

## QUESTION 16/2

Elaboration de manuels  
à l'intention des pays  
en développement



**UIT-D**

COMMISSION D'ÉTUDES 2 2<sup>e</sup> PÉRIODE D'ÉTUDES (1998-2002)

# Manuel sur les nouvelles technologies et les nouveaux services

FASCICULE 3  
Réseaux et  
services IP

Bureau de développement des télécommunications (BDT)

Union internationale des télécommunications



## LES COMMISSIONS D'ÉTUDES DE L'UIT-D

Les commissions d'études de l'UIT-D ont été créées aux termes de la Résolution 2 de la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT) organisée à Buenos Aires, Argentine, en 1994. Pour la période 1998-2002, la Commission d'études 1 est chargée d'examiner onze Questions dans le domaine des stratégies et politiques de développement des télécommunications. La Commission d'études 2 est, elle, chargée d'étudier sept Questions dans le domaine du développement et de la gestion des services et réseaux de télécommunication. Au cours de cette période, pour permettre de répondre dans les meilleurs délais aux préoccupations des pays en développement, les résultats des études menées à bien au titre de chacune de ces deux Questions sont publiés au fur et à mesure au lieu d'être approuvés par la CMDT.

### **Pour tout renseignement**

*Veillez contacter:*

Mme Alessandra PILERI  
Bureau de Développement des Télécommunications (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GENÈVE 20  
Suisse  
Téléphone: +41 22 730 6698  
Fax: +41 22 730 5484  
E-mail: [alessandra.pileri@itu.int](mailto:alessandra.pileri@itu.int)

© UIT 2002

Tous droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

**UIT-D** COMMISSION D'ÉTUDES 2 2<sup>e</sup> PÉRIODE D'ÉTUDES (1998-2002)

# ***Manuel sur les nouvelles technologies et les nouveaux services***

*FASCICULE 3  
Réseaux et services IP*

Bureau de développement des télécommunications (BDT)  
Union internationale des télécommunications



**Action demandée:** La version française sera transmise dès que disponible aux participants concernés (probablement en avril 2001). Les participants sont invités à transmettre leurs commentaires au Secrétariat du BDT au plus tard un mois après réception. Après inclusion des amendements reçus, le Fascicule 3 sera publié en 2001. Tous les chapitres relatifs aux abréviations seront complétés durant la réunion de septembre 2000. Ce fascicule n'a pas encore été revu dans sa forme.

**DÉNI DE RESPONSABILITÉ**

**Certaines entreprises ou certains produits sont mentionnés sans que cela signifie pour autant une approbation ou une recommandation de la part de l'UIT.**

## FASCICULE 3

**Réseaux et services IP****TABLE DES MATIÈRES**

	<i>Page</i>
<b>CHAPITRE 1 – Introduction et définitions .....</b>	<b>1</b>
1.1 Définition de l'Internet .....	1
1.1.1 Courrier électronique .....	2
1.1.2 World Wide Web .....	2
1.1.3 ARPANET .....	2
1.1.4 Hyperliens .....	2
1.2 Liste d'abréviations .....	3
<b>CHAPITRE 2 – Communications Internet .....</b>	<b>5</b>
2.1 Introduction .....	5
2.2 Architecture des communications .....	5
2.2.1 Suite de protocoles Internet .....	5
2.3 Pile de protocoles TCP/IP .....	5
2.3.1 La couche réseau .....	6
2.3.2 La couche transport .....	6
2.3.3 La couche application .....	6
2.4 Applications Internet et leurs protocoles .....	6
2.4.1 Protocole de transfert de fichier .....	6
2.4.2 Protocoles de la couche application pour les services d'annuaire .....	7
2.4.3 Telnet .....	7
2.5 Liste d'abréviations .....	7
<b>CHAPITRE 3 – Protocole Internet (IP) .....</b>	<b>9</b>
3.1 Introduction .....	9
3.1.1 Fragmentation .....	9
3.2 Structure du paquet IP .....	10
3.3 Adresse IP .....	11
3.3.1 Classe A .....	11
3.3.2 Classe B .....	12
3.3.3 Classe C .....	12
3.3.4 Classe D .....	12
3.3.5 Classe E .....	12
3.4 Protocole de transmission de la voix par Internet .....	12
3.4.1 Téléphonie traditionnelle/téléphonie IP .....	12
3.4.2 Scénarios de téléphonie IP .....	12
3.4.3 Avantages de la téléphonie IP .....	13
3.4.4 Problèmes de la téléphonie IP .....	13

3.5	Protocoles Internet versions 4 (IPv4) et 6 (IPv6).....	14
3.5.1	Nouvelles fonctions du protocole IPv6.....	14
3.6	Liste d'abréviations .....	15
<b>CHAPITRE 4 – E-Commerce .....</b>		<b>17</b>
4.1	Introduction et définition .....	17
<b>CHAPITRE 5 – Services Internet de base.....</b>		<b>19</b>
5.1	Introduction.....	19
5.2	Services du web .....	19
5.2.1	Archivage de fichiers.....	19
5.2.2	Web interne.....	19
5.2.3	Web externe.....	20
5.2.4	Accès «surf» .....	20
5.3	Liste d'abréviations .....	20
<b>CHAPITRE 6 – Services TeleINternet pour le Tel-E-Commerce.....</b>		<b>21</b>
6.1	Introduction.....	21
6.2	Tel-E-Commerce.....	21
6.3	TeleINternet .....	22
6.3.1	Click-to-Talk («cliquer pour parler») .....	22
6.3.2	Consultation de l'annuaire Internet .....	22
6.3.3	MatchMaker (service «cherche et trouve») .....	23
6.3.4	WebCall API.....	23
6.4	Architecture réseau du TeleINternet .....	24
6.5	Applications de Tel-E-Commerce des services TeleINternet.....	24
6.5.1	«Cliquer pour parler» et consultation de l'annuaire Internet.....	24
6.5.2	Consultation de l'annuaire Internet .....	25
6.5.3	MatchMaker («cherche et trouve»).....	26
6.6	Conclusion .....	27
6.7	Liste d'abréviations .....	27
<b>CHAPITRE 7 – Réseau IP public .....</b>		<b>29</b>
7.1	De l'Internet au réseau IP public .....	29
7.2	Convergence des services IP.....	29
7.2.1	Qualité de fonctionnement.....	30
7.2.2	Topologie.....	30
7.3	Mise en place du réseau IP public.....	30
7.3.1	Réseaux fédérateurs .....	31
7.3.2	Réseaux de regroupement.....	31
7.4	ITU References and Publications.....	33
7.5	Liste d'abréviations .....	34

## FASCICULE 3

**Réseaux et services IP****CHAPITRE 1****Introduction et définitions****1.1 Définition de l'Internet**

Réseau reliant de nombreux réseaux informatiques et fondé sur l'utilisation d'un système d'adressage commun ainsi que d'un protocole de communication appelé TCP/IP (Protocole de commande de transmission/protocole Internet). Dès sa création en 1983, ce réseau s'est très vite affranchi de son origine principalement universitaire pour toucher des cercles à orientation de plus en plus commerciale et populaire.

Vers le milieu des années 90, l'Internet reliait des millions d'ordinateurs dans le monde entier. Par ailleurs, de nombreux services de données et de réseaux informatiques commerciaux offraient au moins des connexions indirectes à l'Internet.

Les utilisations initiales de l'Internet étaient les suivantes: [courrier électronique](#), transfert de fichiers (utilisant le FTP ou protocole de transfert de fichier), babillards électroniques et groupes de discussion et enfin, accès à un ordinateur distant (telnet). Le [World Wide Web](#), qui permet de naviguer de manière simple et intuitive sur les sites Internet par le biais d'une interface graphique s'est développé de façon spectaculaire pendant les années 90 pour devenir l'élément le plus important de l'Internet.

L'Internet a pour origine un programme du Département de la défense américaine appelé ARPANET ([Advanced Research Projects Agency Network](#)), créé en 1969 en vue de mettre en place un réseau de communication sécurisé et survivable pour les organisations qui se livrent à des travaux de recherche dans le domaine de la défense. Les chercheurs et les universitaires travaillant dans d'autres domaines commencèrent à utiliser le réseau. Finalement, la National Science Foundation (NSF), qui avait mis en place un réseau parallèle analogue appelé NSFNet, a repris à son compte une grande partie de la technologie TCP/IP d'ARPANET pour créer un réseau réparti de réseaux pouvant acheminer un volume de trafic beaucoup plus grand. L'agence NSF continue d'assurer le fonctionnement du réseau fédérateur (qui achemine les données à un débit de 45 millions de bits par seconde), mais le développement du protocole Internet est régi par l'Internet Architecture Board et l'InterNIC (Internet Network Information Centre) gère la désignation des ordinateurs et des réseaux.

Les services Internet ont été fournis grâce aux moyens suivants: systèmes de radioamateur, câbles de télévision, radiocommunications à spectre étalé, satellites et fibres optiques. De plus, les jeux en réseau, les transactions monétaires en réseau ou encore les musées virtuels comptent parmi les applications actuellement mises au point qui visent à accroître l'utilité du réseau et à tester les limites de sa technologie.

### 1.1.1 Courrier électronique

Abréviation: E-MAIL. Il s'agit de messages transmis et reçus sur un réseau par des ordinateurs numériques. Un système de courrier électronique ou e-mail permet aux utilisateurs d'ordinateur d'envoyer par le réseau à d'autres utilisateurs des textes, des graphiques et parfois même, du son et des images animées. Sur la plupart des réseaux, les données peuvent être envoyées simultanément à une multitude d'utilisateurs ou encore à un groupe ou à un individu donné. Les utilisateurs du réseau disposent en général d'une boîte aux lettres électronique pour recevoir, stocker et gérer leur correspondance. Les destinataires peuvent choisir de visualiser, d'imprimer, de sauvegarder, d'«éditer» les communications ou d'y répondre d'une façon ou d'une autre. De nombreux systèmes d'e-mail disposent de fonctions perfectionnées pour prévenir les utilisateurs de l'arrivée des messages ou leur permettre d'utiliser des mécanismes spéciaux de confidentialité. Les grandes entreprises ou institutions importantes utilisent ces systèmes d'e-mail comme principal lien de communication entre leurs employés et d'autres personnes autorisées à utiliser leurs réseaux. Le e-mail est également disponible sur les principaux babillards électroniques et systèmes publics en ligne dont bon nombre restent gratuits ou imposent un faible coût aux communications internationales.

### 1.1.2 World Wide Web

Le WWW, ou WEB, est le principal service de recherche d'information de l'Internet. Le web permet aux utilisateurs d'accéder à un large éventail de documents qui sont reliés entre eux par des [liens hypertexte ou hypermédia](#). Le web fonctionne selon le modèle de base client-serveur de l'Internet (*les serveurs sont des programmes informatiques qui mémorisent des documents et les transmettent à d'autres ordinateurs sur le réseau lorsqu'on le leur demande, alors que les clients sont des programmes qui demandent de recevoir des documents d'un serveur quand l'utilisateur en fait la demande*). Un logiciel de navigation permet aux utilisateurs de visualiser les documents ainsi recherchés.

Un document hypertexte avec son texte et ses hyperliens correspondants sont écrits en langage de balisage hypertexte (HTML). Une adresse en ligne appelée identificateur uniforme de ressources (URL) est attribuée au document.

