

Réseaux et Protocoles

Auteur Dr. Younes Jabrane
ENSA, Marrakech
Université Cadi Ayyad

Chapitre 6 : La couche Transport

Plan du cours :

- 1 Services et Limitations d'IP
- 2 Rôle du transport

Plan du cours :

- 1 Services et Limitations d'IP
- 2 Rôle du transport
- 3 Adressage des applications

Plan du cours :

- 1 Services et Limitations d'IP
- 2 Rôle du transport
- 3 Adressage des applications
- 4 Le protocole TCP

Plan du cours :

- 1 Services et Limitations d'IP
- 2 Rôle du transport
- 3 Adressage des applications
- 4 Le protocole TCP

Services d'IP

La couche Transport

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes
- Déséquencement possible des datagrammes

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes
- Déséquencement possible des datagrammes
- Erreurs possibles sur les données

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes
- Déséquencement possible des datagrammes
- Erreurs possibles sur les données
- Pas de contrôle de flux

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes
- Déséquencement possible des datagrammes
- Erreurs possibles sur les données
- Pas de contrôle de flux
- Pas d'adressage des applications (client/serveur Web, client/serveur FTP, etc.)

La couche Transport

Services d'IP

- Interconnexion de réseaux
- Remise de datagrammes à des hôtes (adresses IP)
- Adaptation aux MTU des réseaux
- Durée de vie limitée des datagrammes
- Détection des erreurs sur l'en-tête
- Signalisation de certaines erreurs via ICMP

Limitations

- Livraison des datagrammes non garantie
- Erreurs non signalées
- Duplication possible des datagrammes
- Déséquencement possible des datagrammes
- Erreurs possibles sur les données
- Pas de contrôle de flux
- Pas d'adressage des applications (client/serveur Web, client/serveur FTP, etc.)

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :
 - 1 Signalées par ICMP

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :
 - 1 Signalées par ICMP
 - 2 Non signalées par ICMP
- 2 protocoles de transport disponibles

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :
 - 1 Signalées par ICMP
 - 2 Non signalées par ICMP
- 2 protocoles de transport disponibles
 - 1 UDP
 - 2 TCP
- Distinguer les applications au sein d'un même hôte

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :
 - 1 Signalées par ICMP
 - 2 Non signalées par ICMP
- 2 protocoles de transport disponibles
 - 1 UDP
 - 2 TCP
- Distinguer les applications au sein d'un même hôte
- Garantir l'indépendance des communications

La couche Transport

Rôle du transport

- Aller au-delà des limites d'IP
- Assurer, si possible, la correction d'erreurs :
 - 1 Signalées par ICMP
 - 2 Non signalées par ICMP
- 2 protocoles de transport disponibles
 - 1 UDP
 - 2 TCP
- Distinguer les applications au sein d'un même hôte
- Garantir l'indépendance des communications

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits
- UDP et TCP fournissent chacun un ensemble de ports indépendants

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits
- UDP et TCP fournissent chacun un ensemble de ports indépendants
- Le port n de UDP est indépendant du port n de TCP

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits
- UDP et TCP fournissent chacun un ensemble de ports indépendants
- Le port n de UDP est indépendant du port n de TCP
- Certains numéros de port sont réservés et correspondent à des services particuliers

La couche Transport

Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits
- UDP et TCP fournissent chacun un ensemble de ports indépendants
- Le port n de UDP est indépendant du port n de TCP
- Certains numéros de port sont réservés et correspondent à des services particuliers

L'adresse d'une application Internet est le triplet :
(adresse IP, protocole de transport, numéro de port)

