

# Services et protocoles réseaux

## Sources du document :

- INTRO CCNA, éditions CISCO Press ;
- Les réseaux, Guy Pujolle, éditions Eyrolles - Edition 2001 ;
- Cours réseaux et télécoms avec exercices corrigés, Guy Pujolle, éditions Eyrolles.



Olivier Mondet  
<http://unidentified-one.net>

## A. Prolégomènes

Ce chapitre est volontairement succinct dans l'apport notionnel car il a été privilégié une démarche didactique sur les mécanismes plus que sur la théorie.

Nous allons tenter de suivre de près le référentiel (plus que dans les chapitres précédents) car les champs notionnels sont moins vastes en matière de protocoles réseaux et bon nombre de notions ont déjà été abordées en classe de première STG.

Le référentiel de la terminale est le suivant :

«

<p><b>2. L'échange d'informations</b>  2.1. Services et protocoles réseau</p>	<p>L'échange d'information sur les réseaux est fondé sur le respect de règles normalisées définies à l'échelle mondiale.  Les protocoles réseau permettent la communication entre systèmes répartis au sein de l'organisation et sur Internet.</p>	<p>- Rôle de la normalisation.  - Rôles et logique de mise en œuvre des protocoles réseau.</p>
---	--	--

### 2.1. Services et protocoles réseau

Ce point, en liaison avec le point « 3.1. Environnement de travail de l'utilisateur », prend appui sur l'observation du réseau d'une organisation (y compris l'établissement scolaire) pour mettre en évidence le rôle des protocoles utilisés par les logiciels de communication sur Internet. Les éléments de configuration concernés sont les suivants : adresses réseaux, serveurs de noms, serveurs de messagerie, transfert de fichiers.

Il s'agit de connaître le rôle et de décrire les principes de fonctionnement des protocoles utiles à la définition des paramètres d'un logiciel de communication (navigateur, messagerie, transfert de fichiers), sans en étudier le fonctionnement interne.

»

En classe de première STG, les élèves ont déjà pu découvrir les éléments d'interconnexion des réseaux (concentrateur, commutateur, routeur, coupe-feu...).

## B. Les protocoles

### B.1. Qu'est-ce qu'un protocole ?

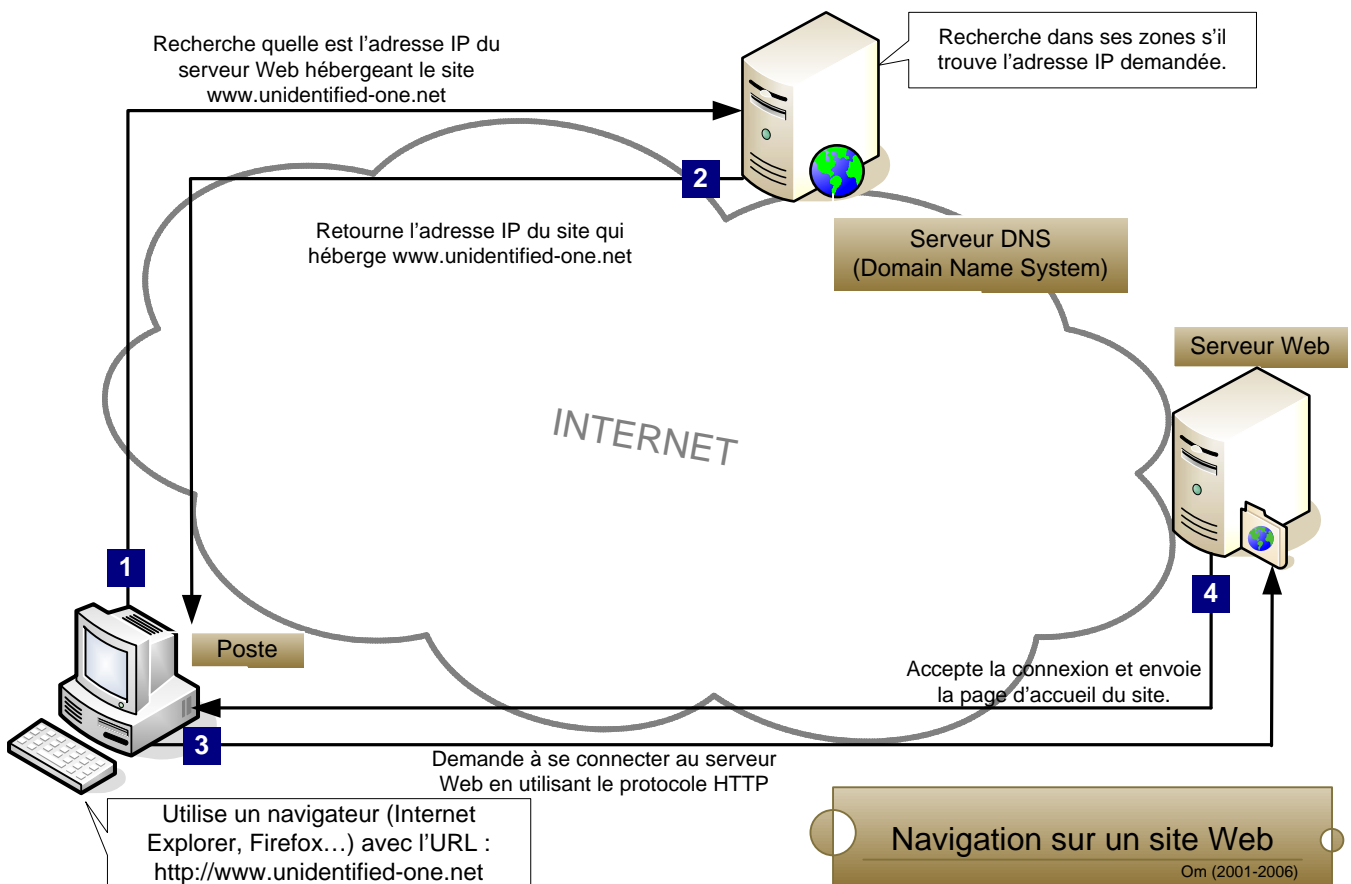
Un **protocole** est la façon selon laquelle les différents processus discutent entre eux. Pour assurer cette discussion il est nécessaire d'avoir des règles et des procédures uniformes. Ces règles et ces procédures sont définies par des normes internationales, respectées par tous et sans lesquelles aucune liaison ne serait durable ou même possible entre les réseaux.

Par exemple : Pour visiter un site Web le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol) est utilisé par le serveur et le navigateur pour communiquer. S'il s'avérait que l'un ou l'autre n'utilisait pas les protocoles dédiés aux sites Web, il serait impossible de visiter ce site.

