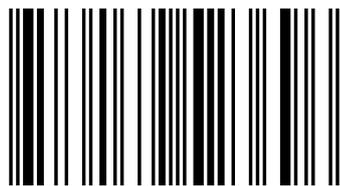


Les institutions bancaires constituent le socle de l'épanouissement dans notre pays, il existe dans chaque province au moins une institution bancaire aidant la population.

Aujourd'hui, le besoin de partage et d'échange d'informations entre institutions s'avère fondamental dans le contexte actuel de mondialisation. D'où, il est pertinent d'étudier la technologie à implémenter dans un réseau LAN et WAN pour assurer l'interconnexion. Malgré cette technologie qui a révolutionné plusieurs domaines de la vie en l'occurrence celui des affaires, il paraît que l'on ne peut pas faire un «ouf », comme si tout était totalement résolu car avec toutes les révolutions qu'a connu la civilisation humaine, il y a des facteurs très importants à prendre en compte ; il s'agit du temps que met l'information pour parvenir au destinataire et de la qualité de celle-ci à sa destination.

Né à Kalemie le 28/07/1990, Pamphile KAZADI est Licencié en Informatique de l'Université Catholique Notre Dame du Kasayi UKA en sigle, il a comme devise : "l'aveugle ne voit pas la levée du soleil mais cela ne signifie pas qu'il dort toute sa vie".



978-613-9-52369-6



Pamphile Kazadi

De la conception et l'optimisation des réseaux multi-sites d'entreprise

Application liée à l'interconnexion des banques
du grand Kasai

Pamphile Kazadi

**De la conception et l'optimisation des réseaux multi-sites
d'entreprise**

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Pamphile Kazadi

**De la conception et l'optimisation des
réseaux multi-sites d'entreprise**

**Application liée à l'interconnexion des banques du
grand Kasai**

FOR AUTHOR USE ONLY

Éditions universitaires européennes

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

Éditions universitaires européennes

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-613-9-52369-6

Copyright © Pamphile Kazadi

Copyright © 2019 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

FOR AUTHOR USE ONLY

De la conception et l'optimisation des réseaux multisites d'entreprise.

« Application liée à l'interconnexion des banques du grand Kasai »

Résumé

Les institutions bancaires constituent le socle de l'épanouissement dans notre pays, il existe dans chaque province au moins une institution bancaire aidant la population.

Aujourd'hui, Le besoin de partage et d'échange d'informations entre institutions s'avère fondamental dans le contexte actuel de mondialisation. D'où, il est pertinent d'étudier la technologie à implémenter dans un réseau LAN et WAN pour assurer l'interconnexion.

Malgré cette technologie qui a révolutionnée plusieurs domaines de la vie en l'occurrence celui des affaires, il paraît que l'on ne peut pas faire un « *ouf* », comme si tout était totalement résolu car avec toutes les révolutions qu'a connu la civilisation humaine, il y a des facteurs très importants à prendre en compte ; il s'agit du temps que met l'information pour parvenir au destinataire et de la qualité de celle-ci à sa destination.

1

Mot clés : LAN : Local Area Network WAN : Wide Area Network

0. Introduction

Les besoins de l'homme étant insuffisants dans l'univers où il est placé, ce dernier souffre d'un manque d'infrastructure de communication capable de les satisfaire. D'où l'importance d'interconnecter plusieurs banques de l'espace grand Kasaï par de liaisons hertziennes c'est-à-dire l'utilisation des supports de transmission et certains équipements de télécommunications.

L'interconnexion de plusieurs banques étant la recherche de la solution la plus favorable à un problème de communication de ces entreprises, celle-ci remplit une ou plusieurs conditions appelées contraintes qui sont :

- L'utilisation des matériels de télécommunication adéquate pour assurer la bonne transmission de données.
- L'utilisation du support de transmissions appropriées.

De nouveaux problèmes classiques d'interconnexion figurent les problèmes de la bande passante et de la sécurisation des données. Dans le cas mono-objectif, on sait que le problème de la bande passante appartient à la capacité dédiée, et celui de la sécurité de données

s'appesanti sur les paquets envoyés sur la voie publique qui reste susceptible aux attaques.

1. CONTOUR THEORIQUE

Dans cette partie nous allons nous soumettre à la présentation des concepts de base utilisées en télécommunication, d'une façon plus claire nous parlerons de différentes formes caractéristiques d'un signal, le principe de fonctionnement et les matériels utilisés pour assurer l'interconnexion dans cet environnement.

1.1. LA QUALITE DE SERVICE²

1.1.1. Définition

La qualité de service(QDS) ou quality of service (QoS) est la capacité à véhiculer dans des bonnes conditions un type de trafic donné, en termes de disponibilité, de débit, de délais de transmission, de gigue, de taux pertes de paquets, etc³

²Jean-Luc le MONTAGNIER., *Le réseau d'entreprise par la pratique*, ERYOLLES, Paris, 2002, P.240.

³Claude SERVIN., *Réseaux et télécoms 2ème édition*, Dunod, Paris, 2006, p.201

La qualité de service est un concept de gestion qui a pour but d'optimiser les ressources d'un réseau informatique (en management du système d'information), ou d'un processus (en logistique), et de garantir des bonnes performances aux applications critiques pour l'organisation (entreprise).

Plusieurs points de vue peuvent être adoptés, qui mettront en valeur différents aspects de cette qualité de service⁴ :

➤ **Qualité de service vue par l'utilisateur**

La qualité de service constitue des paramètres qui caractérisent soit les demandes de service faite par les applications ou les utilisateurs soit la garantie de service donnée par le réseau pour un flot de données particulier. Ces paramètres sont essentiellement accès sur le débit offert par le réseau, le délai de transmission, le taux moyen et perte des trames.

➤ **Qualité de service vue par le gestionnaire du réseau**

Le gestionnaire du réseau sera intéressé par la maîtrise de l'attribution des ressources du réseau en fonction de

⁴P.-G. Fontolliet, *Systèmes de télécommunications Traité d'Electricité, volume XVIII*,Georgi, Lausanne, 1983, p. 9

critère qui définiront la politique d'utilisation du réseau. Partant de cette idée le gestionnaire donnera par exemple la priorité sur soit la catégorie d'utilisateurs ou la liste de serveurs.