La couche Transport

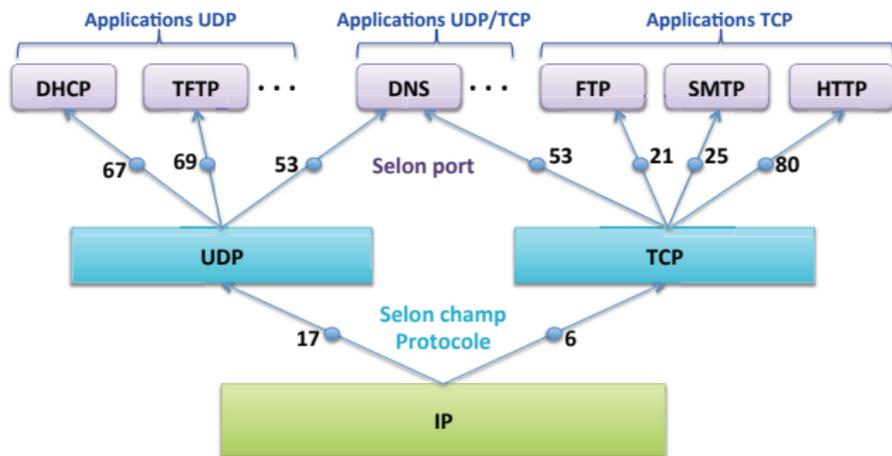
Adressage des applications

- Plusieurs applications réseaux peuvent s'exécuter en parallèle sur un ordinateur
- Comment un émetteur peut-il préciser à quelle application est adressé un message ?
- Utilisation de destinations abstraites : Les ports (ne pas confondre avec les ports physiques des hubs/switchs)
- Entiers positifs sur 16 bits
- UDP et TCP fournissent chacun un ensemble de ports indépendants
- Le port n de UDP est indépendant du port n de TCP
- Certains numéros de port sont réservés et correspondent à des services particuliers

L'adresse d'une application Internet est le triplet :
(adresse IP, protocole de transport, numéro de port)

La couche Transport

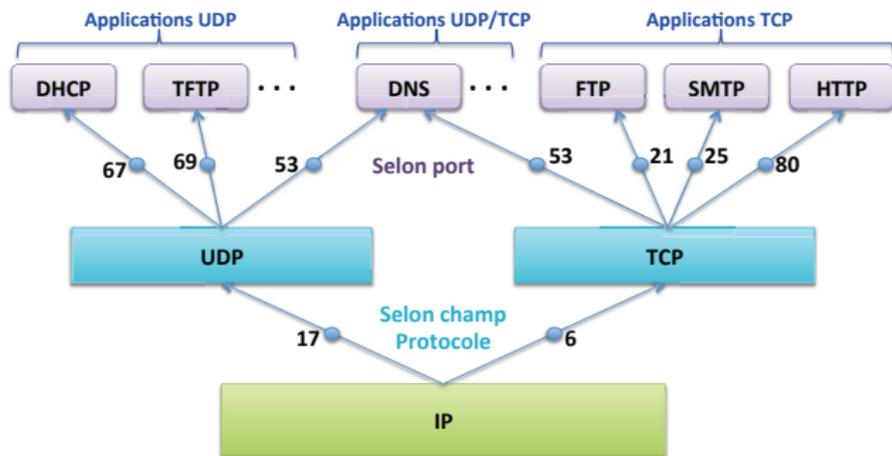
Adressage des applications



- **Socket** : Si plusieurs communications sur le même port, identification unique

La couche Transport

Adressage des applications



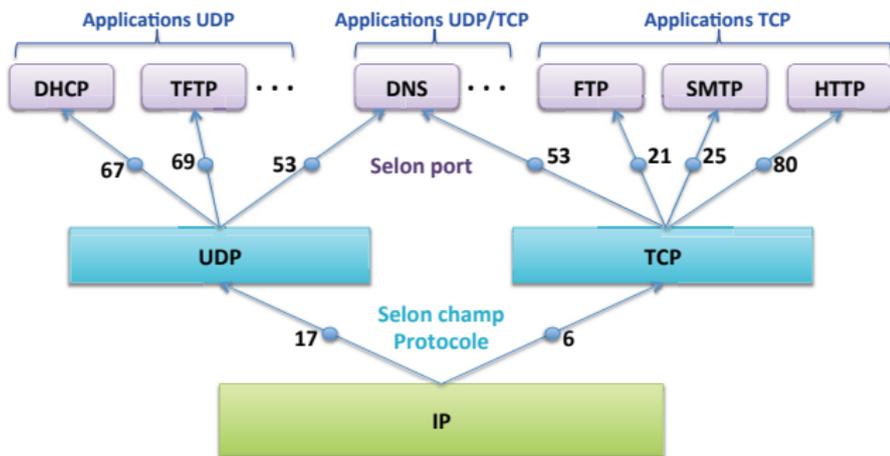
- **Socket** : Si plusieurs communications sur le même port, identification unique

