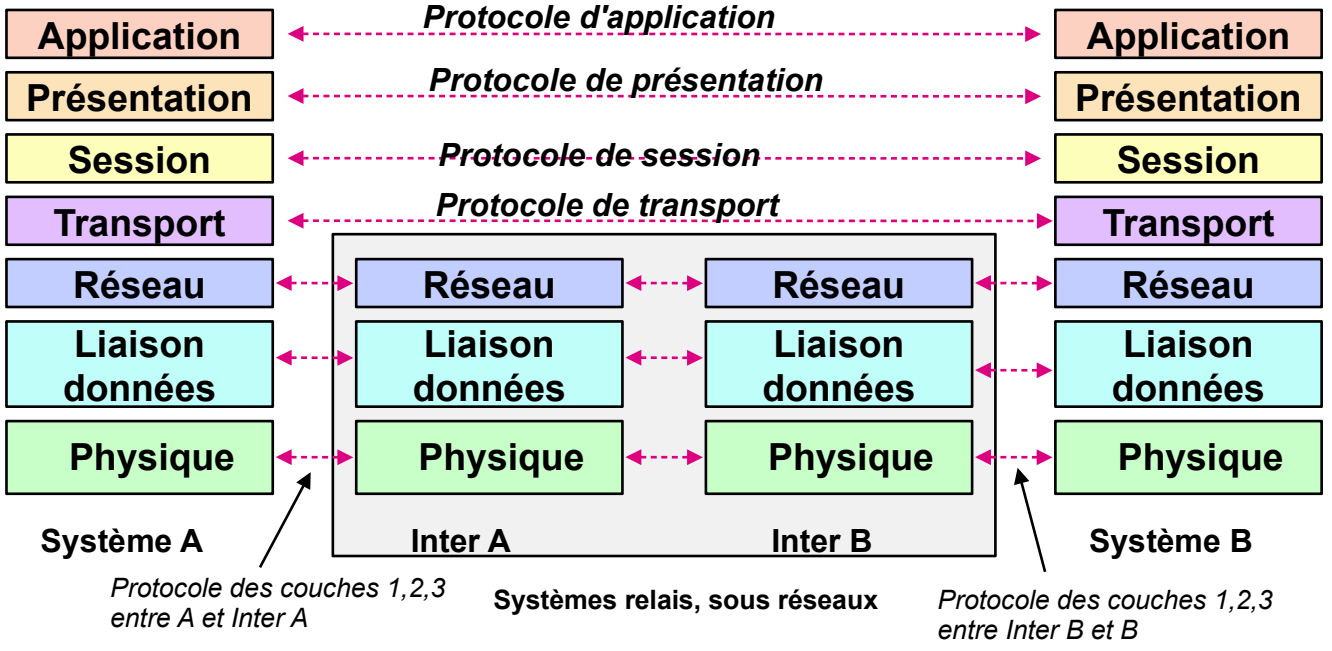
Réseaux IP

Denis Pugnère – CNRS / IN2P3 / IP2I

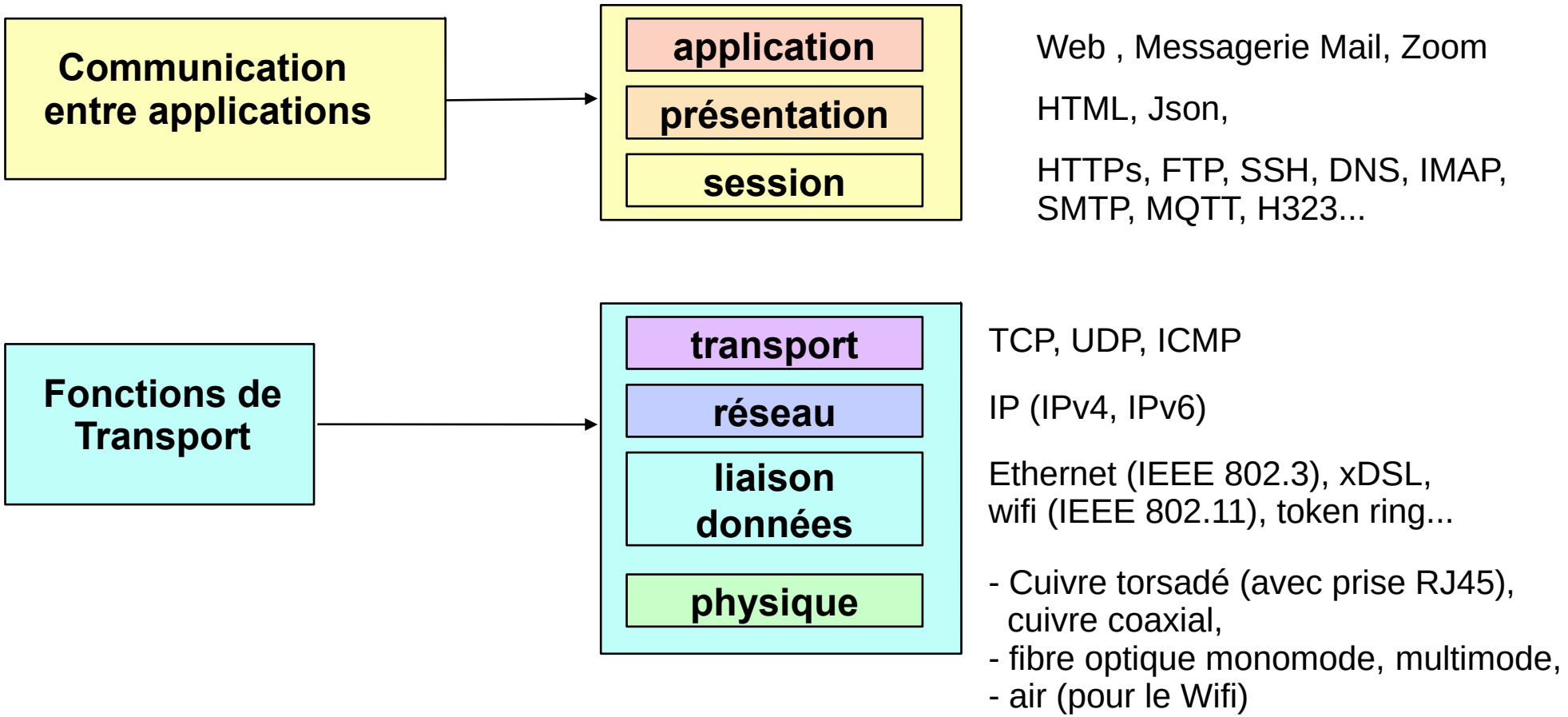
ANF « IoT perfectionnement »

