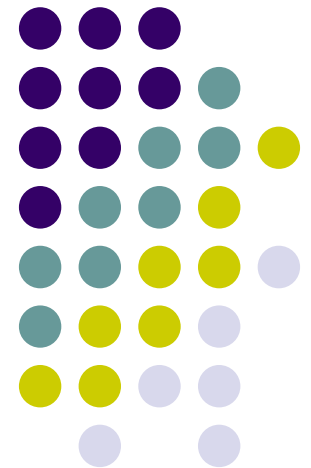


La pile TCP/IP

Adressage IP, ARP, ICMP, UDP, TCP,
Routage, DNS

Andry RASOANAIVO
Tefy RAHOELIVOLOLONA

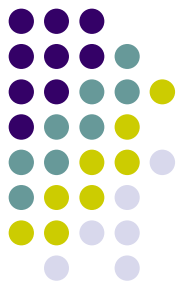


FFTI juin 2006



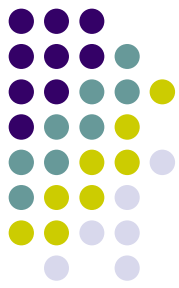
Plan du cours

- Un peu d'histoire ...
- Sources d'information
- Adressage IP
- Format des trames IP
- Le protocole ICMP
- UDP
- TCP
- Le routage



Historique

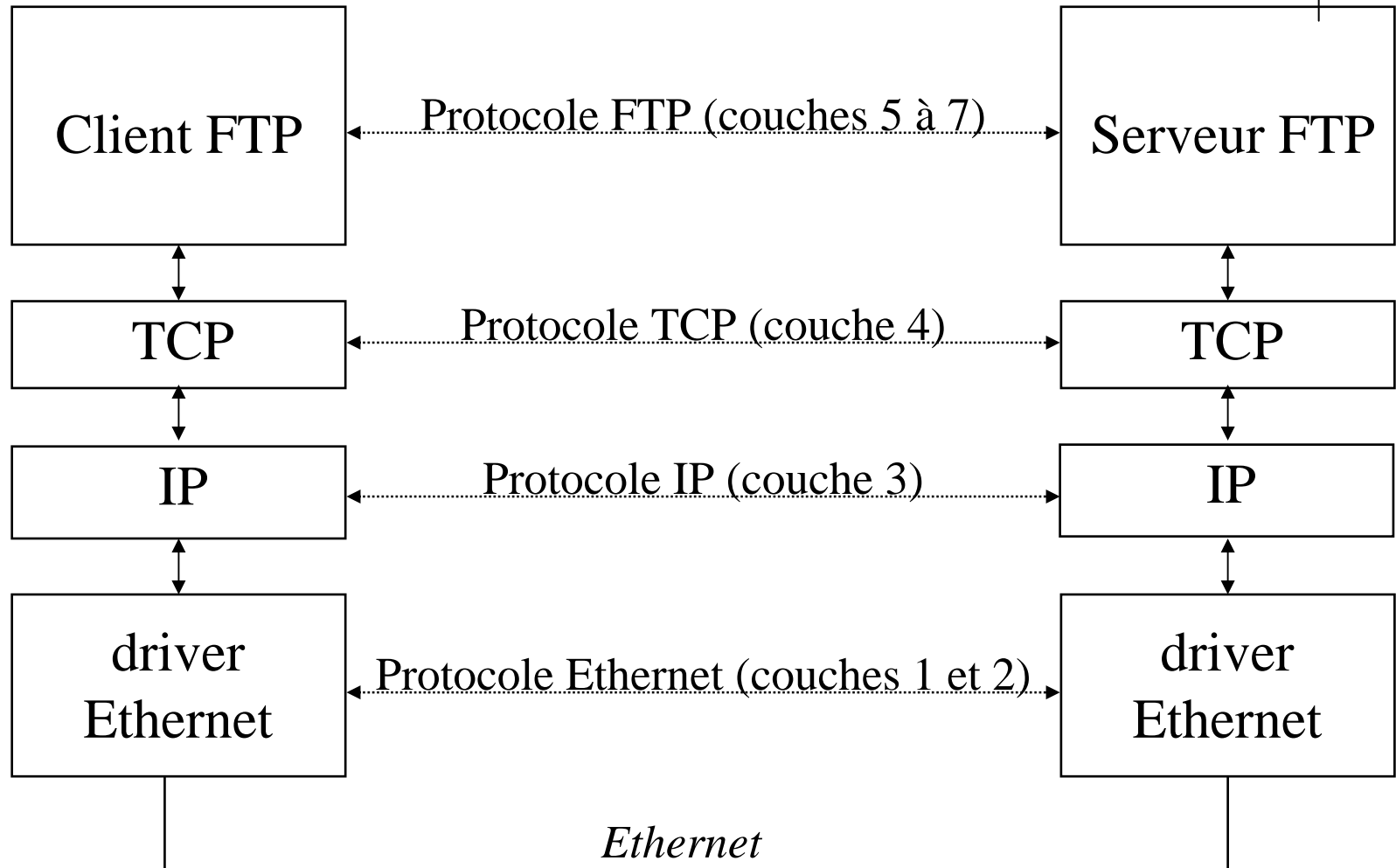
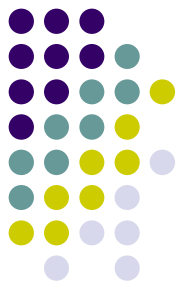
- 1969 : ARPAnet - ministère américain de la défense
 - favorise les réseaux résistants aux destructions partielles
 - grand succès
- 1978 : stade opérationnel
 - gestion du réseau confiée à la la DISA (ex-DCA)
- 1983 : les protocoles TCP/IP deviennent des standards militaires
- Intégration de TCP/IP en standard sous Unix
- 1990 : Explosion d'IP en Europe (non académique)



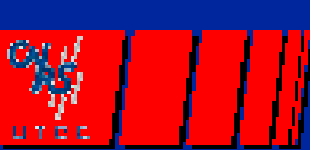
Sources d'information

- RFC : Request For Comments
 - tous les standards Internet
 - source (via ftp) sur nic.ddn.mil (copie à ftp.inria.fr)
- FYI : For Your Information
- W. Richard Stevens - TCP/IP illustré
 - Volume 1 : Les protocoles
 - Volume 2 : La mise en œuvre
 - Volume 3 : Les nouveaux protocoles

