



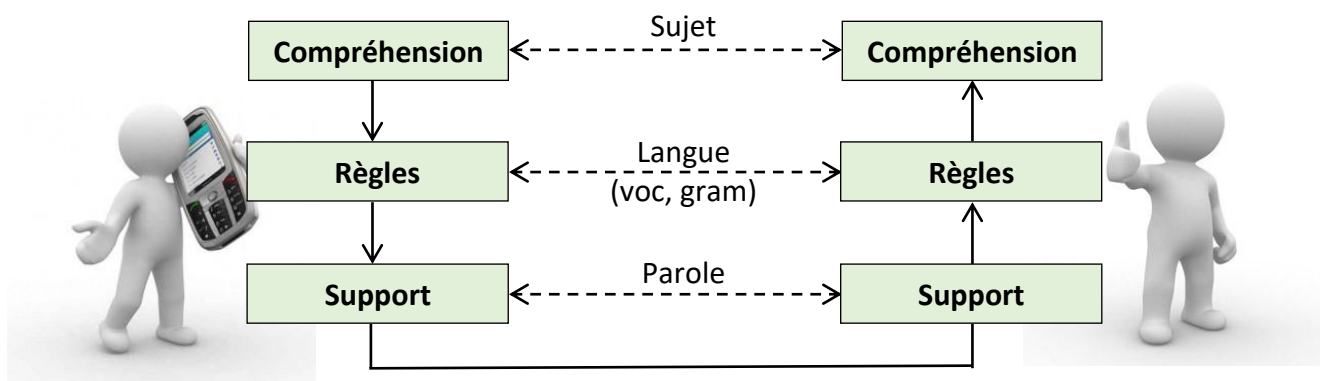
Prérequis :

- Numération décimale, binaire, hexadécimal

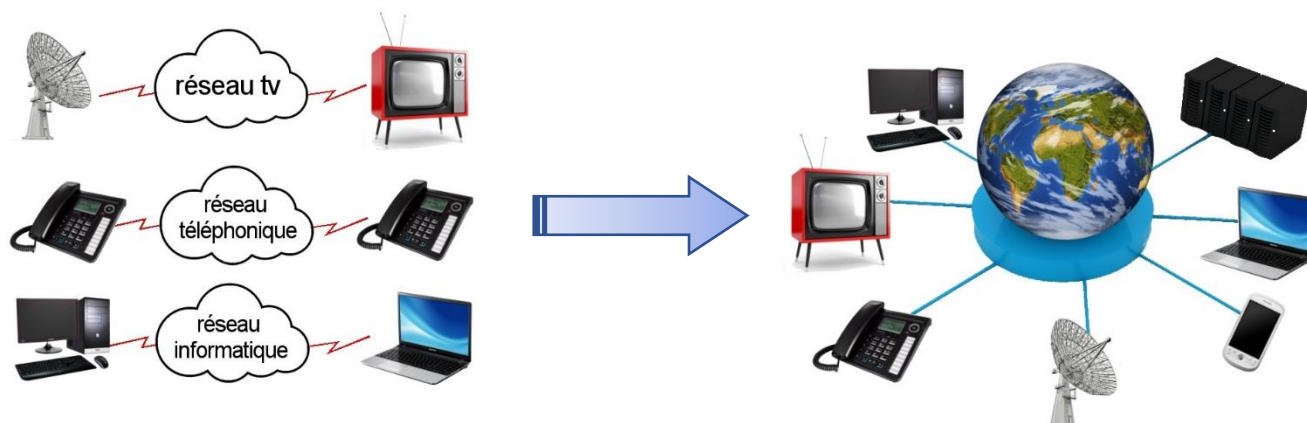
Compétences visées :

- **ANALYSER** et caractériser les échanges d'information d'un système avec un réseau de communication.

