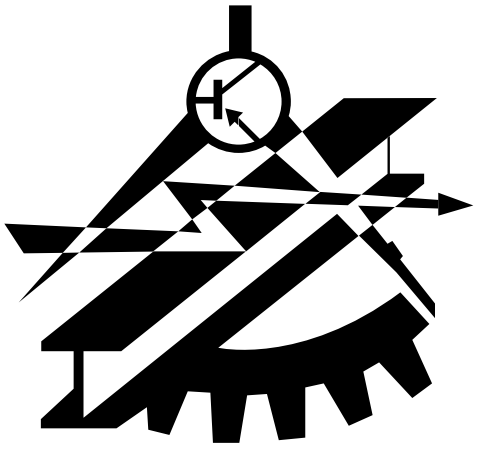


IN2T - Concepts informatiques

Cours 8
Réseaux et internet

Protocole *Ethernet*

Utilisé couramment dans :

- Les réseaux câblés Ethernet
  Cuivre et fibre optique
- Les réseaux sans fil Wifi
- Les réseaux sans fil Bluetooth
- ...

Protocole *Ethernet*

- Messages découpés en paquets qui contiennent entre autres :
  - Adresse MAC destination
  - Adresse MAC source
  - Somme de contrôle
- Livraison non garantie

Protocole *Ethernet* : Adresses MAC

Identifiant unique des appareils d'un réseau *Ethernet*

- *Media Access Control*
- Assignée par le fabricant
- 48 bits

  préfixes de 24 bits dépend du fabricant
- En hexadécimal $\Rightarrow 5E : FF : 56 : A2 : AF : 15$

Protocole *Ethernet* : Réseau à collisions

- Tous les membres sont connectés au même fil
  topologie en bus
- Tous les membres voient tous les paquets
- Un appareil à la fois peut émettre
- L'usage de concentrateurs (*hubs*) permet une topologie physique en étoile
  mais se comporte toujours comme un bus

Protocole *Ethernet* : Réseau commuté

- Utilisation de commutateurs *Ethernet* (*switchs*)
- Chaque membres ne reçoit que ses paquets
- Grosse diminution des collisions

  disparition avec le mode Full-duplex

Protocole Internet (IP)

- Couche au dessus de l'Ethernet
  peut utiliser l'Ethernet ou autre chose
- Permet d'utiliser des intermédiaires
  Pas besoin d'être directement connecté
- Permet une topologie générale de graphe
- Les membres intermédiaires sont appelés routeur
- Les messages sont découpé en paquets
  Un paquet IP peut être transporté en plusieurs paquets Ethernet