### B.2. Utilisation des protocoles

Grâce à l'observation de situations connues il est beaucoup plus facile de comprendre le fonctionnement des protocoles. Nous allons suivre deux exemples, avec un degré croissant de difficulté.

#### B.2.1. Exemple 1 : Navigation sur un site Web :



Exemple 1

## Etape 1 :

Dans le navigateur on a saisi l'URL (Uniform Resource Locator) :  
<http://www.unidentified-one.net>



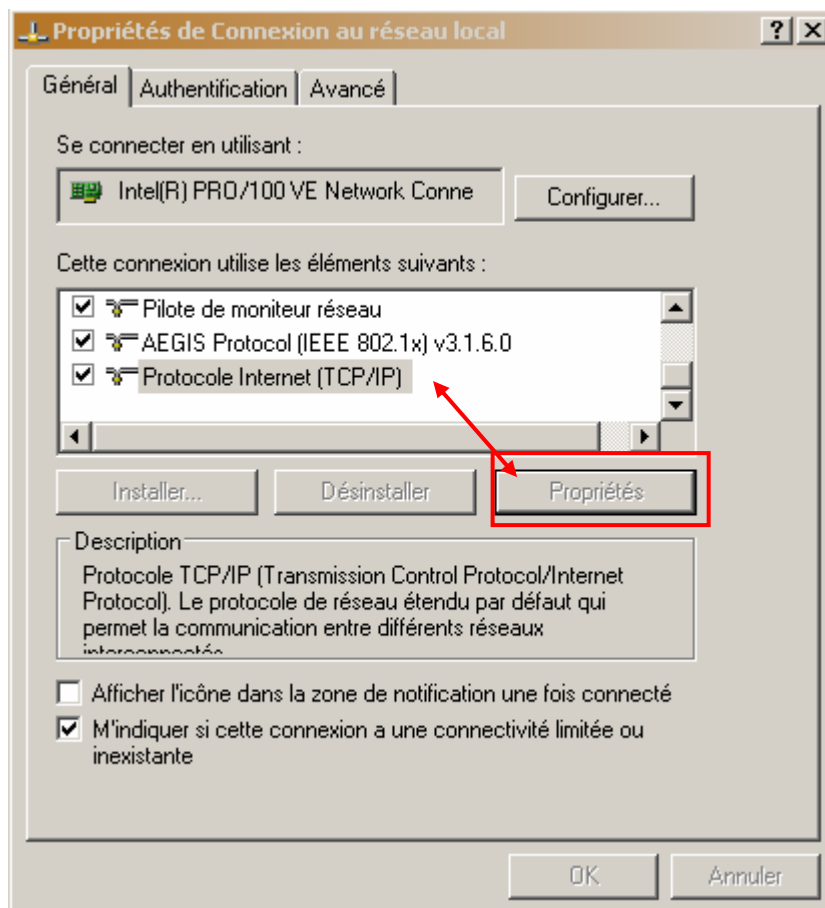
Le protocole utilisé est le protocole HTTP (HyperText Transfer Protocol), qui permet le transfert des pages Web.

Le nom du site est un nom DNS (Domain Name System) qui est un nom facile à retenir pour l'utilisateur et plus signifiant qu'une adresse IP (Internet Protocol). Cependant, pour communiquer entre les réseaux sur le Web on utilise les adresses IP et non les adresses DNS.

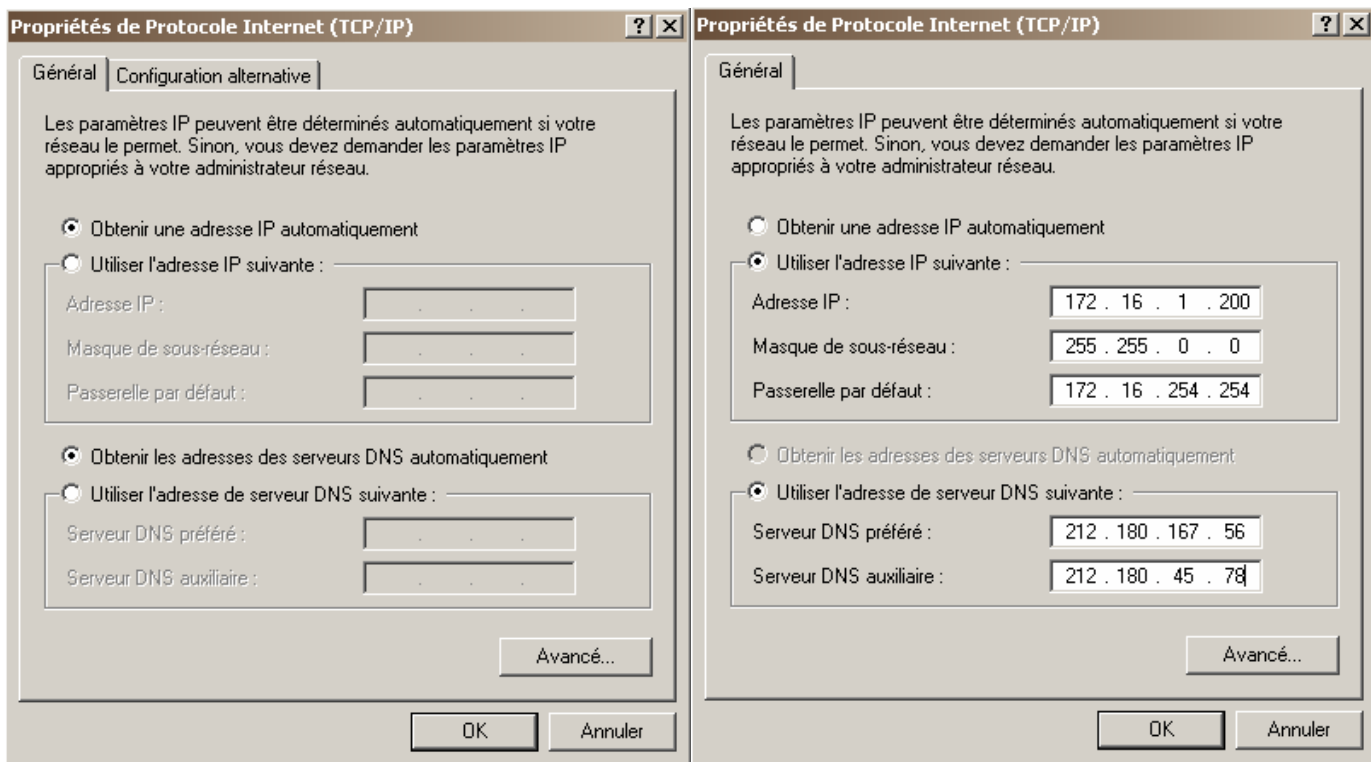
Il va donc falloir aller rechercher quelle est l'adresse IP du site qui héberge [www.unidentified-one.net](http://www.unidentified-one.net) (du domaine [unidentified-one.net](http://www.unidentified-one.net)). On utilise pour cela un serveur DNS. Le serveur DNS est saisi sur tous les ordinateurs, dès lors qu'ils vont sur Internet. La station va faire une demande au serveur DNS en s'adressant à son port 53, et en utilisant un de ses propres ports (dont le numéro est quelconque, entre 1024 et 65535).