Exemple

Serveur Web : Plusieurs clients doivent pouvoir se connecter simultanément sur le même port 80

La couche Transport

Adressage des applications



- Socket : Si plusieurs communications sur le même port, identification unique

Exemple

Serveur Web : Plusieurs clients doivent pouvoir se connecter simultanément sur le même port 80

La couche Transport

Le protocole TCP

Propriétés du service de TCP

- Orienté connexion : Transfert de flots d'octets
- La suite d'octets remise au destinataire est la même que celle émise

La couche Transport

Le protocole TCP

Propriétés du service de TCP

- Orienté connexion : Transfert de flots d'octets
- La suite d'octets remise au destinataire est la même que celle émise
- Circuits virtuels : Une fois une connexion demandée et acceptée, les applications la voient comme un circuit dédié

La couche Transport

Le protocole TCP

Propriétés du service de TCP

- Orienté connexion : Transfert de flots d'octets
- La suite d'octets remise au destinataire est la même que celle émise
- Circuits virtuels : Une fois une connexion demandée et acceptée, les applications la voient comme un circuit dédié
- Transferts tamponnés : Quelle que soit la taille des blocs de données émis par les applications

La couche Transport

Le protocole TCP

Propriétés du service de TCP

- Orienté connexion : Transfert de flots d'octets
- La suite d'octets remise au destinataire est la même que celle émise
- Circuits virtuels : Une fois une connexion demandée et acceptée, les applications la voient comme un circuit dédié
- Transferts tamponnés : Quelle que soit la taille des blocs de données émis par les applications

La couche Transport

Le protocole TCP

RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket

La couche Transport

Le protocole TCP

RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket
- Le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque

La couche Transport

Le protocole TCP

RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket
- Le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque
- On ne peut envoyer un message directement à une adresse

La couche Transport

Le protocole TCP

RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket
- Le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque
- On ne peut envoyer un message directement à une adresse
- Il faut que le client établisse une connexion avec le serveur

La couche Transport

Le protocole TCP

RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket
- Le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque
- On ne peut envoyer un message directement à une adresse
- Il faut que le client établisse une connexion avec le serveur
- Ils ne peuvent échanger des messages que via une connexion

La couche Transport

Le protocole TCP

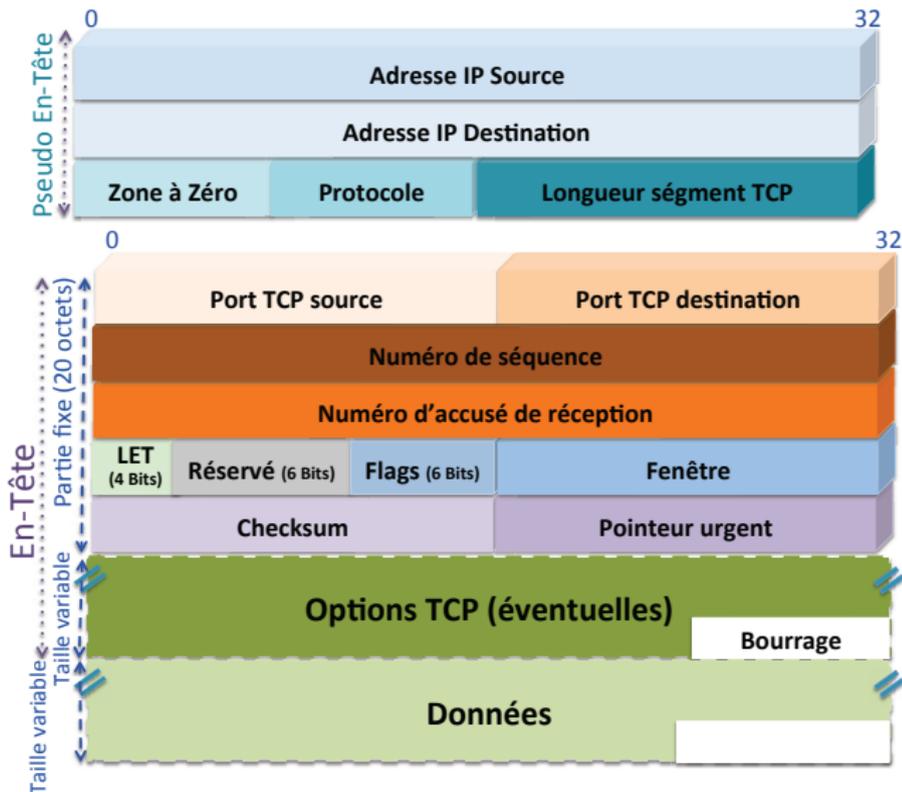
RFC 793 corrigée par RFC 1122 et 1323
Adresse d'application, port et connexion