11 au 15 septembre 2023, Centre Jean-Bosco, Lyon

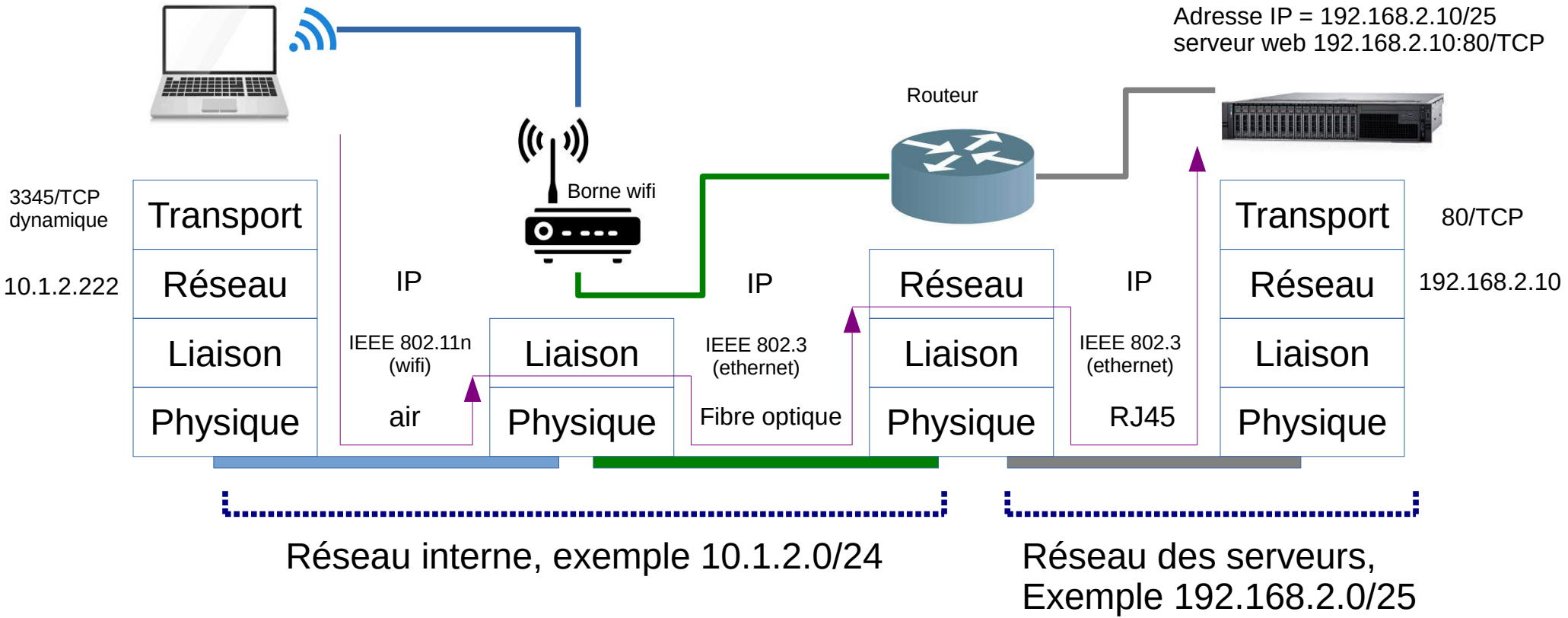
Couches réseau : modèle OSI (Open System Interconnection)