Comment sont configurés les serveurs DNS et l'adresse du poste ?

En choisissant Démarrer/Panneau de configuration/Connexions réseau et Internet, on peut choisir les propriétés de sa carte réseau (ou de sa connexion ADSL) :



Puis choisir les propriétés TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) :



Poste en adressage dynamique

Poste en adressage statique

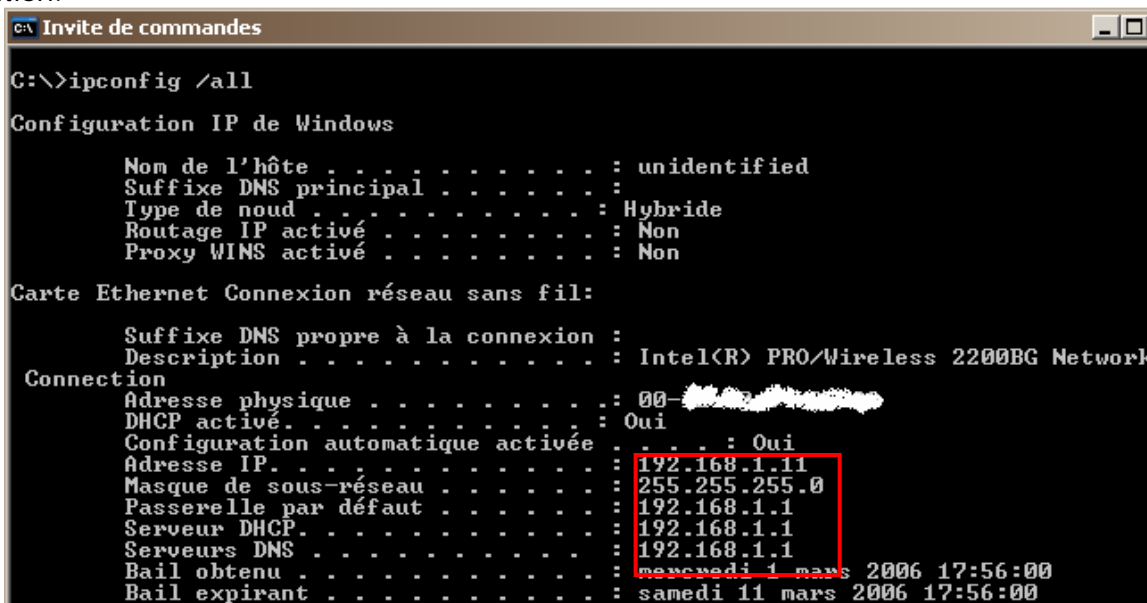
Dans cette fenêtre, figurent :

- l'adresse IP du poste avec le masque de sous réseau associé (voir la partie IP) ;
- l'adresse de la passerelle par défaut (le routeur qui permet d'aller sur Internet) ;
- l'adresse IP des serveurs DNS primaire et secondaire.

L'adresse IP (définie dans la partie suivante) et le masque serviront au poste pour être identifier sur son réseau, tandis que la passerelle permettra de router ses paquets à destination d'Internet et les serveurs DNS permettront de traduire en adresse IP les noms DNS saisis (dans le navigateur ou dans le client de messagerie par exemple).

L'adressage dynamique indique que l'adresse a été obtenue automatiquement auprès d'un serveur particulier du réseau local. L'adressage statique indique que l'administrateur du poste a indiqué lui-même les différents paramètres.

La commande MsDOS, IPCONFIG /ALL nous permet d'avoir tous les éléments de la configuration IP d'une station.



On retrouve l'adresse IP et son masque de sous réseau, l'adresse du serveur DNS (ici le serveur DNS d'un réseau local).

**Etape 2 :**

Le serveur DNS a parcouru ses enregistrements et a trouvé l'adresse IP associée au nom de domaine www.unidentified-one.net. S'il ne trouvait pas cette adresse dans ses enregistrements, il demanderait à un autre serveur ces renseignements (le serveur possède des « redirecteurs » vers d'autres serveurs DNS. Le serveur DNS utilise son port 53 pour écouter les différentes demandes.