- L'adresse d'une application est un triplet (adresse IP, TCP, port)
- Notion Socket
- Le serveur et le client doivent en posséder une. Le port du client est généralement quelconque
- On ne peut envoyer un message directement à une adresse
- Il faut que le client établisse une connexion avec le serveur
- Ils ne peuvent échanger des messages que via une connexion

La couche Transport

Format du ségment TCP

Le protocole TCP

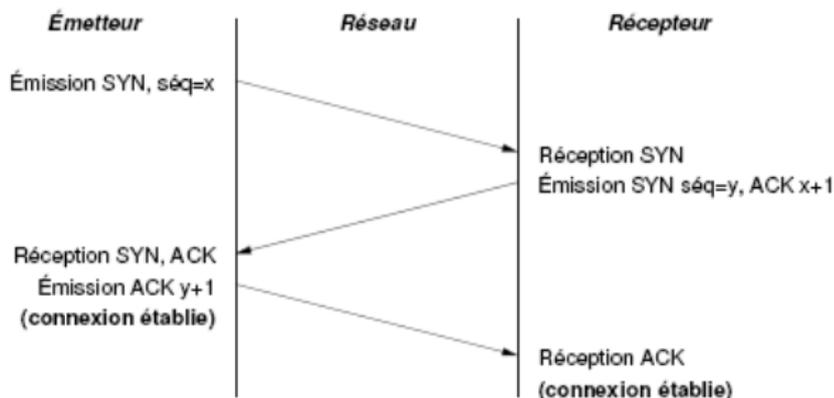


La couche Transport

Le protocole TCP

Etablissement d'une connexion

En 3 temps (handshaking), avec bits SYN et ACK

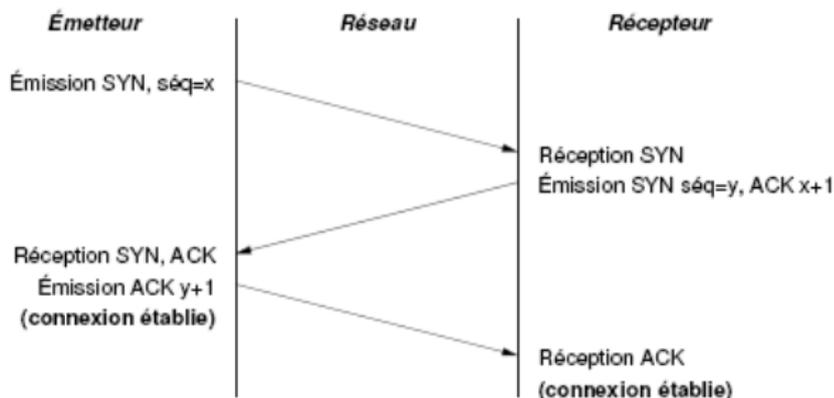


La couche Transport

Le protocole TCP

Etablissement d'une connexion

En 3 temps (handshaking), avec bits SYN et ACK



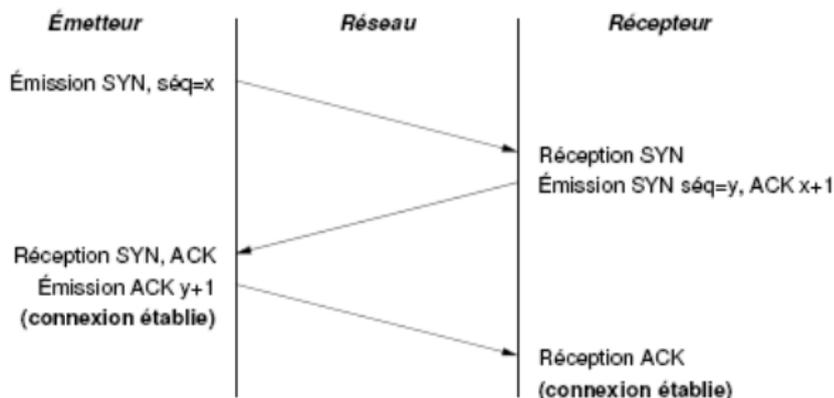
Permet d'ignorer des demandes retardées

La couche Transport

Le protocole TCP

Etablissement d'une connexion