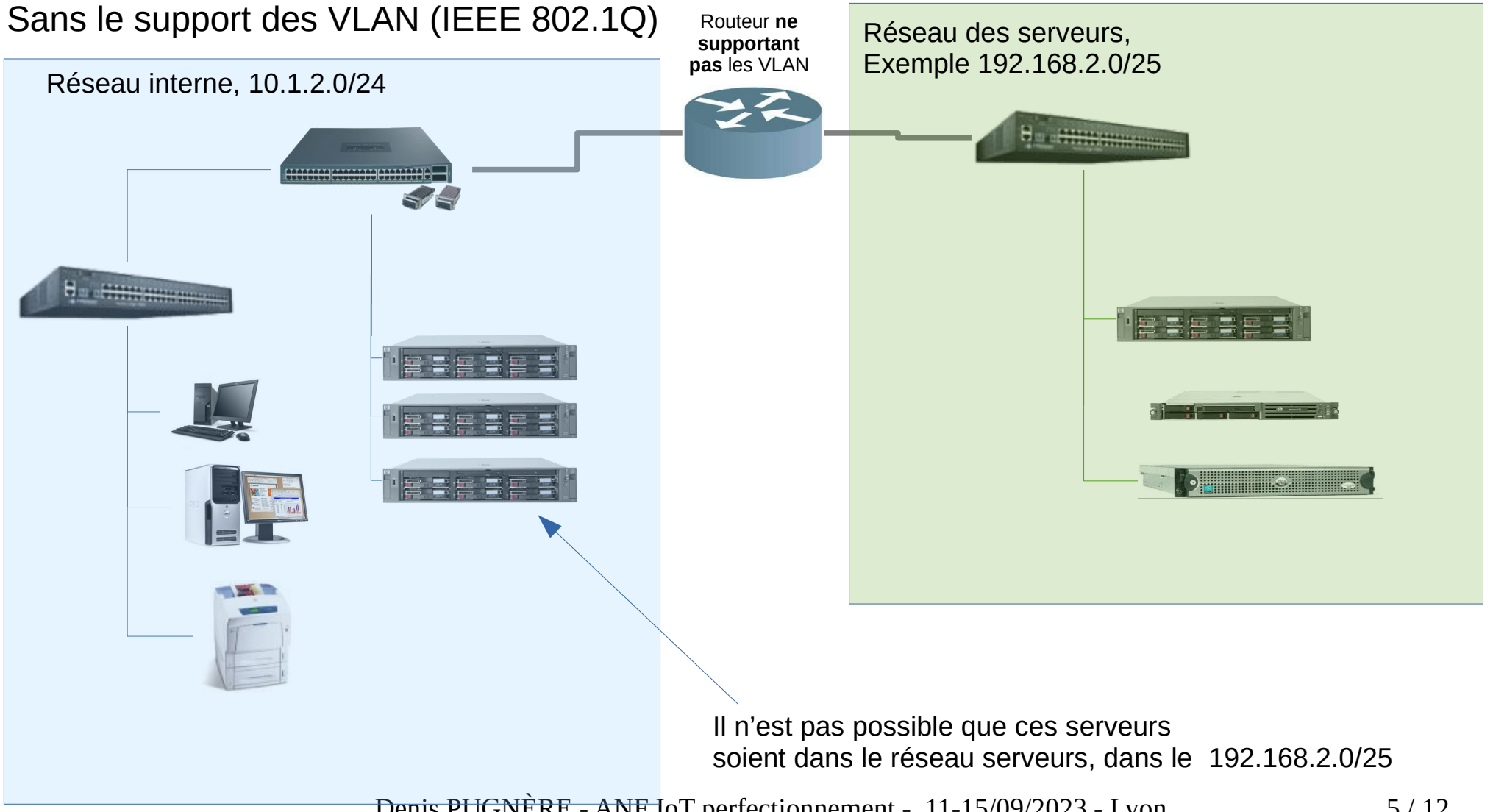
Modèle OSI avec exemples



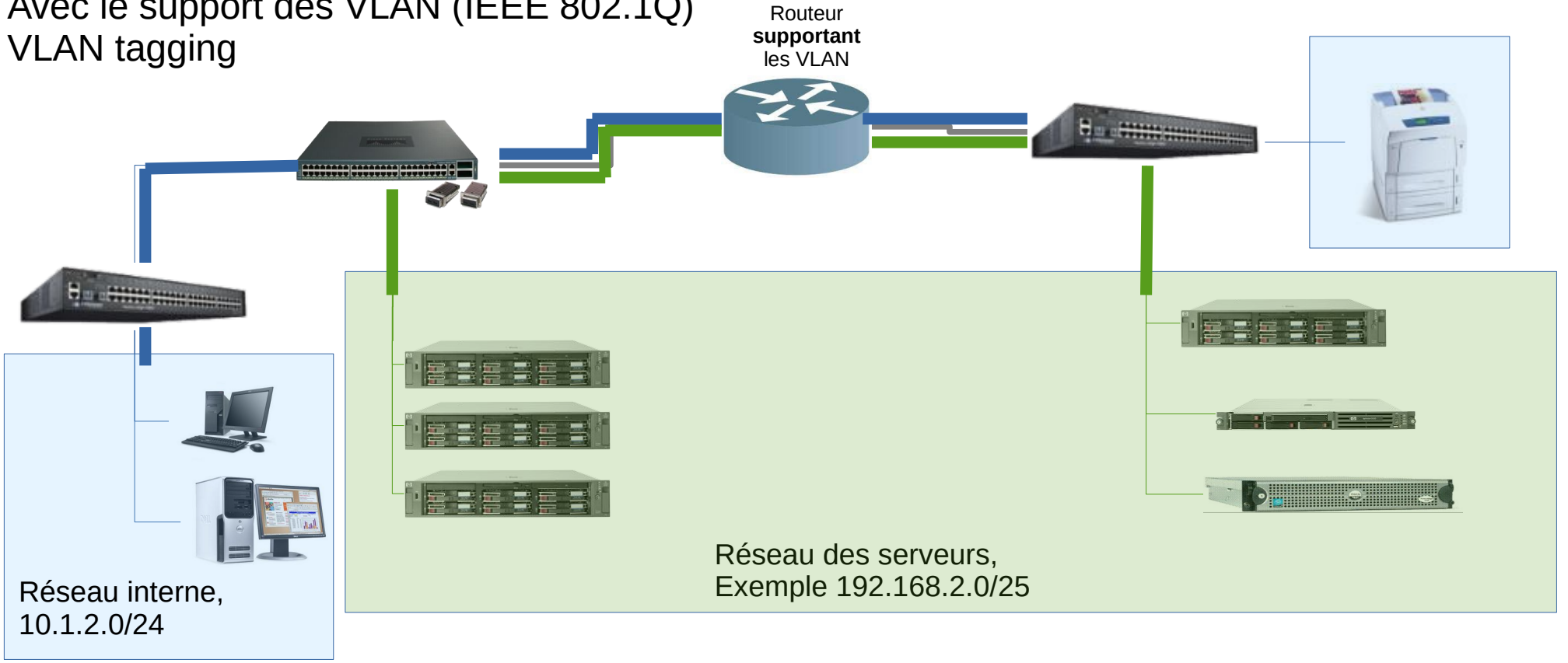
Adresse IP = 10.1.2.222/24
Client web http://192.168.2.10:80/index.html