## 1 Introduction



### 1.1 Convergence des réseaux de communication



### 1.2 Caractéristiques d'un réseau

Prenons en exemple le réseau Internet :

#### Tolérance aux pannes

- Impact faibles des pannes matérielles et logicielles des éléments de l'infrastructure
- détection de pannes et maintenance rapide

#### Évolutivité

- extension rapide du réseau
- performances garanties quel que soit le nombre d'utilisateurs

#### Qualité des services

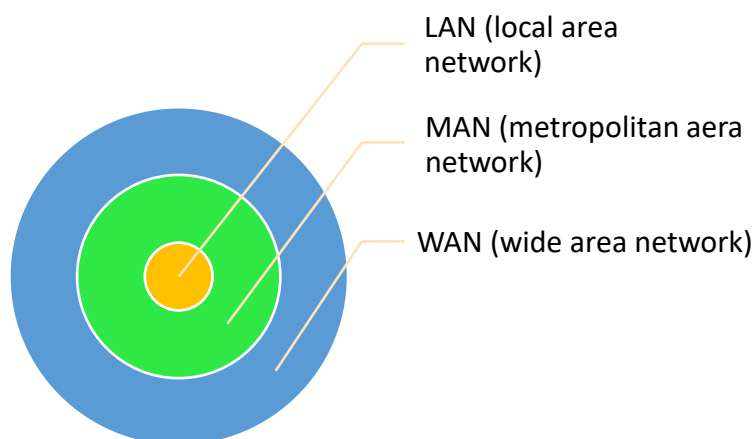
- gestion des priorités des différents services : VoIP, flux vidéo, web, ...

#### Sécurité

- sécurité matérielle des infrastructures
- sécurité des contenus échangés (cryptage, ...)



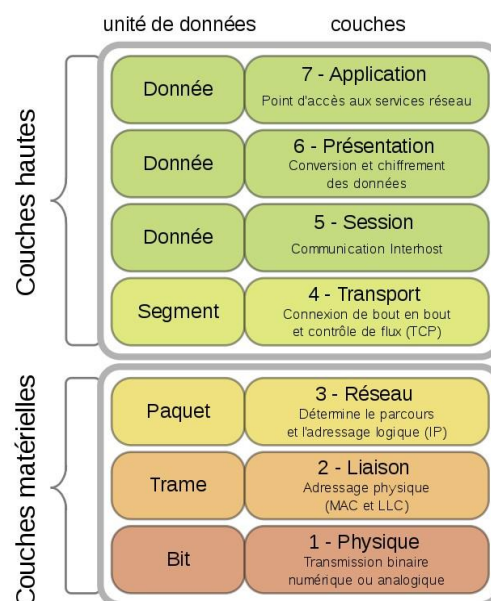
### 1.3 Hiérarchie des réseaux



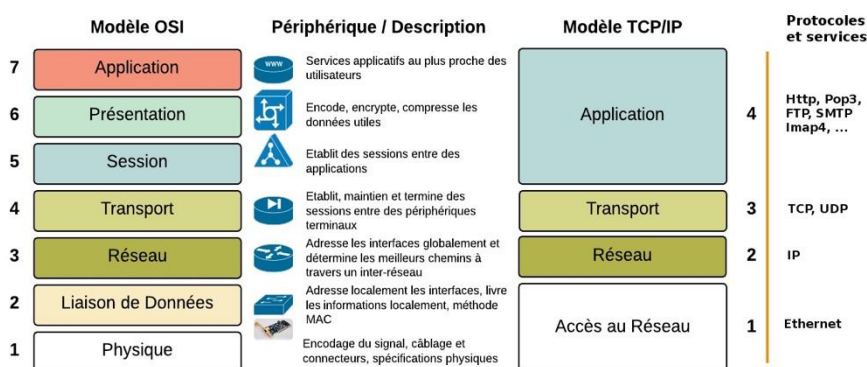
**VLAN (virtual local area network)** : permet de regrouper les machines de manière logique et non pas physique. On peut ainsi regrouper une ou plusieurs machines dans sous-réseau suivant des critères d'adresses (MAC, IP) ou autres (protocoles, port).

## 2 1970 : modèle réseau commun : OSI (Open System Interconnection)

Le modèle abstrait OSI permet d'établir une norme internationale afin d'interconnecter les réseaux entre eux. Il décompose le processus de communication réseaux en encapsulant l'information grâce à 7 couches logiques, chacune ayant une fonctionnalité spécifique et ne pouvant communiquer qu'avec la couche directement supérieure ou inférieure.



