Cours de Réseaux

1 – Introduction

Applications des réseaux

- Partage de ressources informatiques (imprimantes etc.)
- Architectures client-serveur
- Communication (web, mail, chat, etc.)
- Commerce électronique
- Collaboration sur distance
- Distribution de fichier (peer-to-peer, logiciel libre)
- Divertissement
- Utilisateurs mobiles

Quatre aspects qui rendent les réseaux intéressants

1. Dépendance des propriétés physique des lignes de communication
   $\Rightarrow$ code de détection d'erreurs et de correction d'erreurs
2. Changement dynamique du réseau (pannes, ajout des machines)
   $\Rightarrow$ adaptation dynamique et automatique
3. Contrôle distribué au lieu d'un contrôle centralisé
   $\Rightarrow$ algorithmes distribués pour l'autoconfiguration, routage
4. Problèmes de sécurité
   $\Rightarrow$ cryptographie, protocoles

Organisation du cours

- Séances de cours et séances de TP intercalées
- Durée : $7\frac{1}{2}$ semaines.
  Examen prévu le 17 janvier (à confirmer !)
- Matériaux utilisé : *Computer Networks* par Andrew Tannenbaum, plus des articles etc. pour approfondir certains sujets
- Transparents et plus :
  `http://www.lsv.ens-cachan.fr/~treinen/teaching/stic/reseaux/`
- Plan du cours : voir plus tard

Classification de réseaux : multi-diffusion/mono-diffusion

– *Mono-diffusion* (Unicast) : connexions entre deux machines. Donne lieu à un *graphe* dans lequel les machines sont des nœuds.
– *Multi-diffusion* (Broadcast)qqqqqqqq : plusieurs participants ont accès à un médium partagé et peuvent envoyer des *paquets*. Donne lieu à un *hypergraphe*.

Classification de réseaux : échelle

Distance	Surface	Exemple
1 m	Bureau	Personal Area Network
10 m	Pièce	Local Area Network
100 m	Bâtiment	Local Area Network
1 km	Campus	Local Area Network
10 km	Ville	Metropolitan Area Network
100 km	Nation	Wide Area Network
1000 km	Continent	Wide Area Network
10000 km	Planète	Internet

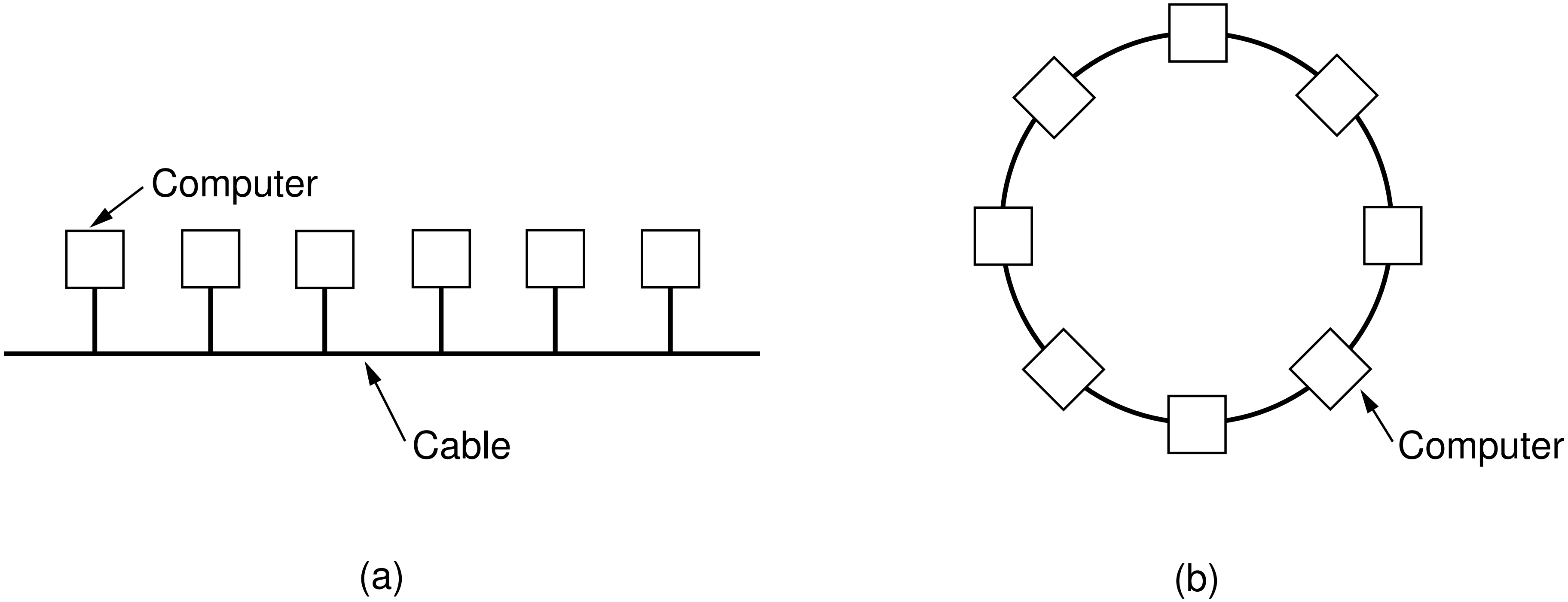
Personal Area Networks (PAN)

- Souvent utilisé pour connecter des périphériques à un ordinateur (clavier, souris)
- Typiquement sans fil
- Souvent *Bluetooth*

Local Area Networks (LAN)