➤ **Qualité de service vue par l'exploitant du réseau**

La qualité de service par l'exploitant ressort les objectifs de veiller aux ressources que dispose infrastructure soient constamment utilisés au mieux ceci est d'autant plus vrai que ces ressources sont chères et la préoccupation correspondante se fera notamment sentir dans le contexte du réseau à grande distance avec ses liaisons coûteuses et ses routeurs très performants.

1.1.2. Congestion des réseaux

Dans un réseau, les informations sont transmises sous la forme des paquets, petits éléments de transmission transmis de routeur en routeur jusqu'à la destination. Tous les traitements vont donc s'opérer sur ces paquets. La mise en place de QoS nécessite en premier la connaissance des différents services. Celle-ci peut se faire sur la base des nombreux critères qui sont : La source et la destination des paquets ; le protocole utilisé (UDP, TCP, ICMP, etc.) ; les ports sources et de destination dans le cas des protocoles UDP et TCP ; La date et l'heure ;

La validité de routage (gestion des pannes dans un routage en cas des routes multiples par exemple) ; la bande passante consommée ; le temps de latence...

En fonction de ces critères, différentes stratégies peuvent être appliquées pour assurer une QoS.

➤ **Le problème lié à l'interconnexion**

La mise en relation d'un système réseau X avec un système réseau Y peut se réaliser si le système X, Y et le relais utilisent les mêmes protocoles, comme par exemple, l'interconnexion de deux réseaux locaux utilisant TCP/IP via un réseau IP. Cependant, dans la plupart des cas, le protocole du réseau relais est différent du protocole local, par exemple l'interconnexion de deux réseaux locaux TCP/IP via un réseau de transport X.25, Frame Relay (relais des trames) ou ATM.

Quand les deux éléments à raccorder mettent en œuvre des technologies différentes, l'hétérogénéité est de bout en bout. Dans ce cas, pour assurer l'interfonctionnement des systèmes, une unité d'interfonctionnement (UIF) réalise les adaptations nécessaires. Trois techniques peuvent alors être utilisées : La conversion des services ; la conversion des protocoles et l'encapsulation.

➤ Notion de conversion de service et protocole⁵

Dans la conversions des services, le relais reçoit les messages selon le format x , il assure la transposition de l'unité SDU(x) (Service Data Unit) en une unité de service SDU(y). Cette technique est utilisable lorsque les protocoles à mettre en place sont différents mais compatibles. C'est le cas par exemple, du passage d'un réseau Ethernet 802.3 10base5 à un réseau Ethernet 802.3 10BaseT. L'UIF intervient alors au niveau physique (sous-couche PMD, *Physical Medium Dependant*).

La conversion de protocole intervient lorsque les protocoles d'extrémité sont différents et incompatibles. C'est le cas par exemple de l'interconnexion d'un réseau de type Ethernet et du type Token Ring. L'UIF intervient ici au niveau MAC.

➤ Encapsulation⁶

La conversion de protocole est irréversible. En effet, si on interconnecte deux réseaux IP via par exemple un réseau X.25, il est aisé à partir des informations d'en-tête du datagramme IP de confectionner un en-tête X.25, mais il est totalement des données d'en-tête X.25

⁵Claude SERVIN., *Réseaux et télécoms 2^{ème} édition*, Dunod, Paris,2006, p.204.

⁶Claude SERVIN., *Op.cit.*, p.206.

de reconstituer le datagramme d'origine. Pour disposer des informations nécessaires à la reconstruction du datagramme de l'origine, il suffit d'insérer un sous-champ entre l'en-tête du nouveau protocole et les données à transporter.

Cette méthode serait lourde, il est préférable de transporter dans le champ de données de X.25, le datagramme IP complet. Le travail des UIF s'en trouve alors facilité. Ce mécanisme se nomme encapsulation de données. On parle aussi de *Tunneling*, car on a utilisé un « tunnel » X.25 qui transporte des données IP.

➤ **Mesure préventive de la congestion**

La congestion résulte d'un trafic intense des paquets sur le réseau supérieur aux capacités limites de celui-ci, la solution la plus simple pour se prévenir contre celle-ci consiste à ne pas admettre plus des trafics dans le réseau. A ce niveau plusieurs solutions sont envisageables :

- ✓ Asservir le débit des ressources sur les capacités de traitement de chacun des nœuds, c'est le *contrôle des flux* ;
- ✓ Ne pas admettre plus de trafics dans le réseau que celui-ci n'est capable d'écouler, c'est le *contrôle d'admission* ;

- ✓ Eviter la propagation des rafales de données au cœur du réseau en réalisant un *lissage des trafics*.

➤ **Contrôle de flux**

Les notions de contrôle de flux et de contrôle de congestion sont différentes. Le contrôle de flux s'intéresse aux échanges entre deux nœuds alors que le contrôle de congestion cherche à limiter le nombre des paquets en transit dans le réseau. Cependant, en limitant la longueur des files d'attente dans les nœuds intermédiaires, le contrôle de flux participe à la prévention de la congestion.

Le contrôle de flux reste un mécanisme insuffisant. Dans les réseaux modernes, compte tenu du débit, la taille de la fenêtre est importante et le contrôle de flux devient inefficace.

➤ **Contrôle d'admission**

Les réseaux en mode circuit sont naturellement protégés contre la congestion. En cas de manque de ressource dans le réseau, la connexion est purement et simplement refusée. Ce mode de prévention se heurte au principe cette mutualisation des ressources. Une

politique plus souple peut être utilisée : le contrat de service ou SLA (*Service Level Agreement*).

Chaque abonné du réseau spécifie à l'abonnement ou à la connexion, la description du trafic qu'il va soumettre au réseau. Une fonction de surveillance vérifie en permanence que le flux respecte le contrat.

➤ **Lissage de trafic**

Même si chaque source respecte son contrat de service, la congestion peut résulter de la simultanéité de soumission des rafales par différentes sources. Pour éviter cet afflux sporadique, on effectue à l'entrée du réseau un lissage du trafic (technique du seau percé, *Leaky Bucket algorithm*). Dans ce système, les données sont mises en file d'attente et délivrées régulièrement. Le mécanisme du seau percé est un mécanisme de prévention et non de résolution.

➤ **Notions de file d'attente**

La qualité de service offerte ne dépend pas seulement de l'attribution des priorités mais aussi des différents

mécanismes mis en œuvres dans les routeurs pour gérer les données en attente de traitement.⁷

Deux mécanismes aux finalités différentes sont mis en œuvres dans les routeurs. Les mécanismes de gestion proprement dits qui, en cas de congestion déterminent comment au sein d'une même file d'attente seront éliminés les paquets, et les mécanismes d'ordonnancement qui ont pour objet de distribuer la ressource entre différentes files correspondant dont chacune a une classe de service différente.