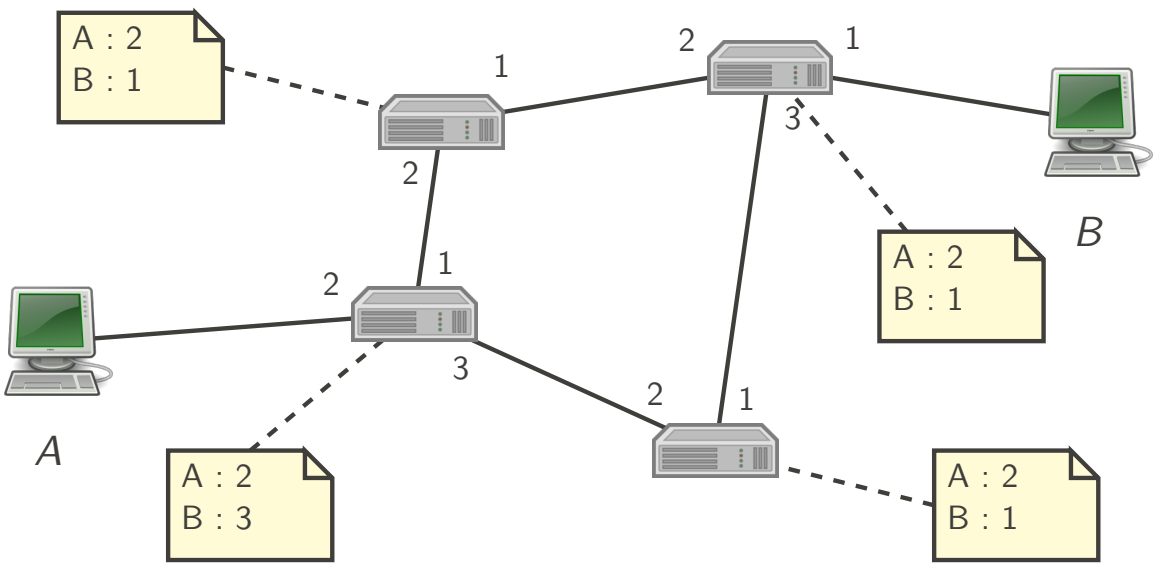
Protocole Internet (IP) : Routage

- Transfert pas à pas d'un paquet vers une destination

  Le paquet est passé de machine en machine à travers Internet

- Chaque routeur possède une table de routage

  Détermine sur quel lien envoyer un paquet reçu



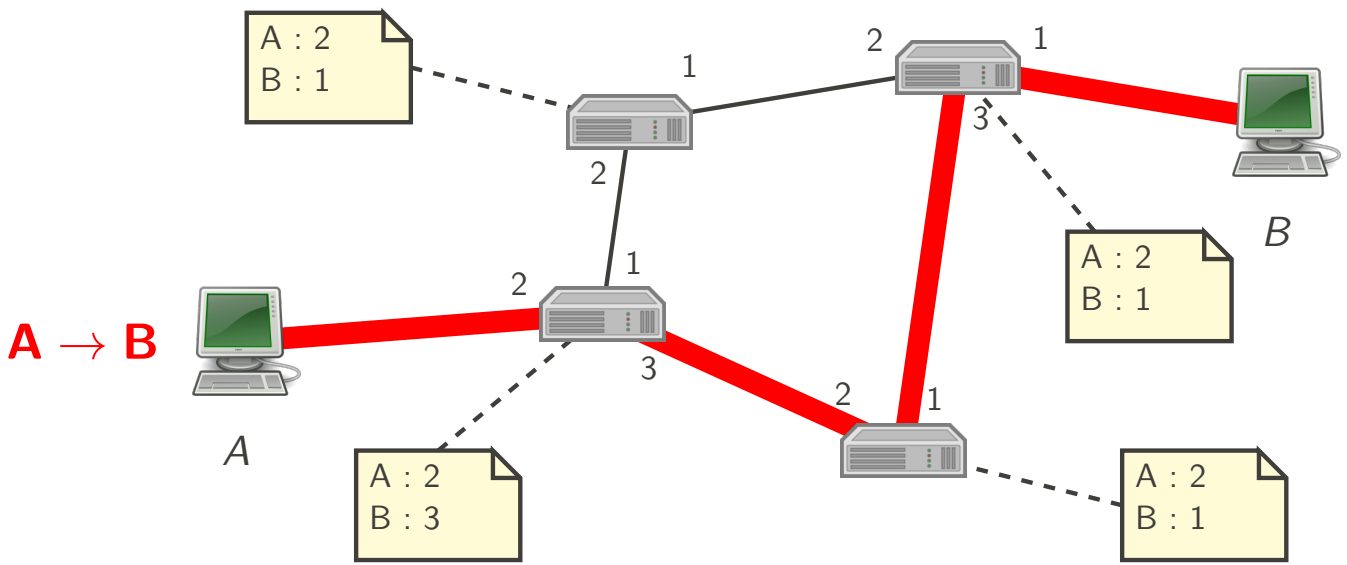
Protocole Internet (IP) : Routage

- Transfert pas à pas d'un paquet vers une destination

  Le paquet est passé de machine en machine à travers Internet

- Chaque routeur possède une table de routage

  Détermine sur quel lien envoyer un paquet reçu



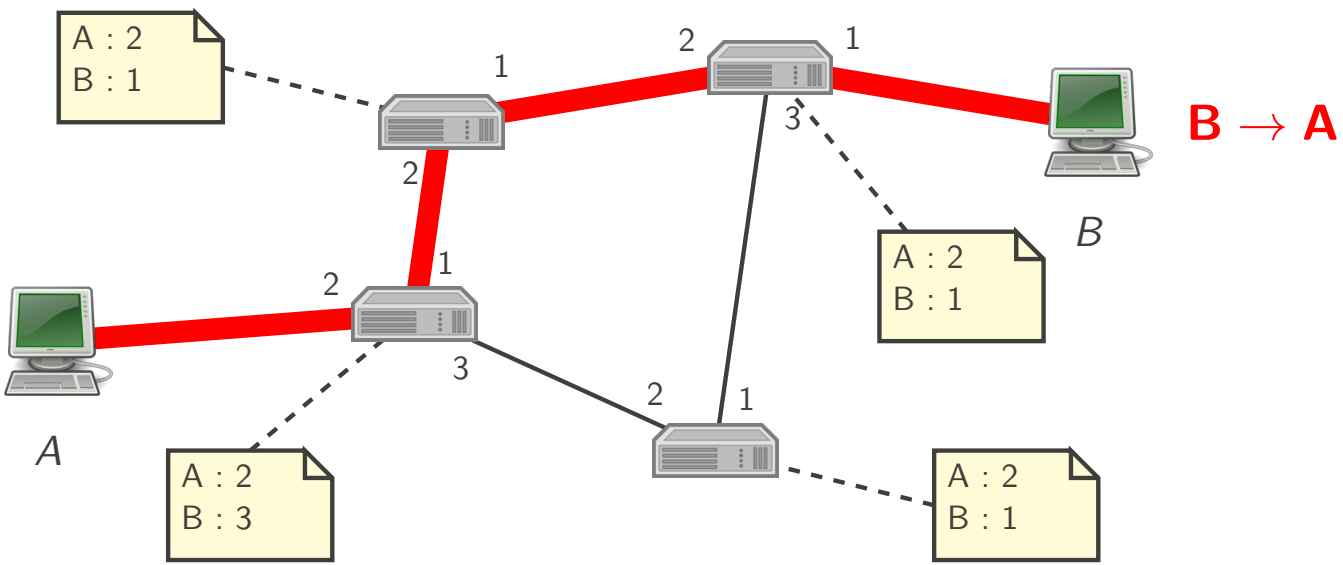
Protocole Internet (IP) : Routage

- Transfert pas à pas d'un paquet vers une destination

  Le paquet est passé de machine en machine à travers Internet

- Chaque routeur possède une table de routage

  Détermine sur quel lien envoyer un paquet reçu



Protocole Internet (IP) : Adresses

- IPv4
  - Composées de 4 octets (32 bits)
  - Généralement écrit au format décimal séparés par des points
    Exemple : 192.168.1.1
- IPv6
  - Composées de 128 bits
  - représenté en 8 groupe de 16 bits en hexadécimal
    Exemple :
    $2001 : 0db8 : 0000 : 0042 : 0000 : 8a2e : 0370 : 7334$