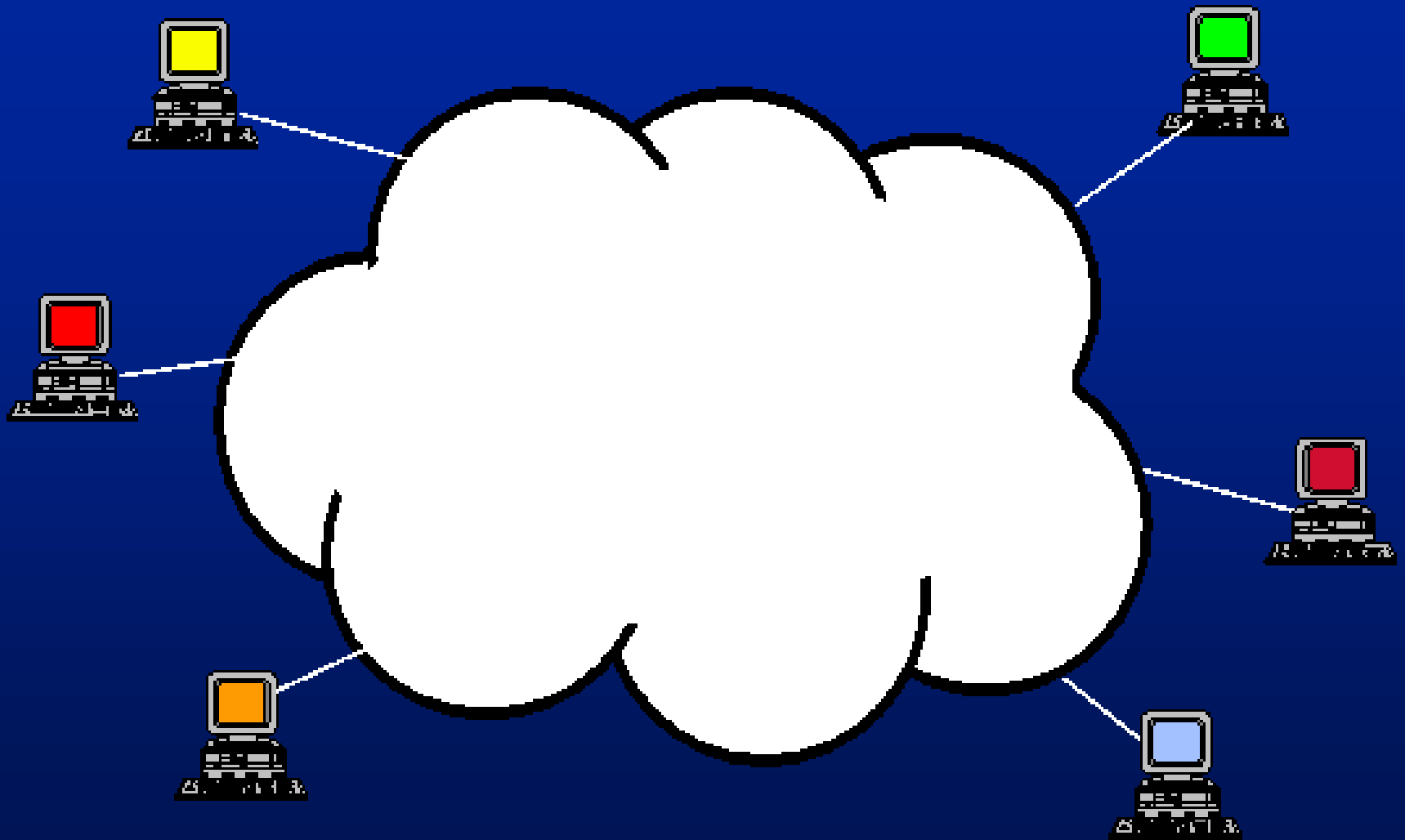
Organisation en couches

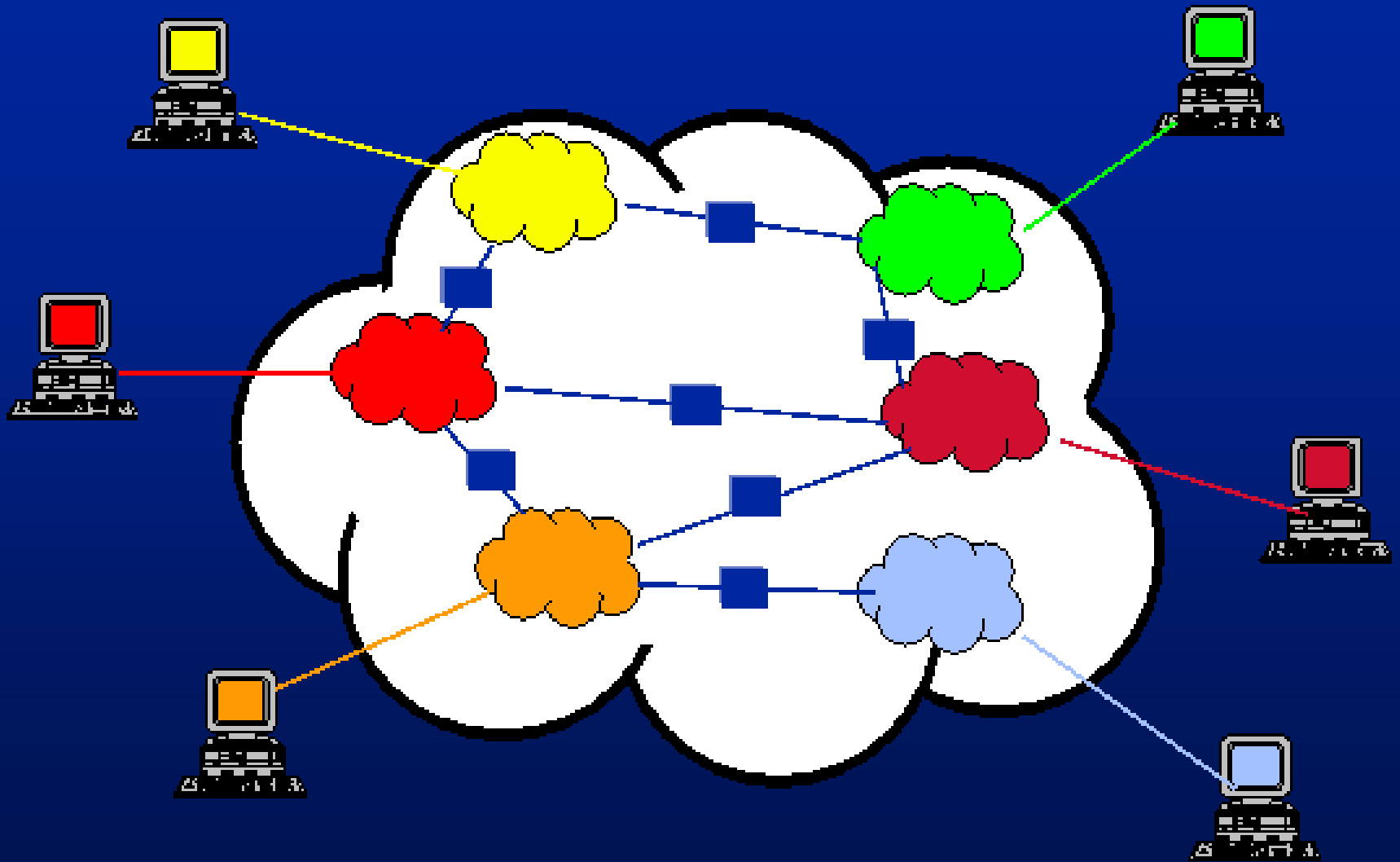
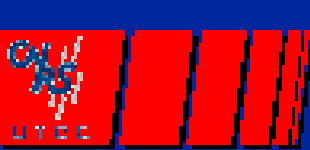