C'est Tim Berners-Lee qui a commencé à mettre au point le World Wide Web en 1989 avec ses collègues du CERN, organisation scientifique internationale basée à Genève, Suisse. Ils ont créé un protocole, le protocole de transport hypertexte (HTTP), qui permet de normaliser les communications entre les serveurs et les clients. Leur navigateur web avec texte a été mis à la disposition du grand public en janvier 1992.

### 1.1.3 ARPANET

En 1969, l'Advanced Research Projects Agency (ARPA) du Département de la défense américaine a mis en place un réseau de communication de données appelé ARPANET. Ce réseau, qui s'appuie sur les techniques de commutation par paquets, reliait des ordinateurs hétérogènes situés dans des universités et installations militaires en différents points des Etats-Unis. C'était le premier réseau à utiliser des protocoles à plusieurs couches, le contrôle de flux ainsi que la tolérance aux pannes – si bien que la disparition d'un nœud ne perturbait pas la totalité du réseau ou ne nécessitait pas l'intervention d'un opérateur. Le mot «paquet» a été inventé par les concepteurs de l'ARPANET pour établir une distinction entre les messages plus longs produits par les ordinateurs et les segments plus courts qu'utilise l'ARPANET pour améliorer le débit. L'Internet, développement de l'ARPANET, relie des millions d'ordinateurs dans le monde entier.

### 1.1.4 Hyperliens

Les hyperliens sont des connexions électroniques reliant des informations connexes pour permettre à un utilisateur d'y accéder plus facilement. L'hypertexte permet à l'utilisateur de sélectionner un mot d'un texte et, par conséquent, d'accéder à d'autres documents qui contiennent des informations supplémentaires concernant ce mot; les documents hypermédiés comportent des liens avec des images, du son, de l'animation et des films.

## 1.2 Liste d'abréviations

ARPA	Advanced Research Projects Agency
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
E-MAIL	Courrier électronique
HTML	Langage de balisage hypertexte
HTTP	Protocole de transport hypertexte
InterNIC	Internet Network Information Centre
NSF	National Science Foundation
TCP/IP	Protocole de commande de transmission/protocole Internet
URL	Identificateur uniforme de ressources
WWW	World Wide Web



## CHAPITRE 2

### Communications Internet

#### 2.1 Introduction

L'Internet est un vaste ensemble de réseaux reliés entre eux qui permet aux utilisateurs de chacun des réseaux d'atteindre des utilisateurs de n'importe quel autre réseau. Les communications Internet sont régies par une série de protocoles qui sont structurés pour interagir entre eux.

#### 2.2 Architecture des communications

La communication réseau comprend trois aspects:

- l'échange de données;
- l'interprétation des données;
- la gestion du système.

L'architecture des communications se décompose en couches qui disposent chacune de leurs propres fonctions mais utilisent aussi les fonctions de la couche inférieure. Le protocole de commande de transmission (TCP) et le protocole Internet (IP) font partie d'un vaste ensemble de protocoles qui décrivent une architecture complète des communications, appelée suite de protocoles Internet.

##### 2.2.1 Suite de protocoles Internet

La suite de protocoles Internet se divise en protocoles de niveau inférieur et en protocoles de niveau supérieur.

###### 2.2.1.1 Protocoles de niveau inférieur

Au niveau inférieur de l'architecture des communications, on trouve les protocoles TCP et IP qui décrivent les aspects de communication de la suite de protocoles Internet.

Les normes TCP/IP décrivent comment le protocole IP fonctionne sur des réseaux communs de communication physique longue distance ou locaux.

###### 2.2.1.2 Protocoles de niveau supérieur

Les protocoles de niveau supérieur décrivent les mécanismes types qui permettent d'interpréter et de convertir les données que les utilisateurs d'ordinateur utilisent pour des tâches courantes telles que: transfert de fichier, accès au terminal, préparation et transfert de courrier.

#### 2.3 Pile de protocoles TCP/IP

Les protocoles de communication ou normes sont définis sous la forme de couches. Le modèle ainsi obtenu est souvent désigné par le terme de pile de protocoles. La suite de protocoles Internet comporte 5 couches. Toutefois, les couches 1 et 2 ne sont pas définies dans la suite de protocoles TCP/IP car le protocole TCP/IP est en fait indépendant des supports physiques. Les trois couches de la suite de protocoles TCP/IP sont les suivantes:

### 2.3.1 La couche réseau

Cette couche offre un service de datagramme de base, c'est-à-dire que le protocole IP transfère des données au mieux de ses possibilités, mais sans aucune garantie de livraison. Le protocole de message de commande Internet (ICMP) qui est fourni avec cette couche, signale les problèmes survenus dans la transmission des données.

### 2.3.2 La couche transport

Deux options sont possibles pour le transport.

**UDP:** le protocole de service de datagramme d'utilisateur élargit le service de datagramme sans connexion du protocole IP à des applications dans lesquelles la fiabilité n'est pas exigée.

**TCP:** le protocole de commande de transmission assure un service de transport fiable avec correction d'erreur et contrôle de flux.

### 2.3.3 La couche application

La couche application est chargée de l'interfaçage entre les applications de l'utilisateur final et les services de la couche transport. Elle assure des services pour les différents types d'application qui pourraient souhaiter utiliser le réseau. En revanche, elle ne fournit pas l'application proprement dite, bien que ces deux aspects soient étroitement liés.

## 2.4 Applications Internet et leurs protocoles

La plupart des protocoles de la couche application TCP/IP reposent sur le modèle client-serveur, le protocole se composant d'interactions simples entre le client et le serveur.

Trois protocoles de base sont décrits ici: FTP, LDAP et Telnet.

### 2.4.1 Protocole de transfert de fichier

Le protocole de transfert de fichier permet de déplacer des fichiers d'un système informatique vers un autre mais aussi de gérer des fichiers sur des systèmes distants. Le FTP sert à:

- Télécharger des fichiers vers un serveur.
- Rapatrier des fichiers d'un serveur.
- Indiquer ou modifier le répertoire actuel du disque.
- Supprimer des fichiers du répertoire.
- Renommer des fichiers.

Durant une session FTP, deux connexions réseau distinctes sont établies entre le client et le serveur. Tout d'abord, il existe une connexion de commande entre le client et le serveur qui permet aux demandes de connexion de passer de l'un à l'autre. Une fois que la connexion de commande est établie, le client envoie en général un message de commande indiquant le numéro du point d'accès où il accepte de recevoir une demande de connexion de données.

Les connexions étant séparées pour la commande et les données, nous pouvons spécifier des types de services différents pour les deux cas. Par exemple, il est avantageux de disposer d'un retard minimal pour la connexion de commande et d'un débit maximal pour la connexion de données.

Lors d'un transfert de fichier, il faut en spécifier les quatre aspects suivants:

- Type de fichier: permet de déterminer comment les données du fichier peuvent être converties sous une forme propre à la transmission. Par exemple, un fichier de texte peut être converti en NVT ASCII pour la transmission, puis être reconverti en un fichier de texte à l'extrémité de réception.

- Contrôle de format: sert à définir la façon dont un fichier de texte est transféré à un dispositif imprimeur.
- Structure: permet de préserver la structure interne du fichier lors du transfert vers l'ordinateur hôte distant.
- Mode de transmission: le fichier peut être transféré sous la forme d'une série d'octets, bloc par bloc ou encore en mode compression.

#### 2.4.2 Protocoles de la couche application pour les services d'annuaire

Le Protocole rapide d'accès à l'annuaire (LDAP) comprend une série de protocoles d'accès aux annuaires d'information. Le protocole LDAP est élaboré à partir des normes figurant dans la Norme X.500; les normes de la série X.500 définissent la structure que devraient avoir les annuaires mondiaux. A la différence de la Norme X.500, le LDAP est compatible avec le TCP/IP et il est parfois désigné par l'appellation X.500 Lite.

Le LDAP est un protocole ouvert, si bien que les applications n'ont pas besoin de connaître le type de serveur sur lequel l'annuaire est hébergé.

Le LDAP permet d'organiser les annuaires d'entreprise en une structure hiérarchique qui tient compte des frontières géographiques et structurelles.

Les annuaires sont organisés de telle manière que les informations relatives à un pays apparaissent sous le nœud de racine, suivies des organisations, des unités structurelles (par exemple: les départements au sein des entreprises) et enfin, des individus. Le LDAP peut également abriter un registre mondial des clés publiques utilisées pour le transfert sécurisé des données.

#### 2.4.3 Telnet

Telnet est un protocole terminal virtuel du TCP/IP. Il fonctionne sur la couche transport à correction d'erreur TCP et assure l'interconnectivité ainsi que l'interopérabilité intégrales des terminaux. Telnet offre aux utilisateurs de terminal la possibilité de se connecter à de nombreux ordinateurs hôtes Telnet différents à partir d'un seul terminal.

### 2.5 Liste d'abréviations

ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange: Code ASCII</i>
FTP	Protocole de transfert de fichier
ICMP	Protocole de message de commande Internet
IP	Protocole Internet
LAN	Réseau local
LDAP	Protocole rapide d'accès à l'annuaire
TCP	Protocole de commande de transmission
TCP/IP	Protocole de commande de transmission/Protocole Internet
UDP	Protocole de service de datagramme d'utilisateur



## CHAPITRE 3

### Protocole Internet (IP)

#### 3.1 Introduction

Le protocole IP est un protocole sans connexion, chargé essentiellement de l'adressage et de l'acheminement des paquets entre les dispositifs réseau. Le terme «sans connexion» signifie que la session n'est pas établie avant l'échange des données.

Le protocole IP n'est pas fiable en ce sens que la livraison n'est pas garantie. Il s'efforce «au mieux» de remettre un paquet. En chemin, un paquet peut se perdre, ne pas être remis dans l'ordre prévu, être dupliqué ou retardé.

Le protocole IP remet ses paquets en mode sans connexion. Il ne vérifie pas si l'ordinateur hôte de réception peut accepter les données et ne conserve pas de copie en cas d'erreur. On peut donc dire que ce protocole est de type «tire et oublie» (par analogie avec le langage militaire).

Le protocole IP est aussi chargé de fragmenter et de réassembler les paquets. Un grand paquet doit être subdivisé en parties plus petites lorsque le paquet doit traverser un réseau qui accepte des paquets de plus petite taille.

##### 3.1.1 Fragmentation

Chaque réseau physique impose une taille de transmission maximale (ou unité de transfert maximal) (MTU) pour l'envoi des paquets. Lorsque la taille du paquet dépasse l'unité MTU du réseau à l'interface de sortie, il faut constituer de plus petits paquets, chacun d'eux acheminant une partie des données initiales. C'est ce que l'on appelle la fragmentation.

Les paquets IP fragmentés comportent, dans leur zone de données, des données copiées du paquet initial. Chaque fragment contient un en-tête IP qui reproduit l'en-tête initial, à l'exception des informations contenues dans les fanions et dans les champs de déplacement. Ils sont traités comme des paquets IP normaux lorsqu'ils sont transportés à destination. Par conséquent, les paquets fragmentés peuvent emprunter des voies différentes vers leur destination finale.

Lorsque les paquets fragmentés arrivent à destination, l'ordinateur hôte de destination doit relier de nouveau les fragments entre eux avant de traiter normalement le paquet initial.

Toutefois, si un paquet se perd, le paquet IP complet est considéré comme étant perdu.