Sans le support des VLAN (IEEE 802.1Q)



Avec le support des VLAN (IEEE 802.1Q)
VLAN tagging



VLAN tag 1000 = vlan « réseau interne » 10.1.2.0/24

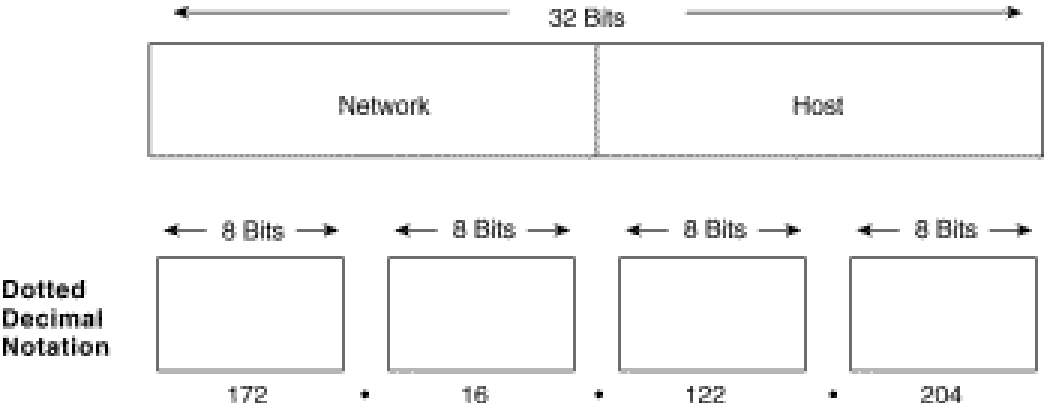
VLAN tag 2000 = vlan « réseau serveur » 192.168.2.0/24

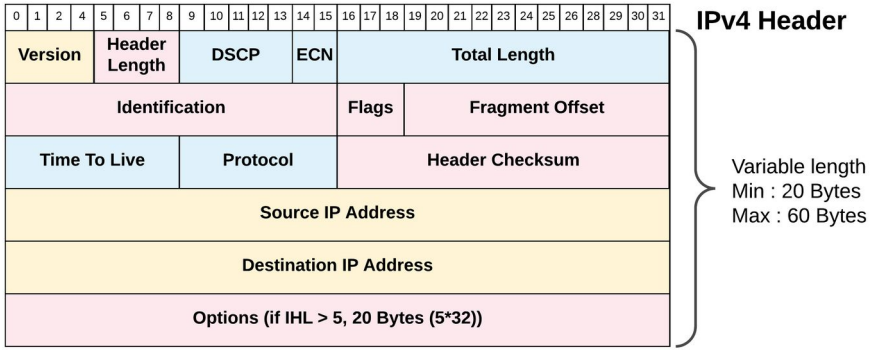
Commutation dans un réseau

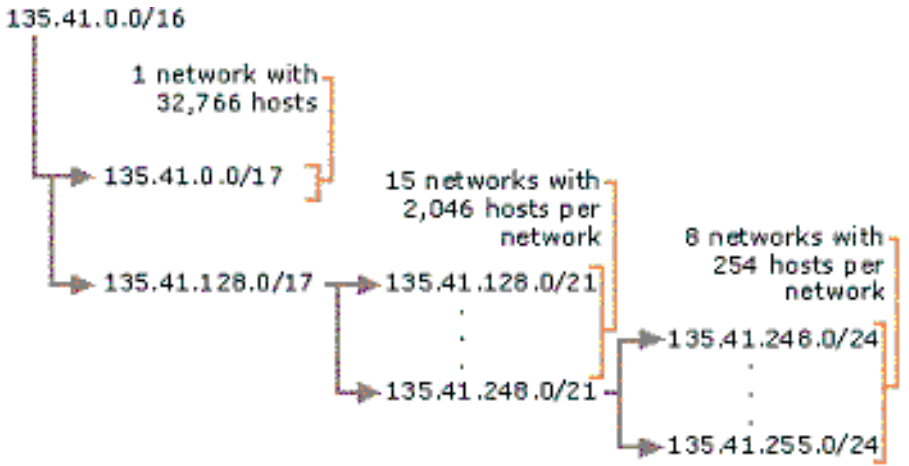
- Commutation de **circuits**
  - Énergie, eau, téléphone
  - Circuit coupé => service rompu
- Commutation de **paquets**
  - Les connexions sont découpées en paquets indépendants
  - Paquet perdu, perte de séquence, flood
  - Pas de perte de service
  - Fiabilité ?