Ethernet



Architecture de l'Internet Vue utilisateur







Adressage IP

- Adresse IP unique au monde (ne pas confondre avec Ethernet)
- Configurable par logiciel
- Attribuées par le NIC (Network Information Center)
- Adresse sur 32 bits en notation décimale pointée
 - exemple : 194.199.20.90
- Découpage en 2 :
 - adresse de réseau
 - adresse de machine



Adressage IP - Classes de réseaux

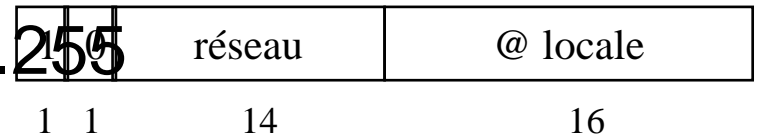
- Classe A : N.H.H.H

- de 0.0.0.0 à 127.255.255.255



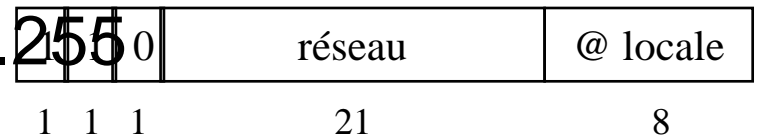
- Classe B : N.N.H.H

- de 128.0.0.0 à 191.255.255.255



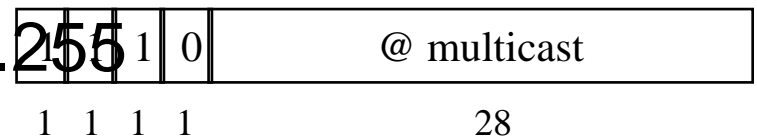
- Classe C : N.N.N.H

- de 192.0.0.0 à 223.255.255.255



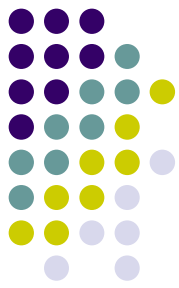
- Classe D

- de 224.0.0.0 à 239.255.255.255



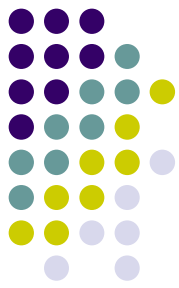
- Classe E

- de 240.0.0.0 à 247.255.255.255



Adressage IP

- Adresse de réseau :
 - identificateur de réseau suivi de bits à 0
 - Exemples :
 - 125.0.0.0 = réseau 125 de classe A
 - 129.15.0.0 = réseau 129.15 de classe B
 - 192.168.30.0 = réseau 192.168.30 de classe C
- Adresse de diffusion ou broadcast :
 - identificateur de réseau suivi de bits à 1
 - Exemples :
 - 125.255.255.255 = diffusion sur le réseau 125 de classe A
 - 129.15.255.255 = diffusion sur le réseau 129.15 de classe B
 - 192.168.30.255 = diffusion sur le réseau 192.168.30 de classe C



Adressage IP

- Adresse de machine
 - Exemples :
 - 125.5.6.7 = machine 5.6.7 du réseau 125 de classe A
 - 129.15.106.213 = machine 106.213 du réseau 129.15 de classe B
 - 192.168.30.11 = machine 11 du réseau 192.168.30 de classe C
- 127.x.x.x
 - adresse de bouclage (loopback localhost)
 - désigne la machine locale
- 0.0.0.0
 - utilisé quand une machine ne connaît pas son adresse



Adressage de sous-réseau

- Utilisation des bits d'identificateur de machines pour identifier des sous-réseaux
- Exemple : Réseau de classe B 140.30

Id réseau 16 bits 140.30	Id sous- réseau 8 bits	Id machine 8 bits
-----------------------------	---------------------------	----------------------

- autorise 254 réseaux de 254 machines
- masque de réseau classe B : 255.255.0.0
- masque de sous-réseau : 255.255.255.0
- si ($@IP_dest \& \text{masque} == \text{mon}@IP \& \text{masque}$)
 - alors envoi_direct (datagramme, @IP_dest)
 - sinon envoi_indirect(datagramme, @IP_dest, routeur(@IP_dest & masque))



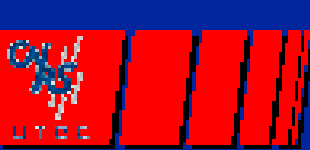
ARP (Address Resolution Protocol)