Si le paquet porte un fanion «ne pas fragmenter» et que le routeur décide d'envoyer ce paquet sur un support qui n'accepte pas la taille du paquet, le paquet est alors éliminé.

### 3.2 Structure du paquet IP

---

32 bits (4 octets)				
I	II		III	IV
Version	IHL	Type de service	Longueur totale	
Identification			Fanions	Déplacement de fragment
Durée de vie	Protocole		Contrôle d'en-tête	
Adresse source				
Adresse de destination				
Option (variable)				Bourrage
Données (variable)				

---

**Version (4 bits):** Spécifie la version du protocole IP et donc le format de l'en-tête IP utilisé. La version actuelle du protocole est 4 (IPv4), la nouvelle version portant le numéro 6 (IPv6).

**IHL, Longueur d'en-tête Internet (4 bits):** Longueur de l'en-tête en mots de 32 bits. La valeur minimale est cinq, en-tête le plus commun. Par conséquent, l'en-tête doit avoir une longueur d'au moins 20 octets.

**Type de service (8 bits):** Fournit une indication de la qualité de service requise pour le paquet IP. Spécifie les paramètres de fiabilité, de préséance, de délai et de débit.

**Longueur totale (16 bits):** Longueur totale du paquet, avec l'en-tête et les données, exprimée en octets.

**Identification (16 bits):** Numéro unique attribué par le dispositif émetteur pour faciliter le réassemblage d'un paquet fragmenté. Sert essentiellement à permettre au dispositif de destination de rassembler tous les fragments d'un paquet car tous porteront le même numéro d'identification.

**Fanions (3 bits):** Champs de commande de fragmentation.

Le premier bit n'est pas utilisé; il est toujours positionné sur 0.

Si le deuxième bit est 0, il signifie «fragmentation possible».

Si le deuxième bit est 1, il signifie «ne pas fragmenter».

Si le troisième bit est 0, il signifie «dernier fragment».

Si le troisième bit est 1, il signifie «encore des fragments».

**Déplacement du fragment (13 bits):** Est utilisé avec les paquets fragmentés pour faciliter le réassemblage du paquet tout entier. La valeur est exprimée en éléments de 8 octets (les octets de l'en-tête ne sont pas pris en considération) contenus dans les fragments antérieurs. Dans le premier fragment ou dans un fragment unique, cette valeur est toujours égale à zéro.

**Durée de vie (8 bits):** Indique le temps, en secondes, que le paquet est autorisé à séjourner dans l'interréseau. Chaque dispositif IP que traverse le paquet diminuera la valeur d'une quantité qui correspond au temps nécessaire pour traiter l'en-tête IP. Tous les routeurs doivent diminuer cette valeur d'une unité au minimum. Si la valeur tombe à zéro, le paquet est éliminé. Cela garantit que les paquets ne peuvent pas tourner en boucle autour d'un réseau IP, même si le fonctionnement des tables d'acheminement se dégrade.

**Protocole (8 bits):** Indique le protocole de niveau supérieur auquel le protocole IP doit délivrer les données dans le paquet, par exemple UDP = 17 et TCP = 6.

**Somme de contrôle d'en-tête (16 bits):** Somme de contrôle portant uniquement sur l'en-tête, qui assure l'intégrité des valeurs de celui-ci. Le dispositif IP émetteur calcule les bits de l'en-tête IP, à l'exception du champ «somme de contrôle d'en-tête» et place le résultat dans ce champ. Le dispositif de réception effectue le même calcul et compare le résultat avec la valeur figurant dans le champ «somme de contrôle d'en-tête». S'ils sont différents, une erreur s'est produite et le paquet IP est éliminé.

**Adresse source (32 bits):** Adresse IP à 32 bits du dispositif d'émission.

**Adresse de destination (32 bits):** Adresse IP à 32 bits du dispositif de réception.

**Options (variables):** Ne sont pas requises dans tous les paquets. Sont utilisées essentiellement pour tester et mettre au point le réseau.

**Données (variables):** Longueur totale du champ de données, plus en-tête: 65 535 octets au maximum.

### 3.3 Adresse IP

Chaque interface de réseau sur un dispositif TCP/IP est identifiée par une adresse IP unique à l'échelle mondiale. Les ordinateurs hôtes, par exemple, les PC, ont en général une seule adresse IP. Les routeurs ont normalement deux adresses IP ou plus, selon le nombre d'interfaces dont ils disposent.

Chaque adresse IP compte 32 bits et se compose de 4 champs à 8 bits appelés octets. Cette adresse est généralement représentée en «notation décimale avec point», les 4 octets étant groupés et chacun d'eux étant représenté sous forme décimale. Chaque octet représente un nombre décimal compris entre 0 et 255.

Par exemple, 11000001 10100000 00000001 00000101 est 193.160.1.5

Chaque adresse IP définit l'identification (ID) du réseau et l'ID de l'ordinateur hôte du dispositif. La partie ID du réseau de l'adresse IP est centralisée par l'Internet Network Information Centre (InterNIC) et elle est unique en son genre dans tout l'Internet. L'ID de l'ordinateur hôte est attribuée par l'autorité de commande du réseau.

L'ID du réseau identifie les systèmes situés sur le même réseau ou sous-réseau. Elle doit être unique dans l'interréseau.

L'ID de l'ordinateur hôte identifie un dispositif réseau TCP/IP (ou ordinateur hôte) dans un réseau. L'adresse de chaque ordinateur hôte doit être une adresse unique pour l'ID du réseau.

Une adresse IP comprend 32 bits, divisés en 2 ou 3 parties. La première partie constitue l'adresse du réseau, la deuxième partie, l'adresse du sous-réseau (si elle est utilisée) et la troisième partie, l'adresse de l'ordinateur hôte.

Adresse IP = <numéro de réseau><nom de l'ordinateur hôte>

L'adressage IP admet cinq classes d'adresse différentes, la classe d'adresse pouvant être déterminée à partir des bits de poids fort (de gauche).

#### 3.3.1 Classe A

Les adresses de classe A sont attribuées à des réseaux qui comportent un très grand nombre d'ordinateurs hôtes. Le bit de poids fort de la classe A est toujours positionné sur zéro. Les 7 bits suivants (qui complètent le premier octet) représentent l'ID du réseau et correspondent à 126 réseaux possibles. Les 24 bits restants (les trois derniers octets) représentent l'ID de l'ordinateur hôte; chaque réseau peut compter jusqu'à 16 777 214 ordinateurs hôtes.

### 3.3.2 Classe B

Les adresses de classe B sont attribuées à des réseaux de taille moyenne ou grande. Les deux bits de poids fort dans l'adresse de classe B sont toujours positionnés sur le 10 binaire. Les 14 bits suivants (qui complètent les deux premiers octets) représentent l'ID du réseau. Les 16 bits restants (les deux derniers octets) représentent l'ID de l'ordinateur hôte. Par conséquent, il peut y avoir 16 382 réseaux et jusqu'à 65 534 ordinateurs hôtes par réseau.

### 3.3.3 Classe C

Les adresses de classe C sont utilisées pour les petits réseaux. Les trois bits de poids fort dans l'adresse de classe C sont toujours positionnés sur le 110 binaire. Les 21 bits suivants (qui complètent les trois premiers octets) représentent l'ID du réseau. Les 8 bits restants (dernier octet) représentent l'ID de l'ordinateur hôte. Par conséquent, il peut y avoir 2 097 150 réseaux et 254 ordinateurs hôtes par réseau.

### 3.3.4 Classe D

Les adresses de classe D sont destinées à l'usage du groupe multidiffusion. Un groupe multidiffusion peut regrouper un ou plusieurs ordinateurs hôtes ou n'en contenir aucun. Les quatre bits de poids fort de l'adresse de classe D sont toujours positionnés sur le 1110 binaire. Les bits restants désignent le groupe précis dont fait partie le client. Dans les opérations multidiffusion il n'existe aucun bit de réseau ou bit d'ordinateur hôte. Les paquets sont acheminés vers un sous-ensemble donné d'ordinateurs hôtes d'un réseau. Seuls les ordinateurs hôtes inscrits pour l'opération de multidiffusion acceptent le paquet.

### 3.3.5 Classe E

La classe E est une adresse expérimentale qui n'est pas disponible pour une utilisation générale. Elle est réservée pour une utilisation future. Les bits de poids fort de l'adresse de classe E sont positionnés sur 11110.

## 3.4 Protocole de transmission de la voix par Internet

### 3.4.1 Téléphonie traditionnelle/téléphonie IP

La téléphonie traditionnelle utilise la technologie à commutation de circuits dans laquelle un circuit de bout en bout est établi entre deux téléphones. Une connexion à commutation de circuits est établie pour la durée de chaque appel téléphonique, une largeur de bande fixe (64 kbit/s) étant réservée même pendant les périodes de silence.

La téléphonie IP utilise le protocole Internet pour transmettre la voix sous la forme de paquets sur un réseau IP. Dans une connexion téléphonique IP, le signal vocal est numérisé, comprimé et converti en paquets IP, qui sont transmis sur le réseau IP et partagés avec d'autres types de trafic IP. Un réseau en mode paquets IP achemine l'information à un coût beaucoup plus faible du fait qu'il utilise mieux la capacité du réseau. Le réseau partagé en mode paquets est non seulement plus efficace qu'une connexion à commutation de circuits à 64 kbit/s mais comprime également le signal vocal.

La téléphonie IP peut être mise en œuvre, du moins en principe, sur n'importe quel réseau de données utilisant le protocole IP, comme l'Internet, les Intranets ou les réseaux locaux. Pour ce faire, un dispositif appelé «passerelle VoIP» assure la connexion entre le réseau téléphonique et le réseau IP.

### 3.4.2 Scénarios de téléphonie IP

La téléphonie IP s'applique à un certain nombre de services différents: téléphone-téléphone, PC-téléphone, téléphone-PC, PC-PC et télécopieur-télécopieur, mais aussi visioconférence et collaboration de l'ordinateur.

Dans une solution de téléphonie IP, il est possible de combiner des applications de téléphonie utilisant le PC et de téléphones connectés au RTPC.

Dans un scénario téléphone-téléphone, la passerelle possède la fonction nécessaire pour envoyer et recevoir la téléphonie sur un réseau IP en temps réel.

Dans un scénario PC, il faut un client de la téléphonie IP. Le client numérise, comprime et met en paquet le signal téléphonique avant de le transmettre sur le réseau IP. Les appels téléphoniques ordinaires sont connectés à une passerelle vocale et les appels de téléphonie IP sont connectés à un téléphone ou à un PC.

Le logiciel du client de téléphonie IP peut également permettre aux utilisateurs équipés de PC multimédias d'avoir des conférences vidéo et audio, de partager des documents et d'utiliser un tableau blanc, si bien que l'environnement de travail devient plus efficace.

La téléphonie IP entre deux télécopieurs comprend à la fois la télécopie en temps réel et la télécopie avec enregistrement et retransmission.

En temps réel, la télécopie est envoyée directement depuis l'appareil d'émission vers l'appareil de réception. La télécopie avec enregistrement et retransmission permet de connecter un serveur à une passerelle. Ce serveur joue le rôle d'un télécopieur de destination, en enregistrant la photocopie jusqu'à ce qu'elle soit retransmise à sa destination réelle. Grâce à cette méthode, les télécopies peuvent être bloquées si la charge du réseau est importante.