### 2.1 Protocole TCP/IP



Ces deux protocoles définissent l'Internet :

- le **protocole IP** définit la manière dont les machines peuvent se transmettre des données via le réseaux : **adressage et routage**,
- le **protocole TCP** définit la manière dont les applications créent des canaux de communication fiables sur ce réseaux : **mode de communication**. Il sert de base à d'autres protocoles internet : HTTP, SMTP, UDP.

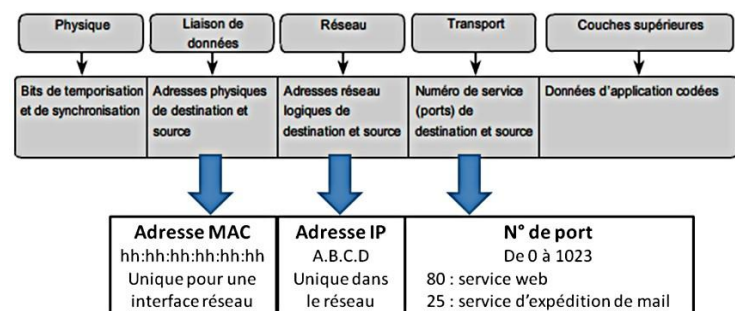


Développé par le ministère de la défense américain, le TCP/IP repose sur une approche plus souple que OSI.

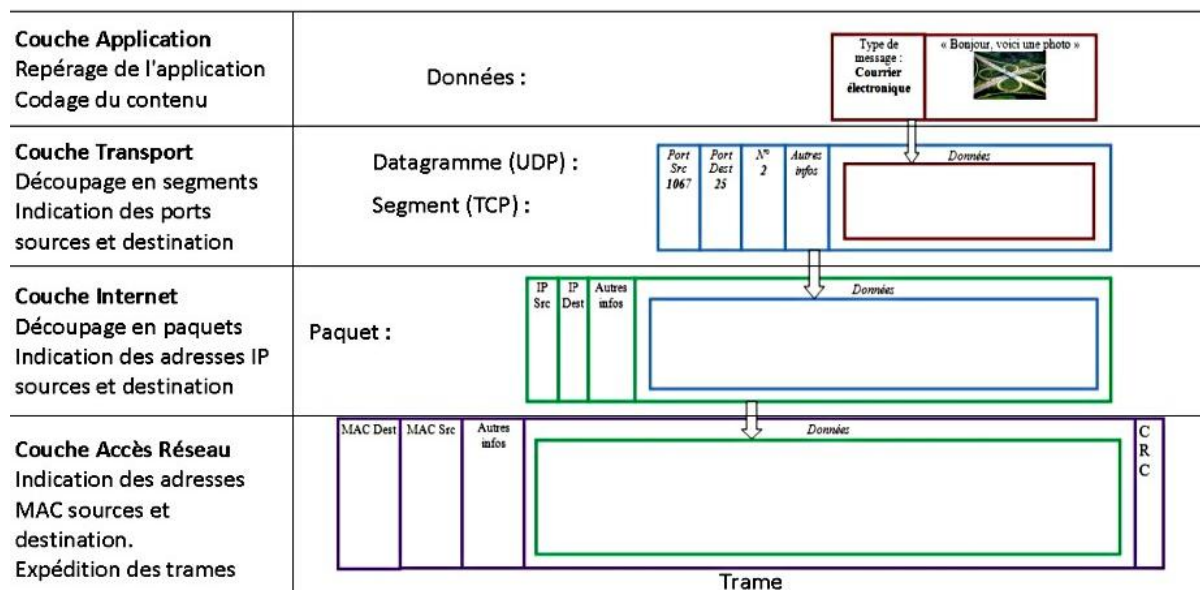
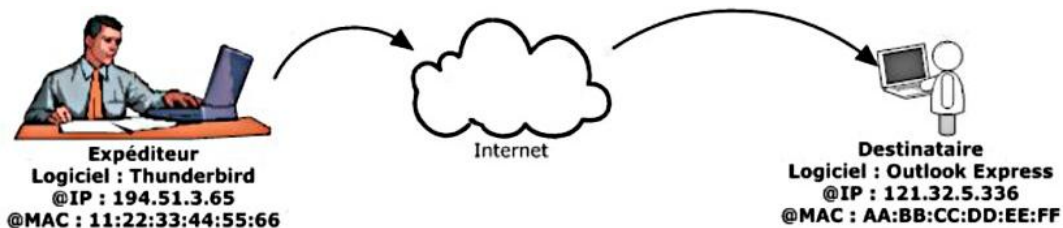
## 2.2 Encapsulation