**Etape 3 :**

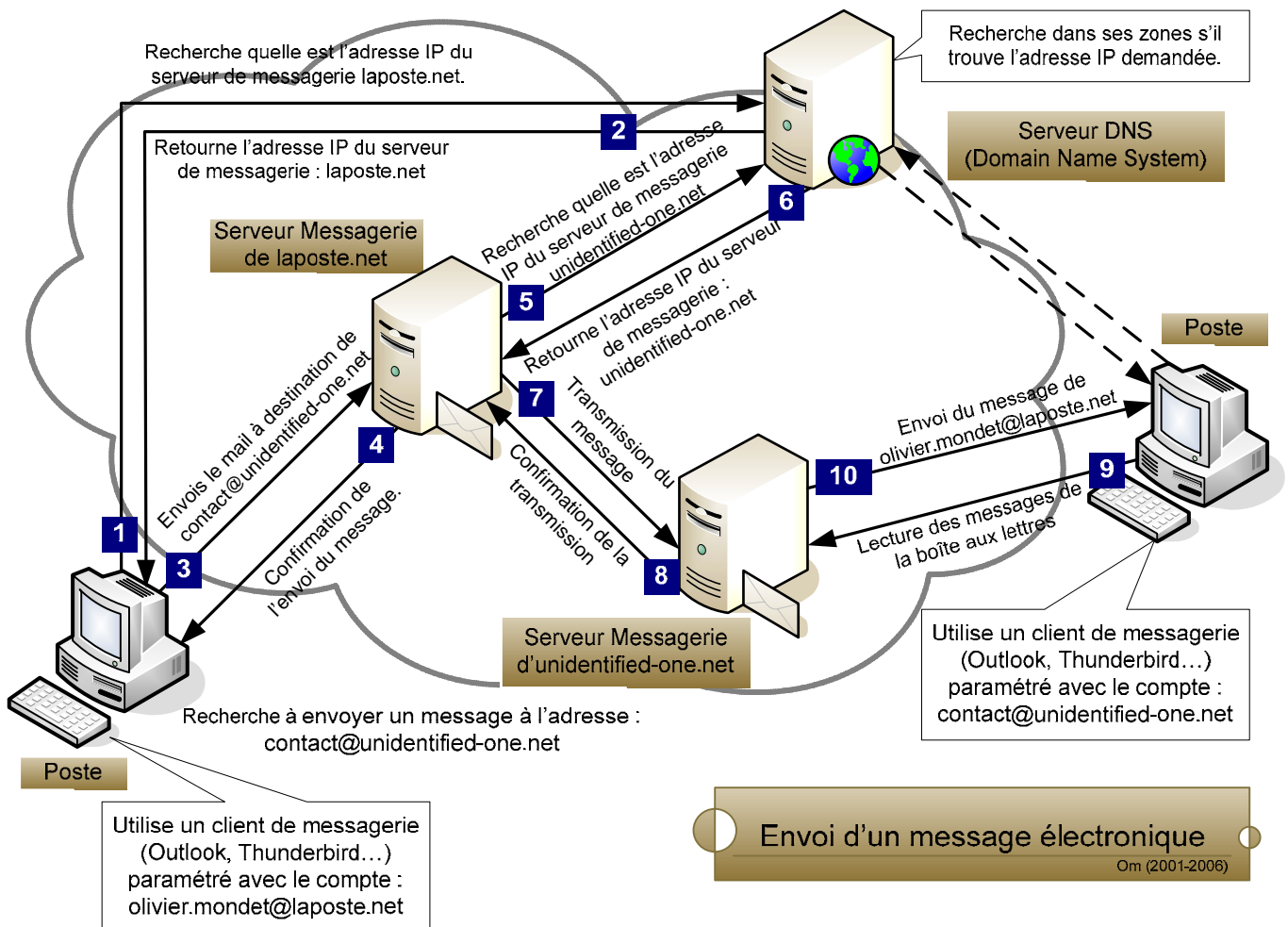
Ayant maintenant l'adresse IP du site où risque de se trouver www.unidentified-one.net, la station va pouvoir poursuivre et solliciter les pages Web. La station va faire une demande au serveur DNS en s'adressant à son port 80, et en utilisant un de ses propres ports (dont le numéro est quelconque (entre 1024 et 65535).

Pour pouvoir se synchroniser et être sûr que la page arrive bien dans l'ordre à la station : la station et le serveur vont échanger des informations et débiter une séquence de communication avec le protocole TCP (Transmission Control Protocol). Ce protocole est toujours associé au protocole IP quand on parle d'Internet. Ce protocole a donc le rôle d'encadrer les échanges Internet, comme ici notre navigation sur le Web, et assurer ainsi un transport des données plus fiable.

**Etape 4 :**

Le serveur Web a répondu à la demande en fournissant la page par défaut du site (index.html ou index.php). Suivant la taille du document HTML transporté, les données peuvent être décomposées en plusieurs morceaux : des paquets. De façon simplifiée, on retiendra qu'un paquet est la plus petite unité circulant sur les réseaux étendus.

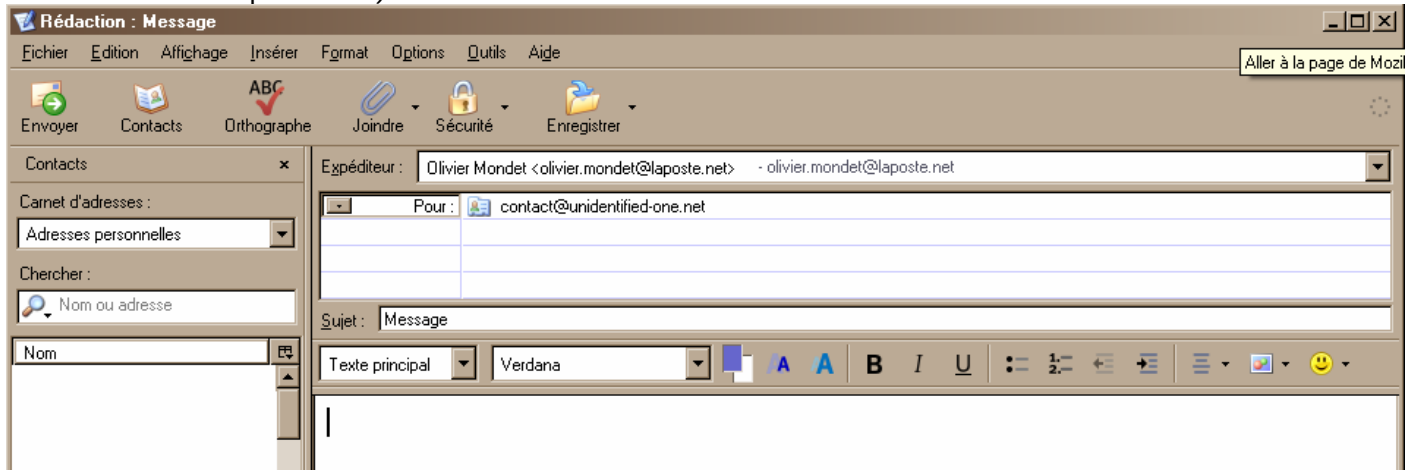
**B.2.2. Exemple 2 : Envois d'un courrier électronique :**



Exemple 2

## Etape 1 :

Dans le client de messagerie Firefox on a saisi un message à destination de contact@unidentified-one.net. Pour envoyer un message on doit déjà avoir un compte de messagerie électronique (ici olivier.mondet@laposte.net).