- Correspondance entre une adresse Internet (32 bits) et une adresse physique (Ethernet sur 48 bits)
- Lors de l'envoi d'un datagramme IP
 - on connaît l'adresse IP destination
 - on ne connaît pas l'adresse Ethernet
 - protocole ARP
- Au boot d'une machine sans disque (TX par exemple)
 - on connaît l'adresse Ethernet
 - on ne connaît pas l'adresse IP
 - protocole RARP (Reverse ARP)

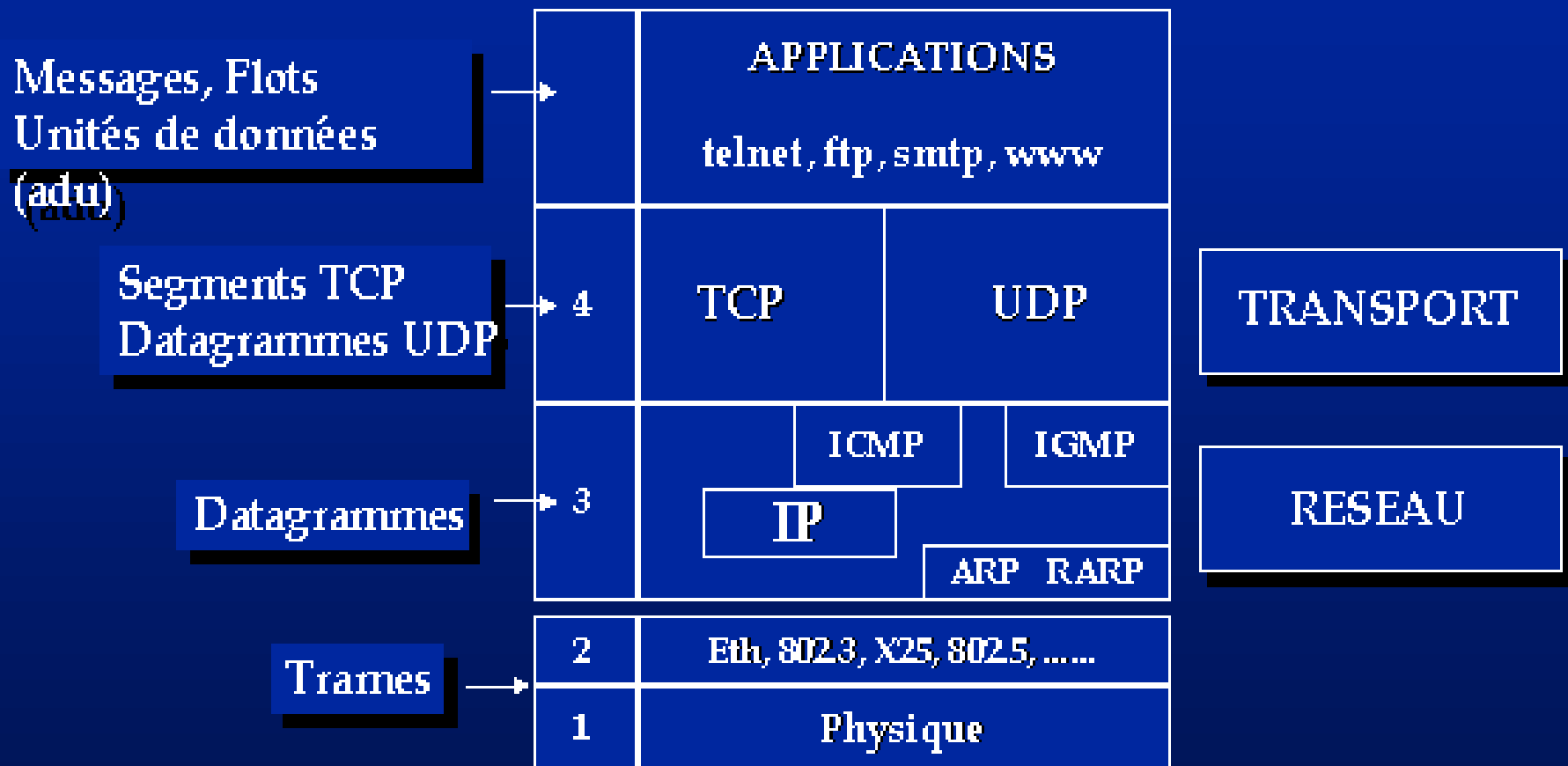


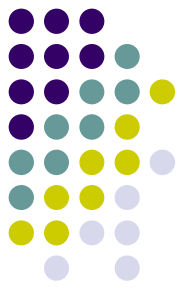
ARP (Address Resolution Protocol)

- A d'@ IP I_a , et d'@ Ethernet E_a veut envoyer un message à B d'@ IP I_b
 - A diffuse un message ARP avec l'adresse de diffusion matérielle Ethernet ($FF:FF:FF:FF:FF:FF$)
 - Toutes les machines reçoivent la requête
 - Seul B renvoie un message contenant son adresse physique E_b
 - A met à jour sa table ARP en mémorisant $I_b \leftrightarrow E_b$
 - B met à jour sa table ARP en mémorisant $I_a \leftrightarrow E_a$



Modèle en couches





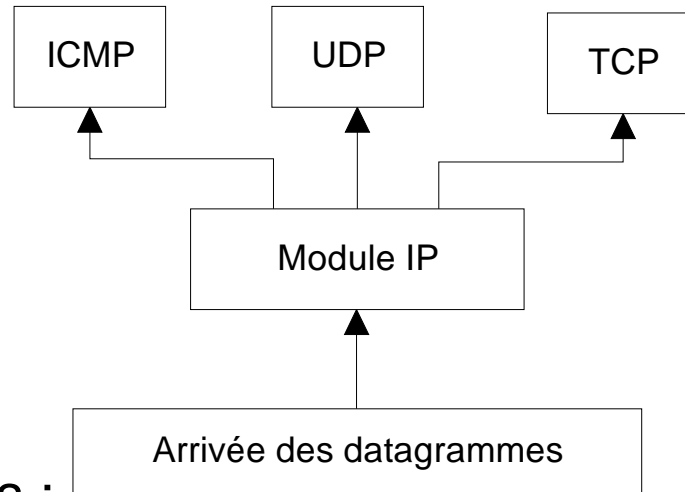
Fonctions d'IP

- Transporter des datagrammes de bout en bout
- Il faut connaître l'adresse IP d'un équipement pour communiquer avec lui
- Mode sans connexion
 - chaque datagramme est traité indépendamment des autres
- Pas de garantie de remise des datagrammes (non fiable ou unreliable)
 - stratégie de type Best Effort (au mieux)
- Assure le routage
- Peut fragmenter les messages