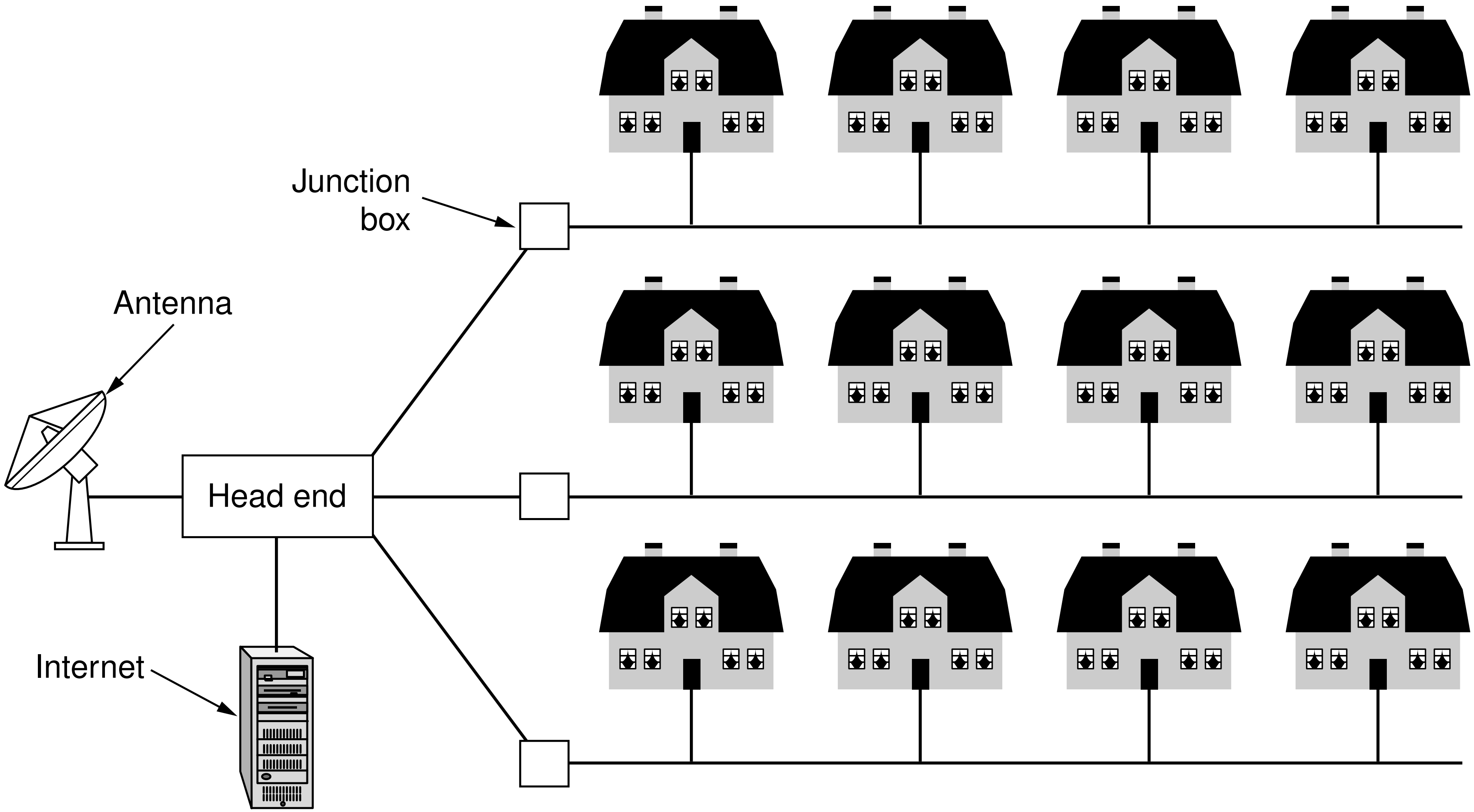
- Taille restreinte (1 km)
- Typiquement sous contrôle d'un seul organisme (entreprise, université)
- Cuivre ou fibre optique
- Très souvent *Ethernet* (on en parlera plus tard)
- Débit : souvent 100 Mo/sec ou 1 Go/sec, parfois 10 Go/sec
- Topologie *bus* ou *anneau*

Topologie de LAN

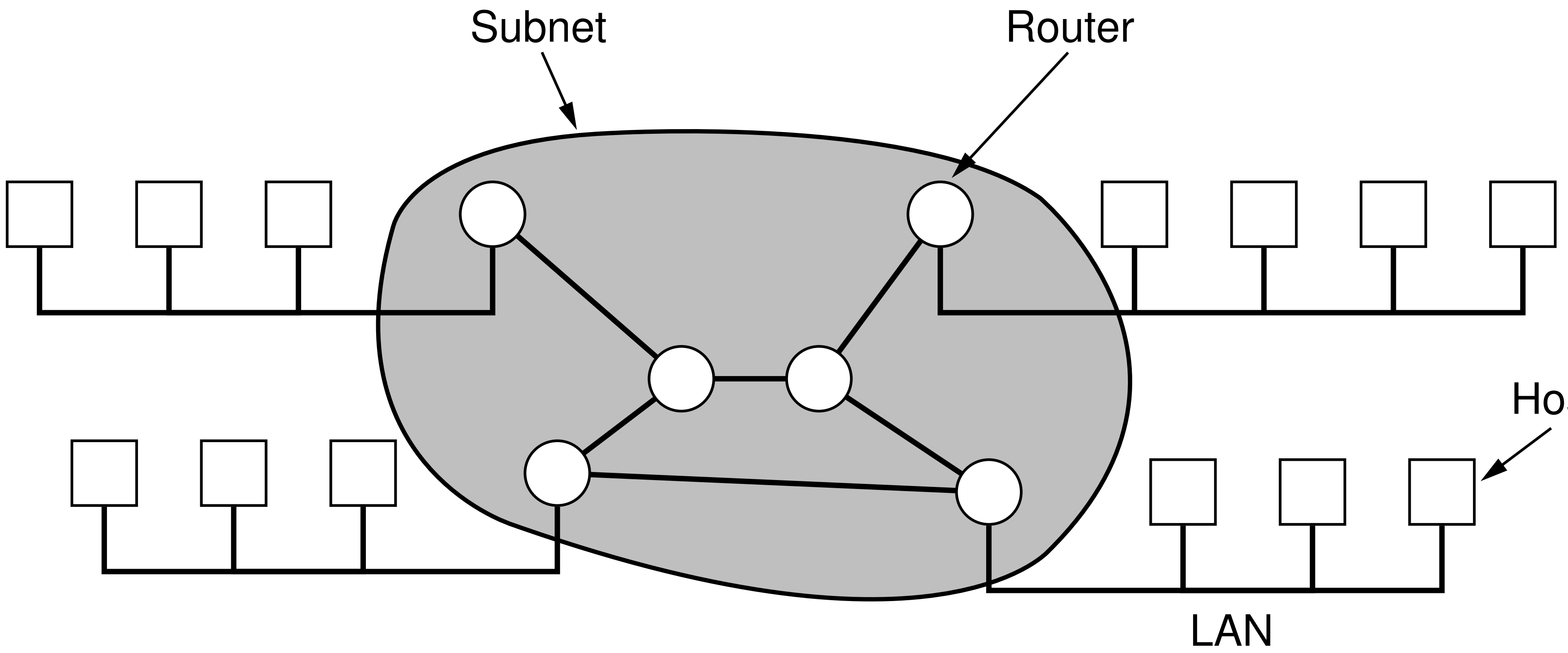


(a) Bus (b) Anneau

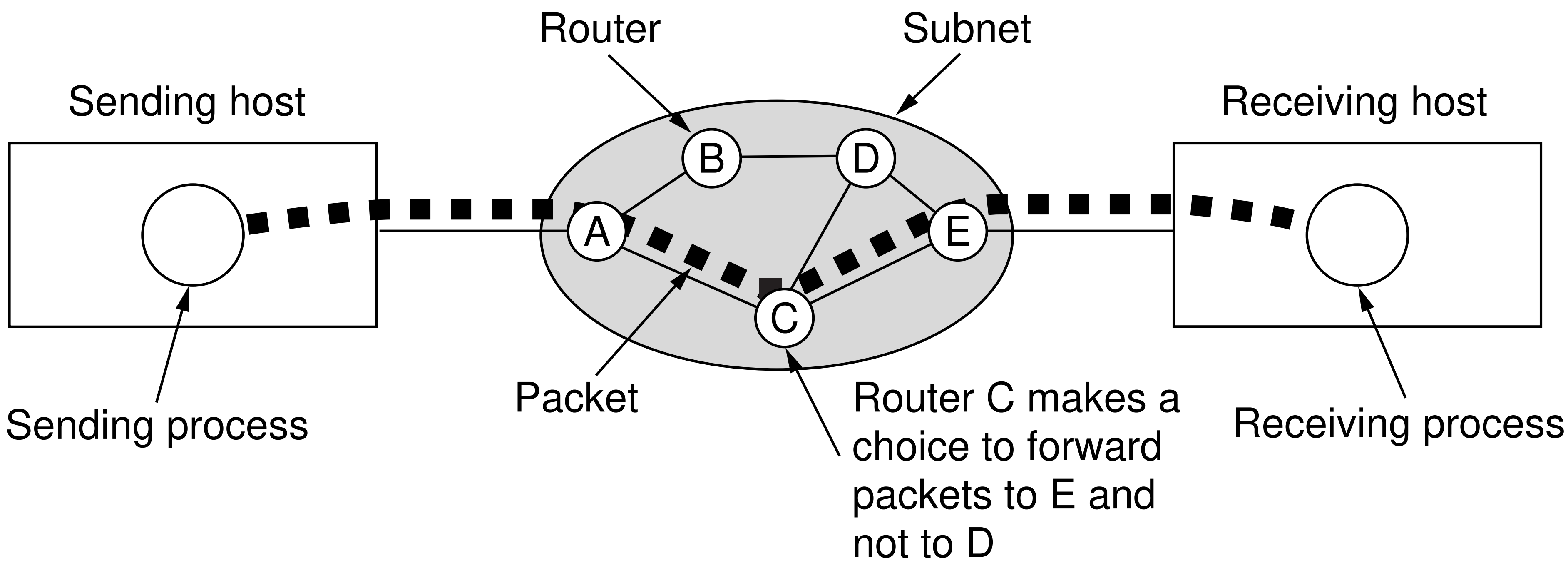
Metropolitan Area Networks (MAN)