### 3.4.3 Avantages de la téléphonie IP

**Réduction du coût:** de nos jours, l'intérêt principal que revêt la téléphonie IP tient au fait qu'elle offre la possibilité d'établir des appels bon marché sur l'Internet/l'Intranet. Les utilisateurs de l'Internet à domicile peuvent appeler l'étranger au prix d'une communication locale en contournant totalement le réseau téléphonique longue distance. Les sociétés peuvent en faire autant. La téléphonie IP offre ainsi aux sièges des sociétés un autre moyen de communiquer avec les filiales qui peut d'ailleurs permettre de réaliser d'importantes économies, surtout si l'entreprise dispose d'un Intranet qu'elle pourra réutiliser pour le trafic vocal.

**Meilleure utilisation du réseau:** la téléphonie IP permet d'utiliser plus efficacement l'infrastructure de communication existante. Puisque la téléphonie IP utilise un réseau à commutation par paquets, un certain nombre d'appels partagent la même liaison réseau, d'où une meilleure utilisation de cette liaison et un abaissement des coûts de transmission.

**Utilisation de la largeur de bande:** compte tenu de l'intégration voix/données, la voix et la télécopie sont converties sous la forme de données et placées sur le réseau IP en vue d'être acheminées vers un emplacement distant. Grâce aux techniques de compression disponibles à l'heure actuelle, il est possible d'utiliser des réseaux IP de grande capacité pour le trafic en temps réel ainsi que pour le trafic traditionnel moins contraignant comme le e-mail et le transfert de fichier.

**Réduction des coûts de gestion et d'exploitation:** la téléphonie IP permet de mieux intégrer les communications vocales avec différentes applications et différents services sur le réseau IP, de façon à obtenir un service unifié. L'intégration des réseaux vocaux et de données en un seul réseau a pour effet de réduire les coûts de gestion et d'exploitation.

**Intégration des services:** permet à un réseau d'assurer un grand nombre de services. De ce fait, il est possible de réduire les coûts d'exploitation et de créer de nouveaux services de pointe.

### 3.4.4 Problèmes de la téléphonie IP

**Qualité vocale:** lors du transfert des données par un réseau IP, un léger retard dans la transmission des paquets n'est généralement pas perceptible. De plus, la retransmission des paquets mis au rebus compense habituellement la perte des paquets. Toutefois, lorsque les paquets IP transportent de la voix numérisée, la perte ou le retard des paquets perturbent l'intelligibilité de la parole.

La passerelle vocale introduit un retard en raison des opérations de compression, décompression, mise en paquet et dépaquetage. Le retard induit par le routeur dépend de la capacité de celui-ci et du nombre de bonds entre la passerelle vocale d'origine et la passerelle vocale de destination.

Du point de vue de l'utilisateur final, le retard constaté dans la communication doit se situer au-dessous d'un certain seuil (environ 200 ms), faute de quoi la communication sera beaucoup moins utile.

**Interopérabilité:** s'applique aux produits de fournisseurs différents ainsi qu'aux réseaux d'opérateurs différents. Les problèmes de l'interopérabilité se posent essentiellement parce que la normalisation n'est pas encore parvenue à maturité dans le domaine de la téléphonie IP. Aucune norme concernant la signalisation, l'appel, la comptabilité ou la facturation n'est mise en œuvre ou approuvée au niveau universel.

Le Voice over IP Forum et l'UIT élaborent actuellement des normes telles que la Recommandation H.323 et la norme Tiphon (Harmonisation des télécommunications et du protocole Internet sur les réseaux), pour améliorer l'interopérabilité entre produits de fournisseurs différents.

**Sécurité:** les aspects fondamentaux relatifs à la sécurité sont les suivants:

- Authentification de l'utilisateur et des données
- Caractère privé des données (intégrité et confidentialité)
- Commande d'accès
- Gestion de la politique

La sécurité du réseau est liée à la partie acheminement du protocole IP. Dans un Internet public, les paquets peuvent passer par n'importe quel routeur sans être interceptés. On obtient une sécurité acceptable grâce au codage (couche des sockets sécurisés-SSL) et au tunnelage (protocole de tunnel de couche 2-L2TP).

**Intégration avec le RTPC:** pour intégrer la téléphonie IP et le RTPC, il est indispensable que le RTPC et le réseau de téléphonie IP apparaissent comme un seul réseau pour l'utilisateur final et qu'ils soient faciles à gérer par l'opérateur.

### 3.5 Protocoles Internet versions 4 (IPv4) et 6 (IPv6)

C'est essentiellement parce que l'espace d'adresse était limité qu'un changement s'est avéré nécessaire. Lorsque le protocole IP a été défini, il n'existait que quelques réseaux informatiques. Les concepteurs ont décidé d'utiliser des adresses à 32 bits qui leur permettraient d'obtenir un million de réseaux. Toutefois, l'Internet international se développe de manière exponentielle, sa taille faisant plus de doubler chaque année. Au rythme actuel, tous les préfixes seront bientôt attribués et aucune croissance supplémentaire ne sera possible.

Le changement s'explique aussi du fait de l'apparition des nouvelles applications de l'Internet. Ainsi les applications audio et vidéo doivent fournir des données à intervalles réguliers. Pour que ces informations puissent être acheminées par l'Internet sans discontinuité, le protocole IP doit éviter de modifier fréquemment les voies d'acheminement.

La sécurité offerte par le protocole IPv6 garantit qu'un paquet provient réellement de l'ordinateur hôte indiqué dans son adresse source.

#### 3.5.1 Nouvelles fonctions du protocole IPv6

On peut classer ces fonctions dans les catégories suivantes:

**Taille de l'adresse:** contrairement au protocole IPv4 qui utilise des adresses à 32 bits, le protocole IPv6 utilise des adresses à 128 bits. Il s'agit là d'une augmentation de l'espace d'adresse d'un facteur de  $2^{96}$ . L'espace d'adresse ménagé par le protocole IPv6 est suffisamment grand pour autoriser le développement continu de l'Internet pendant de nombreuses décennies. Le protocole IPv6 permet d'accueillir suffisamment d'adresses pour que le nombre d'adresses uniques soit de l'ordre de  $6 \cdot 10^{23}$  par mètre carré de la surface de la Terre.

**Amélioration du mécanisme d'options:** les options du protocole IPv6 sont placées dans des en-têtes facultatifs séparés qui sont situés entre l'en-tête IPv6 et l'en-tête de la couche transport. La plupart de ces en-têtes facultatifs ne sont ni examinés ni traités par un routeur sur le trajet du paquet, ce qui simplifie et accélère le traitement par le routeur des paquets IPv6 par rapport aux paquets IPv4.

**Autoconfiguration de l'adresse:** cette fonction permet une attribution dynamique des adresses IPv6 par l'intermédiaire d'une autoconfiguration d'adresse avec état ou sans état. On dit du protocole DHCP qu'il est un outil de configuration d'adresse avec état car il gère des tables statiques permettant de déterminer les adresses qui sont attribuées à une nouvelle station ou à des stations transférées.

**Flexibilité accrue de l'adressage:** le protocole IPv6 comprend le concept d'adresse unidiffusion pour laquelle un paquet est remis uniquement à un ensemble de nœuds. On améliore la variabilité dimensionnelle de l'acheminement multidiffusion en ajoutant un champ domaine aux adresses multidiffusion.

**Allocation de ressources:** au lieu du type de champ de service que l'on trouve dans le protocole IPv4, le protocole IPv6 permet d'étiqueter des paquets appartenant à un flux de trafic donné dont l'expéditeur demande un traitement spécial. Cela permet d'offrir un trafic spécialisé, comme la vidéo en temps réel.

**Capacités de sécurité:** le protocole IPv6 comporte des fonctions assurant l'authentification et la confidentialité.

### 3.6 Liste d'abréviations

DHCP	Protocole de configuration de serveur dynamique
IHL	Longueur d'en-tête Internet
IP	Protocole Internet
IPv4	Protocole Internet version 4
IPv6	Protocole Internet version 6
L2TP	Protocole de tunnel de couche 2
MTU	Unité de transfert maximal
PSTN	Réseau téléphonique public commuté
SSL	Couche des sockets sécurisés
Tiphon	Harmonisation des télécommunications et du protocole Internet sur les réseaux



## CHAPITRE 4

### E-Commerce

#### 4.1 Introduction et définition

Le commerce en ligne n'est plus une prédiction – c'est une réalité qui présente de nouveaux risques et offre de nouvelles possibilités aux entreprises de tous les secteurs de l'économie. Les achats des entreprises et des consommateurs en ligne dépassent déjà la barre des 13 milliards USD par an et selon les prévisions, le commerce électronique mondial devrait atteindre plus de 3 billions USD d'ici à 2003!

La définition du commerce électronique sous sa forme la plus rudimentaire désignerait les transactions effectuées par voie électronique plutôt que sur support papier. L'Internet, pour les négociants du e-commerce, est un lieu de rencontre virtuel pour les acheteurs et les vendeurs. C'est aussi un moyen de diffuser les multiples aspects d'une transaction qui englobent à la fois les caractéristiques du produit et l'établissement de comparaisons sur le plan de la concurrence. Le commerce électronique désigne aussi des transactions «sans espèces» menées sur des réseaux informatiques.

Dans un grand nombre d'organisations, les cadres supérieurs commencent à se rendre compte qu'une part importante de leurs activités se déroulera en ligne dans un très proche avenir. L'heure est maintenant venue de vous assurer que vous êtes prêts à franchir ce pas; que chaque département est conscient des possibilités offertes en ligne et que vous êtes en mesure d'en tirer parti au mieux.

On peut résumer comme suit les avantages que l'utilisation du e-commerce procure aux clients:

- L'achat étant facilité, la valeur pour le client s'en trouve augmentée.
- Les clients peuvent accéder instantanément, 24 heures sur 24 et 365 jours par an, à des informations essentielles.
- L'offre de service sera accélérée et la qualité de l'opération sera améliorée.



## CHAPITRE 5

### Services Internet de base

#### 5.1 Introduction

Les services Internet de base comme le courrier, les nouvelles et les services du web sont offerts à l'utilisateur final sur de grands réseaux. Ces services se situent au sommet de la plate-forme et utilisent les fonctions de celle-ci: sécurité, taxation et mémorisation des données.

#### 5.2 Services du web

Plusieurs services sont disponibles qui offrent à l'utilisateur final des fonctions de mémorisation et de recherche de l'information ainsi que la navigation sur le web. Un abonné dispose d'une zone de mémorisation où il peut mémoriser, récupérer de l'information et aussi naviguer sur le web. L'accès à l'information peut se faire par le programme. Pour utiliser ce service, il faut être autorisé à manipuler l'information. L'information peut aussi être publiée à l'extérieur lorsque des utilisateurs externes venant de l'Internet peuvent accéder à l'information. Les services qui facilitent le courrier, les nouvelles et l'utilisation du web sont les suivants:

##### 5.2.1 Archivage de fichiers

Le service d'archivage de fichiers offre les fonctions de base du transfert de tous les fichiers ou répertoires entre le client local et l'archivage de fichiers ainsi que d'autres sites web. Le système d'archivage de fichiers à distance utilise le protocole FTP pour communiquer entre les clients et les serveurs. L'ensemble du transfert de l'information entre le système distant et le système local est codé via la couche SSL.