En mesurant la taille moyenne de la file d'attente et dès qu'un seuil est atteint, en éliminant de manière aléatoire les paquets, le RED (*Random Early Discard*) pénalise d'autant plus qu'un flux que la probabilité qu'un paquet appartenant à ce flux soit présent de la file est importante. Le RED tente ainsi de réguler les trafics en écartant les paquets des flux les plus responsables d'un état naissant de congestion.

Cependant, le RED n'agit pas sur des paramètres de volumétrie ; il ne prend pas en compte la priorité de différents flux. À l'instar du RED dont il dérive, le WRED (*Weighted RED*), intervient à partir d'un certain seuil de remplissage des files, mais le type de flux se voit en fonction de son niveau de priorité, attribuer un seuil différent. Car dans un réseau correctement

⁷Claude SERVIN., *Réseaux et télécoms 2^{ème} édition*, Dunod, Paris, 2006, p.206.

dimensionné aucune élimination des paquets ne doit intervenir.

➤ **Mécanisme de la gestion des files d'attentes**

La gestion traditionnelle dite FIFO (*First-In, First-Out*) ou premier entré premier servi conduit lorsque la file est pleine, à la perte de tous les nouveaux paquets entrants.

Simple à mettre en œuvre, cette politique pénalise toutes les sources indifféremment de leur responsabilité dans la congestion. De plus, la régulation des trafics n'intervient que sur débordement, non seulement il n'y a pas d'anticipation, mais la file d'attente étant pleine le délai de séjour risque d'être important (file saturée).

En mesurant la taille moyenne de la file d'attente et dès qu'un seuil est atteint, en éliminant de manière aléatoire les paquets, le RED (*Random Early Discard*) pénalise d'autant plus qu'un flux que la probabilité qu'un paquet appartenant à ce flux soit présent de la file est importante. Le RED tente ainsi de réguler les trafics en écartant les paquets des flux les plus responsables d'un état naissant de congestion.

Cependant, le RED n'agit que sur des paramètres de volumétrie ; il ne prend pas en compte la priorité de différents flux. À l'instar du RED dont il dérive, le WRED (*Weighted RED*), intervient à partir d'un certain seuil de remplissage des files, mais le type de flux se voit

en fonction de son niveau de priorité, attribuer un seuil différent. Car dans un réseau correctement dimensionné aucune élimination des paquets ne doit intervenir.

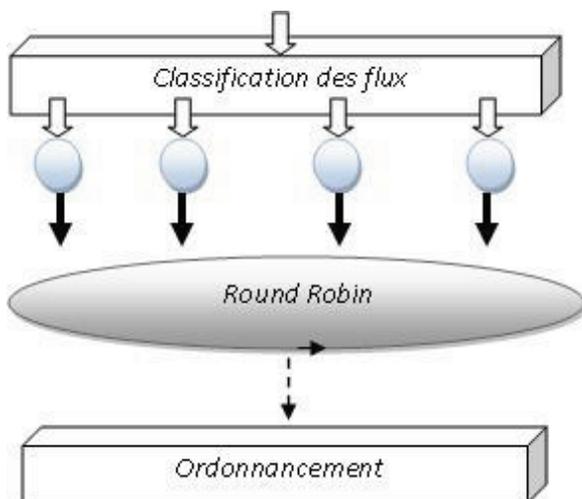
➤ Mécanisme d'ordonnancement

Les mécanismes d'ordonnancement visent à garantir un partage équitable de la bande passante (*Fair Queuing*) ; le mécanisme le plus simple le WFQ (*Weighted FQ*) réalise une insertion ordonnancée en fonction d'un niveau de priorité dans la file d'attente (système à file d'attente unique), celle-ci étant en suite traitée en mode FIFO.

Les autres méthodes s'appliquent aux systèmes à files multiples, dont le principe de base consiste à lire régulièrement les différentes files, d'y prélever un paquet et si la file est vide on passe à la suivante.

Ce mécanisme est inéquitable, il accorde d'autant plus de bande passante à une file que les paquets qui y séjournent sont de taille importante. Notamment, ce principe est incompatible avec les files isochrones (voix...) qui se caractérisent généralement par des petits paquets et une priorité importante.

Le WRR (*Weighted Round Robin*) introduit la notion de priorité et peut offrir en fonction de celui-ci une bande passante différenciée (volume ou temps de lecture d'une file).



➤ Compression des données⁸

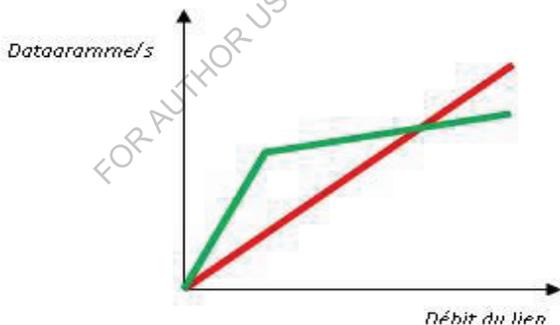
Afin d'optimiser l'utilisation des liens, certains routeurs (les ponts distants) utilisent la compression des données. Trois de compression sont généralement offerts : La compression des en-têtes (*Header*) ; la compression de champ donnée seul (*Payload*) et la compression de la trame complète (*Link*).

La compression des en-têtes n'est intéressante dans le monde IP que si les paquets de données sont de très petites tailles (terminal Telnet par exemple). La compression du champ données seul semble la solution la plus efficace. En effet, le champ en-tête compressé optimise les performances des routeurs intermédiaires

⁸Jean-Luc Montagnier., *Les réseaux informatiques par la pratique*, Eryolles, Paris, 2008, p. 78.

qui n'ont pas besoin de décompresser la trame entière ou l'en-tête pour router correctement le paquet. Certains routeurs activent ou désactivent dynamiquement la compression en fonction de la nature de données à transmettre.

La compression de données n'est que si le temps réel de transmission des données compressées est inférieur au temps d'émission des données non compressées. A partir d'un certain débit du lien, la compression pénalise le temps d'émission (temps CPU). Dans ce cas la compression ne présente un intérêt si on utilise un réseau facturé au volume.