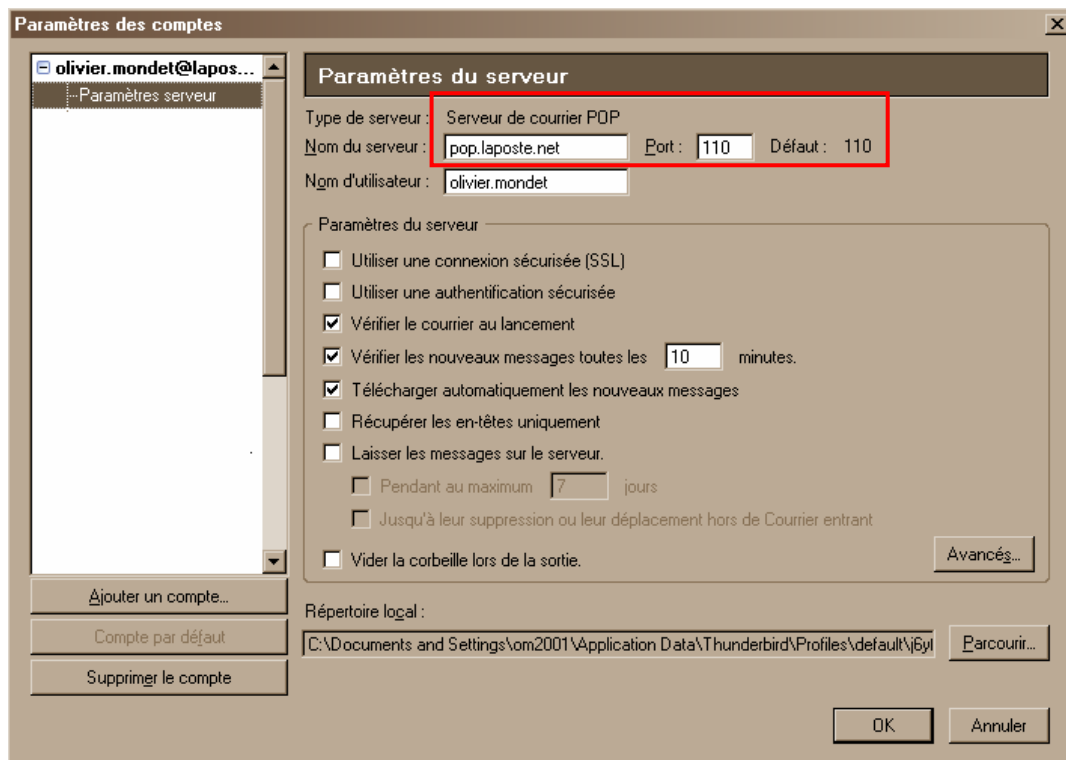
Création d'un message électronique

Pour acheminer le message on va utiliser son compte de messagerie et les paramètres de messagerie liés à ce compte. Ici laposte.net est le serveur de messagerie de l'expéditeur du message. Ce nom de domaine DNS doit être converti en adresse IP pour pouvoir joindre le serveur.

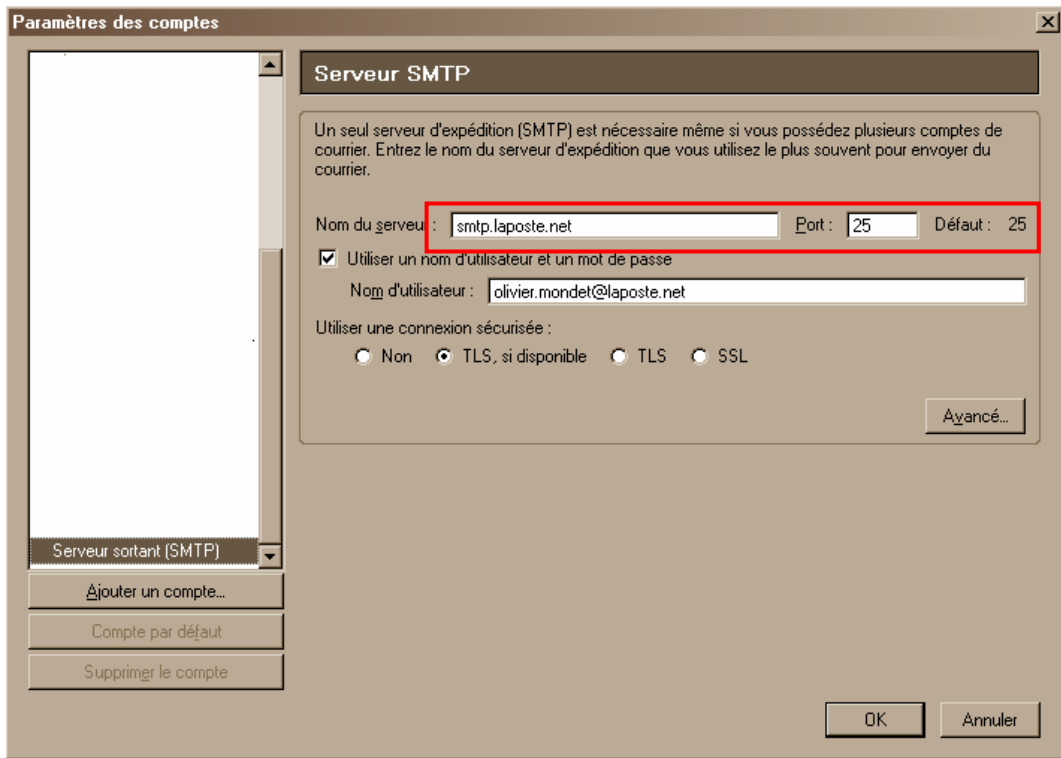
### Comment est paramétré le compte de messagerie ?

Lorsque l'on a une adresse mail et que l'on configure un client de messagerie sur son poste local (avec Outlook ou Thunderbird par exemple), il y a des renseignements obligatoires à fournir. Il s'agit des paramètres des protocoles utilisés par les serveurs de messagerie.

Les deux protocoles utilisés sont : POP et SMTP.



Configuration du protocole POP

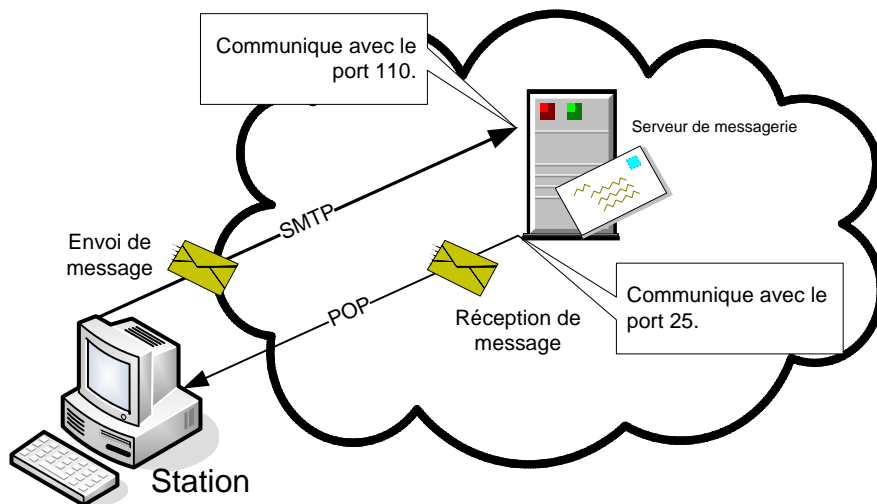


Configuration du protocole SMTP

Il y a donc deux serveurs nécessaires pour la messagerie électronique.

Même si parfois c'est le même ordinateur qui contient les deux serveurs, on distingue :

- le serveur de courrier POP (Post Office Protocol) pour les messages entrants ;
- et le serveur SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) qui sert à l'acheminement du courrier (concerne donc l'envoi du courrier).