En 3 temps (handshaking), avec bits SYN et ACK



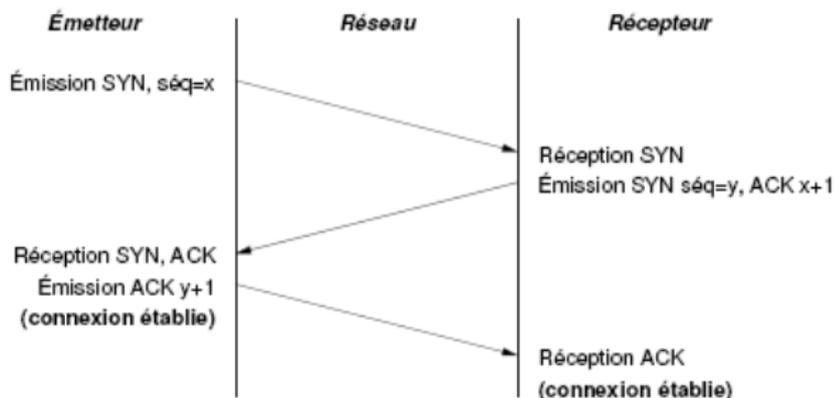
- Permet d'ignorer des demandes retardées
- Résoud aussi les connexions simultanées des deux côtés

La couche Transport

Le protocole TCP

Etablissement d'une connexion

En 3 temps (handshaking), avec bits SYN et ACK



- Permet d'ignorer des demandes retardées
- Résoud aussi les connexions simultanées des deux côtés

La couche Transport

Le protocole TCP

Libération d'une connexion

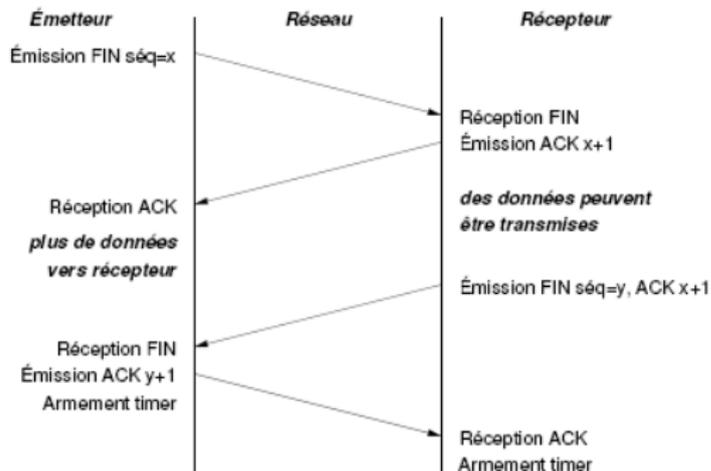
- Processus en trois temps modifié, avec bits FIN et ACK
- Connexion libérée lorsque chaque côté a indiqué qu'il n'avait plus de données à émettre :

La couche Transport

Le protocole TCP

Libération d'une connexion

- Processus en trois temps modifié, avec bits FIN et ACK
- Connexion libérée lorsque chaque côté a indiqué qu'il n'avait plus de données à émettre :