1.2. CARACTERISTIQUE D'UNE LIGNE DE LIAISON

Pour une transmission donnée sur une voie de communication entre deux machines, la communication peut s'effectuer de différentes manières. La transmission est caractérisée par : Le sens des échanges, Le mode de transmission : il s'agit du nombre de bits envoyés simultanément et la synchronisation : il s'agit de la synchronisation entre émetteur et récepteur.

Ainsi, selon le sens des échanges, on distingue 3 modes de transmission⁹ :

➤ **La liaison simplex**

Caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un seul sens, c'est-à-dire de l'émetteur vers le récepteur. Ce genre de liaison est utile lorsque les données n'ont pas besoin de circuler dans les deux sens (par exemple de votre ordinateur vers l'imprimante ou de la souris vers l'ordinateur...).

➤ **La liaison half-duplex : (parfois appelée *liaison à l'alternat* ou *semi-duplex*)**

⁹F Cottet, *Traitement des Signaux et Acquisition de données Cours et Exercice Résolus*, Dunod, Paris, 1997, p. 49.

Caractérise une liaison dans laquelle les données circulent dans un sens ou dans l'autre, mais pas les deux simultanément. Ainsi, avec ce genre de liaison chaque extrémité de la liaison émet à son tour. Ce type de liaison permet d'avoir une liaison bidirectionnelle utilisant la capacité totale de la ligne.

➤ **La liaison full-duplex : (appelée aussi *duplex intégral*)**

Caractérise une liaison dans laquelle les données circulent de façon bidirectionnelle et simultanément. Ainsi, chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps, ce qui signifie que la bande passante est divisée par deux pour chaque sens d'émission des données si un même support de transmission est utilisé pour les deux transmissions.

Selon le nombre d'unités élémentaires d'informations (bits) pouvant être simultanément transmises par le canal de communication, nous distinguons :

➤ **Liaison parallèle**

On désigne par liaison parallèle la transmission simultanée de N bits. Ces bits sont envoyés simultanément sur N voies différentes (une voie étant par exemple un *fil*, un câble ou tout autre support

physique). La liaison parallèle des ordinateurs de type PC nécessite généralement 10 fils.

➤ **Liaison série**

Dans une liaison série, les données sont envoyées bit par bit sur la voie de transmission. Toutefois, étant donné que la plupart des processeurs traitent les informations de façon parallèle, il s'agit de transformer des données arrivant de façon parallèle en données en série au niveau de l'émetteur, et inversement au niveau du récepteur.

Selon le mode de commutation, on distingue 2 modes de transmission :

➤ **Commutation *Store-and-Forward***: la trame entière doit être reçue pour pouvoir l'acheminer. Les adresses d'origine et de destination sont lues et des filtres sont appliqués avant l'acheminement de la trame.

➤ **Commutation *Cut-through***: la trame est envoyée via le commutateur avant la réception intégrale de la trame. L'adresse de destination de la trame doit être au moins lue avant la transmission de la trame. Ce mode réduit à la fois la latence de la transmission et de la détection des erreurs.¹⁰

1.2.1. Support de transmission

¹⁰Guy Pujolle, *réseaux édition 6*, Eyrolle, Paris, 2006, p. 68.

L'infrastructure d'un réseau, la qualité de service offerte, les solutions logicielles à mettre en œuvre dépendent largement des supports de transmission utilisés. Les supports de transmission exploitent les propriétés de conductibilité des métaux (paires torsadées, coaxial), celles des ondes électromagnétiques (faisceaux hertziens, guides d'onde, satellites) ou encore celles du spectre visible de la lumière (fibre optique).

Généralement on classe les supports en deux catégories : les supports guidés (supports cuivre et supports optiques) et les supports libres (faisceaux hertziens et liaisons satellites).

La complexité des systèmes provient généralement du fait qu'une liaison peut emprunter différents supports. Le système de transmission devra alors réaliser l'adaptation du signal à transmettre au support utilisé. Les caractéristiques des supports diffèrent selon la nature physique du support et le mode de propagation choisi. Cependant, certaines caractéristiques sont communes à tous les types de support (bande passante...), d'autres sont spécifiques (impédance caractéristique...).

a. Les supports guidés

Dans la gamme des supports guidés nous retrouvons :

➤ Le câble coaxial

Une paire coaxiale ou câble coaxial est constituée de deux conducteurs concentriques maintenus à distance constante par un diélectrique. Le conducteur extérieur, tresse métallique en cuivre recuit appelée blindage, est mis à la terre. L'ensemble est protégé par une gaine isolante. Le câble coaxial possède des caractéristiques électriques supérieures à celles de la paire torsadée. Il autorise des débits plus élevés et est peu sensible aux perturbations électromagnétiques extérieures. Le taux d'erreur sur un tel câble est d'environ 10^{-9} .

En transmission numérique, notamment dans les réseaux locaux, on utilise des câbles d'impédance 50 V à des débits pouvant atteindre 10 Mbit/s sur des distances de l'ordre du kilomètre. En transmission analogique, le câble coaxial est utilisé pour réaliser des liaisons longues distances. Son impédance est de 75 V. Ce câble, similaire au câble coaxial utilisé en télévision, est souvent dénommé câble CATV. La bande passante est d'environ 300 à 400 MHz.

➤ **La paire torsadée**

La paire torsadée ou symétrique est constituée de deux conducteurs identiques torsadés. Les torsades réduisent l'inductance de la ligne (L). Généralement plusieurs paires sont regroupées sous une enveloppe protectrice appelée gaine pour former un câble. Les câbles contiennent 1 paire (desserte téléphonique), 4 paires (réseaux locaux), ou plusieurs dizaines de paires (câble téléphonique)

Cependant, compte tenu de la proximité des différentes paires dans un câble, un phénomène spécifique apparaît : la diaphonie (figure 15). La diaphonie, due au couplage inductif entre paires voisines, correspond au transfert du signal d'un câble à un autre. Elle limite l'utilisation de la paire symétrique à de faibles distances.

➤ **La fibre optique**

Une fibre optique est composée d'un « fil » de silice appelé cœur, entouré d'une gaine appelée manteau et d'une enveloppe de protection. La réflexion totale est assurée par des valeurs d'indices proches tel que $n_1 > n_2$ où n_1 est l'indice du cœur et n_2 celui de la gaine. Son principe est basé sur un faisceau de lumière.

b. Les supports libres

1. Les faisceaux hertziens

➤ Principe

Un conducteur rectiligne alimenté en courant haute fréquence ou radiofréquence peut être assimilé à un circuit oscillant ouvert. Un tel circuit ou antenne d'émission rayonne une énergie (onde électromagnétique). Cette énergie électromagnétique recueillie par un autre conducteur distant ou antenne de réception est transformée en un courant électrique similaire à celui d'excitation de l'antenne d'émission (théorème de réciprocité).