Protocoles POP et SMTP

La messagerie requiert une identification formelle, donc un nom d'utilisateur et un mot de passe, c'est pour cette raison qu'un compte mail est utilisé (ici olivier.mondet). Alors que lorsqu'on consulte des pages Web, une authentification n'est pas nécessaire dans la majeure partie des cas.

### Etape 2 :

Le serveur DNS a parcouru ses enregistrements et a trouvé l'adresse IP associée au nom laposte.net. S'il ne trouvait pas cette adresse dans ses enregistrements il demanderait à un autre serveur ces renseignements. Le serveur DNS utilise son port 53 pour écouter les différentes demandes.

### Etape 3 :

La station va pouvoir entrer en contact avec le serveur de messagerie en utilisant le protocole SMTP pour envoyer le message. Ce serveur utilise le port 25 pour écouter les demandes liées à ce protocole.

### Etape 4 :

Le serveur et la station s'assurent du bon acheminement du courrier et le client prévient l'utilisateur de l'envoi du courrier (ou d'un problème lors de l'envoi).

### Etape 5 :

Le serveur de messagerie détermine quel est le destinataire du message : contact@unidentified-one.net. Le destinataire est dans le domaine unidentified-one.net. Il faut donc adresser au serveur DNS pour résoudre l'adresse IP de ce nom. Dans un souci de simplification nous avons utilisé le même serveur que précédemment, mais ça sera sans doute un serveur différent.

### Etape 6 :

Le serveur DNS a parcouru ses enregistrements et a trouvé l'adresse IP associée au nom unidentified-one.net. S'il ne trouvait pas cette adresse dans ses enregistrements il demanderait à un autre serveur ces renseignements. Le serveur DNS utilise son port 53 pour écouter les différentes demandes.

### Etape 7 :

Le serveur de messagerie du domaine laposte.net s'adresse au serveur de messagerie d'unidentified-one.net pour transmettre le message. S'agissant de l'acheminement d'un message les serveurs utilisent le protocole SMTP pour la communication et utilisent leurs ports 25.

### Etape 8 :

Les serveurs s'assurent du bon acheminement du courrier. S'il advenait un problème (compte du destinataire inexistant, saturé, rejet de l'expéditeur...) cet échange générerait un message d'erreur codifié qui serait acheminé à l'expéditeur.

### Etape 9 :

Le destinataire consulte ses messages avec son propre client de messagerie, pour cela il utilise le protocole POP. Le serveur de messagerie utilise le port 110 pour écouter les demandes liées à ce protocole. Les échanges sont encadrés par le protocole TCP comme les communications avec le serveur Web.

**NB :** Nous ne l'avons mentionné pour ne pas alourdir le schéma mais le serveur DNS est également nécessaire pour pouvoir résoudre l'adresse IP du nom de domaine unidentified-one.net.

### Etape 10 :

Le serveur adresse le message au client après que celui-ci se soit authentifié. Suivant la taille du courrier transporté (et d'autant plus s'il contient une pièce jointe), les données peuvent être décomposées en plusieurs morceaux : des paquets.

## B.3. Généralisation

---

Nous avons donc vu que le protocole était partie prenante dans les communications. Ces communications doivent suivre un protocole.

Voici quelques exemples de protocoles dans des situations différentes :

- À l'Assemblée Nationale, une forme de droit de parole permet aux centaines de députés, qui désirent tous parler, de s'exprimer à tour de rôle et de faire connaître leurs idées de manière ordonnée ;
- En conduite automobile, il faut indiquer, à l'aide de son clignotant, que l'on désire tourner à gauche, sinon ce serait le chaos sur les routes ;
- Lorsqu'ils pilotent un avion, les pilotes obéissent à des règles très précises pour communiquer d'un appareil à l'autre ou d'un appareil à la tour de contrôle ;
- En répondant au téléphone, vous dites "Allo" et la personne qui appelle répond "Allo. Ici...", et ainsi de suite...

Toujours dans l'ordre des analogies, on peut définir les communications réseaux, comme d'autres moyens de communication :

Réseau ?	Qu'est-ce qui circule ?	Formes différentes ?	Règles ?	Où ?
Eau	Eau	Chaude ; froide ; potable ; eaux usées/égouts	Règles d'accès (robinets) ; chasse d'eau ; ne pas jeter certains produits	Tuyaux
Autoroutier	Véhicules	Camions, voitures, motocyclettes	Règles de circulation et code de la route	Routes et autoroutes
Postal	Objets	Lettres (informations écrites) ; colis	Règles d'emballage et d'affranchissement	Boîtes postales, boîtes aux lettres, bureaux, camions, avions, facteurs
Téléphone	Informations	Langues parlées	Règles d'accès au téléphone et règles de politesse	Fils du système téléphonique, ondes électromagnétiques, etc.

Les réseaux

Il s'agit donc de réguler, normaliser les flux. Tous les flux ont à la fois des supports pour circuler, des règles, des formes différentes.

## C. L'adressage réseau

### C.1. La sélection du chemin

Si l'on considère - pour simplifier - les réseaux comme des agglomérations et l'Internet comme un ensemble d'agglomérations, on trouvera utile d'avoir un système de carte ou de GPS pour se déplacer d'agglomération en agglomération. Considérant que chaque agglomération possède une à plusieurs voies pour la rejoindre, on se trouve confronté au dur choix de la route à prendre. On choisira comme critère objectif la taille de la route, l'encombrement, la vitesse autorisée et peut être le paysage.

Chaque réseau se distingue d'un autre par une adresse IP spécifique et une à plusieurs routes pour le rejoindre. Comment aller de réseau en réseau le plus rapidement possible et le plus facilement possible ? Ce sont les routeurs qui vont réaliser cette tâche et permettre la transmission des paquets de réseaux en réseaux en sélectionnant le meilleur chemin. Sauf que le critère du paysage ne sera point un argument dans ce cas là.

La *sélection du chemin* permet à un routeur d'évaluer les chemins disponibles vers une destination donnée et de définir le chemin le meilleur pour traiter un paquet. Les services de routage utilisent les informations de topologie du réseau dans l'évaluation des chemins. La sélection du chemin est le processus que le routeur utilise pour choisir le prochain saut du trajet que le paquet empruntera vers sa destination. Ce processus est également connu sous le nom de *routage du paquet*.

Une autre analogie encore : la sélection du chemin pour un paquet peut être comparée au cheminement d'un automobiliste qui traverse une ville. Il dispose d'un plan montrant tous les itinéraires qui lui permettent de se rendre à destination. Le trajet d'une intersection à la suivante est un "saut". De même, le routeur utilise un "plan" qui présente tous les chemins possibles vers une destination donnée.