Couche 3 (Réseau IP)

IPv4 : adressage sur 4 octets (32 bits)



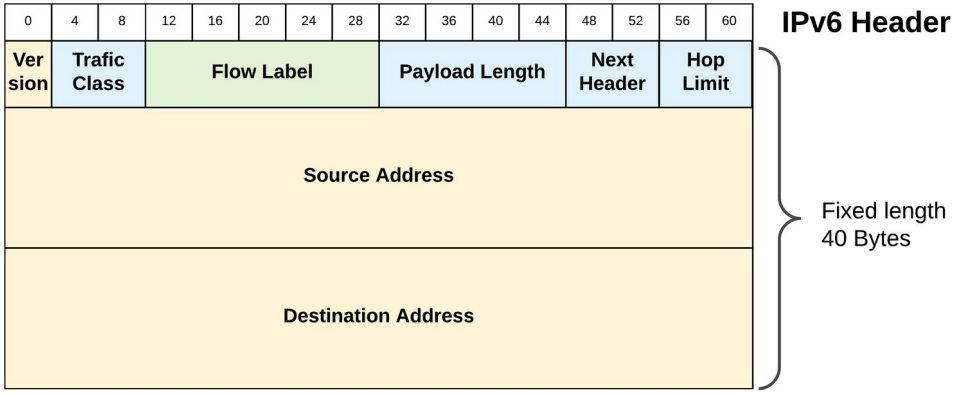




Il n'y a plus de notion de classe d'adresse IPv4 (classes A, B, C), mais de CIDR :
 * 192.0.1/24 : préfixe de réseau
 * 192.0.1.5/24 : adresse avec le masque

Exemple : 192.0.1.5/24
- 24 bits pour le numéro de réseau
- 8 bits pour l'adressage local
- 2^8-2 adresses IPv4 locales possibles

IPv6 : adressage sur 16 octets (128 bits)



Le même principe de CIDR : Prefix / prefix length
- 2001:DB8:3003::/48 <= Prefix
- 2001:db8:3003:2:a00:20ff:fe18:964c/64 <= Address

Différentes notations possibles :
- 2001:0DB8:3003:0001:0000:0000:6543:210F (format complet)
- 2001:0DB8:3003:0001::6543:210F (format compact)

Si on souhaite se connecter à un serveur en utilisant directement les adresses IP :
- IPv4 : http://192.0.1.5:80/index.html
- IPv6 : http://[2001:0DB8:3003:0001::6543:210F]:80/index.html

Sachant que
- http://192.0.1.5 par défaut sur le port 80/TCP
- http**s**://192.0.1.5 par défaut sur le port 443/TCP

Couche 3 (Réseau IP) : Routage et adressage des paquets

Pour qu'une machine puisse communiquer sur un réseau IP, il faut généralement :
- **une adresse IP + préfixe réseau** : exemple 172.16.122.204/24
Ou
- une adresse IP + « masque de sous réseau » ou « netmask »
Exemple : adresse IP 172.16.122.204 , netmask : 255.255.255.0

ET (obligatoire pour sortir du réseau local) : **Une passerelle** (gateway)) dans le réseau local, lui permettant de communiquer avec d'autres machines en dehors de son réseau, exemple : 172.16.122.1

ET (facultatif, mais utile pour utiliser les noms plutôt que les adresses IP) : **L'adresse IP d'un serveur DNS** : exemple 9.9.9.9
Question : peut-on joindre le serveur DNS 9.9.9.9 sans passerelle ?