Protocole Internet (IP) : Sous-réseaux

- Division en réseaux local, *Local Area Network* (LAN) et réseaux étendu, *Wide Area Network* (WAN)
- Les machines qui peuvent se parler directement sont dans un même LAN

  Via Ethernet par exemple
- Le masque de sous-réseau permet de reconnaître les adresses appartenant au LAN

IP : Masque de sous-réseaux

- Permet d'identifier la partie l'adresse IP qui désigne le sous-réseau
- A le même format qu'une adresse IP
- Le sous réseau est obtenu en faisant un ET logique entre les bits de l'adresse et ceux du masque

	192	.	168	.	1	.	2
	11000000	.	**10101000**	.	**00000001**	.	**00000002**
	255	.	255	.	255	.	0
ET	**11111111**	.	**11111111**	.	**11111111**	.	**00000000**
	192	.	168	.	1	.	0
=	**11000000**	.	**10101000**	.	**00000001**	.	**00000000**

IP : Masque de sous-réseaux

Lorsqu'une machine veut envoyer un paquet à une autre

- Elle identifie son propre sous-réseau en utilisant le masque
- Elle identifie le sous-réseau du destinataire en utilisant le masque
- Si les deux sous-réseaux sont identiques, l'envoie se fait directement

  Via Ethernet par exemple
- Sinon, la table de routage est utilisée.

IP : Passerelle par défaut

- C'est une partie de la table de routage
- Elle est utilisée lorsqu'aucune autre entrée de la table ne correspond au sous-réseau de destination
- Pour les utilisateurs finaux, la table de routage se limite à la passerelle par défaut

Address Resolution Protocol (ARP)

Comment envoyer un paquet à une machine du même sous-réseau dont on connaît l'IP mais pas l'adresse MAC ?

- C'est la fonction de ARP
- ARP est utilisé pour les adresses IPv4

  En IPv6 c'est le Neighbor Discovery Protocol (NDP)

Address Resolution Protocol (ARP)

Fonctionnement :

- Envoie d'un *broadcast* (à toute les machines du sous-réseau) "quelle est l'adresse MAC correspondant à l'adresse IP X.X.X.X ? signé Y.Y.Y.Y"
- La machine concernée répond à Y.Y.Y.Y "je suis X.X.X.X, mon adresse MAC est $xx : xx : xx : xx : xx : xx$"
- Les deux machines sauvent la correspondance dans leur cache ARP.

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Comment une machine connait-elle ses propres adresse IP, masque de sous-réseau et passerelle par défaut ?

- Ces informations peuvent être configurées manuellement.
- L'utilisation d'un serveur DHCP permet une configuration automatique.

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

Fonctionnement :

- Envoie d'un *broadcast* "je suis *xx* : *xx* : *xx* : *xx* : *xx* : *xx* et j'ai besoin d'une adresse IP"
- Le ou les serveurs DHCP du sous-réseau lui répondent "je suis Y.Y.Y.Y. Je peux te proposer l'adresse X.X.X.X"
- La machine choisi la première réponse DHCP qu'elle reçoit et renvoie un broadcast pour informer tous les serveur DHCP de son choix.
- Le serveur DHCP choisi envoie les autres paramètres

Transmission Control Protocol (TCP)

Problème : protocole IP ne garanti ni l'arrivée ni l'ordre des paquets

- Solution : TCP
- Basé sur IP

  On parle souvent de TCP/IP
- Protocole connecté $\Rightarrow$ 3 phases :
  - Connexion
  - Envoi de données
  - Déconnexion
- garanti l'arrivée et l'ordre des paquets