Le protocole décrit des processus de codage, de mise en forme, de segmentation et d'encapsulation de données pour la transmission sur le réseau. Un flux de données envoyé depuis une source vers une destination peut être divisé en parties et entrelacé avec des messages transmis depuis d'autres hôtes vers d'autres destinations. À n'importe quel moment, des milliards de ces parties d'informations se déplacent sur un réseau. Il est essentiel que chaque donnée contienne les informations d'identification suffisantes afin d'arriver à bonne destination.

Il existe plusieurs types d'adresses qui doivent être incluses pour livrer correctement les données depuis une application source exécutée sur un hôte à l'application de destination correcte exécutée sur un autre.

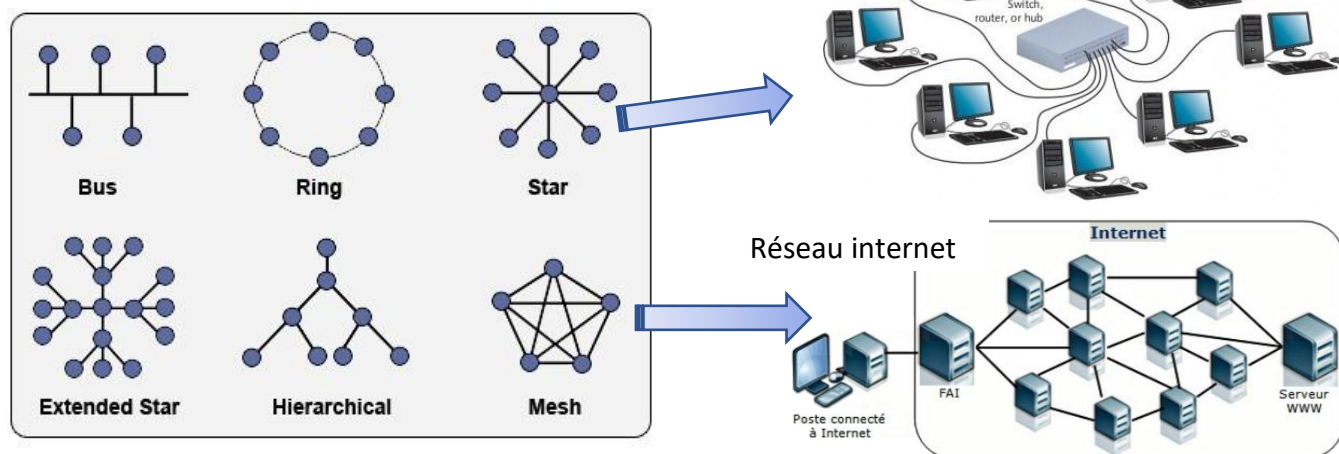


Exemple : envoi d'un mail





## 2.3 Topologie des réseaux



## 3 Identifier une machine sur un réseau : l'adressage

### 3.1 L'adresse MAC

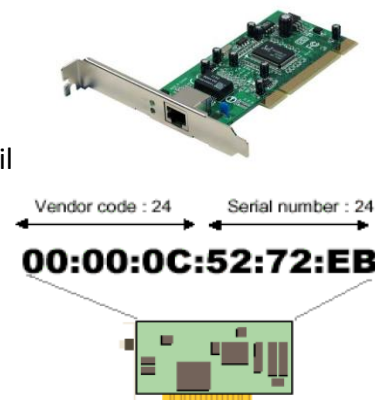
Chaque carte réseau est identifiée par une **adresse physique nommée adresse MAC** : Media Access Control.

**Codée sur 48 bits**, elle est **UNIQUE** au monde et désigne un poste de travail de manière absolue (en théorie) contrairement à l'adresse IP.

Les 3 premiers octets sont réservés à l'identification du fabricant de carte, les 3 derniers à l'identificateur de la carte.