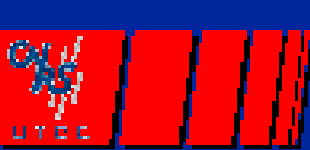


Fonctions d'IP

- Le démultiplexage



- Ce qu'IP ne fait pas :
 - le multiplexage
 - la vérification du séquençement
 - la détection de pertes
 - la retransmission en cas d'erreur,
 - le contrôle de flux

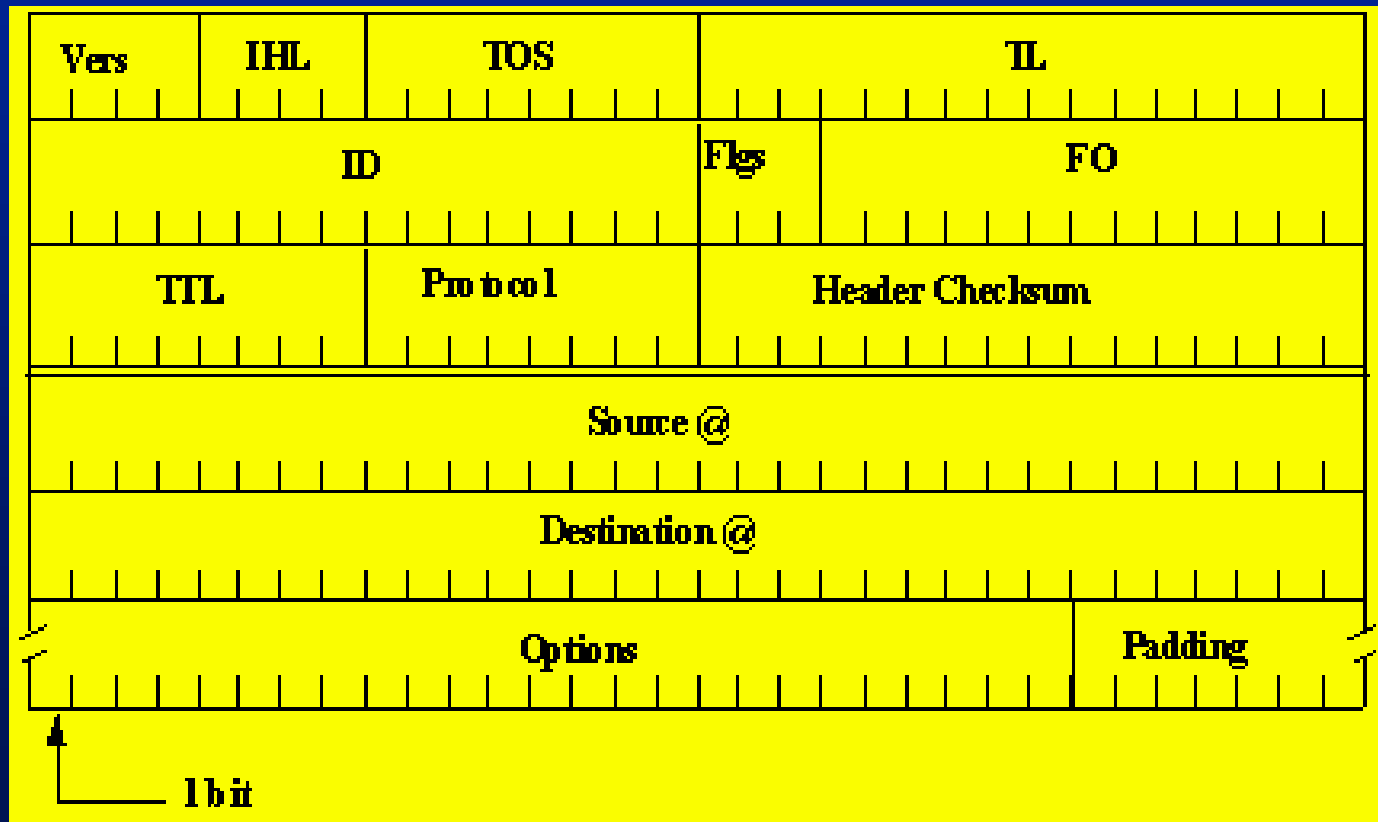


Datagramme IP



Minimum: 20 octets

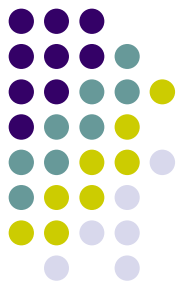
Fragmentation
(3 champs)





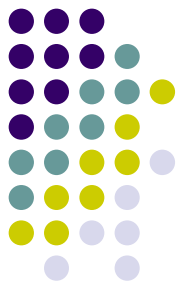
Protocole ICMP

- Internet Control Message Protocol
- Implémenté sur tous les équipements
- Message peut être envoyé par la destination ou n'importe quel équipement entre la source et la destination
 - en cas de problème dans un datagramme
 - pour demander à l'émetteur qu'il change son comportement
- Jamais de réponse à un message ICMP pour ne pas engendrer d'autres messages en cascade
- Messages ICMP encapsulés dans des datagrammes IP



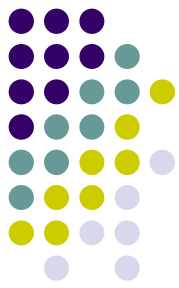
Protocole ICMP

- Génération d'un message ICMP dans les cas suivants :
 - demande et réponse d'écho,
 - destination inaccessible,
 - expiration de délai pour un datagramme (TTL = 0),
 - limitation du débit de la source,
 - redirection (changement de route),
 - problème de paramètre avec un datagramme,
 - demande et réponse de temps,
 - demande et réponse de masque de sous-réseau.



