THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES INFORMATIQUES

Réseaux xDSL et gestion de performance

Delanoy, Frédéric; Schair, Michael

Award date:
2001

Facultés Universitaires Notre–Dame de la Paix, Namur

Institut d'Informatique

Année académique : 2000–2001

Réseaux xDSL et Gestion de performance

Frédéric Delanoy & Michael Schair

Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de Maître en Informatique.

Avant–Propos

Nous aimerions remercier notre promoteur, le Professeur François Bodart, pour les conseils qu'ils nous a prodigués tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Un grand merci va également à nos maîtres de stage à Alcatel ETCA Charleroi, Jean–Claude Del Col et Bruno Weber, ainsi qu'aux membres de l'équipe AWS qui nous ont chaleureusement accueilli et qui nous ont fourni une aide précieuse lors de notre stage.

Nous tenons enfin à témoigner notre reconnaissance à toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont aidé dans la réalisation ou la correction de ce mémoire, ou qui nous ont soutenu moralement durant cette période.

Table des matières

Chapitre 3 : L'ADSL

Chapitre 4 : xDSL pour les entreprises

Partie 2: Gestion de performance

Chapitre 5 : Gestion de performance des réseaux xDSL

Chapitre 6 :Analyse du problème

Chapitre 7 : Implémentation

Chapitre 8: Interface utilisateur du PM

Résumé

L'explosion de la demande pour de nouveaux services est actuellement le facteur déterminant dans l'évolution des technologies de transmission de la voix et des données. Les clients veulent des services nécessitant beaucoup de bande passante, comme l'accès Internet, le télétravail ou encore l'accès distant à un LAN.
Suite à de nouveaux développements technologiques, l'utilisateur peut désormais disposer de services à haut débit, tout en continuant à utiliser le réseau téléphonique traditionnel.
Les fournisseurs de services, quant à eux, peuvent répondre rapidement à cette demande, sans effectuer des dépenses exorbitantes, que ce soit en temps ou en argent. C'est ainsi qu'ils sont rapidement arrivés à la conclusion que les technologies xDSL leur offraient un remarquable éventail de possibilités. Ce document, dans sa **première partie**, va essayer de montrer pourquoi les solutions xDSL sont actuellement des technologies d'accès qui devraient répondre à l'évolution de la demande.

Tout comme les composants physiques impliqués dans un réseau DSL (p.ex. le réseau d'accès), le système de gestion de réseau est un élément fondamental de ce type de réseaux. Un des aspects de la gestion de réseau est la gestion des performances qui fournit des moyens pour évaluer et rapporter le comportement des équipements de télécommunications et l'efficacité du réseau ou de ses éléments. Son rôle va être de collecter des données statistiques dans le but d'administrer et de corriger le comportement et l'efficacité du réseau et de ses éléments.
La **seconde partie** de ce mémoire est consacrée à cet aspect de la gestion d'un réseau DSL et va souligner les difficultés liées à celle–ci à travers la présentation du développement d'une application consacrée à la gestion de performances.

Abstract

The explosion in demand for new services is the defining factor in voice and data transmission technology today. Customers want high bandwidth services, such as Internet access, telecommuting or remote LAN access.
Fortunately, thanks to new technological developments, the users can now have at their disposal high bandwidth services, while still continuing to use the traditional telephonic network.
The service providers, as for them, can rapidly meet this demand, without the need of costly and time–consuming expenses. They are quickly coming to the conclusion that xDSL presents them with a remarkably valuables set of options. This document will try in its first part to show why the xDSL solutions should respond to the evolution of the demand.

Just like the physical components involved in a DSL network (e.g. the access network), the network management system is an fundamental part of this type of networks. One of the aspect of the network management is the performance management that provides means to evaluate and report upon the behavior of telecommunication equipment and the effectiveness of the network or of its elements. Its role is to gather statistical data for the purpose of monitoring and correcting the behaviour and the effectiveness of the network (and of its elements).
The second part of the thesis is devoted to this aspect of DSL network management, and will underline the difficulties linked to it, through the presentation of the development of an application dedicated to the performance management.

Glossaire

2B1Q	Code en ligne (technique de modulation) deux éléments binaires un symbole quaternaire (*two binary one quaternary line code*)
ADSL	Ligne d'abonné numérique asymétrique (*asymmetric digital subscriber line*)
ADU	Unité de données d'application (*application data unit*)
AMI	Inversion de marque alternée (*alternate mark inversion*); codage de ligne utilisé par T1
ANSI	Institut national américain de normalisation (*american national standards institute*)
ATM	Mode de transfert asynchrone (*asynchronous transfer mode*)
ATU	Unité d'émission–réception ADSL (*ADSL transceiver unit*)
AWG	American wire gauge
AWS	Station de travail de l'asam (*Asam workstation*)
BRI	Accès de base (*basic rate interface*)
CAP	Modulation d'amplitude et de phase sans porteuse (*carrierless amplitude/phase modulation*)
CPE	Équipement local d'abonné (*customer premises equipment*)
CO	Central (*central office*)
CRC	Contrôle de redondance cyclique (*cyclic redundancy check*)
CSU	*Channel Service Unit* :dispositif permettant de connecter un équipement de l'utilisateur à une ligne téléphonique digitale locale, en protégeant la ligne et en régénérant le signal)
DCE	Équipement de transmission de données (*data communication equipment*)
DMT	Modulation multitonalité discrète (*discrete multitone*)
DSL	Ligne d'abonné numérique (*digital subscriber line*)
DSLAM	Multiplexeur d'accès DSL (*DSL access multiplexer*)
E–1	Système de transmission à 2,048 Mbit/s (*2.048 Mbit/s transmission system*)
ETSI	Institut européen de normalisation des télécommunications (*european telecommunication standards institute*)
FDM	Multiplexage fréquentiel (*frequency–division multiplexing*)
FEC	Correction d'erreur directe (*forward error correction*)
FEXT	Télédiaphonie (*far–end crosstalk*)
FTTC	Fibre jusqu'au point de concentration (*fiber to the curb*)
FTTH	Fibre jusqu'au domicile (*fiber to the home*)
FTTN	Fibre jusqu'au voisinage (*fiber to the neighbourhood)*
HDSL	Ligne d'abonné numérique à grand débit (*high speed digital subscriber line*)
HDSL2	Ligne d'abonné numérique à grand débit (monopaire), Norme ANSI de la deuxième génération de ligne HDSL (*high bit–rate digital subscriber line (single pair), ANSI standard for second generation HDSL*)
HEC	Contrôle d'erreur d'en–tête (*header error control*)
HFC	Système hybride de fibre optique/câble coaxial (*hybrid fiber coax*)
IBPT	Institut belge des postes et télécommunications