Wide Area Networks (WAN)



Routage dans les WAN



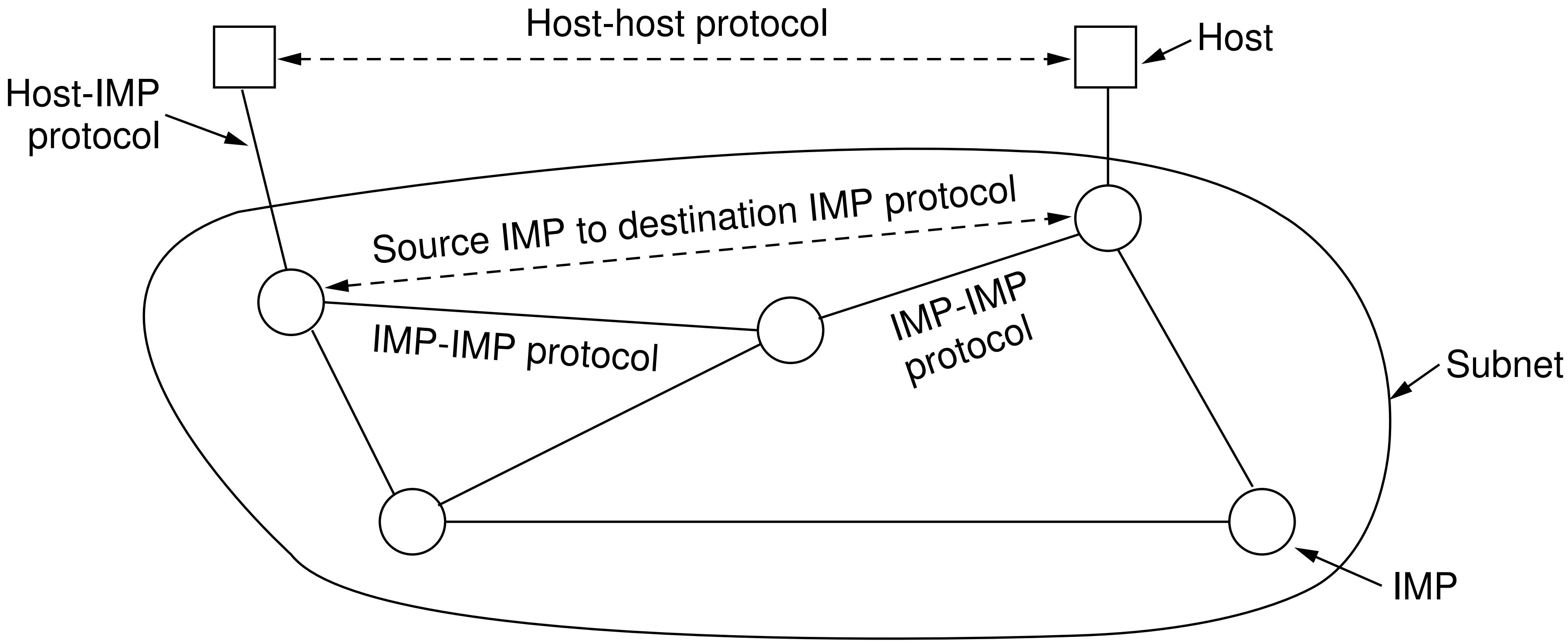
Internet

– Fédération de plusieurs réseaux (LAN, MAN, WAN)
– Connexion entre les réseaux par des *gateways*
– Souvent connexions entre des réseaux de technologie très diverse
– Est-ce que *Internet* est un réseau ?

Une courte histoire de l'Internet

- États-Unis, les années 50 : toutes les communications militaires passent par le réseau téléphonique.
  $\Rightarrow$ Vulnérabilité par le fait que le réseau téléphonique repose sur quelques nœuds centralisés.
- Fin des années 50 : Fondation de la *Advanced Research Projects Agency* (ARPA)
- Fin des années 60 : Conception de l'ARPANET