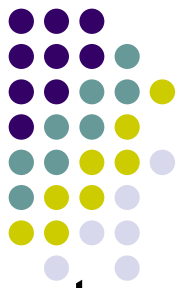
Protocole ICMP

- La commande *ping* :
 - envoie un message ICMP de demande d'écho
 - la destination renvoie un message ICMP de réponse d'écho
 - permet de savoir si une machine est en route et accessible
 - mesure le temps moyen aller-retour à cette machine (RTT)
- La commande *traceroute* :
 - envoie un message ICMP avec un TTL égal à 1
 - puis recommence en augmentant le TTL de 1 à chaque envoi
 - à chaque fois que le TTL arrive à 0, le routeur renvoie un message ICMP d'erreur
 - permet de connaître la route exacte empruntée



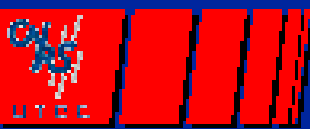
Couche Transport

- Deux protocoles pour la communication entre applications :
 - UDP : User Datagram Protocol
 - mode sans connexion
 - pas de contrôle d'erreur (sans garantie)
 - TCP : Transmission Control Protocol
 - protocole orienté connexion
 - offre de la fiabilité (pas de perte, pas d'erreur)
 - ordonné
 - contrôle de flux



Couche Transport

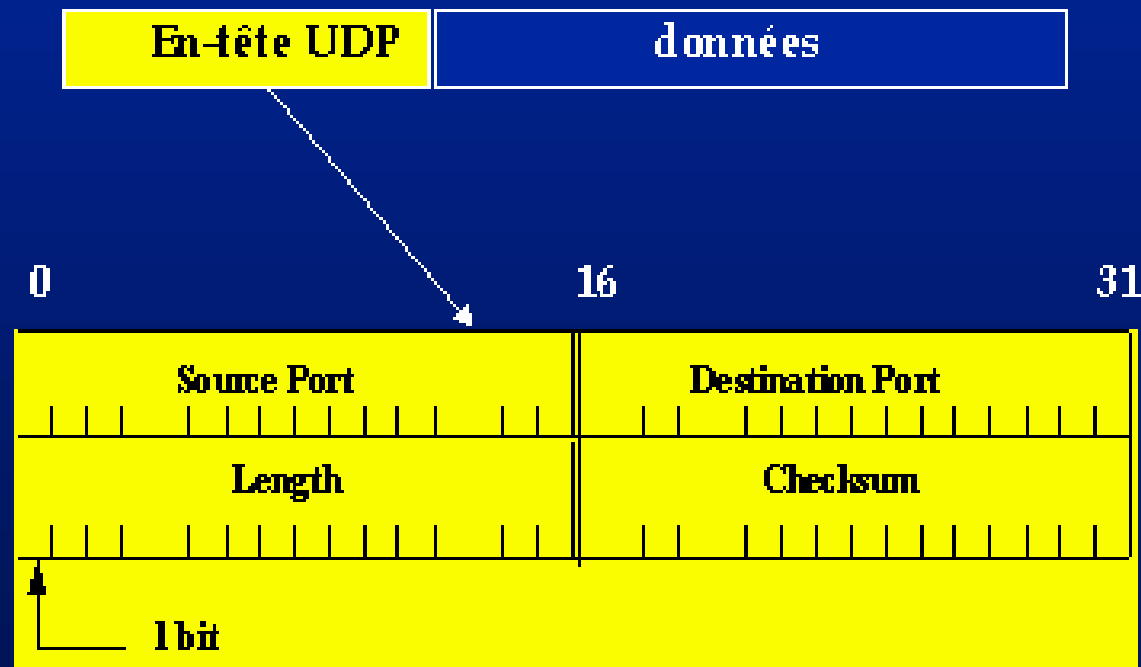
- Identification d'une application par un numéro de port
- socket : combinaison d'une @ IP et d'un n° de port
- La combinaison de 2 sockets définit complètement une connexion TCP ou un échange UDP
- Ports prédéfinis (RFC 1060) pour les services :
 - 20 : FTP
 - 23 : Telnet
 - 25 : SMTP
 - 53 : DNS
 - 69 : TFTP
 - 80 : HTTP



UDP (RFC768)

- User Datagram Protocol

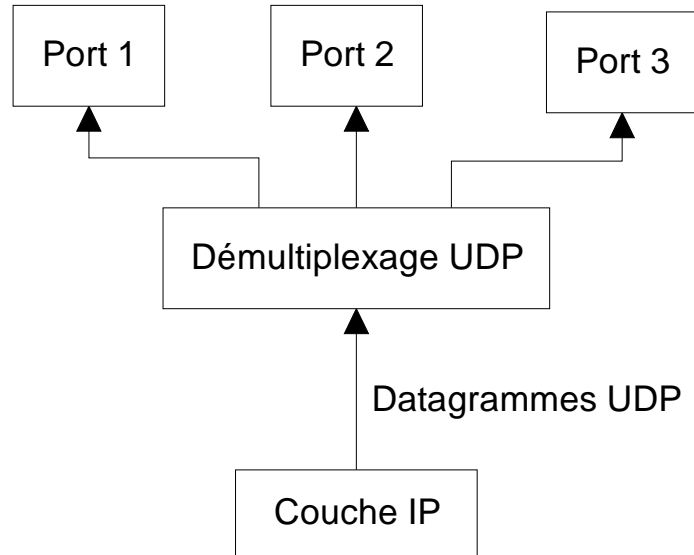
- service sans connection, sans garantie, utilisant IP pour le transport de messages entre machines





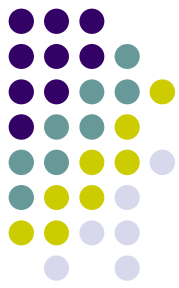
UDP

- Le démultiplexage



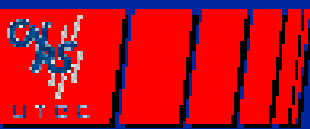
- Ce qu'UDP ne fait pas :

- mode connecté,
- retransmission en cas d'erreur,
- séquençement
- contrôle de flux.