Exemples d'adresses MAC données sous forme hexadécimale :

00-00-0C-xxx CISCO      00-00-0E-xxx Fujitsu



**Inconvénient** : cette adresse n'est pas routable et leur distribution est anarchique.

### 3.2 L'adresse IP (V4)

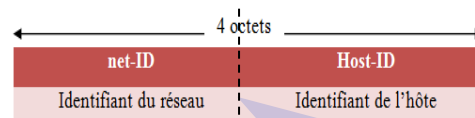
Cette adresse est l'**adresse logique** de chaque poste. Elle est codée sur 32 bits (4 octets) et est souvent représentée sous forme décimale en quatre nombre compris entre 0 et 255.

Exemple :      notation décimale      212   .   217   .   0   .   1  
                  notation binaire      1101 0100 . 1101 1001 . 0000 0000 . 0000 0001

Une adresse IP est composée de deux parties bien distinctes :

- **Identificateur réseau** : net-ID située à gauche, elle désigne le réseau contenant les ordinateurs.
- **Identificateur de l'hôte** : host-ID située à droite et désignant les ordinateurs de ce réseau.

Au sein d'un même sous réseau, seule la partie host-ID peut changer.



La limite entre net-ID et host-ID n'est pas toujours au même endroit et est définie par le masque de sous réseau



### 3.3 Le masque de sous-réseau

Un masque de sous réseau utilise la même notation qu'une adresse IP. Il est donc composé de 4 nombres compris entre 0 et 255 séparés par des points. Toutefois il est obligatoirement composé en binaire d'une suite ininterrompue de 1 suivie d'une suite ininterrompue de 0.

- La partie composée de 1 du masque de sous réseau définit la partie net-ID des adresses IP du réseau.
- La partie composée de 0 du masque de sous réseau définit la partie host-ID des adresses IP du réseau.

#### Exemple :

Le masque de sous réseau 255.255.0.0 s'écrit en binaire :

1111 1111 . 1111 1111 . 0000 0000 . 0000 0000
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">             Les bits à 1 représentent la partie réseau de l'adresse IP           </div> <div style="text-align: center;">             Les bits à 0 représentent la partie « host » de l'adresse IP.           </div> </div>

### 3.4 L'identification de la machine dans un réseau

Afin d'identifier une machine sur un réseau IP, il est nécessaire de connaître son adresse IP et le masque du réseau. Afin de savoir si des machines appartiennent au même réseau, on réalise (le routeur surtout) une fonction logique « ET » entre l'IP et le masque afin d'isoler la NET-Id :

Soit l'adresse IP1 : <b>192.168.1.23</b> en binaire :	1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0001   0001 0111
masque associé : <b>255.255.255.0</b> en binaire :	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111   0000 0000

Résultat du ET :	1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0001   0000 0000
------------------	---

Soit l'adresse IP2 : <b>192.168.1.119</b> en binaire :	1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0001   0111 0111
masque associé : <b>255.255.255.0</b> en binaire :	1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111   0000 0000

Résultat du ET :	1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0001   0000 0000
------------------	---

On peut en déduire l'adresse réseau : **192.168.1.0**

Séparation entre la partie ID  
réseau et la partie « host » de  
l'adresse IP

### 3.5 CIDR : Classless Inter-Domain Routing

Afin de désigner une machine sur un réseau, il est nécessaire de fournir son IP et le masque du réseau. Pour cela, on utilise une notation condensée.

**Principe** : Une adresse **192.168.0.121** sur un réseau de masque **255.255.255** verra sa « Net-Id » désignée par les 3 premiers nombres et donc les 24 premiers bits.

Dans ce cas, on notera cette adresse sous la forme : **192.168.0.121 /24**

Il est ainsi possible d'avoir des masques intermédiaires => **voir exercices**





### 3.6 Désignation d'un réseau et nombre d'adresses

Un réseau est donc défini par une plage d'adresse que l'on peut attribuer à des machines.