Principe de l'ARPANET

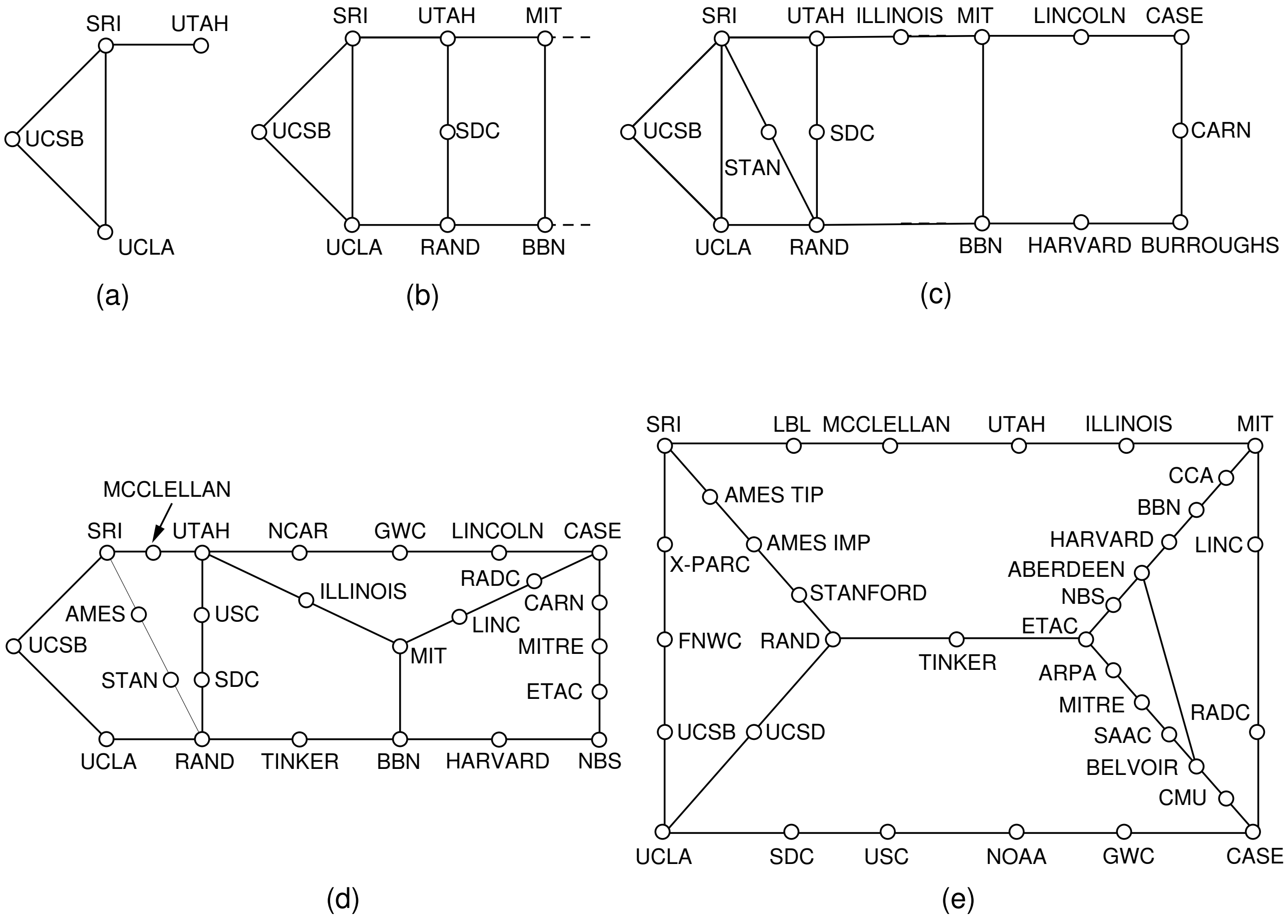


IMP = *Interface Message Processor*

Le premier nœud de l'ARPANET

(avec Leonard Kleinrock, un des pionniers de l'ARPANET)

Croissance de l'ARPANET 1969-1972



Une courte histoire de l'Internet 2

- Participants de l'ARPANET : Centres de recherche ayant des contrats avec le ministère de la défense (DoD).
- Structure parallèle pour l'utilisation militaire (MILNET).
- Les années 70 :
  - Développement de la suite de protocole TCP/IP (nous en parlerons souvent dans ce cours).
  - Intégration dans UNIX de la *Berkeley Software Distribution* (BSD).

Une courte histoire de l'internet 3

- Les années 80 :
  - *Domain Name Service* (DNS) (nous en parlerons aussi dans le chapitre sur les applications)
  - Développement de NSFNET (NSF = *National Science Foundation*), accessible à toutes les universités, qui devient plus tard ANSNET.
- Les années 90 :
  - Privatisation des réseaux aux États-Unis
  - Réseau IP Européen (RIPE)

NSFNET

– TCP/IP dès le départ
– Connexion entre des *fuzzball* (balle velouté ?), qui sont connectées par le *backbone* (colonne vertébrale)
– Débit du backbone :

1986	56 Ko/sec	téléphone
1988	1.5 Mo/sec	fibre optique
1991	45 Mo/sec	fibre optique

Transfert de grandes volumes avant le haut débit ?

Email avant Internet

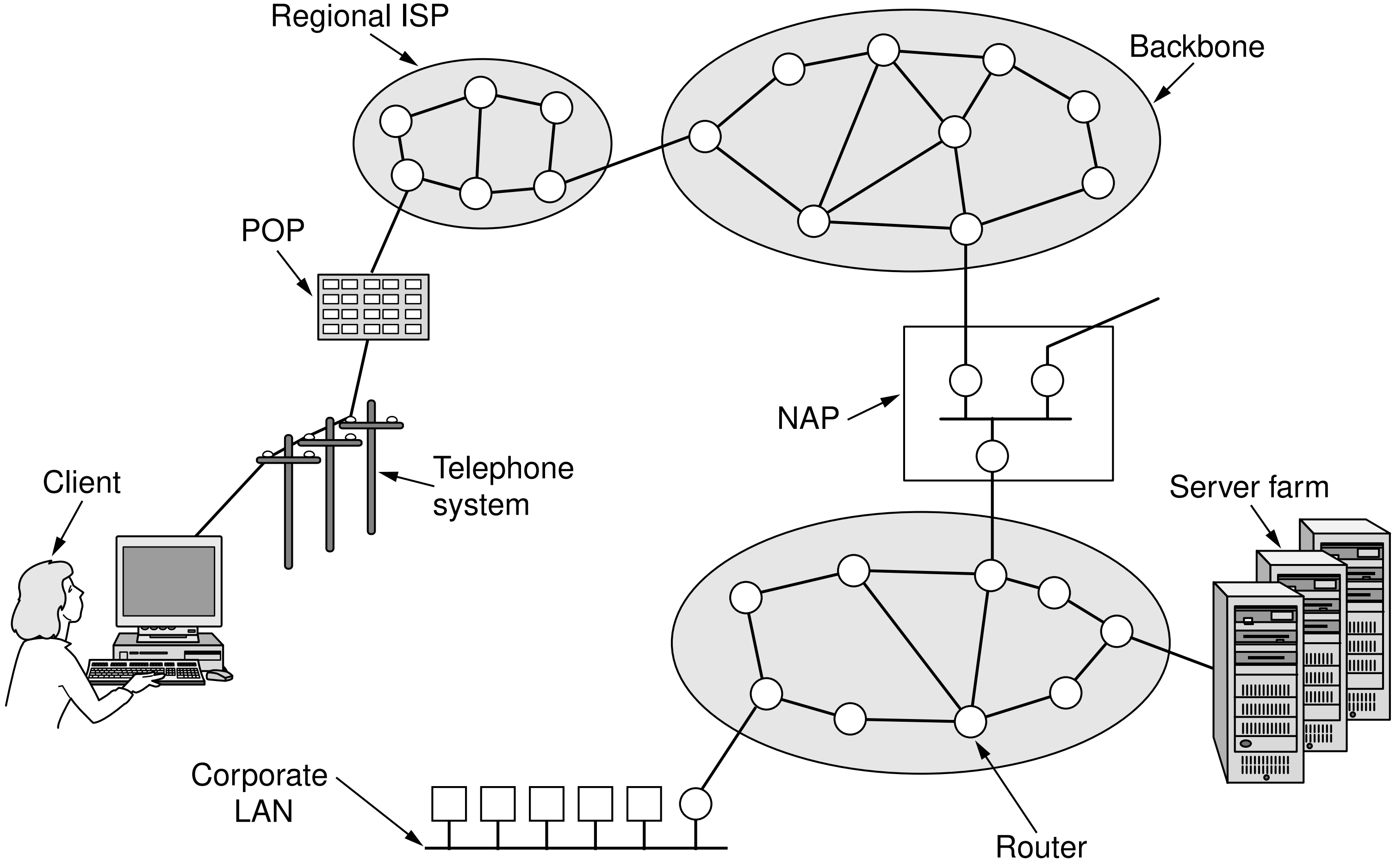
Connexion UUCP (Unix-to-Unix-CopY)

Extrait d'une entête de mail en 1988 :

```
Date : Tue, 2 Aug 88 11 :22 :12 PDT
From : claude%csl.sri.comunido.uucp (Claude Kirchner)
To : treinen@sbsvax.uucp
Return-Path : <unido!mcvax!csl.sri.com!claude>
```