➤ Les Ondes Électromagnétiques (OEM)

Les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide à la vitesse de la lumière. On appelle longueur d'onde (λ), la distance parcourue pendant une période du phénomène vibratoire. Et peuvent, dans certains cas, remplacer avantageusement les liaisons filaires (cuivre ou optique). Les faisceaux hertziens ou câbles hertziens, par analogie aux réseaux câblés peuvent être analogiques ou numériques. Les débits peuvent atteindre 155 Mbit/s. Ils sont principalement utilisés pour des réseaux : de téléphonie (multiplexage

fréquentiel ou temporel) ; de transmission de données et de diffusion d'émissions télévisées.

2. Les liaisons satellitaires

La nécessité de disposer de stations relais rend difficile la réalisation de liaisons hertziennes à très grande distance, notamment pour les liaisons transocéaniques. C'est pourquoi, dès les années 1960, on s'est orienté vers l'utilisation de satellites relais. Ce n'est qu'avec l'apparition de porteurs capables de satelliser sur des orbites d'environ 36 000 km qu'il a été possible de réaliser des liaisons permanentes avec des satellites fixes par rapport à un observateur terrestre (satellite géostationnaire). Ces satellites ont une période de révolution identique à celle de la terre (23 h 56 min), ils sont dits géosynchrones. L'orbite équatoriale est de 42 164 km, soit une altitude exacte au-dessus de la Terre de 35 800 km.

Le principe est qu'une station terrestre émet vers le satellite un flux d'information (voie montante). Le satellite n'est qu'un simple répéteur, il régénère les signaux reçus et les réémet en direction de la Terre (voie descendante). La figure 24 illustre le principe d'une liaison satellitaire.

1.2.2. Matériels d'interconnexion¹¹

➤ Au niveau de la couche physique

La couche physique a pour tâche de transmettre le bit sur un support physique: l'équipement va modifier la forme du signal passant entre les deux stations pour transférer le bit. Les équipements utilisés sont :

Les répéteurs (repeater)

Est un équipement simple permettant de régénérer un signal entre deux nœuds du réseau, afin d'étendre la distance de câblage d'un réseau. Le répéteur travaille uniquement au niveau physique (couche 1 du modèle OSI), c'est-à-dire qu'il ne travaille qu'au niveau des informations binaires circulant sur la ligne de transmission et qu'il n'est pas capable d'interpréter les paquets d'informations.

D'autre part, un répéteur peut permettre de constituer une interface entre deux supports physiques de types différents, c'est-à-dire qu'il peut par exemple permettre de relier un segment de paire torsadée à un brin de fibre optique...

¹¹AUDOUIN P et AL., *Radiocommunication numérique/principe, modélisation et simulation*, Dunod, Paris, 2002, p. 98.

Les concentrateurs

Un **concentrateur** est un élément matériel permettant de concentrer le trafic réseau provenant de plusieurs hôtes, et de régénérer le signal. Le concentrateur est ainsi une entité possédant un certain nombre de ports (il possède autant de ports qu'il peut connecter de machines entre elles, généralement 4, 8, 16 ou 32). Son unique but est de récupérer les données binaires parvenant sur un port et de les diffuser sur l'ensemble des ports.

Les supports de transmission

Les supports de transmission sont nombreux. Parmi ceux-ci, on distingue : les supports métalliques, non métalliques et immatériels. Les supports métalliques, comme les paires torsadées et les câbles coaxiaux, sont les plus anciens et les plus largement utilisés ; ils transportent des courants électriques. Les supports de verre ou de plastique, comme les fibres optiques, transmettent la lumière, tandis que les supports immatériels des communications sans fil propagent des ondes électromagnétiques et sont en plein essor.

➤ **Au niveau de la couche liaison**

La couche liaison de données réalise la transmission sans erreur d'une séquence de bits (ou trame) entre

deux stations reliées par un même support de transmission. L'équipement utilisé est le pont.

Le pont

Un pont est un dispositif matériel permettant de relier des réseaux travaillant avec le même protocole. Ainsi, contrairement au répéteur, qui travaille au niveau physique, le pont travaille également au niveau logique (au niveau de la couche 2 du modèle OSI), c'est-à-dire qu'il est capable de filtrer les trames en ne laissant passer que celles dont l'adresse correspond à une machine située à l'opposé du pont.

Ainsi, le pont permet de segmenter un réseau en conservant au niveau du réseau local les trames destinées au niveau local et en transmettant les trames destinées aux autres réseaux. Cela permet de réduire le trafic (notamment les collisions) sur chacun des réseaux et d'augmenter le niveau de confidentialité car les informations destinées à un réseau ne peuvent pas être écoutées sur l'autre brin.

➤ Au niveau de la couche Réseau

Au niveau de la couche réseau, les protocoles réalisent le routage des paquets entre les réseaux. L'équipement utilisé est :

Le routeur

Un routeur est un équipement d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer le routage des paquets entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter.

Lorsqu'un utilisateur appelle une URL, le client Web (navigateur) interroge le serveur de noms, qui lui indique en retour l'adresse IP de la machine visée.

1.3. BANDE PASSANTE

1.3.1. Introduction

La bande passante désigne la bande de fréquences de signaux sinusoïdaux qu'un appareil (par exemple un amplificateur) ou un milieu (par exemple une fibre optique ou l'atmosphère) est capable de transmettre avec une plage de gain (quand le signal est amplifié) ou d'atténuation qui se situe dans une fourchette donnée, en général exprimée en décibels (db). Par exemple, une bande passante à 3db (qui est en général la valeur implicite quand il n'y a pas d'autre précision

➤ Le moment élémentaire

C'est la dure élémentaire pendant laquelle il est nécessaire d'émettre un signal physique sur un câble afin qu'il soit reconnu par le récepteur. Ce temps

s'exprime en seconde, on parle également du temps de l'horloge, le moment est noté par T_m

➤ **La vitesse de modulation**

C'est le nombre de valeurs physiques émises par secondes. La vitesse de modulation (ou rapidité de modulation) se note par R_m et s'exprime en Bauds

$$R_m = 1/T_m$$

la vitesse de modulation correspond au nombre d'état physique que l'interface peut émettre par seconde.