Le service d'archivage des fichiers sert à:

- Transférer des fichiers et des répertoires entre les centres serveurs, les espaces de mémorisation pour abonnés et l'appareil de l'utilisateur final. Le protocole FTP est utilisé à cet effet.
- Fournir des fonctions à l'utilisateur final qui pourra créer, renommer ou supprimer des documents ou des catalogues.
- Constituer un moyen de contrôler les permissions d'accès des répertoires. Il s'agit de la liste de contrôle d'accès (ACL).

##### 5.2.2 Web interne

Le service du web interne permet aux utilisateurs de consulter des données mémorisées par eux ou par d'autres utilisateurs, à condition qu'ils fassent tous partie du même abonné. Dans ce cas, le serveur web est configuré uniquement pour fournir l'information du web interne.

Ce service dépend des outils disponibles dans le service d'archivage de fichiers pour le téléchargement et la configuration du contrôle d'accès.

L'opérateur définit les URL racine jusqu'aux serveurs web internes de l'abonné. Chaque abonné peut définir un certain nombre de sites web internes différents, chacun ayant un serveur web distinct. Le transfert de documents HTTP est assuré par la couche SSL propriétaire entre le centre serveur et le client utilisateur. La liste de contrôle d'accès (ACL) indique les droits d'accès pour chaque répertoire ainsi que les utilisateurs (individus ou groupes) bénéficiant de tels droits.

### 5.2.3 Web externe

L'information que détient un abonné peut être diffusée à l'extérieur de façon que des utilisateurs externes puissent consulter cette information sur l'Internet. Ce service utilise aussi les outils mis à disposition par le service d'archivage de fichiers. Les serveurs web internes et externes sont en général différents.

On peut accéder aux web externes de différentes organisations par le biais de serveurs web indépendants configurés pour répondre à des demandes émanant d'adresses IP différentes. Le centre serveur doit être configuré de façon à pouvoir répondre à ces adresses IP.

### 5.2.4 Accès «surf»

Le service d'accès «surf» permet aux utilisateurs d'avoir accès à l'Internet. Ce service nécessite un débit élevé pour un degré de sécurité faible, de sorte que la connexion SSL avec l'Internet n'est pas appliquée.

## 5.3 Liste d'abréviations

ACL	Liste de contrôle d'accès
BIS	Services Internet de base
FTP	Protocole de transfert de fichier
HTTP	Protocole de transport hypertexte
SSL	Couche service de sécurité

## CHAPITRE 6

### Services TeleINternet pour le Tel-E-Commerce

#### 6.1 Introduction

Le e-commerce se développe rapidement mais devra surmonter quelques écueils et améliorer le service à la clientèle pour remplir toutes ses promesses, cela grâce au Tel-E-Commerce, qui allie les communications vocales en temps réel à l'utilisation de sites web conviviaux. Les applications TeleINternet combinent le logiciel Internet et le logiciel des réseaux fixes, mobiles et du réseau intelligent VoIP pour fournir l'élément de communication vocale du Tel-E-Commerce piloté par le serveur web.

#### 6.2 Tel-E-Commerce

Le Tel-E-Commerce désigne le e-commerce utilisant le téléphone ou commerce par téléphone utilisant le web. La combinaison de l'Internet, des sites web et du e-mail ainsi que des conversations téléphoniques personnelles par le biais du réseau de l'opérateur va bien au-delà du e-commerce au sens strict pour expliquer, prendre en charge et réaliser toutes les opérations commerciales liées au commerce.

Le Tel-E-Commerce consiste à utiliser des communications vocales en temps réel conjointement avec des activités commerciales utilisant le web: ventes, commercialisation, achat, service, assistance, formation, etc.

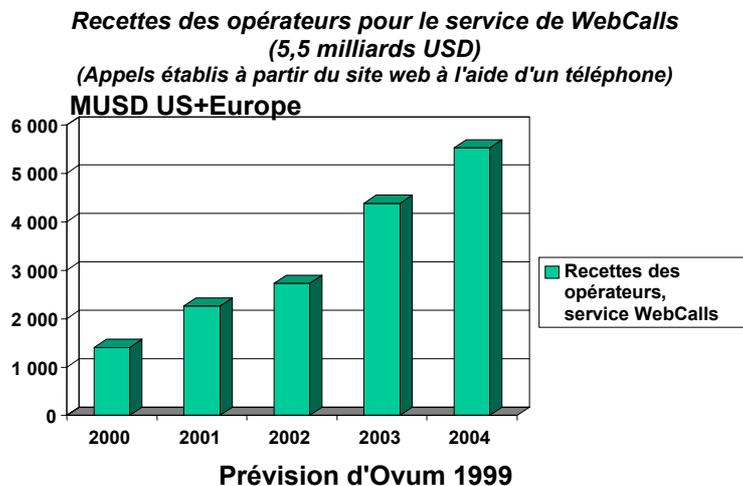
Principaux atouts du Tel-E-Commerce:

- Avec le commerce sur l'Internet, les achats revêtent une nouvelle dimension
- Dans un environnement commercial où l'acheteur peut comparer instantanément les prix, il devient impératif d'offrir un «plus» pour fidéliser le client à une marque

Ce «plus» sera, inévitablement, dans la plupart des cas, le service offert au client. Si l'on veut se trouver en position d'avant-garde sur le marché et en posséder la part la plus grande, il est très important de bénéficier d'une certaine avance au niveau de la concurrence, de pouvoir répartir les coûts sur des quantités plus importantes que les concurrents, d'être en mesure d'offrir des prix comparables aux concurrents qui pratiquent des coûts faibles tout en assurant un meilleur service – en se plaçant dans une situation de concurrence positive où tout facteur compétitif influe de manière positive sur les autres. Il est évident que l'offre d'un meilleur service au client grâce au Tel-E-Commerce et à l'utilisation de communications vocales en temps réel, est un argument de poids sur le plan de la concurrence. Ainsi, vous serez avantagé si vos clients peuvent plus facilement prendre contact avec vous et obtenir le service qu'ils vous demandent. Il en va de même si vous réussissez à offrir une fonction d'appel téléphonique sur la page web ou si vous améliorez l'interface client-service.

Au début, les principales entreprises d'e-commerce offriront cette possibilité qui sera assurée par l'opérateur réseau de leur choix mais dans quelques années ce ne sera plus un avantage sur le plan de la concurrence mais un impératif.

### 6.3 TeleINternet



Les services TeleINternet sont des services de communication qui combinent le réseau de télécommunication et l'Internet en utilisant le logiciel du réseau intelligent. Avec ces services, il est possible d'assurer le e-commerce assisté par téléphone ainsi que des services téléphoniques assistés par le web. Il est possible d'atteindre aussi bien les utilisateurs de téléphones hertziens et fixes que ceux des PC connectés à l'Internet.

#### 6.3.1 Click-to-Talk («cliquer pour parler»)

Le service «cliquer pour parler» (CtT) permet à l'utilisateur de cliquer sur un bouton téléphonique ou sur un numéro de téléphone affiché dans un logiciel de navigation web et d'établir une communication téléphonique avec un correspondant à partir de son téléphone. Le numéro de téléphone peut être extrait d'un répertoire de réseau ou d'un répertoire personnel de PC; il peut être dactylographié/inséré/cliqué par le biais d'une interface web; il peut encore être établi à l'avance aux fins du démarchage par téléphone + web. Il suffit que l'utilisateur clique sur le numéro téléphonique affiché/sur le bouton d'appel pour que la communication soit établie (il devra introduire son numéro la première fois qu'il utilise ce service).

On peut recourir à ce service «cliquer pour parler» pour les applications de t(elephony)-commerce utilisant le web ou les applications d'e(lectronic)-commerce utilisant le téléphone afin d'établir l'essentiel des appels de prospection à partir des pages web de l'entreprise, pour l'assistance au client, etc. Chaque fois qu'une entreprise veut être appelée et qu'elle dispose d'un site web, le service «cliquer pour parler» offre de meilleures prestations.

Ainsi, au lieu de passer du temps à consulter l'arborescence des réponses vocales, les choix peuvent être présentés sur une page web où il est plus facile d'assimiler des informations complexes et la communication peut être établie directement avec le service ou le numéro demandé.

#### 6.3.2 Consultation de l'annuaire Internet

Le service de consultation de l'annuaire Internet (IDQ) offre la fonction d'interfaçage avec les annuaires inter/intranet par le biais d'une interface web. Avec l'IDQ, les utilisateurs disposent d'un service en ligne efficace et rentable. Ils peuvent rechercher des numéros de téléphone, des adresses e-mail ou d'autres éléments de recherche ou d'information d'annuaire, qui sont tous configurables par le fournisseur de service.

Ce service IDQ offre à l'opérateur un service supplémentaire de fourniture d'informations d'annuaire taxables dont le coût modique par rapport aux informations d'annuaire fournies dans les numéros des centres d'appel. On peut aussi utiliser le service IDQ pour fournir des informations taxables d'autres types: par exemple, catalogue des voitures d'occasion, catalogue des ventes aux enchères, informations afférentes aux entreprises, etc.

Le service IDQ est connecté aux annuaires appliquant le protocole LDAP normalisé, de sorte que le fournisseur de service peut offrir un libre service à la fois aux utilisateurs résidentiels et aux utilisateurs professionnels.

La fonction de taxation du service IDQ permet au fournisseur de service de demander à l'utilisateur de payer pour chaque consultation de l'annuaire ou de prendre un abonnement. Les recettes tirées du service IDQ peuvent aussi provenir de la publicité sur les pages web.

### **6.3.3 MatchMaker (service «cherche et trouve»)**

Ce service permet à l'utilisateur de demander d'être appelé lorsque certaines conditions sont remplies, par exemple, dans une base de données d'annonces classées de l'Internet. Un utilisateur qui cherche à acheter une voiture peut indiquer les caractéristiques recherchées (marque, modèle, prix, kilométrage, couleur, etc.) et être appelé sur son téléphone (mobile ou filaire) lorsqu'une voiture présentant ces caractéristiques est disponible. L'application MatchMaker indique que l'article a été trouvé et établit une communication avec le vendeur.

On peut utiliser ce service avec tous les types d'applications «cherche et trouve» commerciales (et personnelles) comme la passation des marchés, l'achat et la vente d'actions, les enchères sur le web, les préparatifs de voyage ou les achats de biens immobiliers. Ce service MatchMaker sert à établir des contacts lorsque l'utilisateur veut acquérir un article ou un bien qui n'est pas immédiatement disponible ou veut obtenir un renseignement précis (savoir si ses actions ont atteint un niveau donné, si une annonce est parue pour la Porsche rouge d'occasion recherchée, etc.).

### **6.3.4 WebCall API**

Le WebCall API est une application TeleINternet visant à mettre en place une interface de programme d'application (API) du serveur web propre à créer des applications pour l'établissement des communications téléphoniques. Le WC-API sert d'interface commune à d'autres applications TeleINternet comme les services «cliquer pour parler» et «cherche et trouve». Il offre à l'opérateur de réseau la possibilité de créer ses propres services téléphoniques par le serveur web en recourant uniquement à la programmation de ce serveur ou encore la possibilité d'offrir ces services à ses partenaires.