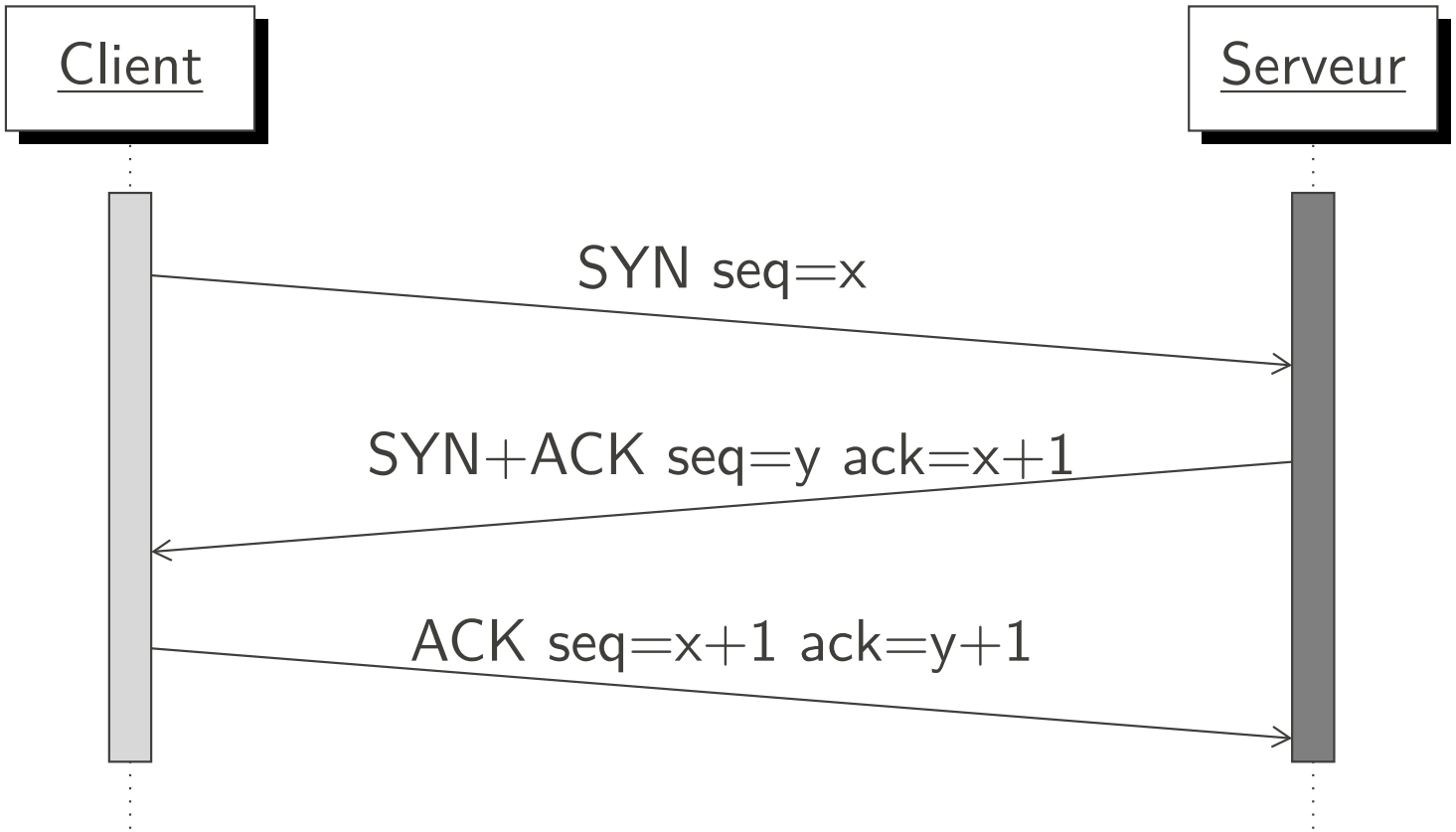
Transmission Control Protocol (TCP)

Les messages contiennent :

- Les numéros de port source et destination
- Des *flags* qui peuvent être à 1 ou à 0
  NS, CWR, ECE, URG, ACK, PSH, RST, SYN, FIN
- Un numéro de séquence
  Pour maintenir l'ordre des paquets
- Un numéro d'acquittement
  Contient le prochain numéro de séquence attendu
- Somme de contrôle
- ...