Dortmund Amsterdam Stanford Utilisateur

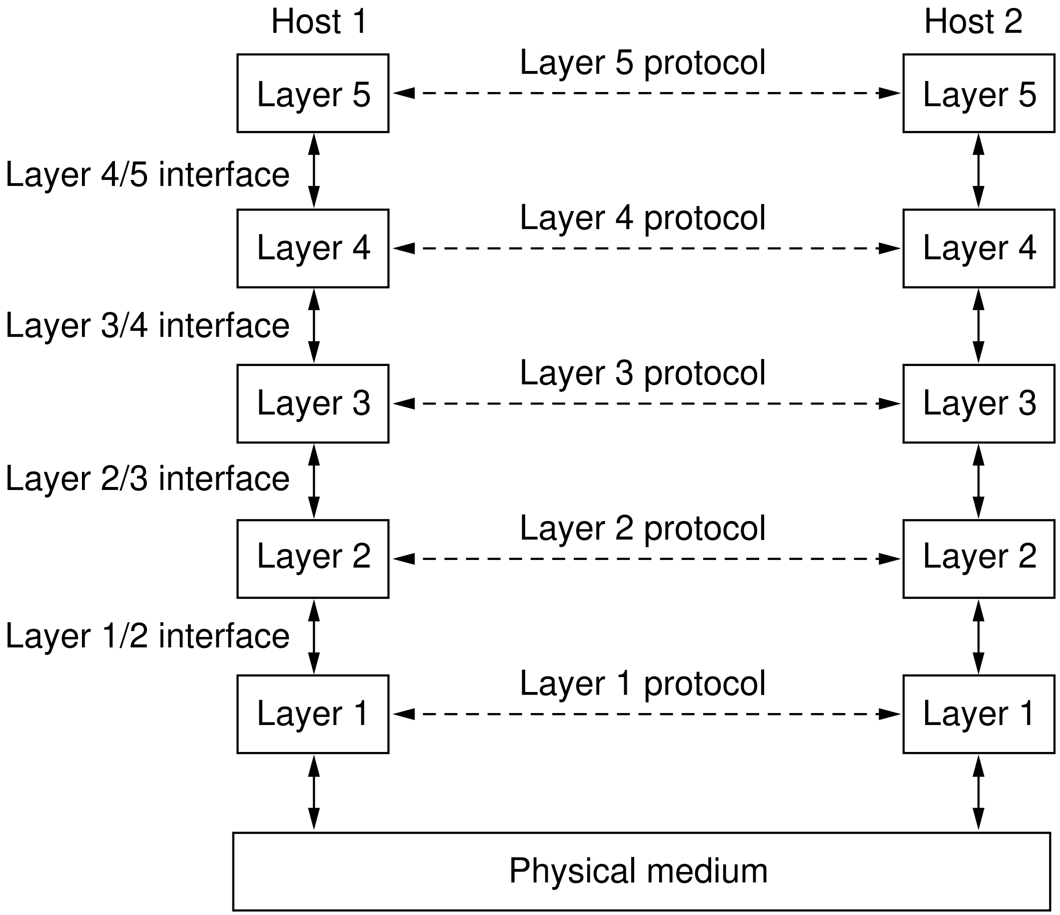
Architecture de l'Internet aujourd'hui



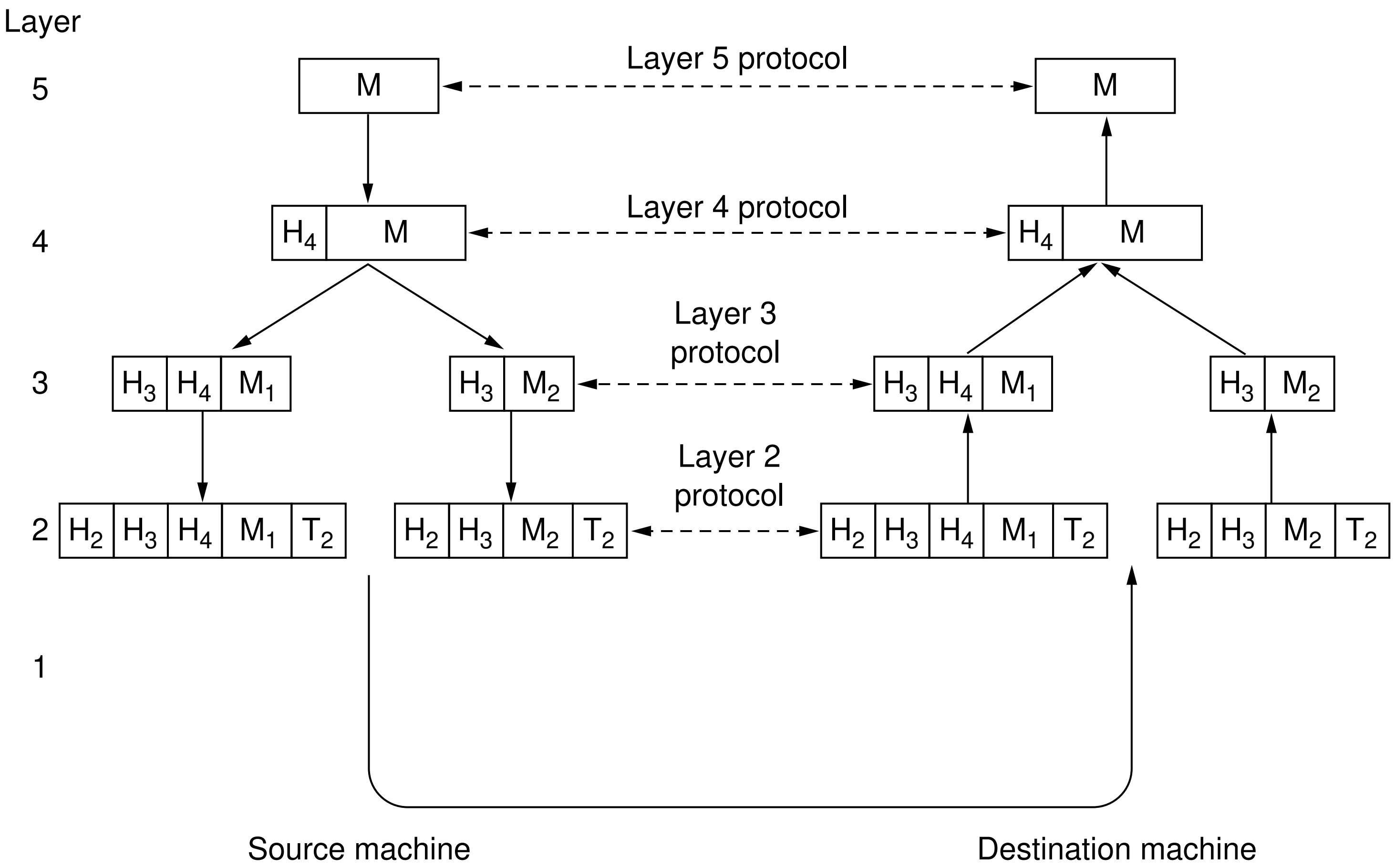
Logiciel réseau

– Le logiciel du une machine qui contrôle l'accès réseau est structuré en couches (*layers*), comparable à des le découpage d'un grand programme en modules.
– La structuration en couches est *vertical*. Les niveaux les plus bas réalisent des communications plus « primitives » (par ex. seulement entre deux machines, pas d'assurance de qualité), les niveaux plus hauts réalisent une vue plus abstraite.
– Communication entre couches n sur deux machines différentes décrite par un *protocole*.
– *Service de la couche* n : Fonctionnalité de la couche n, accessible par son *interface*.