Les routeurs prennent également des décisions en fonction de la densité du trafic et du débit des liaisons (bande passante), tout comme notre automobiliste peut choisir une voie rapide (une autoroute) ou des rues secondaires moins fréquentées. Mais toujours pas du paysage.

L'adresse réseau permet au routeur de choisir un chemin optimal au sein du réseau. Le routeur utilise les adresses réseau pour identifier le réseau de destination d'un paquet à l'intérieur d'un interrésseau.

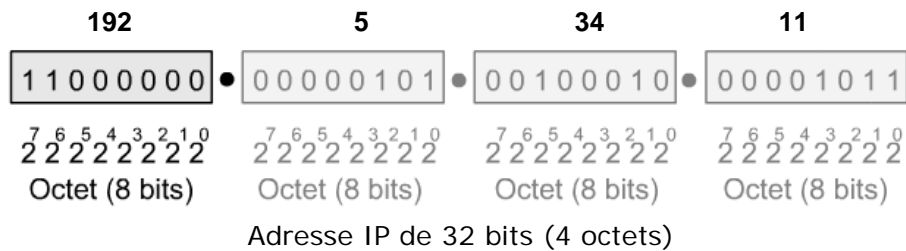
## C.2. L'adresse IP

### C.2.1. Bits, octets et nombres décimaux

Une adresse IP est représentée par un nombre binaire de 32 bits. Rappelez-vous que les chiffres binaires ne sont composés que de deux valeurs : 0 et 1. Dans un nombre *binaire*, la valeur du bit à l'extrême droite (bit le moins significatif) est soit 0 ou 1. La valeur décimale correspondant à chaque bit d'un nombre binaire double à chaque fois que vous vous déplacez d'une position vers la gauche. Ainsi, la valeur **décimale** du deuxième bit à partir de la droite est soit 0, soit 2. Le troisième bit est soit 0, soit 4 ; le quatrième, 0 ou 8, etc.

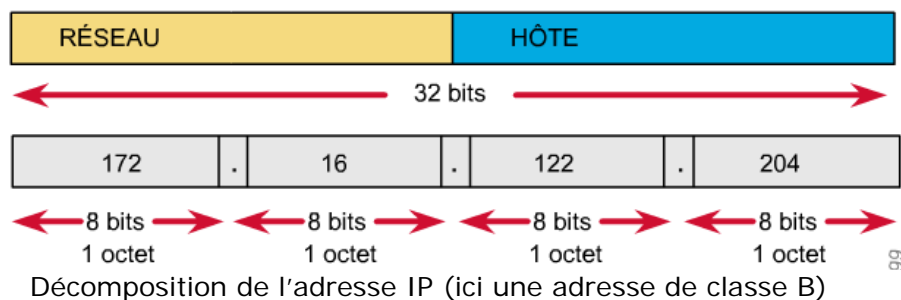
Les adresses IP sont présentées au format décimal de 32 bits. Les 32 bits de l'adresse sont subdivisées en quatre *octets* (un octet est un groupe de 8 bits). La valeur décimale maximale d'un octet est de 255. Le plus grand nombre binaire de huit bits est 11111111. Ces bits, de gauche à droite, ont des valeurs décimales de 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 et 1 pour un total de 255.

Quelle est la valeur décimale de l'octet mis en évidence dans le schéma ? Quelle la valeur du bit à l'extrême gauche ? Celle du bit suivant ? Puisque seuls ces deux bits sont activés, la valeur décimale du nombre est  $128+64=192$  !



### C.2.2. Les champs de l'adresse IP

Le numéro de réseau d'une adresse IP identifie le réseau auquel une unité est connectée, alors que la portion hôte d'une adresse IP pointe vers une unité spécifique de ce réseau. Puisque les adresses IP sont composées de quatre octets séparés par des points, un, deux ou trois de ces octets peuvent servir à déterminer le numéro de réseau. De même, un, deux ou trois de ces octets peuvent servir à déterminer la partie hôte d'une adresse IP.



## C.3. Les classes d'adresses IP

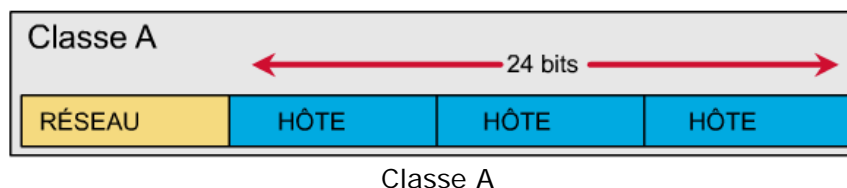
Un organisme peut recevoir trois classes d'adresses IP de l'IANA (Internet Assigned Numbers Authority) qui remplace l'InterNIC. Il s'agit des classes A, B et C. L'IANA réserve à présent les adresses de classe A aux gouvernements du monde entier (bien que certaines grandes entreprises, telles que Hewlett Packard, en aient déjà reçues) et les adresses de classe B aux entreprises de taille moyenne. Tous les autres demandeurs reçoivent des adresses de classe C.

Cependant, la pénurie d'adresses que connaît Internet force à bouleverser ces règles en favorisant les sur réseaux et l'utilisation de l'adressage IPv6.

### C.3.1. La classe A

En format binaire, le premier bit (à l'extrême gauche) d'une adresse de classe A est toujours 0. Un exemple d'adresse IP de classe A serait : 124.95.44.15. Le premier octet, 124, représente le numéro de réseau attribué par l'IANA. Les administrateurs internes du réseau attribuent les valeurs des 24 bits restants. Pour déterminer si une unité fait partie d'un réseau de classe A, il suffit de regarder le premier octet de son adresse IP, qui variera entre 0 et 126. (127 *commence* par un bit à 0, mais cette valeur est réservée à un usage particulier).

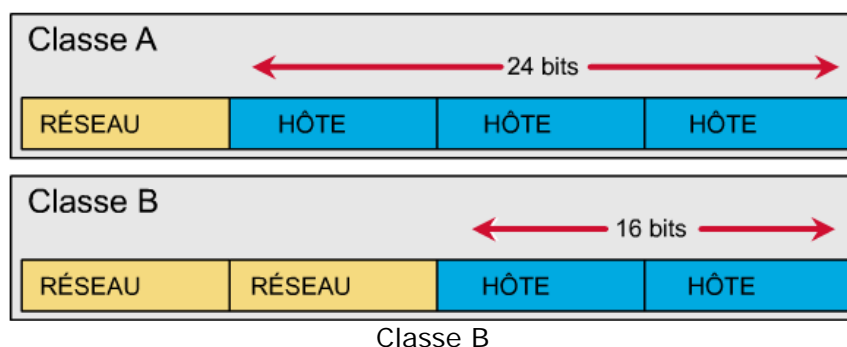
Toutes les adresses IP de classe A n'utilisent que les huit premiers bits pour indiquer la partie réseau de l'adresse. Les trois octets restants peuvent servir pour la portion hôte de l'adresse. Les réseaux qui utilisent un système d'adressage IP de classe A peuvent attribuer jusqu'à  $2^{24}$  (moins 2), soit 16 777 214 adresses IP aux unités qui en font partie.