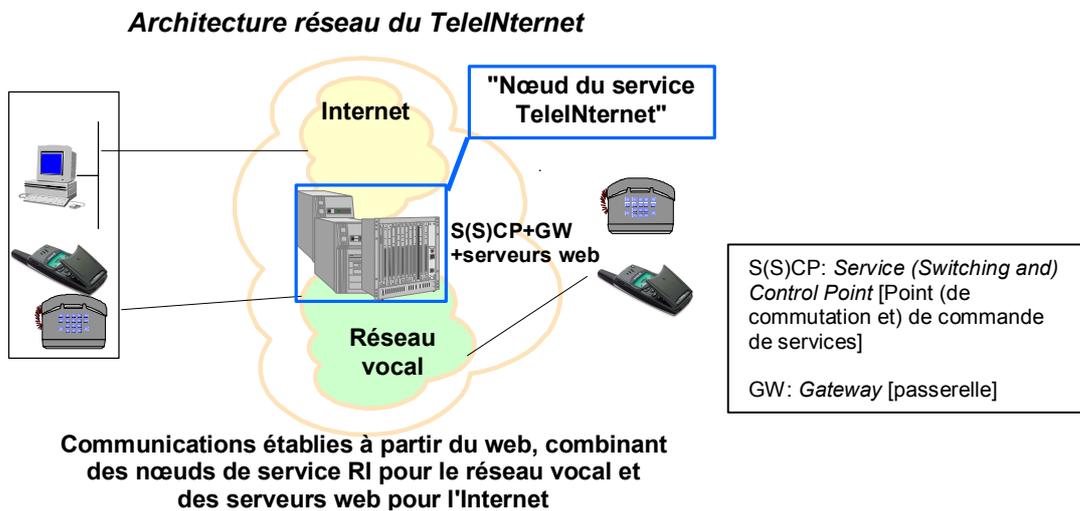
Le WC-API a deux composantes: une application de logique de service SCP et une application de serveur web avec l'interface API. On utilise l'application de logique de service pour établir des communications au point SCP/SSCP.

L'API du serveur web assure l'interface avec d'autres applications pour acheminer les paramètres de l'appel (numéro A, numéro B, etc.) vers l'application de logique de service.

Outre l'établissement de la communication, la logique de service WC-API peut mettre à disposition des moyens d'annonce statiques et variables avec des capacités de collecte de chiffres et de taxation pour les applications d'interfaçage.

## 6.4 Architecture réseau du TeleINternet

L'architecture réseau du TeleINternet est très simple. Le nœud de service TeleINternet comprend une batterie de serveurs web, un point de commande de service et une passerelle entre les deux.



## 6.5 Applications de Tel-E-Commerce des services TeleINternet

### 6.5.1 «Cliquer pour parler» et consultation de l'annuaire Internet

#### 6.5.1.1 Application: cas 1

Dall Computers a un centre d'appels florissant et une entreprise d'e-commerce utilisant le web pour vendre des ordinateurs individuels personnalisés (PC). Avec les boutons d'appel «cliquer pour parler» de leur site web, les logiciels de navigation établissent immédiatement des communications directes à partir de la page web consultée.

**Etape 1:** Mike Kadowski est responsable des achats auprès de CGE Electric et, à ce titre, doit acheter des PC, des réseaux locaux, des routeurs, des passerelles, des imprimantes, des mémoires de grande capacité, etc. Afin d'améliorer le service à la clientèle, Dall Computers a créé sur le site web de Dall un sous-site web consacré spécialement à CGE où il est possible de trouver des informations sur les achats antérieurs de CGE, les livraisons, les factures, la logistique, etc., et où la CGE peut passer directement commande.

Mike surfe sur le sous-site CGE du site web Dall. Il est à la recherche d'informations au sujet d'une commande mais ne les trouve pas.

**Etape 2:** Pour tirer parti des moyens logistiques du centre d'appels de Dall, Dall a également installé une liaison avec bouton d'appel «cliquer pour parler» sur la page web CGE, qui se présente sous la forme d'une photographie de John Brown, directeur des comptes de la CGE dans l'entreprise Dall.

Mike clique sur la photo de John Brown, son téléphone sonne, il soulève le combiné; maintenant, il est connecté directement à John Brown. Mike et John peuvent résoudre le problème par téléphone tout en consultant ensemble les pages web de CGE.

### 6.5.1.2 Application: cas 2

TeleRomana, opérateur téléphonique et fournisseur de services Internet basés en Europe, offre le service «cliquer pour parler» à ses clients, dont de nombreuses compagnies aériennes importantes. La KLN fait partie des clients de TeleRomana qui utilisent le service «cliquer pour parler» pour promouvoir leurs activités sur leur site web.

**Etape 1: Recherche initiale.** John Smith, Directeur, recherche un vol direct entre Amsterdam et New York. Il surfe sur l'Internet à partir de sa chambre d'hôtel (il utilise son ordinateur portable relié par la ligne téléphonique fixe de sa chambre), utilise la fonction de recherche Pages jaunes web mise à disposition par TeleRomana (qui utilise l'application de consultation de l'annuaire Internet) et localise la page web de la KLN. Le vol N° 8641 qui part à 14 heures d'Amsterdam pour New York (JFK) l'intéresse mais il souhaite discuter des correspondances, des options de prix, ainsi que de la réservation des sièges et des repas.

**Etape 2: Connexion.** John Smith clique sur le bouton «Réservation d'appel» de la page web de la KLN et se connecte par son mobile au bureau de réservation de la KLN (en utilisant l'application «cliquer pour parler»). KLN paie le coût de la communication réseau. L'employé qui s'occupe des réservations à la KLN peut maintenant répondre aux questions que John Smith lui pose par téléphone, tout en l'orientant vers d'autres pages web de la KLN, par exemple pour lui indiquer le type d'avion ainsi que les places disponibles pour tel ou tel vol. John peut communiquer le numéro de sa carte de crédit par téléphone pour réserver le vol et n'est pas obligé de le faire par l'Internet.

### 6.5.1.3 Application: cas 3

Notre Directeur, John Smith, rend visite à une société cliente mais a besoin de faire quelques appels téléphoniques concernant un autre client.

**Etape 1: Entrée en communication.** John Smith entre sur la page web «cliquer pour parler» de TeleRomana. Il exécute la procédure d'entrée en communication, en sa qualité d'utilisateur agréé (il utilise son ID d'utilisateur et son mot de passe).

**Etape 2: Nouveau numéro de téléphone à utiliser.** Dans le bureau qu'il a emprunté, John Smith introduit le numéro de téléphone qui remplace son numéro de téléphone mobile (celui qu'il avait utilisé auparavant).

**Etape 3: Appel.** John Smith téléphone à sa guise et les communications qu'il a passées sont facturées par la suite sur son compte d'utilisateur agréé, et dans ce cas, établi expressément pour le client.

### 6.5.1.4 Intérêts et avantages sur le plan commercial

L'opérateur du réseau fournit à son client, la compagnie aérienne, un service intéressant. En offrant de meilleurs services aux clients potentiels des compagnies aériennes à la recherche d'un vol on peut ainsi augmenter le nombre de demandes et de réservations. Pour l'utilisateur, la collecte d'informations, le service à la clientèle et l'achat proprement dit, sont facilités.

## 6.5.2 Consultation de l'annuaire Internet

### 6.5.2.1 Application: cas 1 – Pages blanches

Tony est un directeur commercial principal qui travaille maintenant dans une société internationale basée à New York (Etats-Unis). Il se rend à Tokyo pour y rencontrer le nouveau client japonais de son entreprise. Un de ses meilleurs amis de l'université – Eiji Kunaki – vit au Japon et Tony aimerait prendre contact avec lui. Il ne sait pas si Eiji vit toujours aux Etats-Unis ou s'il est retourné au Japon.

L'entreprise où travaille Tony est abonnée aux services d'annuaire de Global Directories. Global Directories a passé des accords avec tous les principaux fournisseurs du service d'annuaire dans le monde entier de sorte qu'il est possible de faire une recherche dans de nombreux pays/annuaires à partir d'un point donné. Tony utilise le service de consultation de l'annuaire Internet de Global Directories pour chercher Eiji au Japon et aux Etats-Unis sans qu'aucun problème linguistique ne se pose. Il trouve le numéro de téléphone d'Eiji, puis utilise le service «cliquer pour parler» pour l'appeler en cliquant sur le numéro.

### 6.5.2.2 Application: cas 2 – Pages jaunes

John est à la recherche d'une voiture d'occasion à Dallas, Texas. Il voudrait trouver toutes les adresses de vendeurs de voitures d'occasion dans la région de Dallas/Fort Worth au Texas.

Comme d'habitude, John recherche l'information dans l'annuaire en utilisant le service de consultation de l'annuaire Internet (IDQ) fourni par Bell Southwest. Il se contente d'indiquer les vendeurs de voitures d'occasion qu'il préfère (par exemple, Honda ou Toyota) et la ville, qui est Dallas/Fort Worth, puis clique sur le bouton de recherche.

Il obtient alors une liste des vendeurs de voitures d'occasion Honda ou Toyota de la région de Dallas/Fort Worth avec leurs numéros de téléphone, d'e-mail et leurs adresses. Certains numéros de téléphone des vendeurs sont mis en évidence, ce qui signifie qu'il est possible de «cliquer» sur ces numéros pour établir un appel. John clique sur l'un de ces numéros parce qu'il apprécie l'utilité de cette fonction.

Grâce à l'adjonction du serveur de consultation de l'annuaire Internet qui assure la connexion à la base de données LDAP existante de Bell Southwest, Bell Southwest peut offrir les mêmes informations d'annuaire à la fois pour les utilisateurs de l'Internet et pour ceux du téléphone.

### 6.5.2.3 Intérêt et avantages sur le plan commercial

L'application IDQ Pages jaunes permet aux fournisseurs de services d'obtenir des recettes supplémentaires des sources suivantes:

- des détaillants qui aimeraient que leurs adresses et leurs numéros de téléphone figurent dans les bases de données de l'annuaire;
- des détaillants qui souhaitent avoir des numéros de téléphone sur lesquels il soit possible de cliquer, afin d'augmenter leurs chances de conquérir de nouveaux clients;
- des annonceurs publicitaires qui placent des bandeaux publicitaires web, etc., sur les pages des résultats de recherche que consultent les utilisateurs.

## 6.5.3 MatchMaker («cherche et trouve»)

### 6.5.3.1 Application: cas 1

Un opérateur sud-américain, Telebrás, utilise le service MatchMaker afin de générer des appels téléphoniques lucratifs pour son bon client CarPoint, fournisseur de services Internet et vendeur de voitures d'occasion, présent dans tout le pays.

**Etape 1: Recherche.** Jose Cangas «surfe» sur le web à São Paulo (Brésil) à la recherche de voitures d'occasion. Il ouvre la page web CarPoint de Telebrás et introduit sous une forme acceptable par le web les caractéristiques recherchées (marque, couleur du modèle, etc.).

**Etape 2: Demande de notification.** Après avoir introduit les données nécessaires pour rechercher la voiture, Jose Cangas sélectionne l'icône MatchMaker. Il introduit, toujours sous une présentation web, des informations personnelles le concernant, en précisant le/les numéros de téléphone et les heures de la semaine durant lesquelles il préfère être appelé (par exemple: portable N° 972 123-4567: lundi-vendredi/téléphone à domicile: samedi et dimanche: N° 972 234-7654). Il fournit ensuite cette information.

**Etape 3: Appel de notification de MatchMaker.** Dès qu'une correspondance avec les caractéristiques indiquées est obtenue dans la base de données de CarPoint (par exemple, dans les deux à trois jours ouvrables), CarPoint envoie un e-mail avec l'information correspondante à MatchMaker.