Une pile de protocoles



Flot d'information dans une pile de protocoles

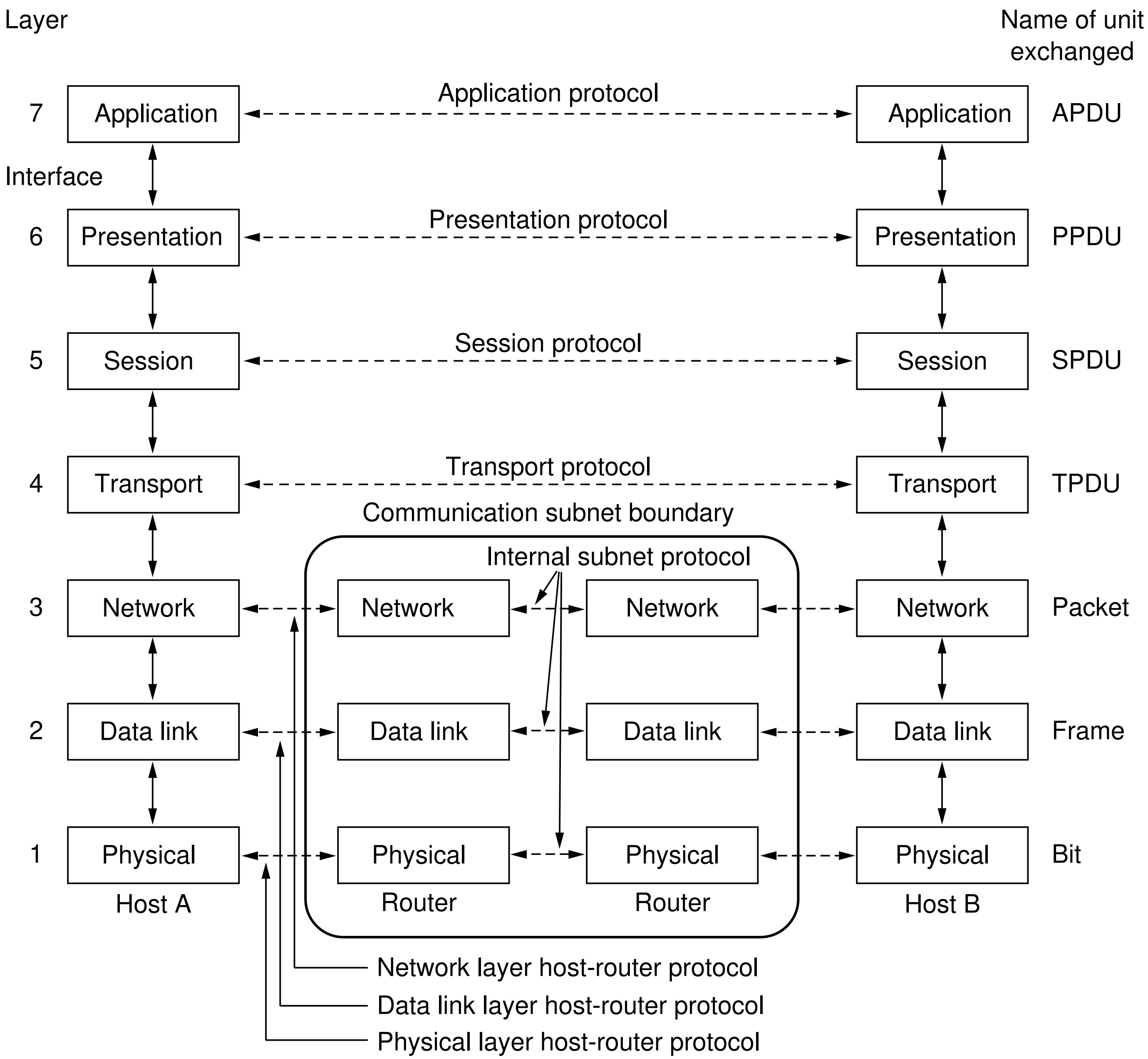


Qualités des service

- *Service orienté connexion* (Circuit-switched) ou *service orienté paquet* (Paquet-switched)
- Absence d'erreur dans les messages transmis ?
- Absence de perte de message ?
- Message délivrés dans le même ordre que envoyé ?
- Restriction sur la taille des messages ?
- Adresses des machines ?

Le modèle de référence ISO OSI

- ISO = *International Standards Organisation*
- OSI = *Open Systems Interconnection*
- L'objectif de cette norme est de spécifier un cadre général pour la création de normes ultérieures cohérentes. Le modèle lui-même ne définit pas de service particulier et encore moins de protocole.



Layer
Name of unit exchanged
7
Application
Application protocol
Application
APDU
Interface
6
Presentation
Presentation protocol
Presentation
PPDU
5
Session
Session protocol
Session
SPDU
4
Transport
Transport protocol
Transport
TPDU
Communication subnet boundary
Internal subnet protocol
3
Network
Network
Network
Network
Packet
2
Data link
Data link
Data link
Data link
Frame
1
Physical
Physical
Physical
Physical
Bit
Host A
Router
Router
Host B
Network layer host-router protocol
Data link layer host-router protocol
Physical layer host-router protocol

OSI - la couche physique

- Chargée de la transmission effective des signaux entre les interlocuteurs. Son service est typiquement limité à l'émission et la réception d'un bit ou d'un train de bit continu.
- Problèmes de traitement de signaux
- Comment encoder des bits sur le médium physique ?
- Quel débit peut-on atteindre sur le médium physique ?

OSI - la couche des liaison de données

– Gère les communications entre 2 machines adjacentes, i.e. directement reliés entre elle par un support physique.
– Transmission de *trames* (frames), typiquement de taille bornée.
– Souvent assurance de qualité (par exemple par envoi des accusés de réception)
– Flot de contrôle
– Dans le cas des réseaux broadcast : *Medium Access Control*

OSI - la couche réseau

- Gère les communications de bout en bout, généralement entre machines
- Transmission de *paquets*
- Problèmes de routage
- Gestion des adresses de machines
- C'est la couche la plus haute qui est réalisé sur les routeurs.

OSI - la couche transport

- Gère les communications de bout en bout entre processus.
- Détermine le type de service souhaité, découpage en paquet
- Transmission d'un message

OSI - la couche session

- Gère la synchronisation des échanges et les «transactions», permet l'ouverture et la fermeture de session.
- Gestion de dialogues
- Pas très utilisé, à part des protocoles de partage de fichiers (NFS, SMB)