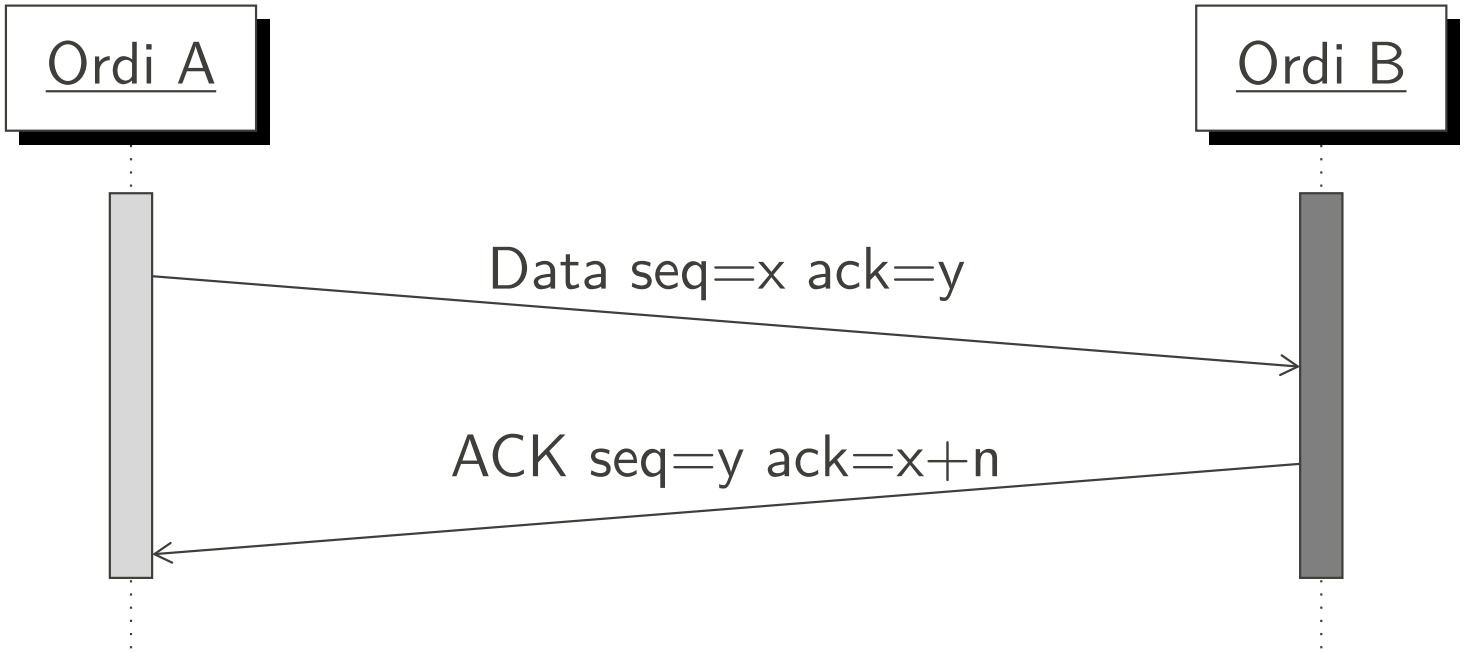
TCP : Connexion

Permet de synchroniser les numéros de séquence. Le client demande une connexion à un serveur qui écoute et peut l'accepter.