**Etape 4: Appel de notification de MatchMaker.** En réponse à la notification par e-mail de CarPoint, MatchMaker entre en communication avec M. Cangas en tenant compte de toutes les indications personnelles qu'il a fournies.

**Etape 5: Annonce de la notification et renvoi d'appel.** Lorsqu'il reçoit l'appel, il entend le message d'annonce suivant: «Votre recherche CarPoint a trouvé une occurrence, veuillez appuyer sur la touche 1 si vous voulez être connecté au vendeur». Il répond alors (par DTMF) pour se connecter au vendeur d'automobiles ainsi trouvé. Après acceptation, une communication est établie avec lui.

### 6.5.3.2 Application: cas 2

Pour l'application 2, les étapes 1 et 2 sont les mêmes que pour l'application 1.

**Etape 3: Aucune occurrence dans la base de données.** Si les caractéristiques de la voiture indiquées pour la recherche ne donnent lieu à aucune occurrence dans la base de données pendant un délai spécifié (par exemple, pas plus de 20 jours ouvrables), CarPoint envoie un e-mail à MatchMaker pour qu'il appelle M. Cangas et lui adresse un message.

**Etape 4: Aucune notification d'une occurrence et message publicitaire.** En réponse au e-mail de CarPoint, MatchMaker appelle M. Cangas qui reçoit le message suivant:

«Nous sommes désolés mais aucune voiture ne correspond à votre demande. Le concessionnaire Colombo Cars possède toutefois des voitures neuves semblables au modèle que vous cherchez. Souhaitez-vous être connecté à Colombo Cars? Appuyez sur la touche 1 pour vous connecter!».

## 6.6 Conclusion

La convergence des technologies des télécommunications et de l'Internet permet désormais de disposer de services pratiques et efficaces grâce auxquels il est possible d'économiser du temps et de l'argent. Elle permet aussi d'offrir un meilleur service aux clients de l'entreprise et aux utilisateurs. Grâce aux différents services «Cliquez pour parler», consultation de l'annuaire Internet, «cherche et trouve» et la fonction WebCall de WebCallAPI, les fournisseurs de services peuvent offrir davantage de services de communication très intéressants fondés sur le web ou sur le réseau intelligent.

## 6.7 Liste d'abréviations

API	Interface de programme d'application
C-t-T	«Cliquez pour parler»
DTMF	Multifréquence bi-tonalité
IDQ	Consultation de l'annuaire Internet
ISP	Fournisseur de services Internet
LDAP	Protocole rapide d'accès à l'annuaire
SW	Logiciel



## CHAPITRE 7

### Réseau IP public

#### 7.1 De l'Internet au réseau IP public

L'essor de l'Internet au cours des cinq dernières années, renforcé par la popularité du World Wide Web et l'utilisation accrue du e-mail à l'intérieur de l'entreprise et entre les entreprises, a été sans précédent et a ébranlé les fondements des secteurs des communications de données et des télécommunications. Les deux secteurs s'orientent d'une manière dynamique vers un avenir commun fondé sur un modèle d'infrastructure utilisant le protocole IP et la commutation par paquets – projet-phare de la «convergence IP». De nos jours, l'Internet est un réseau spécifique superposé qui se situe au-dessus des réseaux de télécommunication et des grands réseaux de communication de données existants. Il a été, pour l'essentiel, élaboré par des fournisseurs de services Internet (ISP) d'entreprise autour de leurs réseaux d'opérateurs existants, avec une participation minimale des opérateurs. Aujourd'hui, l'Internet gagne des points en raison de son ubiquité – il est accessible de presque tous les points de la planète via modem et sur les services de télécommunication à grande vitesse existants de tous les principaux marchés. En revanche, il est loin de satisfaire aux critères de fiabilité et de qualité de fonctionnement des services offerts par les grands réseaux de communication de données. Le projet d'une «convergence IP» sur lequel se greffent les nombreuses prévisions audacieuses concernant la téléphonie IP, l'e-commerce et la transformation du lieu de travail, ne peut être réalisé par l'Internet d'aujourd'hui.

De nouveaux réseaux IP publics sont actuellement mis en place en vue de supplanter et de remplacer non pas uniquement l'Internet d'aujourd'hui mais aussi les principaux éléments du réseau de télécommunication. En effet, le réseau IP public n'est pas construit seulement en tant que réseau superposé par des fournisseurs de services Internet indépendants; il fait partie intégrante du réseau d'opérateurs, élaboré et offert par un mélange hybride d'opérateurs/fournisseurs de services. Le réseau IP public conservera l'ubiquité de l'Internet actuel à laquelle s'ajoutent la fiabilité d'un service de télécommunication ainsi que des améliorations au niveau de la qualité de fonctionnement qui permettent l'exploitation en toute transparence des applications les plus dynamiques. Au jour d'aujourd'hui, l'Internet s'est converti à bref délai en un marché d'une valeur de plusieurs milliards de dollars et a modifié les contours du secteur des communications pour devenir un phénomène social. Or il faut savoir qu'il ne s'agit là que du début.

#### 7.2 Convergence des services IP

Pour certains, l'expression «convergence IP» décrit la transition des technologies de l'infrastructure des télécommunications d'aujourd'hui (ATM/commutation à relais de trame, SONET/SDH TDM) vers de nouvelles solutions centrées sur le protocole IP. Pour d'autres, elle décrit une transformation du modèle de services multiprotocoles actuel en un modèle de services groupés fondé sur le protocole IP. L'ancien concept de «convergence de l'infrastructure IP» est fascinante d'un point de vue technologique et exercera certainement une influence déterminante sur les réseaux fédérateurs des opérateurs pendant une période de 5 à 10 ans. En revanche, le dernier concept de «convergence des services IP» survient beaucoup plus rapidement et aura une incidence beaucoup plus visible à court terme. Ce concept de la convergence des services IP est simple. De nos jours, l'entreprise typique passe un contrat avec plusieurs fournisseurs différents de divers services de communication. Une entreprise de taille moyenne peut faire appel à différents fournisseurs pour la téléphonie de base (service téléphonique de base, télécopie, etc.), le service de visioconférence, le réseautage du réseau longue distance privé, l'accès LAN distant et l'accès Internet. Chacun de ces services nécessite éventuellement sa propre connexion WAN et ses propres installations

d'abonné, sans compter que ces services peuvent également exiger des compétences spécialisées de la part de l'abonné. En revanche, la convergence des services IP promet un modèle simplifié, où tous les services précités (ainsi que d'autres qui n'ont pas encore été imaginés!) sont fournis par l'intermédiaire d'une connexion (qui peut être redondante) à destination d'un réseau IP. Les abonnés pourront accéder à un menu complet de services de communication par l'intermédiaire d'un câble les reliant à un fournisseur de services. L'Internet d'aujourd'hui peut servir à construire les prototypes de nouveaux services mais n'est pas équipé pour offrir des services IP convergents sur une large échelle. En effet, les routeurs qui servent à acheminer le trafic IP dans l'Internet actuel ainsi que la suite de protocoles IP qui fonctionne comme système d'exploitation réparti dans ces routeurs, présentent des faiblesses dans deux domaines clés: la qualité de fonctionnement et la topologie. Il faudra que le nouveau réseau IP public innove dans ces deux domaines pour permettre la mise en place d'un modèle de services groupés.

### 7.2.1 Qualité de fonctionnement

Il est facile de se prononcer sur la qualité de fonctionnement de l'Internet d'aujourd'hui – quiconque a utilisé un logiciel de navigation pour surfer sur le web peut parler d'expérience. Le multiplexage statistique de la largeur de bande est une caractéristique inhérente des réseaux à commutation de paquet et les rivalités dans l'utilisation du réseau entraînent des variations du temps d'attente («gigue») et une perte des données autres que zéro. Les routeurs IP actuels ne font rien pour améliorer la situation des différents types de trafic; tous les services sont non réservés, exploités «au mieux» et en mode sans connexion. Le modèle des services convergents exigera un traitement plus intelligent des différentes classes de service dans le réseau IP public pour permettre à certaines applications (par exemple, la voix) de bénéficier d'un traitement prioritaire par rapport à d'autres types de trafic.

### 7.2.2 Topologie

La topologie est une question plus subtile que la qualité de fonctionnement dans l'Internet d'aujourd'hui. Les routeurs actuels utilisent une base de données de topologie unique (la «table d'acheminement») pour l'Internet international; entre n'importe quel routeur spécifique et tout point de l'Internet, il n'existe qu'un trajet unique qui reste actif grâce à l'échange d'informations sur la topologie entre les routeurs. Les protocoles qui permettent d'échanger ces informations aujourd'hui ne tiennent pas compte du trafic «privé» (par exemple, le propre réseau fédérateur WAN de l'entreprise), ne peuvent pas réacheminer le trafic autour des points d'encombrement et n'admettent pas l'incidence possible des facteurs commerciaux sur les topologies. Le réseau IP public aura besoin que des améliorations soient apportées à la gestion de la topologie, avec la mise en place de topologies de réseaux privés virtuels (VPN) de protocole IP, fondées sur la classe de service (CoS) et une meilleure prise en compte des contraintes d'ordre commercial (par exemple, choisir de préférence un type de réseau fédérateur par rapport à un autre en raison des coûts moindres du transport). Grâce à une capacité qualité de service/classe de service (QoS/CoS) améliorée et à des topologies plus souples acceptant des VPN de protocole IP, le réseau IP public pourra offrir la gamme complète de services de télécommunication et de communication de données qui est disponible aujourd'hui, l'accès Internet «public» étant une caractéristique intégrée. On élabore actuellement de nouvelles architectures, de nouveaux produits et de nouvelles normes pour convertir le réseau IP public et la convergence des services IP en une réalité à court terme.

## 7.3 Mise en place du réseau IP public

Tout comme l'Internet d'aujourd'hui (et les réseaux de télécommunication actuels), le réseau IP public ne formera pas un réseau unique mais sera constitué d'un entrelacement de réseaux parallèles interconnectés aux principaux «points d'homologues». Chacun de ces réseaux parallèles sera un réseau IP à part entière et pourra être fragmenté en différents éléments détenus et exploités par des opérateurs différents. La structure de chaque réseau IP parallèle peut être fragmenté entre deux éléments principaux.

### 7.3.1 Réseaux fédérateurs

Les grands opérateurs et fournisseurs de services exploiteront des réseaux fédérateurs aux niveaux national et international qui seront toujours d'importants réseaux par fibre, comportant en général une couche DWDM<sup>1</sup> (multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité) pour l'acheminement des terabits par seconde de largeur de bande totale dans le réseau. Ces réseaux sont toujours construits sous la forme d'un entrelacement de nœuds d'acheminement IP interconnectés par de nombreuses liaisons point à point, encore qu'il existe de nombreuses méthodes pour organiser la structure en couches du réseau IP au-dessus du réseau fédérateur à fibres optiques. On peut les définir grosso modo comme suit:

*IP sur réseaux fédérateurs multiservices ATM:* Ces réseaux utilisent la commutation ATM pour multiplexer le trafic IP avec d'autres types de trafic à travers le réseau fédérateur. Les routeurs assurent l'interconnexion sur les réseaux fédérateurs ATM via des circuits virtuels point à point; dans certains cas, les commutateurs ATM sont aussi des nœuds d'acheminement actifs utilisant les technologies OOMPLS (voir les détails ci-dessous). Cette architecture présente l'avantage de pouvoir acheminer le trafic du réseau fédérateur existant (autre que les données et autre que les données IP), couplé au trafic IP, facilitant ainsi la transition vers le nouvel Internet. Toutefois, il y a un prix à payer en termes de perte de débit par rapport au surdébit ATM et en termes de coût de la gestion du réseau ATM, sans compter que les architectes du réseau ne pensent pas tous que ce prix est compensé par les avantages de l'ATM.