### C.3.2. La classe B

Les deux premiers bits d'une adresse de classe B sont toujours 10 (un et zéro). Un exemple d'adresse IP de classe B serait : 151.10.13.28. Les deux premiers octets représentent le numéro de réseau attribué par l'IANA. Les administrateurs internes du réseau attribuent les valeurs des 16 bits restants. Pour déterminer si une unité fait partie d'un réseau de classe B, il suffit de regarder le premier octet de son adresse IP. La valeur du premier octet des adresses IP de classe B varie entre 128 et 191.

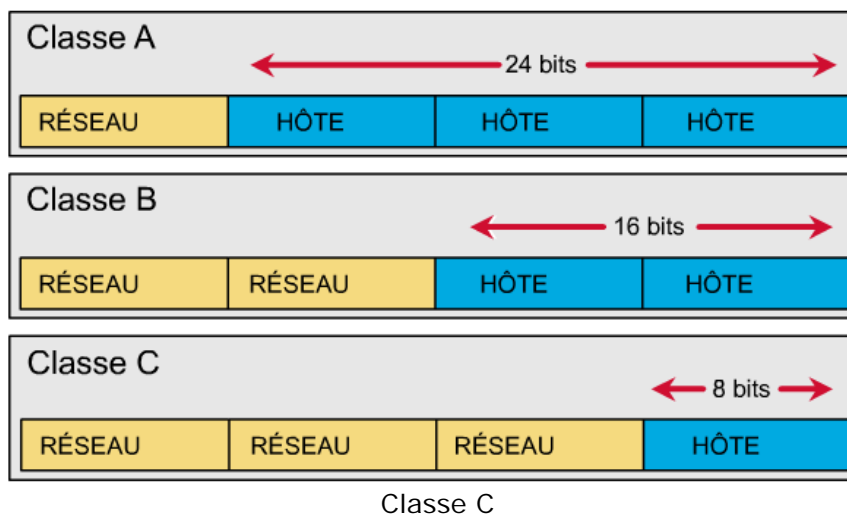
Toutes les adresses IP de classe B utilisent les 16 premiers bits pour indiquer la partie réseau de l'adresse. Les deux octets restants de l'adresse IP sont réservés à la portion hôte de l'adresse. Les réseaux qui utilisent un système d'adressage IP de classe B peuvent attribuer jusqu'à  $2^{16}$  (moins 2), soit 65 534 adresses IP aux unités qui en font partie.



### C.3.3. La classe C

Les trois premiers bits d'une adresse de classe C sont toujours 110 (un, un et zéro). Un exemple d'adresse IP de classe C serait 201.110.213.28. Les trois premiers octets représentent le numéro de réseau attribué par l'IANA. Les administrateurs internes du réseau attribuent les valeurs des 8 bits restants. Pour déterminer si une unité fait partie d'un réseau de classe C, il suffit de regarder le premier octet de son adresse IP. La valeur du premier octet des adresses IP de classe C varie entre 192 et 223.

Toutes les adresses IP de classe C utilisent les 24 premiers bits pour indiquer la partie réseau de l'adresse. Seul le dernier octet d'une adresse IP de classe C est réservé à la portion hôte de l'adresse. Les réseaux qui utilisent un système d'adressage IP de classe C peuvent attribuer jusqu'à  $2^8$  (moins 2), soit 254 adresses IP aux unités qui en font partie.



Classe	Début	Fin	Nombre de réseaux	Nombre d'hôtes
Classe A	0.0.0.0	127.255.255.255	128	16 777 214
Classe B	128.0.0.0	191.255.255.255	16 384	65 534
Classe C	192.0.0.0	223.255.255.255	2 097 152	254

Tableau récapitulatif

### C.4. Les numéros de réseau

Il est essentiel de comprendre l'importance de la partie réseau d'une adresse IP : le *numéro de réseau*. Les hôtes d'un réseau ne peuvent communiquer directement qu'avec les unités qui partagent le même numéro de réseau. Ils peuvent partager le même segment physique, mais s'ils ont des numéros de réseau différents, toute communication s'avère généralement impossible, à moins qu'une autre unité puisse établir la connexion entre les réseaux (cas de la passerelle, du routeur).

## C.5. L'adresse de broadcast

---

Une adresse de broadcast (ou de diffusion) contient des 1 à toutes les positions binaires du champ d'hôte. Lorsqu'un paquet de broadcast est transmis sur le réseau, toutes les unités du réseau le reçoivent. Ainsi, au sein d'un réseau ayant le numéro 176.10.0.0, le broadcast envoyé à tous les hôtes utiliserait l'adresse 176.10.255.255.

Une adresse de broadcast ressemble fortement à un envoi de masse. Le code postal achemine l'envoi à la zone appropriée et l'adresse de broadcast "À l'occupant" achemine le courrier à toutes les adresses. Une adresse de broadcast IP utilise la même méthode. Le numéro de réseau désigne le segment et le reste de l'adresse indique à chaque unité du réseau qu'il s'agit d'un message de broadcast et que l'unité doit tenir compte du message. Toutes les unités d'un réseau reconnaissent leur propre adresse IP, ainsi que l'adresse de broadcast de leur réseau.

## C.6. Les adresses privées

---

Certaines adresses au sein de chaque classe d'adresses IP ne sont pas attribuées. Ces adresses sont désignées sous le nom d'*adresses privées*.

Nombre d'applications n'exigent qu'une connexion au sein d'un seul réseau et n'ont pas besoin de connectivité externe. Ces machines n'étant pas reliées au réseau public, les adresses privées sont donc idéales. Les adresses privées servent également à la distribution au sein d'un réseau lorsque le nombre d'adresses publiques est insuffisant.

Les adresses privées peuvent être utilisées avec un serveur de traduction d'adresse réseau (NAT) ou un serveur proxy pour assurer la connectivité de tous les hôtes d'un réseau disposant d'un nombre relativement restreint d'adresses publiques. Par convention, tout trafic dont l'adresse de destination est comprise dans une plage d'adresses privées n'est PAS routé par Internet.

Les plages suivantes sont disponibles pour l'adressage privé :

- 10.0.0.0 – 10.255.255.255 ;
- 172.16.0.0 – 172.31.255.255 ;
- 192.168.0.0 – 192.168.255.255.



Olivier Mondet  
<http://unidentified-one.net>