TCP

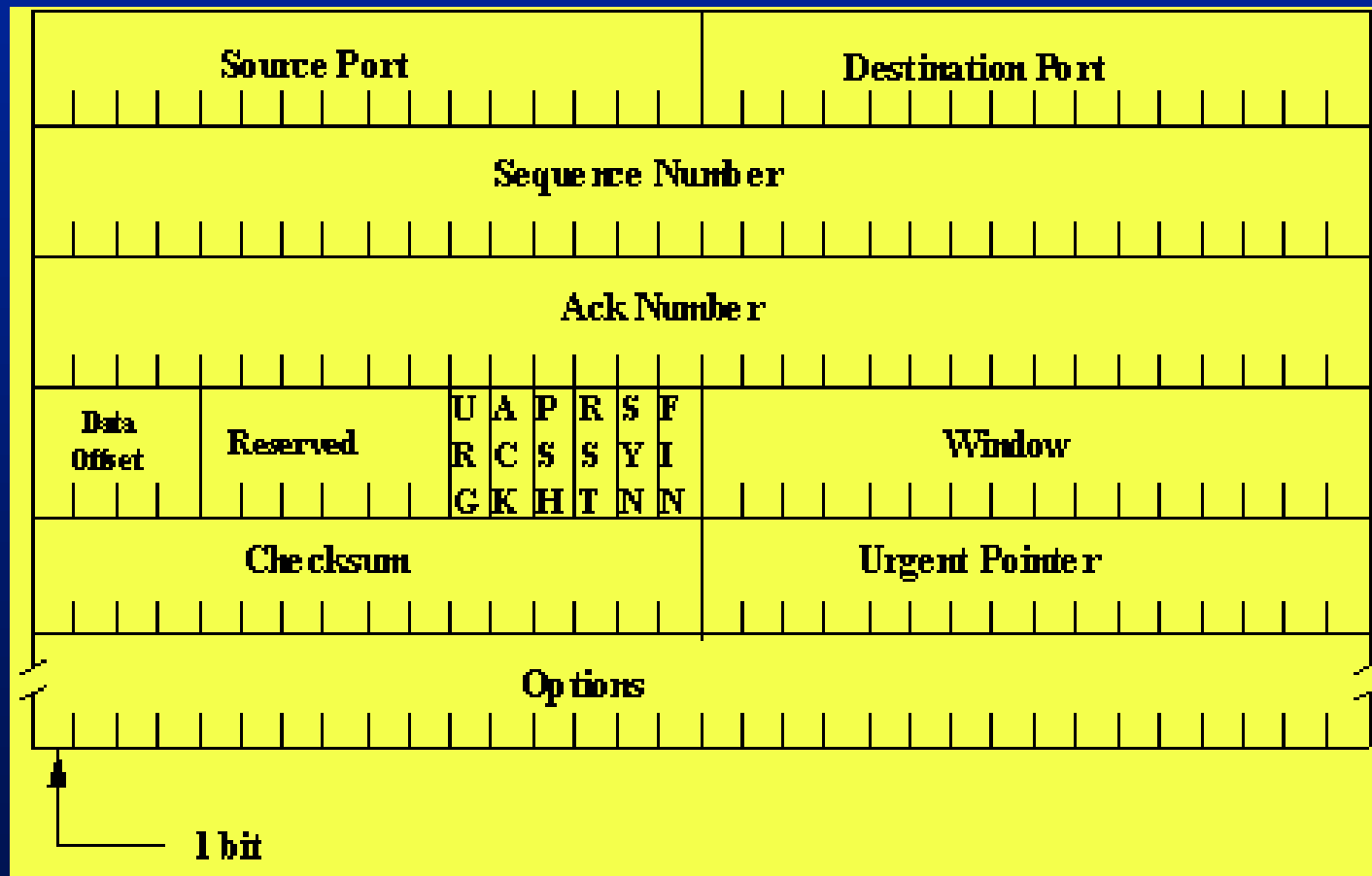
- Le protocole TCP n'est exécuté que par la machine source et la machine destination (pas dans les routeurs)
- Caractéristiques :
 - transport de bout en bout
 - mode connecté : ouverture, fermeture, gestion de connexion
 - sans erreur : contrôle et retransmission si nécessaire
 - sans perte : « numérotation » et retransmission
 - ordonnée : préservation du séquençement
 - système d'acquittement
 - contrôle de flux (fenêtre d'émission) en full-duplex
 - identification du service par numéro de port



Segment TCP

en-tête

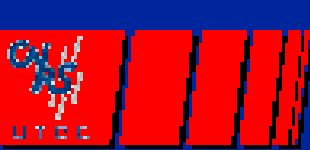
- Taille minimale de 20 octets
 - plus 20 octets en-tête IP => en-tête TCP/IP : 40 octets





Le routage

- Mécanisme permettant l'acheminement d'un datagramme à travers plusieurs réseaux
- 2 machines sur le même segment peuvent directement communiquer (ARP)
- Pour atteindre un autre réseau ou sous-réseau besoin d'informations de routage :
 - statiques,
 - dynamiques.
- Chaque équipement possède une table de routage qui contient :
 - l'@ du réseau local,
 - l'@ de chacun des réseaux distants autorisés,
 - une entrée par défaut au cas où aucune entrée ne convient.