*IP sur réseaux fédérateurs SONET/SDH:* Ces réseaux éliminent la couche ATM en mettant en œuvre des liaisons point à point entre des routeurs IP fonctionnant directement sur des anneaux SONET/SDH (qui utilisent à leur tour le multiplexage DWDM). En cas d'acheminement du trafic autre qu'IP, celui-ci est acheminé sur des connexions point à point distinctes de la même structure SONET/SDH. Tout comme pour l'IP sur ATM, cette solution peut être appliquée aujourd'hui en s'appuyant sur des normes éprouvées.

*IP0 sur réseaux fédérateurs DWDM:* A l'heure actuelle, ces réseaux n'existent que sur le plan théorique; l'idée est de remplacer la couche SONET/SDH par une nouvelle couche physique «légère» permettant d'appliquer directement le trafic IP aux fibres DWDM. L'argument avancé est logique: une grande partie de la structure du réseau SONET/SDH est optimisée pour la commutation de circuits (et non pour la commutation par paquets) et l'adoption d'une solution plus simple, optimisée pour les paquets IP, permettra d'obtenir de meilleurs résultats en termes de prix et de qualité de fonctionnement. Les nœuds IP/DWDM pourraient utiliser le protocole IP sur le réseau SDH/SONET comme interface interopérable avec le protocole IP sur des réseaux DWDM et optimiser la qualité de fonctionnement du trafic IP. Le projet d'une convergence de l'infrastructure IP exige le transfert rapide vers l'utilisation du protocole IP sur des réseaux fédérateurs DWDM. Dans la réalité, les trois types existeront; l'adoption d'une méthode commune pour le réseau fédérateur peut prendre de nombreuses années.

### 7.3.2 Réseaux de regroupement

Les opérateurs et fournisseurs de services Internet, petits ou grands, utiliseront des réseaux de regroupement à l'intérieur de zones de service aussi grandes qu'un pays, ou même que quelques Etats, ou d'une taille aussi petite qu'un parc industriel. En toute logique, un réseau de regroupement IP ressemblera à une cheminée: des milliers voire des dizaines de milliers de connexions d'abonnés seront acheminées via des réseaux de commutation et de multiplexeurs vers un point de regroupement IP où de puissants routeurs de regroupement appliquent les flux de trafic d'abonnés aux connexions du réseau fédérateur. Les fonctionnalités de ces nouveaux réseaux concernent les domaines suivants:

---

<sup>1</sup> Pour plus de détails sur le multiplexage DWDM, voir le Chapitre 6 du Fascicule 1 (*Nouvelles technologies pour de nouveaux réseaux*).

*Accès de l'abonné:* La connexion entre l'abonné et le point de regroupement IP sera, en toute logique, une connexion IP point à point et les réseaux d'opérateur utiliseront diverses technologies de multiplexage et de commutation couche 1/couche 2 pour assurer des milliers de connexions de ce type dans une zone de service donnée. Les solutions possibles seront les suivantes: lignes louées à grande vitesse et PVC ATM/Relais de trame, connexions IP/PPP/ATM sur des réseaux xDSL ou encore réseaux hertziens et réseaux à câblomodem. Les routeurs de regroupement IP devront offrir des dizaines de milliers d'interfaces IP virtuelles sur divers types d'accès physiques pour faciliter l'intégration avec ces réseaux divers.

*Traitement du trafic de l'abonné:* Plusieurs milliers de trains d'impulsions numériques d'abonné se terminent ou sont ajoutés au point de regroupement IP. Le routeur de regroupement IP doit pouvoir vite classer les paquets reçus en application de politiques définies au préalable, par abonné et par demande. Il ne s'agit pas d'établir un simple classement en un nombre donné de priorités – chaque classe de trafic peut nécessiter une mise en correspondance avec un VPN différent et exiger une mise en forme et une fixation des priorités spécifiques.

*Intégration du réseau fédérateur:* Les routeurs de regroupement IP ont pour fonction primordiale d'acheminer le trafic regroupé vers les réseaux fédérateurs IP. Cela suppose la prise en charge totale des protocoles d'acheminement (OSPF, IS-IS et BGP-4), ainsi que l'aptitude à faire une projection du trafic sur les niveaux CoS du réseau fédérateur et les topologies d'écoulement du trafic. Deux nouvelles normes élaborées par le Groupe d'étude sur l'ingénierie Internet (IETF) pour les réseaux IP sont sur le point d'être achevées et joueront un rôle clé dans ce contexte: DiffServ et MPLS. La nouvelle norme relative aux services différenciés ou DiffServ permet d'attribuer à certains types de trafic IP un traitement préféré de la part du réseau. DiffServ redéfinit un octet dans l'en-tête IP existant (le type de service ou octet ToS) pour ajouter un champ «DS» à 6 bits indiquant les prescriptions de service applicables au paquet. Les nœuds admettant les champs DS examineront ce champ sur chaque paquet et détermineront les opérations de retransmission en fonction de sa valeur. Sur les 64 valeurs DS possibles, l'IETF entend définir 32 classes de service dites «mondiales», les 32 autres restant disponibles pour une définition spécifique au réseau. Les nœuds peuvent aussi remanier les valeurs DS en transit. La valeur DS servira à établir des priorités pour certains paquets par rapport à d'autres à chaque nœud du réseau, en réduisant la gigue et en augmentant le débit des paquets de charge utile pour certains flux de trafic (mais aux dépens d'un trafic moins important). La «commutation d'étiquettes multiprotocoles» (MPLS) est un concept d'une portée plus vaste que la norme DiffServ et s'est développée en une famille de normes au sein de l'IETF. Le concept de base de la norme MPLS consiste à ajouter une étiquette supplémentaire au paquet IP, permettant aux nœuds intermédiaires d'un réseau IP de réaliser un traitement simple des étiquettes pour déterminer le trajet de sortie du paquet au lieu de recourir à l'opération de consultation plus complexe qui sert généralement à trouver la destination. Etant donné que la retransmission dans un «nuage» MPLS est fondée uniquement sur l'étiquette, elle est facilement compatible avec les réseaux privés virtuels (VPN) de type IP. De plus, comme le processus qui gère les étiquettes dans un réseau MPLS est découplé par rapport aux processus de la topologie de base du réseau, la commutation MPLS peut augmenter la topologie de base en y ajoutant de nouveaux trajets – capacité appelée «ingénierie du trafic». En concevant des «trajets commutés d'étiquette» (LSP) supplémentaires pour certaines classes de trafic et en recourant à ces trajets MPLS pour optimiser l'utilisation d'un maillage complexe, les opérateurs de réseau peuvent améliorer d'une manière générale le débit et la gigue. Les normes MPLS et DiffServ constituent des améliorations par rapport aux réseaux IP de base mais ne formulent aucune hypothèse préétablie au sujet de la pile de protocoles sous-jacente. Des normes ont été définies pour permettre à l'initiative MPLS de fonctionner directement sur des réseaux fédérateurs ATM ou à relais de trame ainsi que sur n'importe quel réseau acheminant du trafic IP dans des trames PPP. De plus, la norme DiffServ fonctionne strictement à l'intérieur du paquet IP et peut être utilisée dans n'importe quel réseau IP. La convergence de l'infrastructure n'est pas nécessaire pour tirer parti de ces nouvelles normes – il importe seulement de mettre à niveau les nœuds d'acheminement IP dans l'infrastructure pour pouvoir les prendre en charge.

Les principaux fournisseurs d'équipement de télécommunication élaborent actuellement une nouvelle génération de solutions conçues pour ces réseaux IP publics.

#### 7.4 ITU References and Publications

- a) ITU-T SG 13 is dealing with Internet issues. The following is the framework for the Y.1000 Recommendation Series on IP-related issues:

Y.1000 Series. General  
 Y.1000 Full Featured IP Integrated Networks  
 Y.1010 Vocabulary  
 Y.1100 Series. Services and Applications (including Multimedia)  
 Y.1200 Series. Architecture, Access, Network Capabilities and Resource Management  
 Y.1200 General Network Considerations  
 Y.1210 Reference Models  
 Y.1220 Functional Architecture  
 Y.1230 Access Architectures  
 Y.1231 Access Capabilities  
 Y.1232 Access Interfaces  
 Y.1240 Network Capabilities  
 Y.1250 Resource Management  
 Y.1260 Traffic Engineering  
 Y.1270 IP Network Security  
 Y.1300 Series. Transport  
 Y.1300 General Transport Considerations  
 Y.1310 IP over ATM  
 Y.1320 IP over SDH  
 Y.1330 IP over Optical (WDM)  
 Y.1340 IP over Satellite  
 Y.1350 IP over Cable  
 Y.1360 IP over Wireless  
 Y.1400 Series. Interworking  
 Y.1400 General Interworking Considerations  
 Y.1410 Narrowband ISDN  
 Y.1420 Broadband ISDN  
 Y.1430 Wireless  
 Y.1440 Satellite  
 Y.1450 Cables  
 Y.1500 Series. Quality of Service and Network Performance  
 Y.1500 General QoS and NP Considerations  
 Y.1510 Customer-Perceived QoS Including Customer Equipment Effects  
 Y.1520 Reliability, Availability, Survivability, and Emergency Services  
 Y.1530 Signalling, Call, and Connection Processing Performance  
 Y.1540 User Information Transfer Performance  
 Y.1550 Timing and Synchronization Performance  
 Y.1560 QoS and NP Across Heterogeneous Networks  
 Y.1570 Performance of Network Components  
 Y.1580 Performance Monitoring and Measurement  
 Y.1600 Series. Signalling  
 Y.1700 Series. OAM  
 Y.1800 Series. Charging

- b) ITU-D issued two reports (1997 and 1999) in the Challenges to the Network series “*Internet for Development*”.

The first report from 1997 looks at the challenges presented by the Internet to public telecommunication operators.

The subject of the second report is on the role of the Internet in economic and social development, with a focus on developing nations.

## 7.5 Liste d'abréviations

ATM	Mode de transfert asynchrone
CoS	Classe de service
Diff Serv	Service différencié
DSL	Ligne d'abonné numérique
DWDM	Multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité
IETF	Groupe d'étude sur l'ingénierie Internet
IP	Protocole Internet
ISP	Fournisseur de services Internet
LAN	Réseau local
LSP	Trajet commuté d'étiquettes
MPLS	Commutation d'étiquettes multiprotocoles
OSPF	Protocole de routage à haut débit
POTS	Service téléphonique de base
PPP	Protocole point à point
PVC	Circuit virtuel permanent
QoS	Qualité de service
SDH	Hierarchie numérique synchrone
SONET	Réseau optique synchrone
ToS	Type de service
VPN	Réseau privé virtuel
WAN	Réseau longue distance

---





Imprimé en Suisse  
Genève, 2002

Crédits de photos: Photothèque UIT