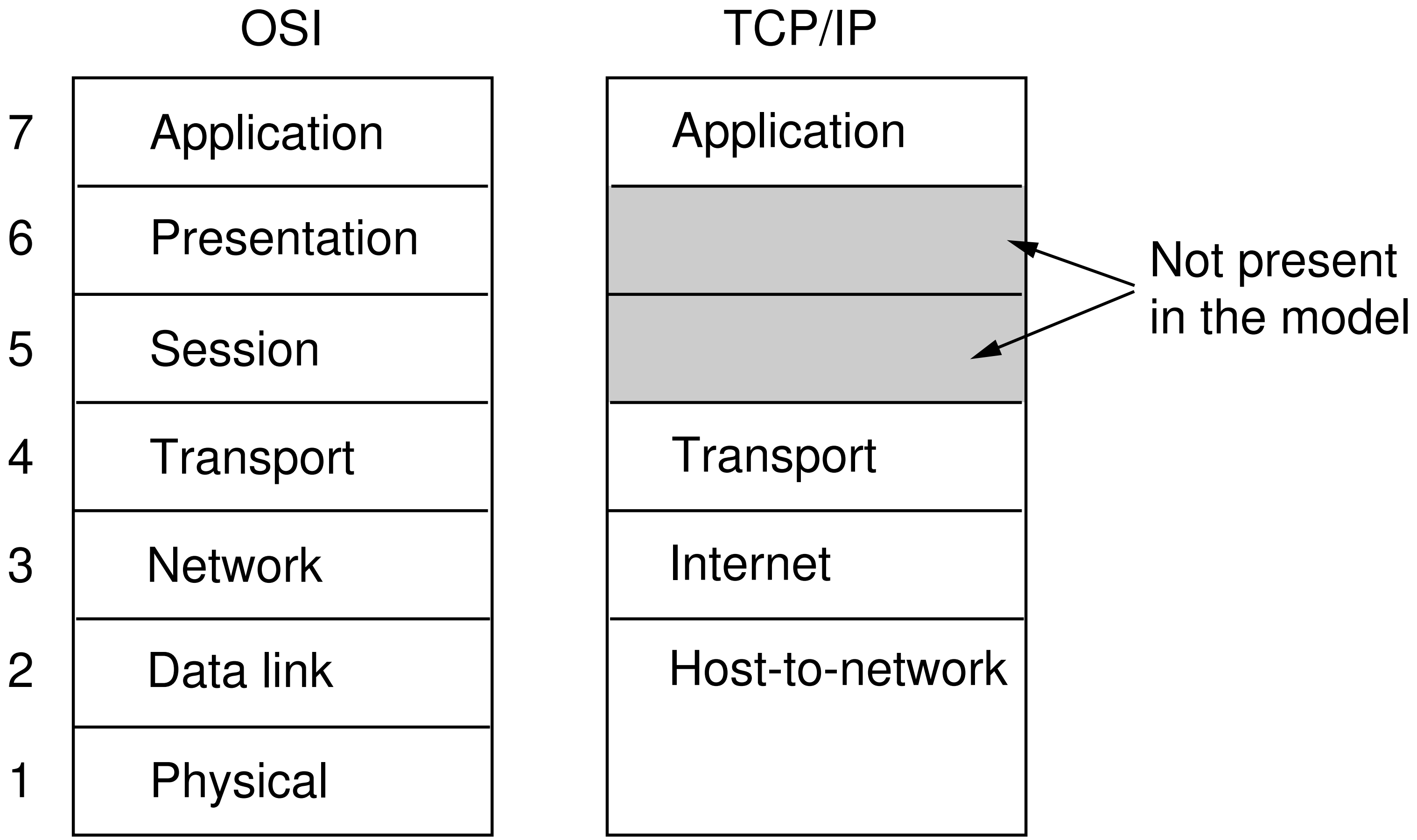
OSI - la couche présentation

– Chargée du codage des données applicatives, précisément de la conversion entre données manipulés au niveau applicatif et chaînes d'octets effectivement transmises.
– Réalisation de types abstraits.
– En réalité peu utile

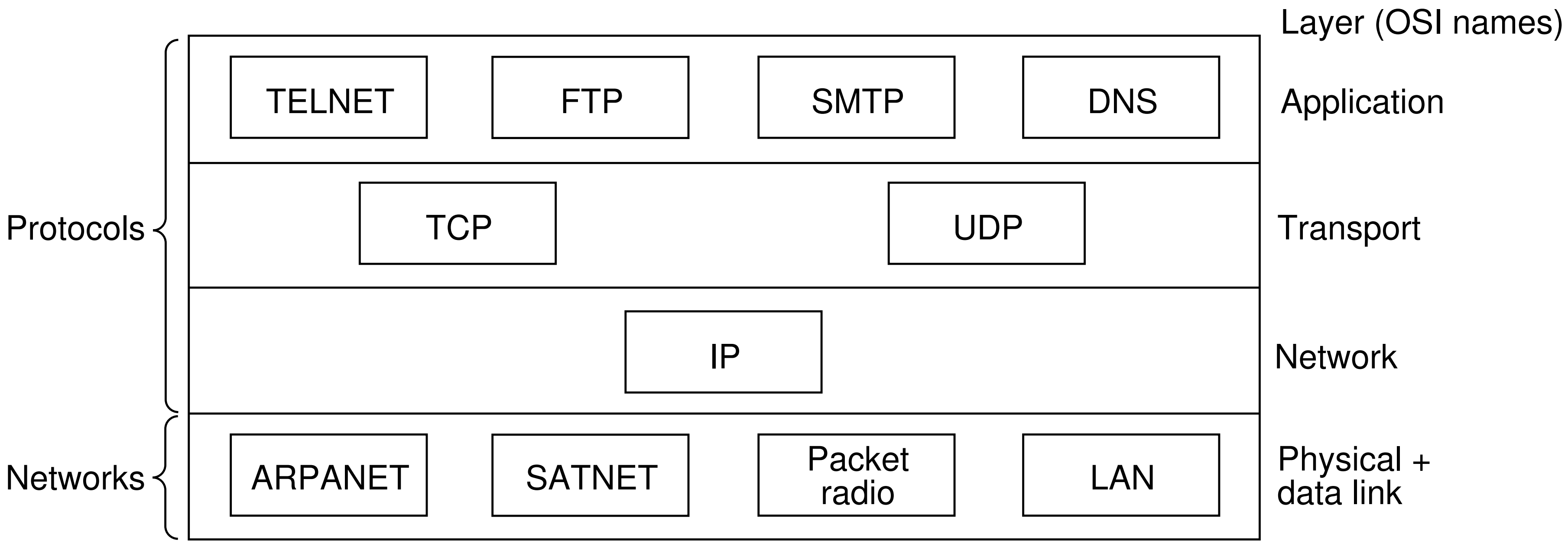
OSI - la couche applications

- Réalisation de protocoles « utilisateur » comme par exemple dans l'internet :
  - HTTP (pages web)
  - SMTP (mail électronique)
  - FTP (transfert de fichiers)
  - NNTP (Network News)