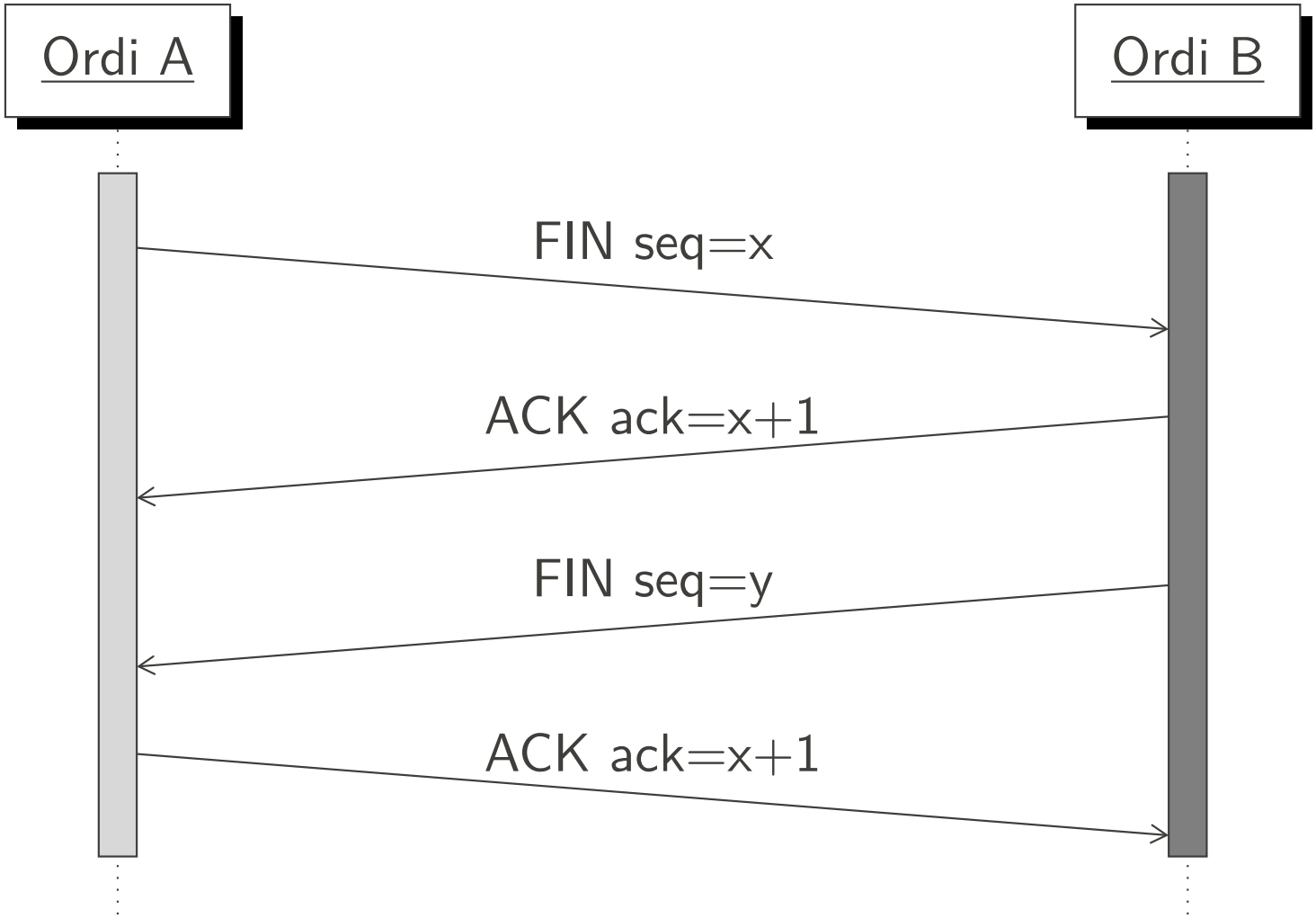
TCP : Envoi de données

Envoi de `n` octets. Dans un sens comme dans l'autre



TCP : Déconnexion

Peut être initiée par l'un ou l'autre des ordinateurs

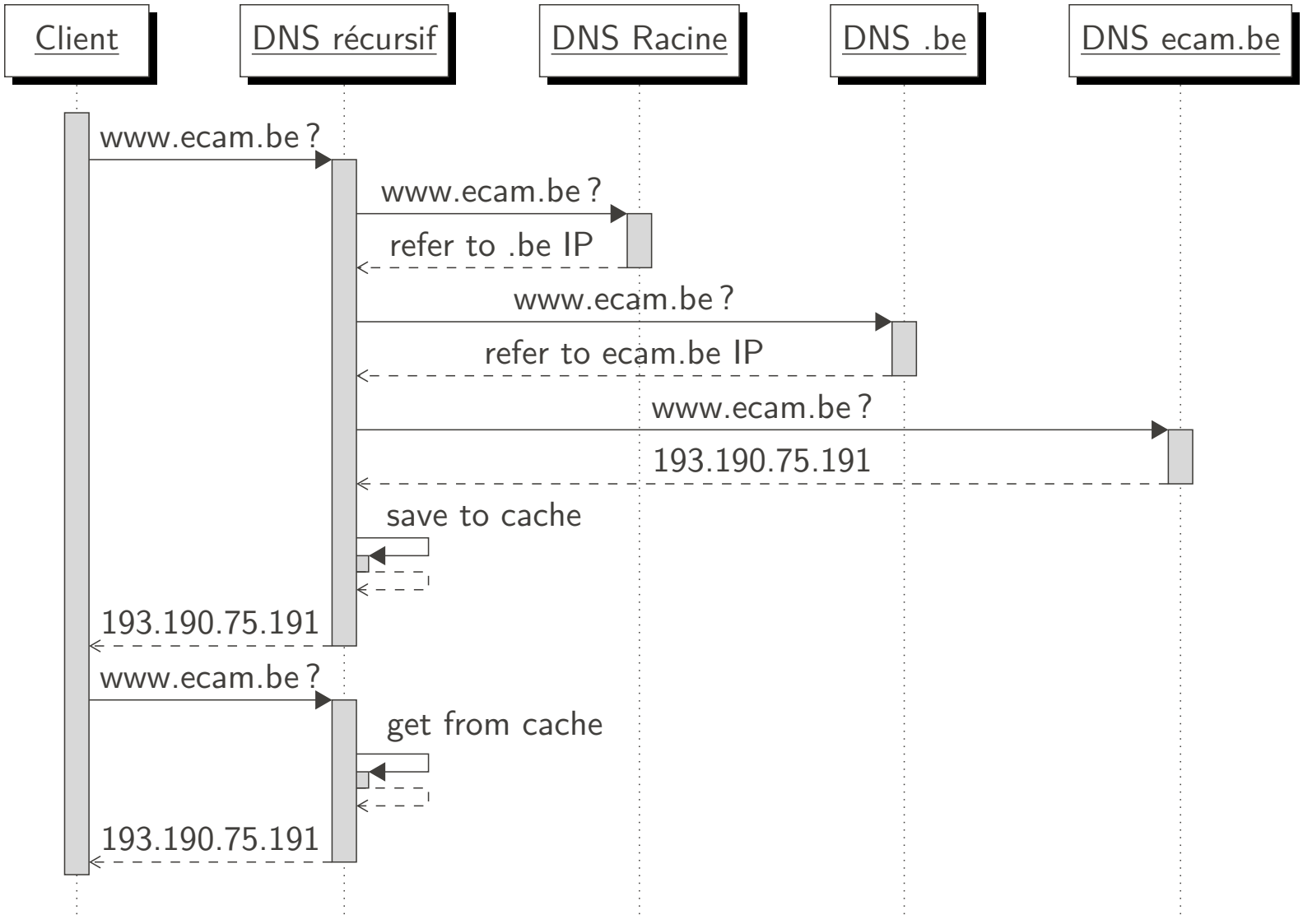


Dynamic Name System (DNS)

Les adresses IP ne sont pas pratiques pour les humains.