Exemple sur votre box domestique : **192.168.0.0 /24**      =>      **192.168.0.255**

X.X.X.0 : adresse réseau (désignation) non attribuable

X.X.X.255 : adresse de diffusion non attribuable

donc il existe :  **$2^8 - 2 = 254$  adresses attribuables (y compris la passerelle)**

par extension : pour un masque identifiant le réseau sur 16 bits :  **$2^{16} - 2 = 65534$  adresses**

### 3.7 Adresses IP réservées

D'après la norme ou l'habitude, certaines adresses ou plages d'adresses sont réservées à un usage particulier :

- 127.0.0.1 (ou localhost) : pointe vers la machine locale (adresse de rebouclage)
- plages d'adresses privées (non routables, recommandées) :
  - 10.0.0.0 /8 => 10.255.255.255
  - 172.16.0.0 /12 => 172.31.255.255
  - 192.168.0.0 /16 => 192.168.255.255

### 3.8 No Future

Tout système d'identification sur un réseau (informatique ou réel) présente un immense inconvénient : le nombre fini d'identifiant attribuable.

Pour palier cela, il existe plusieurs possibilités par exemple :

- Numéros téléphoniques : augmenter le nombre de numéro significatifs (6 chiffres puis 8 et maintenant 10),
- Immatriculation des véhicules : nouveau système avec conservation de l'identifiant toute la vie du véhicule (l'ancien système arrivait à saturation en 2025 à Paris)

De la même manière, on remarque que le protocole d'adresse IP dans sa version 4 présente un nombre fini d'adresse :  **$2^{32} = 4,4$  Milliards d'IP**

**Remarque :** En France, fin 2019, les FAI principaux français ont attribué entre 94% et 99% des adresse IP qui leur étaient attribuées.

De plus, il existait un système de classe de réseau en fonction du masque (ex : 255.0.0.0 = classe A) et donc les entreprises achetaient des plages d'adresses complètes dont une grande partie était souvent inutilisées.

La solution mise en place pour éviter cela :

- IP privées d'un réseau visible comme une seule IP publique depuis le NET. Mais dans ce cas, impossibilité d'identifier la machine directement depuis le web.
- Changer le système d'adressage : **IP V6**, codé sur 128 bits et noté en hexadécimal.  
**Résultat :  $2^{128} = 3,4 \times 10^{38}$  possibilités !**



## 4 Je teste ma compréhension

1	<p>Quel est l'autre nom d'un SWITCH ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Un concentrateur</li> <li>b) Un modulateur</li> <li>c) Un commutateur</li> </ul>
2	<p>Que caractérise l'adresse IP ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) L'adresse d'un ordinateur connecté à Internet</li> <li>b) L'adresse physique de la carte réseau</li> <li>c) Le débit d'une connexion à Internet</li> </ul>
3	<p>Que caractérise l'adresse MAC ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) L'adresse d'un ordinateur connecté à Internet</li> <li>b) L'adresse physique de la carte réseau</li> <li>c) Le débit d'une connexion à Internet</li> </ul>
4	<p>Des ordinateurs sont connectés à un réseau local. L'un des ordinateurs a pour adresse IP 213.215.60.178. Le masque de réseau est 255.255.255.0. Quelle est l'adresse du réseau local ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 213.215.60.178</li> <li>b) 0.0.60.178</li> <li>c) 213.215.60.0</li> </ul>
5	<p>Quelle est l'adresse de broadcast de la machine 10.11.12.13, si elle a pour masque de réseau 255.255.255.0 ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 0.0.0.255</li> <li>b) 10.11.12.255</li> <li>c) 10.11.12.0</li> </ul>
6	<p>Quelle est l'adresse IP réservée pour la fonction rebouclage (Loopback) sur un réseau ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 127.0.0.1</li> <li>b) 127.1.1.0</li> <li>c) 127.0.1.0</li> </ul>
7	<p>Combien y-a-t-il de couches dans le modèle OSI ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) 6</li> <li>b) 7</li> <li>c) 8</li> </ul>
8	<p>Dans un modèle OSI, la couche 3, couche réseau, a notamment pour rôle de permettre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) L'utilisation correcte du support physique (câble, onde, ...)</li> <li>b) De découper l'information en entités plus petites</li> <li>c) L'identification des appareils sur le réseau</li> </ul>
9	<p>Lequel de ces protocoles dépend de la couche transport ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) TCP</li> <li>b) IP</li> <li>c) SMTP</li> </ul>