➤ **Le débit binaire**

Également appelé vitesse de transmission, c'est le nombre de valeurs logiques transmises par seconde. il est noté par D et s'exprime en bits/s.

1.3.2. Les signaux

Le signal source est la forme sous laquelle se présente la toute première apparition de l'information émise dans la chaîne de télécommunication. La nature physique du signal source est non électrique, les principaux types de signaux source sont le son, l'image, et le texte.

➤ **Le signal sonore et le signal vocal**

Le son consiste en une *onde de pression* se propageant dans l'air, qui est désignée en physique par *onde acoustique*. La fréquence des vibrations acoustiques varie de 20 Hz (son grave) à 20.000 Hz (son aigu), La vitesse de propagation des ondes acoustiques dans l'air est en moyenne de 330 m/s et l'*intensité acoustique* est la puissance transportée par unité de surface du front d'onde.

Le signal vocal ou la parole humaine sont des spécificités du signal sonore. Il est statistiquement établi que la plage des fréquences du signal vocal allant de 100 Hz à 4000 Hz suffit amplement pour identifier une personne. C'est la bande de fréquence juridiquement requise pour les réseaux de télécommunication publics.

➤ **Lumière, image, et vidéo**

La lumière est une grandeur qui obéit selon le besoin à deux modèles physiques, corpusculaire (photons) et ondulatoire (onde électromagnétique).

On s'intéresse plus dans les télécommunications au modèle ondulatoire, la lumière est une onde électromagnétique qui se propage à la vitesse 3.108 m/s dans le vide, et comme toute onde possède une puissance, l'*intensité lumineuse*, et une bande de fréquence f allant de 4.1014 Hz à 8.1014 Hz pour la

lumière visible, soit une longueur d'onde λ allant de 740 nm (Infrarouge) à 380 nm (Ultraviolet).

➤ **Texte**

Un texte est un ensemble de caractères d'un alphabet. Il peut représenter un signal de source aussi bien sous forme de l'information visuelle extraite d'une image (fax, photocopie), ou par une représentation numérique de chaque caractère selon un codage, qui est ensuite ramené à un signal digital, c'est-à-dire une séquence de **1** et de **0**, qu'on désigne par unités binaires ou bits. Plusieurs bits sont nécessaires pour désigner un caractère. Historiquement, après le code Morse, il y a eu le code Baudot à 5 bits qui a été adopté pour le télex, ensuite il y a eu le code ASCII à 8 bits pour les ordinateurs, et actuellement l'Unicode à 16 bits.

➤ **Canal de transmission**

Selon le contexte, le terme de canal de transmission a des significations différentes. Le canal de transmission au sens de la propagation est la portion du milieu physique utilisée pour la transmission particulière étudiée. On parle ainsi de canal ionosphérique, de canal troposphérique.

Le canal de transmission au sens de la théorie des communications inclut le milieu physique de

propagation et également des organes d'émission et de réception.

➤ **Schéma de base d'un système de transmission**

Le schéma synoptique général d'une chaîne de télécommunication est constitué d'un *émetteur*, un *canal de transmission*, et un *récepteur*

L'*émetteur* prend un signal de source, qui est une grandeur physique (son, image, etc..) représentée par une fonction du temps $s(t)$, et il le transforme au moyen d'un *transducteur*, généralement en signal électrique, de sorte qu'il puisse être transporté sur une grande distance à travers un *canal de transmission*. L'information à transmettre réside dans la forme de la fonction $s(t)$ qui décrit le signal de source.

Tout signal subit des perturbations au cours de son transit dans le canal de transmission : *atténuation, ajout de signaux parasites ou bruit, distorsions*, etc... de sorte que le signal qui parvient au niveau du *récepteur* n'est jamais exactement le même que celui qui a été transmis par l'émetteur. De plus, le signal transmis arrive au récepteur après un *délai de transmission*. Ces deux règles sont un fondement de la science des télécommunications.

La fonction du *récepteur* est d'abord de reconstituer le signal transmis avec le maximum de

fidélité, ensuite d'analyser sa forme pour en extraire l'information contenue à la source.

1.4. ROUTAGE DES PAQUETS

1.4.1. Concept d'optimisation

Le terme optimisation est souvent employé en informatique, et on peut parler d'optimisation de logiciel et d'optimisation de requêtes par exemple.

En parlant d'optimisation de logiciel on voit l'adaptation des programmes pour qu'ils accomplissent leurs tâches le plus rapidement possibles. Ainsi donc, en ce sens, l'optimisation devient donc un processus informatique par lequel on accroît la rentabilité d'un service informatique ou encore la rentabilité d'une ressource¹².

Et pour ce qui concerne le cas des réseaux informatiques, cette pratique repose sur des théories qui soutiennent ses techniques de base et sa meilleure application. C'est ce que les lignes qui suivent proposent.

1.4.2. Notion de routage

¹²Jean-Luc Montagnier., *Construire son réseau d'entreprise*, Eryolles, Paris, 2004, P.187.

Pour rendre possible l'interconnexion entre différents sites de la compagnie (qui comportent chacun un réseau informatique indépendant), il est indispensable de faire recours à l'usage des routeurs, ce qui implique aussi la mise en place d'une politique de routage.

1.4.2.1. Définition

Le routage consiste à déterminer la route qu'un paquet doit prendre pour atteindre une destination en fonction de l'adresse IP de destination et des routes contenues dans la table de routage¹³.

Processus par lequel un élément (courrier, appel téléphonique, train, paquet IP...) va être acheminer d'un point à un autre.¹⁴

Cette tâche est réalisée au niveau de la couche *réseau* du modèle à couches ; dans cette couche, on utilise un adressage qui permet de spécifier à quel réseau appartient un équipement (hôte ou routeur). Les équipements (hôtes ou routeurs) qui se situent sur des réseaux différents devront utiliser les services d'un routeur (gateway dans la terminologie IP) pour communiquer.

¹³Luc Saccavini, *le routage interne RIP et OSPF*, Inria, Paris,2006, p.3.

¹⁴Jean Robert Hountoney, *le routage statique*, inédit, Dar Es Salaam, 2001, p.2.

Les fonctions au niveau de la couche *réseau* sont :
Acheminer (hôte ou routeur): envoyer un paquet vers une destination (hôte ou routeur) et Relayer (routeur): acheminer un paquet d'un réseau vers un autre réseau.