- DNS = répertoire qui associe un nom à une IP
  On parle de la résolution d'un nom de domaine
- Les correspondances sont stockées dans une hiérarchie de serveurs
- Des serveurs récursifs s'occupent de parcourir l'arborescence et de maintenir une cache des résolutions effectuées
- Un client obtient l'adresse d'un serveur DNS récursif
  Généralement par DHCP
- Les messages sont envoyés en UDP ou TCP
  UDP fournit uniquement les ports et une somme de contrôle

DNS : Résolution



HyperText Transfer Protocol (HTTP)

- Protocole de haut niveau
- Permet l'accès aux ressources sur internet
- Protocole client/serveur

  Le client envoie une requête, le serveur répond
- La requête et la réponse sont composées d'un entête et optionnellement d'un corp.
- L'entête est du texte, peut être du texte ou du binaire.
- Les requêtes et réponses sont généralement envoyée en TCP

HyperText Transfer Protocol (HTTP)

- La requête commence par l'établissement d'une connexion TCP.
- La requête proprement dite :

```
GET / http/1.1
Host: www.perdu.com
```

- Et la réponse :

```
hTTP/1.1 200 OK
Date: Thu, 22 Nov 2018 19:53:23 GMT
Content-Length: 204
Content-Type: text/html

<html><head><title>Vous Etes Perdu ?</title></head><body>
<h1>Perdu sur l'Internet ?</h1><h2>Pas de panique, on va
vous aider</h2><strong><pre>    * <----- vous &ecirc;tes
ici</pre></strong></body></html>
```

HyperText Transfer Protocol Secure (HTTPS)

2 problèmes :

- La confiance en le serveur DNS

  La bonne résolution des IP en dépends

- Le contenu des requêtes et des réponses passent en clair sur le réseaux

Pour régler ces problèmes, HTTPS utilise 3 concepts :

- Le cryptage
- La signature numérique
- Des autorités de certification

Le cryptage

- Le cryptage se base sur une fonction à sens unique qui utilise une clé d'encryptage `eKey`

  Appelons la ***`encrypt(eKey, message)`*** $\rightarrow$ ***`cryptedMsg`***

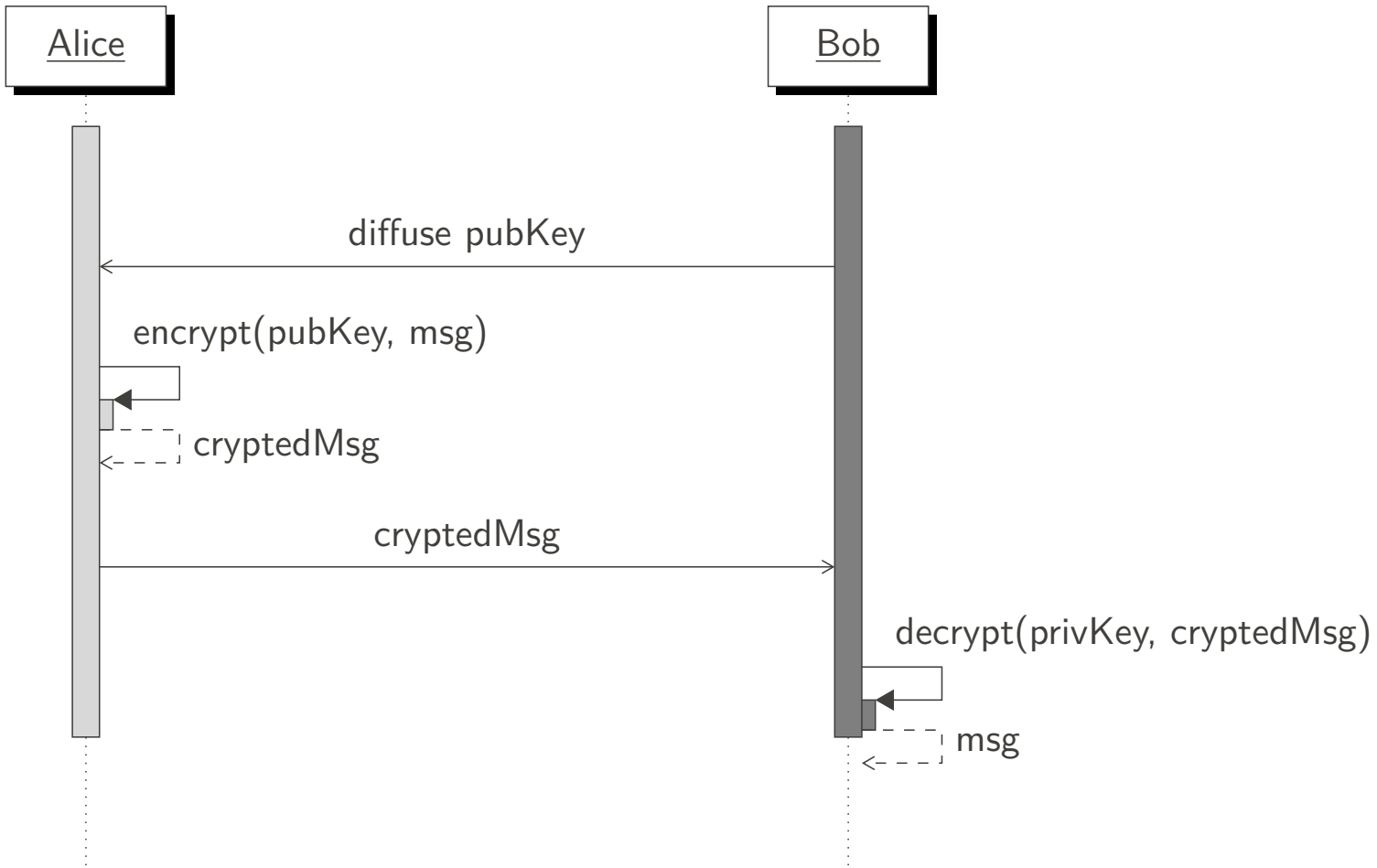
- Il est très difficile (long) de retrouver le `message` à partir de `cryptedMsg` sauf si on connaît `dKey`, la clé de décryptage.

