou tout autre
sous-découpage ?

Domaines de collision et de diffusion

Le niveau physique peut s'analyser plus précisément en :

- **domaine de collision** (on dit aussi de *bande passante*) qui correspond à la zone d'un réseau où les trames envoyées par des machines distinctes risquent de **rentrer en collision** lorsqu'elles accèdent au medium (communiquent)
En pratique, englobe des composants de niveau 1 OSI et s'arrête aux composants de niveau strictement supérieur (*commutateur, routeur*)
- **domaine de diffusion** qui correspond à la zone d'un réseau où les machines peuvent **communiquer entre elles au niveau liaison**
I.e. où toutes machines peuvent être contactées en envoyant une trame à l'*adresse de diffusion* de la couche liaison
En pratique, délimité par des *routeurs* et des *VLAN* (niveau 3 OSI)

Un domaine de diffusion peut englober plusieurs domaines de collision mais pas l'inverse !

Revenons sur la notion de réseau local

Intuitivement on donne souvent la définition suivante de réseau local...

- Un **réseau local** (ou *LAN* - Local Area Network) est un réseau informatique à une échelle géographique relativement restreinte (une salle, un bâtiment, un site d'entreprise, un type de département...)

Pour constituer à minima un réseau local il faut...

- **Interconnecter les machines via des équipements intégrant les niveaux 1** (e.g. câble Ethernet, concentrateur) à **2 OSI** (e.g. commutateur)
- On retrouve la définition d'un **domaine de diffusion** ;
un LAN est un domaine de diffusion
- **Internet est une interconnexion de domaines de diffusion...**

Acheminement vu du dessus

On distinguera deux situations

- **au sein d'un réseau local** (niveau 2 OSI liaison)
- et **au sein d'une interconnexion de réseaux** (niveau 3 OSI réseau)

Pour chacune, des procédures pour trouver le destinataire afin d'éviter d'envoyer à toutes les liaisons

Comment trouver un destinataire dans un réseau (local) ?

Solution simple et efficace :

- Au sein des équipements d'interconnexion multiports, **émission sur toutes les sorties** : assure que le destinataire soit atteint mais est loin d'être une solution optimale (accroissement du trafic)

Solution plus complexe mais plus optimale :

- **Transmission via seulement la sortie où l'équipement sait trouver le destinataire** et non à toutes les sorties

Ces solutions régissent l'**acheminement au sein d'un réseau local**.

On parle de **réseau commuté**. Les équipements qui réalisent l'aiguillage ou **la commutation de trames** sont des **commutateurs (switch)**.

Comment trouver le destinataire au sein d'une inter-connexion de réseaux ?

En dotant les machines et les équipements d'interconnexion des réseaux (**les routeurs**) de moyens pour

- déterminer si un destinataire est joignable sur un réseau local directement accessible
- et sinon **calculer le plus court chemin** pour atteindre un destinataire (via des routeurs voisins) ou s'en rapprocher

C'est ce que l'on appelle le **routage de paquets**

Quizz de synthèse

- A quoi correspond le processus d'encapsulation / décapsulation ?
- à ajouter des en-têtes d'information aux données en provenance de la couche supérieure afin de permettre à la couche homologue de gérer ces données
- A quel niveau OSI est traité l'acheminement des données au sein d'un réseau local ? Au sein d'Internet ?
- respectivement 2 liaison, 3 réseau

Bibliographie

Le présent cours s'appuie sur

[Servin ed. 2003](#) Chapitre 6. Notions de protocoles et 9. Les architectures protocolaires

[Pujolle ed. 2005](#) Chapitre 3. L'architecture générique

[Tanenbaum ed. 1996](#) Sections 1.2. Network Hardware et 1.3. Network Software

Sommaire : Positionnement du cours

Positionnement du contenu du cours

Positionnement dans la formation

Bibliographie

Sociétés savantes

Positionnement par rapport aux autres ressources

- R205 Introduction aux services réseaux – > Réseaux couches infra et internet
- R306 Architecture des réseaux – > Services avancés (Apache Web, parefeu, DNS, NAT)

Bibliographie

Ouvrages disponibles à la bibliothèque de l'IUT (entres autres + références données en fin de chaque poly.)

- A. Tanenbaum, Réseaux, Pearson, 2008 (4e Ed.) et 2011 (5e Ed.) (Exo)
- G. Pujolle, Initiation aux réseaux, Eyrolles, 2002, 2011 (7e Ed.) (Exo)
- C. Servin, Réseaux et Télécoms, Dunod, 2003, 2006, 2009 (3e Ed.)
- J. Dordogne, Les réseaux Entraînez-vous à l'administration d'un réseau, TP, 2008 (2nd Ed.) et 2011 (3e Ed.) (Exo)
- B. Petit, Architecture des réseaux, ellipses, 2010 (3e Ed) (Exo)
- S. Lohier et D. Présent, Transmission et réseaux, 2010 (5e Ed.) (Exo)
- R. Dapoigny, ...

mais aussi quelques revues mensuelles

- LINUX'mag (www.gnulinuxmag.com), MISC (www.misctmag.com), Hakin9 (hakin9.org), ...



Sociétés savantes

"pour se comprendre il faut parler une même langue"

- **International Standardization Organization (ISO)**

- Regroupe les organismes nationaux tq Association Française de NORmalisation (AFNOR), *American National Standards Institute (ANSI)*
- Exemples de normes : désignation de filets de pêches (ISO 1530), tailles des sous-vêtements masculins et féminins (ISO 4415 et 4416), **modèle théorique de référence pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI – Open System Interconnexion) (ISO 7498)**

- **Institute of Electronic and Electricity Engineers (IEEE "i3e")**

- Essentiellement des normes sur les réseaux locaux : notamment 802.3 CSMA/CD (Ethernet), 802.5 token ring

- **Request For comments (RFC)**

- Notes techniques, à l'initiative d'experts (ISO, IEEE, ...), révisés par la communauté Internet
- www.rfc-editor.org (en français abcdrfc.free.fr)
- E.g. IP (RFC791), DNS (RFC1034), HTTP (RFC1945), SMTP (RFC821)