La question qui se pose : sur quelle interface réseau acheminer le paquet ? (Un équipement peut posséder une ou plusieurs interfaces) Réponse : il faut chercher un élément dans le paquet à acheminer pour prendre sa décision.

Pour déterminer la route à prendre, le pilote IP utilise sa table de routage qui indique pour chaque destination (hôte, réseau ou sous-réseau), la route (interface ou passerelle) à prendre : routage de proche en proche.

Un équipement (hôte ou routeur) aura plusieurs possibilités pour construire sa table de routage Manuellement ou automatiquement par échange de routes avec ses voisins ou par connaissance directe.

1.4.2.2. Les algorithmes de routage

Pour ce qui est des algorithmes de routage utilisés par les routeurs on distingue deux types qui sont : L'algorithme Distant-Vector et l'algorithme Link-State.

➤ Distant-Vector

Un protocole de type distance-vecteur sélectionne une route si elle est la plus courte en terme de distance (ou métrique) en se basant sur l'algorithme de Bellemant-Ford. La distance est le nombre de routeurs pour joindre une destination, chaque routeur ne connaît que son voisinage et propage les routes qu'il connaît à ses voisins. RIP (Routing Information Protocol) est un protocole basé sur un algorithme de type Distant-Vector, créé à l'Université de Berkeley (RFC1058).

➤ Link-State

Un protocole de type link-state ou SPF (Shortest Path First) repose sur la recherche de la route la plus courte en se basant sur l'algorithme de Dijkstra. Cet algorithme implique une vision globale du réseau : chaque routeur ayant une vision topologique du réseau et l'état de l'ensemble des liens. C'est l'algorithme que nous utiliserons dans notre système par le biais du protocole OSPF.

OSPF (Open Shortest Path First) est un protocole ouvert de routage interne de type Link-State, élaboré par l'IETF (RFC 1247).

1.4.2.3. Les protocoles de routage utilisés¹⁵

Dans la catégorie des protocoles utilisés nous parlerons du protocole RIP et OSPF.

➤ Le protocole RIP

Issu des travaux de Bellman-Ford, le protocole RIP, développé par l'Université de Californie (UCB, *University of California at Berkeley*) pour Unix BSD 4.2 (*Berkeley Software Distribution*) et utilisé initialement dans Arpanet, est en raison de sa simplicité, de sa solidité, de sa facilité de mise en œuvre et, ceci malgré ses lacunes, le protocole de routage vecteur distance le plus diffusé.

RIP distingue deux types d'équipement : les actifs et les passifs. Les premiers diffusent périodiquement leurs routes vers les autres nœuds tandis que les seconds écoutent et mettent simplement leurs tables à jour en fonction des informations reçues. Un routeur fonctionnant en mode actif envoie toutes les trente secondes un message de diffusion pour signaler qu'il

¹⁵ Luc Saccavini, *le routage interne RIP et OSPF*, Inria, Paris, 2006, p.38.

connait une route pour accéder à un autre réseau et en signale le cout en nombre de sauts.

➤ **Le protocole OSPF**

Contrairement au protocole vecteur distance, le protocole à état des liens ne diffuse sur le réseau que les modifications qu'il a détectées dans la topologie du réseau : lien inaccessible, cout modifié, etc. Chaque nœud entretient une base des données qui est le reflet total de la cartographie du réseau.

Cette vision globale par chaque routeur permet d'éviter la formation des boucles. Le cout de la liaison (métrique) est configurable interface par interface, plusieurs métriques peuvent être configurées simultanément (longueur de la file d'attente, le débit, la distance...). A partir de ces éléments chaque routeur calcule la route e moindre cout selon l'algorithme de DIJKSTRA.

OSPF est capable d'assurer un routage par type des services (champ TOS du datagramme IP), il peut aussi effectuer l'équilibrage des charges entre plusieurs routes de même cout. Lorsque le réseau est important, la diffusion des messages et la détermination des nouvelles tables de routage pénalisent la performance globale d réseau. Ainsi OSPF a introduit la notion

d'aires limitant l'espace de diffusion et le volume de calculs à effectuer.

2. ASPECT PRATIQUE

L'implémentation de notre système doit tenir compte des aspects suivants : de la technologie LAN et WAN à mettre en place pour assurer cette interconnexion

2.1. Au niveau LAN

Au niveau LAN nous débâterons sur le type de réseau à choisir, le débit et le plan d'adressage et le support de transmission.

➤ Le type de réseau

La création d'un réseau local nécessitant de faire des choix, et tout d'abord celui du type qui peut être Ethernet ou Token-Ring ou un autre, pour notre cas, nous avons opté pour la technologie Ethernet ou le type Ethernet.

Les raisons ayant induit à ce choix sont telles qu'il est moins cher et plus répandu ainsi que la plupart d'équipements (contrôleurs, terminaux et PC) utilisent les cartes Ethernet. Et concernant la topologie, on fera usage de la topologie en étoile car étant adapté au système client-serveur.

➤ Le débit¹⁶

La question suivante concerne le débit ; c'est-à-dire la vitesse de transmission des trames Ethernet encore appelée bande passante. La norme Ethernet est déclinée en plusieurs variantes qui sont : 10Mbit/s (norme 10bT), 100Mbit/s (norme 100bT) et 1Gbit/s (norme 1000bT).

Ainsi départ son cout et son caractère innovateur, le gigabit est réservé aux liaisons s entre les équipements de concentration et aux serveurs.

Raison pour laquelle le choix se fera en fonction des couts ou plutôt 10/100Mbit/s pour les PC et 100/1000Mbit/s pour les serveurs.

➤ Le plan d'adressage

Adresse réseau WAN : 10.0.1.0/27		
Liaisons	Plage d'adresses	Masque de sous réseau
TMB ... RAWBANK	10.0.1.0 à 10.0.1.3	255.255.255.252 (/32)
TMB ... BCDC	10.0.1.4 à 10.0.1.7	255.255.255.252 (/32)
TMB ... FINKA	10.0.1.8 à 10.0.1.11	255.255.255.252 (/32)
TMB ... FNBANK	10.0.1.12 à 10.0.1.15	255.255.255.252 (/32)
Adresse réseau 192.168.1.0/24		

¹⁶ Jean-Luc le MONTAGNIER., Le réseau d'entreprise par la pratique, ERYOLLES, Paris, 2002, P.77.