Le modèle de référence TCP/IP



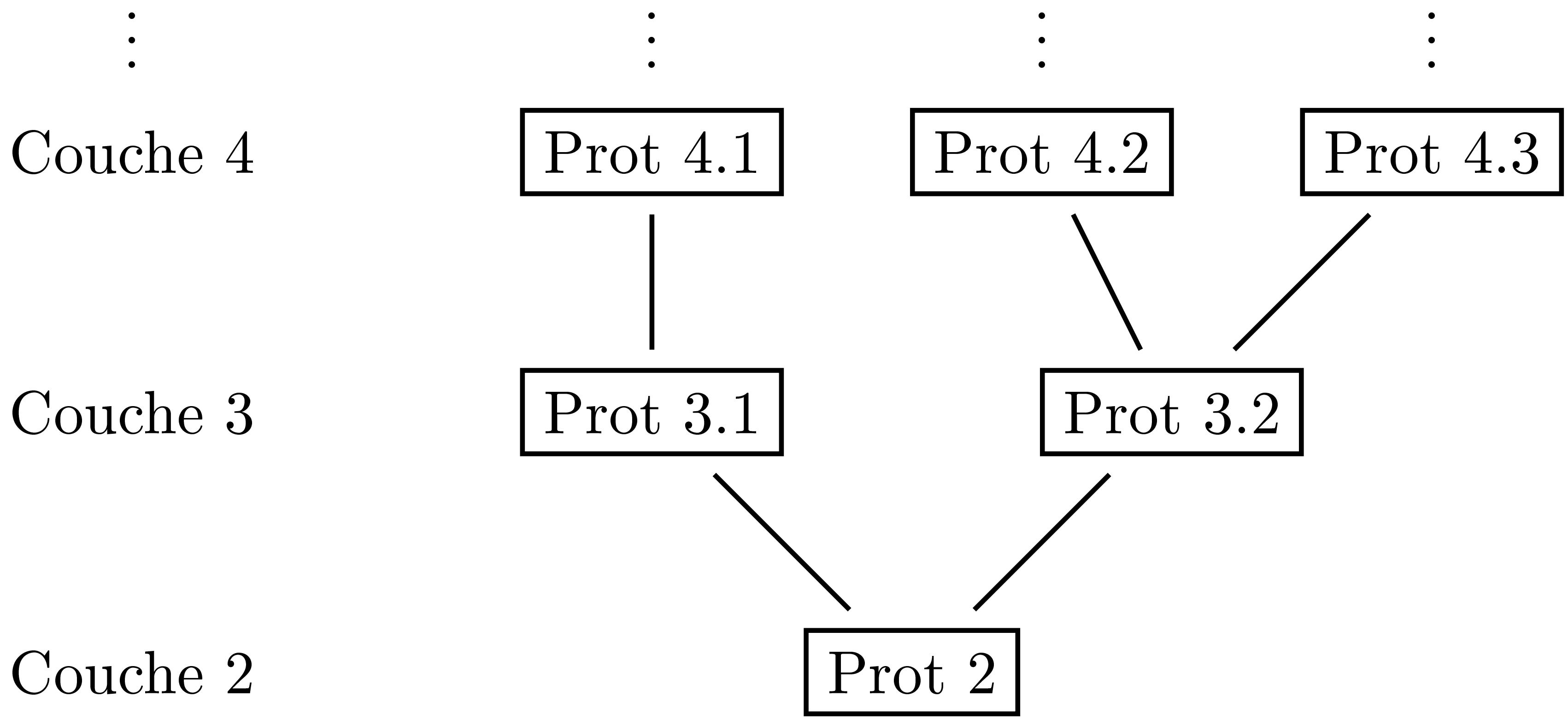
Les protocoles dans le modèle TCP/IP



Comparaison des modèles OSI et TCP/IP

- OSI : Définition du modèle avant des implémentations
- OSI : Séparation propre entre protocoles, services, interfaces
- TCP/IP : Modèle extrait de l'implémentation
- TCP/IP : pas de séparation propre des concepts (à l'origine)
- OSI : couches 5 et 6 pas très utiles
- TCP/IP : ne parle pas de ce qui ce passe au-dessous de la couche *réseau*

Coexistence de plusieurs protocoles

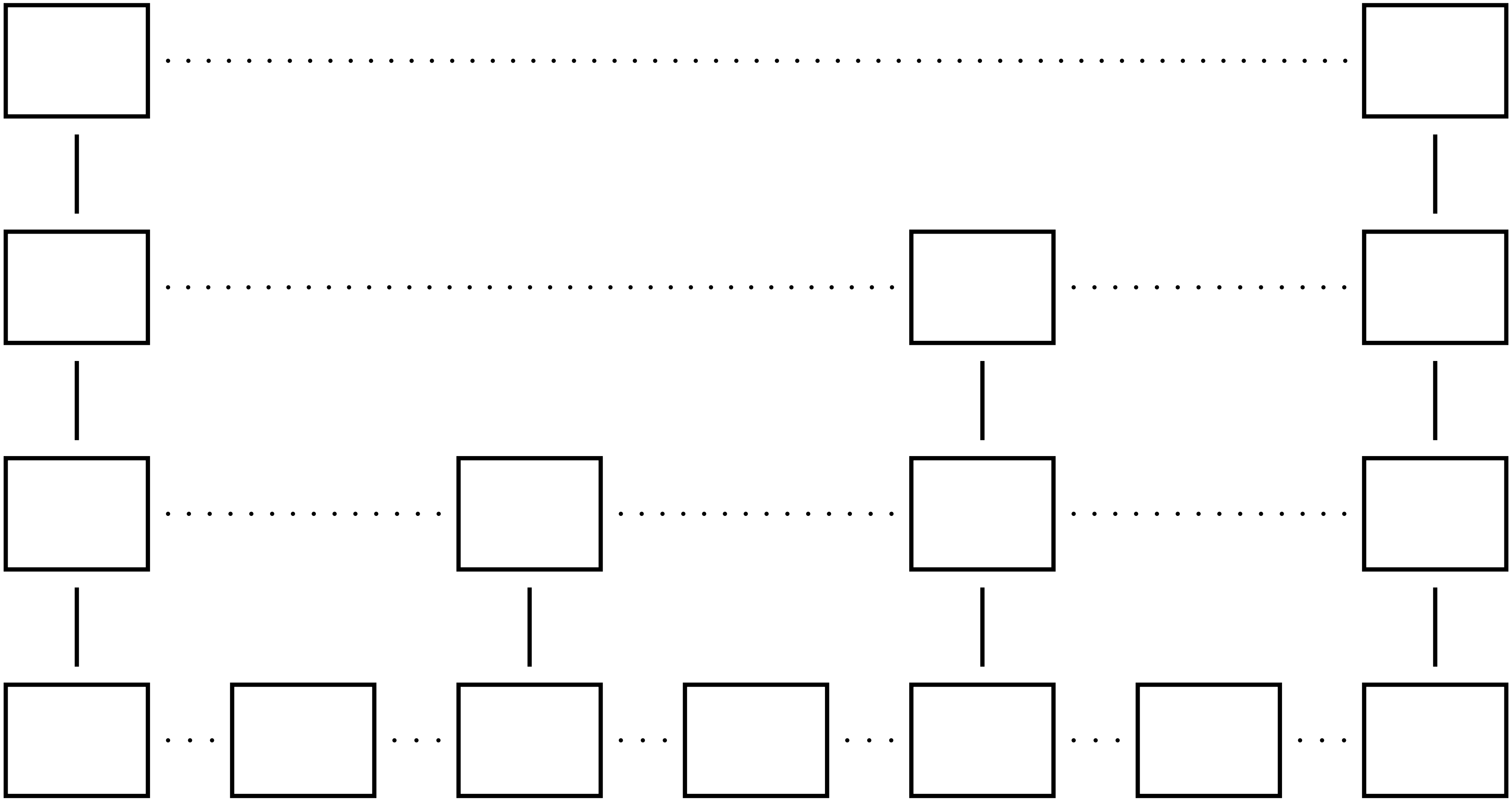


Coexistence de plusieurs protocoles

- Couches *physiques* et *liaison de donnée* : un seul protocole
- Exemples de protocoles couche *réseau* : IPv4, IPv6, IPX (Novell), ...
- Exemples de protocoles couche *transport* : TCP, UDP, ...
- Exemples de protocoles couche *applications* : DNS, DHCP, FTP, Finger, Gopher, HTTP, IMAP, IRC, LDAP, SMTP, SSH, ...

Ajout après le cours : on peut bien avoir un graphe acyclique qui n'est pas un arbre. Des exemples où un service d'une couche peut utiliser plusieurs services d'une couche inférieure sont : IP en version 4 ou 6 de la couche OSI-3, ou une application qui utilise à la fois NFS et SMB de la couche OSI-5

Toutes les couches ne sont pas réalisées partout



Toutes les couches ne sont pas réalisées partout

Exemple de type de machines qui ne réalisent que jusqu'à la couche

- 1 : Amplificateurs électriques ou optiques
- 2 : Bridges ethernet
- 3 : Routeurs IP

Modèle hybride - et donc plan du cours

5	Application
4	Transport
3	Réseau
2	Liaison de données
1	Physique

Plan du cours : les 5 couches dans l'ordre ascendant