  `decrypt(dKey, cryptedMsg)` $\rightarrow$ ***`message`***

- La clé d'encryptage est appelée clé publique, la clé de décryptage clé privée

- Ce cryptage est appelé asymétrique. Un cryptage symétrique utilise la même clé pour l'encryptage et le décryptage.

Le cryptage

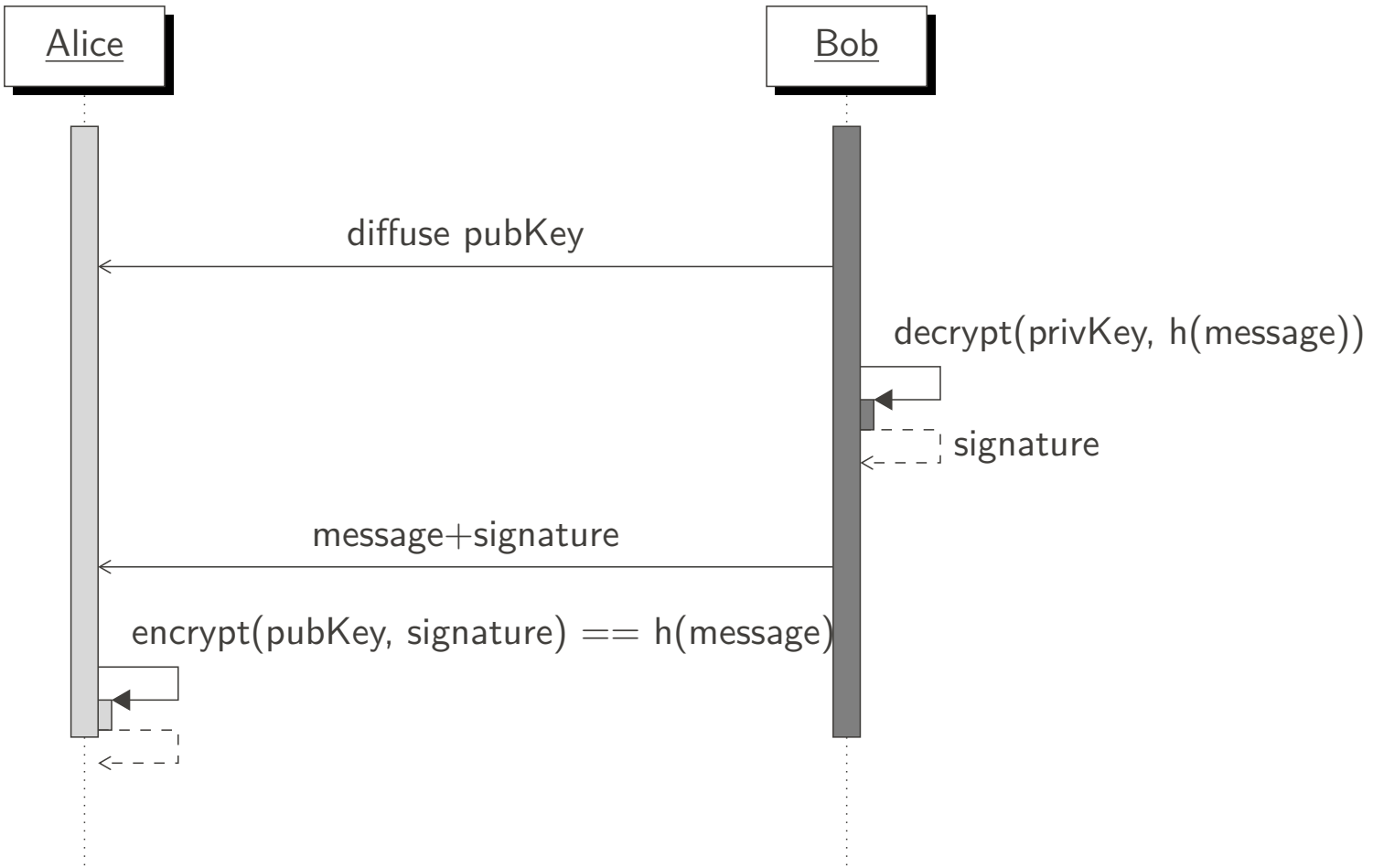

Alice
Bob
diffuse pubKey
encrypt(pubKey, msg)
cryptedMsg
cryptedMsg
decrypt(privKey, cryptedMsg)
msg

La signature numérique

Permet de s'assurer :

- de l'expéditeur d'un message
- que le message n'a pas été modifié

La signature numérique



Les autorités de certification

Fournit des certificats qui contiennent :

- Une clé privée
- Une clé publique
- Le ou les noms de domaine liés au certificat
- La signature de l'autorités de certification

  La signature porte sur la clé publique et les noms de domaine

HTTPS Connexion