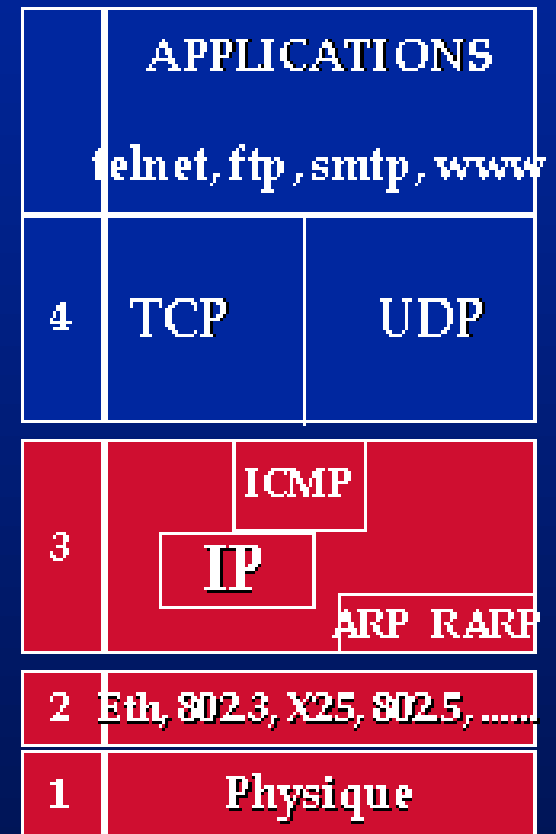
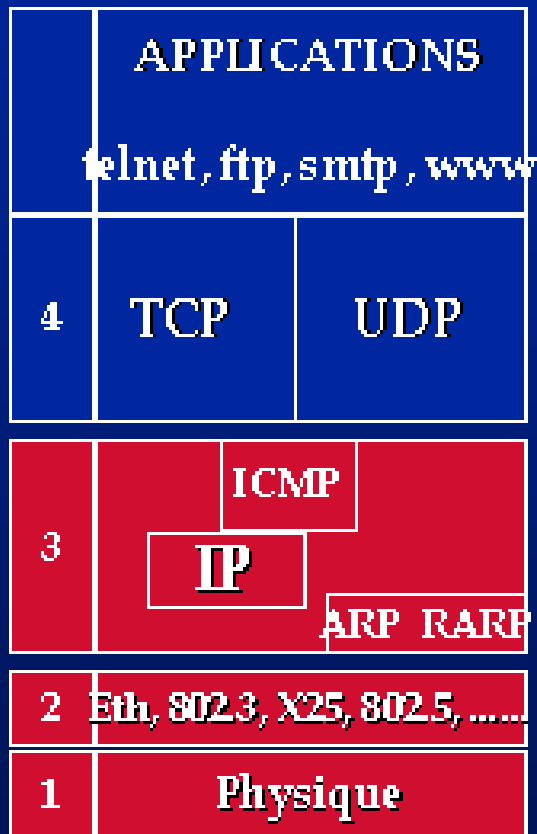


Modèle en couches

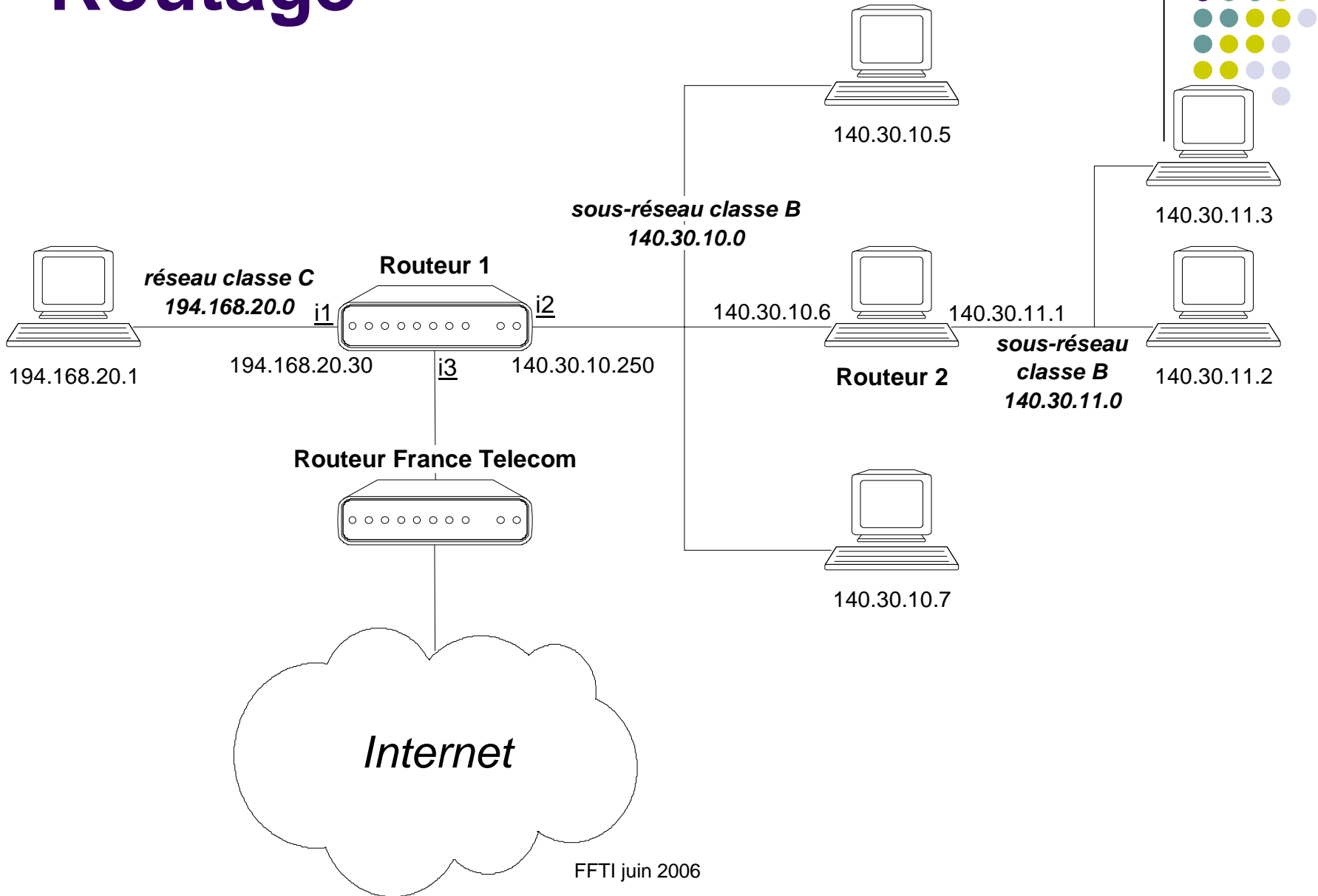
Station A

Routeur

Station B



Routage





DNS : Domain Name System

- Correspondance entre un nom et une adresse IP
- Exemple : brassens.umpf-grenoble.fr \Rightarrow 195.221.42.158
- Noms plus faciles à retenir que les adresses IP
- Hiérarchie de serveurs