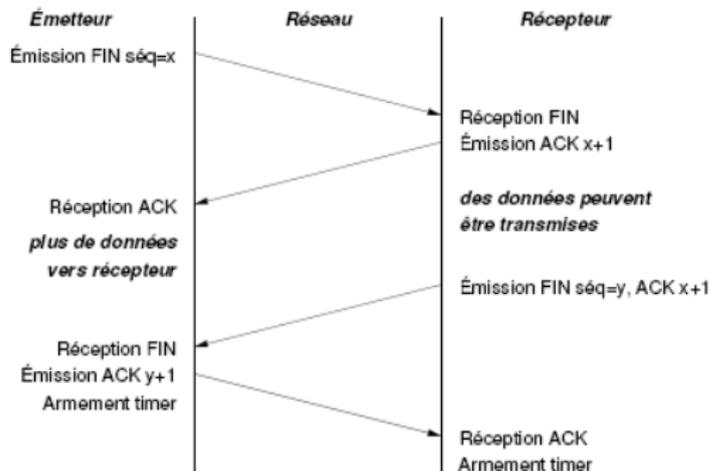


La couche Transport

Libération d'une connexion

Le protocole TCP

- Processus en trois temps modifié, avec bits FIN et ACK
- Connexion libérée lorsque chaque côté a indiqué qu'il n'avait plus de données à émettre :



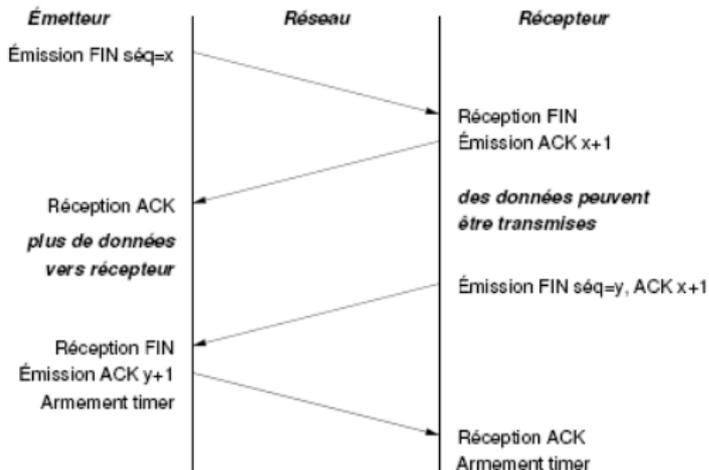
- A la fin, un temporisateur est utilisé pour laisser le temps aux segments retardés d'arriver ou d'être détruits

La couche Transport

Libération d'une connexion

Le protocole TCP

- Processus en trois temps modifié, avec bits FIN et ACK
- Connexion libérée lorsque chaque côté a indiqué qu'il n'avait plus de données à émettre :



- A la fin, un temporisateur est utilisé pour laisser le temps aux segments retardés d'arriver ou d'être détruits

La couche Transport

Le protocole TCP

Serveurs et ports réservés TCP :

- Well known Port Assignment : certaines applications bien connues ont des ports TCP réservés [0,1023]
- les ports [1024,49151] sont enregistrés (mais peuvent être utilisés)

La couche Transport

Le protocole TCP

Serveurs et ports réservés TCP :

- Well known Port Assignment : certaines applications bien connues ont des ports TCP réservés [0,1023]
- les ports [1024,49151] sont enregistrés (mais peuvent être utilisés)
- les ports [49152,65535] sont dits dynamiques et/ou à usage privé

La couche Transport

Le protocole TCP

Serveurs et ports réservés TCP :

- Well known Port Assignment : certaines applications bien connues ont des ports TCP réservés [0,1023]
- les ports [1024,49151] sont enregistrés (mais peuvent être utilisés)
- les ports [49152,65535] sont dits dynamiques et/ou à usage privé

Num (décimal)	Application
20	Serveur FTP
21	Serveur FTP
23	Serveur TELNET
25	Serveur SMTP (transfert de mail)
53	Serveur DNS
80	Serveur HTTP (www)

Voir <http://www.iana.org/assignments/port-numbers>

La couche Transport

Le protocole TCP

Serveurs et ports réservés TCP :

- Well known Port Assignment : certaines applications bien connues ont des ports TCP réservés [0,1023]
- les ports [1024,49151] sont enregistrés (mais peuvent être utilisés)
- les ports [49152,65535] sont dits dynamiques et/ou à usage privé

Num (décimal)	Application
20	Serveur FTP
21	Serveur FTP
23	Serveur TELNET
25	Serveur SMTP (transfert de mail)
53	Serveur DNS
80	Serveur HTTP (www)

Voir <http://www.iana.org/assignments/port-numbers>

La couche Transport

Le protocole TCP



Ports et connexions :

Une connexion est identifiée par le quadruplet formé avec l'adresse de ses deux extrémités :
(adresse IP locale, port local, adresse IP distante, port distant)