La couche 3 route les paquets IP = les fait **transiter d'un réseau aux autres** sur Internet
(Internet = interconnexion de réseaux IP)

Un routeur IP, de base, **ne sait faire que 2 choses** :
* **envoyer** un paquet reçu, sur une de ses interfaces **vers sa destination**, ou **une route par défaut**
* **détruire** le paquet reçu

Tests de connectivité IP :
```
$ ping 9.9.9.9
$ traceroute 9.9.9.9
$ telnet 172.16.122.204 80
```

Couche 4 (Réseau IP) : Couche Transport

Couche Transport : gère les communications de bout en bout entre les systèmes

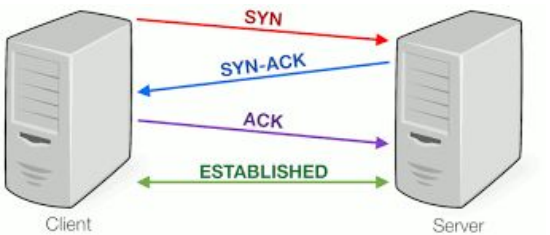
On sait que la couche 3 (IP) ne garantit pas que les paquets arrivent à leur destination

Mais comment les applications peuvent-elles communiquer ?

En utilisant la couche transport qui lui offre plusieurs services :
 * un service de transport des paquets avec connexion : **TCP** (Transmission Control Protocol)
 * un service de transport des paquets sans connexion **UDP** (User Datagram Protocol)
 * un service de contrôle : **ICMP** (Internet Control Message Protocol)

- **TCP (Transmission Control Protocol)**
  - mode connecté,
  - reprise automatique en cas d'erreur de transmission, de perte de paquets ou de panne de liaison entre émetteur et récepteur ,
  - identifie le flux de données comme UDP,
  - assure une transmission fiable,
  - assure un contrôle de congestion,
  - connexion uniquement en point à point (unicast) en mode duplex.

  Il ouvre la connexion en 3 temps : « **TCP 3 way handshake** » => connexion établie



TCP 3 way handshake

- **UDP (User Datagram Protocol)**
  - mode déconnecté,
  - transport non fiable, checksum optionel
  - très efficace, (mais) peut utiliser toute la bande passante

Que se passe t'il quand on utilise une application réseau ?

Exemple client ssh : **Linux1** (**10.1.2.222**) qui va se connecter à un serveur **serveur1.local**
(si le serveur DNS configuré dans Linux1 est **9.9.9.9**)

```
$ ssh pugnere@serveur1.local
```

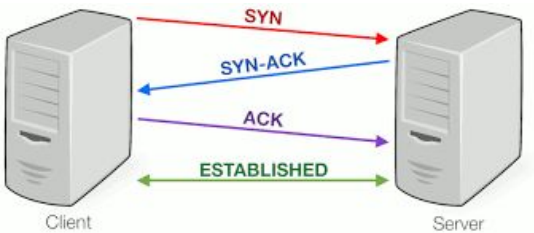
=> Linux1 ne connaît pas l'adresse IP de serveur1.local
=> **requête DNS de l'OS de Linux1** de vers serveur DNS 9.9.9.9 pour connaître l'adresse IP de serveur1.local
(par convention le serveur DNS écoute sur le port 53/UDP du serveur)
=> résolveur DNS de Linux1 : **10.1.2.222:1456/UDP -> 9.9.9.9:53/UDP : quelle est l'adresse IP de serveur1.local ?**
=> réponse du serveur DNS : **9.9.9.9:53/UDP -> 10.1.2.222:1456/UDP : l'adresse IP de serveur1.local est 192.168.2.10**

=> le client ssh se connecte alors sur serveur1.local : **10.1.2.222:44500/TCP -> 192.168.2.10:22/TCP**
(par convention le client SSH se connecte sur le port 22/TCP du serveur)

=> « **TCP 3 way handshake** » => connexion établie => socket ouverte

=> L'application SSH peut maintenant utiliser la connexion

=> utilisation du canal de communication : négociation protocole, chiffrement, compression...
=> échanges de clés et d'empreintes entre le client SSH et le serveur SSH :



TCP 3 way handshake

```
$ ssh pugnere@serveur1.local
The authenticity of host 'serveur1.local (192.168.2.10)' can't be established.
ECDSA key fingerprint is SHA256:hM+ajJw3UN0l8beTwP4zR01UkLw0Xvg6tJvJErN6rWs.
Are you sure you want to continue connecting (yes/no/[fingerprint])? yes
```

=> authentification de l'utilisateur
=> Création du shell sur serveur1.local

```
[iot@serveur1.local ~]$
```