TMB	192.168.1.0 à 192.168.1.15	255.255.255.240 (/28)
BCDC	192.168.1.16 à 192.168.1.31	255.255.255.240 (/28)
FINKA	192.168.1.32 à 192.168.1.47	255.255.255.240 (/28)
FN BANK	192.168.1.48 à 192.168.1.63	255.255.255.240 (/28)
RAW BANK	192.168.1.64 à 192.168.1.79	255.255.255.240 (/28)

➤ Support de transmission

Le support de transmission dépend du modèle du réseau à mettre en place dans la gamme de supports de transmission que nous propose chaque constructeur nous avons :

Le cuivre qui atténue le signal et son obsolescence ;

La fibre optique : qui propose une meilleure qualité de transmission, mais à un coût très élevé. Et comme notre projet doit tenir compte de possibilités de la compagnie il ne sera possible de faire usage de celle-ci ;

Le câble coaxial ce support ne plus utilisé dans les réseaux locaux ;

La paire torsadée : qui est le standard pour l'information et la téléphonie qui sera notre support utilisé au niveau de chaque site pour l'échange des informations en interne.

2.2. Au niveau WAN

Le contexte est ici présenté en considérant que tous les réseaux locaux sont mis en place de sorte que tous les utilisateurs de différents sites ne peuvent qu'être satisfaits. Et le problème de vient donc de rendre possible la communication entre utilisateurs de différents sites. Il faut donc donc interconnecter ces différents réseaux locaux qui sont éloignés l'un de l'autre d'au moins 10 km.

2.3. Estimation de la volumétrie

La volumétrie est calculée différemment selon le type de flux. Souvent, elle doit être extrapolée à partir des informations partielles réunies dans l'étape précédente. La volumétrie globale pour un site sera issue d'une volumétrie unitaire estimée pour un utilisateur et calculée selon la formule suivante :

$$V_j = V_u * U$$

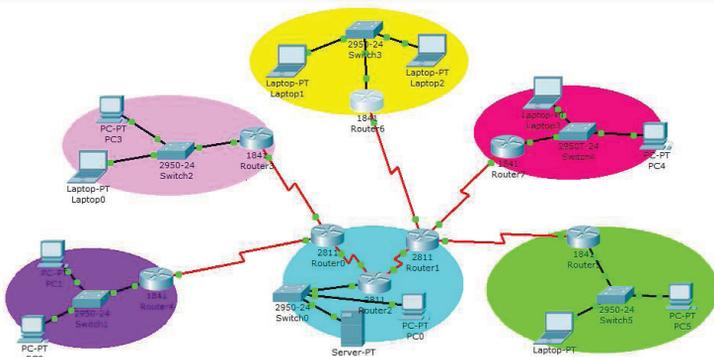
Avec :

- ◆ V_j : Volumétrie à calculer pour un site.
- ◆ V_u : Volumétrie estimée pour un utilisateur.
- ◆ U : Nombre d'utilisateur pour un site donné.

Voici un extrait de la volumétrie

TMB↔ BCDC	TMB ↔ FINKA	TMB ↔ FNBANK	TMB ↔ RAWBANK
Flux transactionnel			
Nombre d'utilisateurs	15	23	13
Volumétrie unitaire (en Ko)	50	45	40
Pages par jour et par utilisateur	10	13	10
Quantité/utilisateur / jour (en Ko)	500	580	400
Total journalier en Mo	7.5	13.34	5.2
Nombre d'utilisateurs	15	23	13
Volumétrie unitaire (en Ko)	40	70	15
Ecrans par jour et par utilisateur	100	150	90
Quantité/utilisateur / jour (en Ko)	400	1050	135
Total journalier en Mo	60	241.5	17.55

2.4. Schéma de simulation d'interconnexion



FOR AUTHOR USE ONLY

BIBLIOGRAPHIE

1. AUDOUIN P et AL., *Radiocommunication numérique/principe, modélisation et simulation*, Dunod, Paris, 2002.
2. Claude SERVIN., *Réseaux et télécoms 2^{ème} édition*, Dunod, Paris, 2006.
3. F Cottet, *Traitement des Signaux et Acquisition de données Cours et Exercice Résolus*, Dunod, Paris, 1997.
4. Guy Pujolle, *réseaux édition 6*, Eyrolles, Paris, 2006.
5. Jean Robert Hountoney, *le routage statique*, inédit, Dar Es Salaam, 2001.
6. Jean-Luc le MONTAGNIER., *Le réseau d'entreprise par la pratique*, Eryolles, Paris, 2002.
7. Luc Saccavini, *le routage interne RIP et OSPF*, Inria, Paris, 2006.
8. P.-G. Fontolliet, *Systèmes de télécommunications Traité d'Electricité, volume XVIII*, Georgi, Lausanne, 1983.

TABLE DE MATIERE

0.	Introduction	2
1.	CONTOUR THEORIQUE	3
1.1.	LA QUALITE DE SERVICE	3
1.1.1.	Définition	3
1.1.2.	Congestion des réseaux	5
1.2.	CARACTERISTIQUE D'UNE LIGNE DE LIAISON	16
1.2.1.	Support de transmission	18
1.2.2.	Matériels d'interconnexion	24
1.3.	BANDE PASSANTE	27
1.3.1.	Introduction	27
1.3.2.	Les signaux	28
1.4.	ROUTAGE DES PAQUETS	32
1.4.1.	Concept d'optimisation	32
1.4.2.	Notion de routage	32
1.4.2.1.	Définition	33
1.4.2.2.	Les algorithmes de routage	34
1.4.2.3.	Les protocoles de routage utilisé	36
2.	ASPECT PRATIQUE	38
2.1.	Au niveau LAN	38
2.2.	Au niveau WAN	41
2.3.	Estimation de la volumétrie	41
2.4.	Schéma de simulation d'interconnexion	43
	BIBLIOGRAPHIE	44

FOR AUTHOR USE ONLY

**More
Books!**



yes
I want morebooks!

Buy your books fast and straightforward online - at one of world's fastest growing online book stores! Environmentally sound due to Print-on-Demand technologies.

Buy your books online at
www.morebooks.shop

Achetez vos livres en ligne, vite et bien, sur l'une des librairies en ligne les plus performantes au monde!

En protégeant nos ressources et notre environnement grâce à l'impression à la demande.

La librairie en ligne pour acheter plus vite

www.morebooks.shop

KS OmniScriptum Publishing
Brivibas gatve 197
LV-1039 Riga, Latvia
Telefax: +371 686 20455

info@omniscryptum.com
www.omniscryptum.com



FOR AUTHOR USE ONLY