ISP	Fournisseur de services Internet (*internet service provider*)
ITU	Union internationale des télécommunications (*international telecommunication union*)
LAN	Réseau local d'entreprise (*local area network*)
LOS	Défaut de perte de signal (*loss of signal*)
LT	Terminaison de ligne (*line termination*)
MDF	Répartiteur principal (*main distribution frame*)
MIB	Base (de données) d'informations d'administration (*management information base*)
MPEG	Motion picture experts group, format de compression vidéo
MUX	Multiplexeur (*multiplexor*)
NEXT	Paradiaphonie (*near–end crosstalk*)
NID	Dispositif interface réseau (*network interface device*)
NMS	Système de gestion de réseau (*network management system*)
NNI	Interface de noeud de réseau (*network node interface*)
NT	Terminaison de réseau (*network termination*)
NTU	Unité terminale de réseau (*network termination unit*)
OAM	Exploitation, administration et maintenance (*operation administration and maintenance*)
PAM	Code en ligne à modulation d'amplitude (*pulse amplitude modulation*)
P(A)BX	Autocommutateur privé (automatique) (*private (automatic) branch exchange*)
PM	Gestion des performances (*performance management*)
POTS	Service téléphonique ordinaire (*plain old telephone system*)
PPar	Paramètre de performance (*performance parameter*)
PPoint	Point de performance (*performance point*)
PPP	Protocole point à point (*point–to–point protocol*)
PRI	Accès primaire (*primary rate interface*)
PSTN	Réseau téléphonique commuté public (*plain switched telephone network*)
QAM	Modulation d'amplitude en quadrature (*quadrature amplitude modulation*)
RNIS	Réseau numérique à intégration de services
RTCP	Réseau téléphonique commuté public
SDH	Hiérarchie numérique synchrone (*synchronous digital hierarchy*)
SDSL	Ligne d'abonné numérique symétrique, sera remplacée par le SHDSL (*symmetrical digital subscriber line*)
SHDSL	Ligne d'abonné numérique à haut débit à une paire (*single–pair high speed digital subscriber line*)
SLA	Service level agreement, accord sur une qualité de service, sous contrainte de pénalités financières
SNMP	Protocole simple d'administration de réseaux (*Simple Network Management Protocol*)
SNR	Rapport signal/bruit (*signal–to–noise ratio*)
T–1	Système de transmission 1,544 Mbit/s (*1.544 Mbit/s transmission system*)
TC–PAM	Trellis coded pulse amplitude modulation

TDM	Multiplexage temporel (*time division multiplexing*)
TMN	Réseau de gestion des télécommunications (*telecommunication management network*)
UNI	Interface de réseau d'utilisateur (*user network interface*)
URL	Identificateur uniforme de ressources (*universal resource locator*)
VDSL	Ligne d'abonné numérique à très grand débit (*very high rate digital subscriber line*)
VOD	Vidéo à la demande (*video on demand*)
VPN	Réseau privé virtuel (*virtual private network*)
WAN	Réseau longue distance (*wide area network*)
WDM	Multiplexage par répartition en longueur d'ondes (*wavelength division multiplexing*)
WWW	World wide web

Introduction

Pour les opérateurs en télécommunication, la vie fut belle pendant des années : revenus importants, évolution du trafic téléphonique maîtrisée et donc prévisible. Les choses ont pourtant changé dans les années 90 avec l'incroyable essor qu'a pu connaître Internet et le World Wide Web, ce qui a eu pour conséquence de bouleverser ces opérateurs et tout le secteur des télécommunications .

Cette explosion d'Internet s'est cependant accompagnée d'un mécontentement de ses utilisateurs suscité par les faibles débits offerts. Comme de plus en plus de lignes téléphoniques sont utilisées pour de longues communications de données, les artères de transmission sont tellement occupées que certains appels/connexions ne peuvent être établis. Le niveau de service en est alors automatiquement dégradé et les opérateurs ne peuvent qu'ajouter de nouveaux liens et circuits pour désengorger le réseau.

Le **CHAPITRE 1** va évoquer cette problématique de saturation du RTCP. Avant cela, il va brosser rapidement l'historique du développement du réseau téléphonique commuté public (RTCP), passant du tout analogique au tout numérique, en introduisant la question de l'extension de la technologie numérique à la boucle locale.

Cette extension a été étudiée dès les années 70. Cela a abouti à la construction d'un nouveau système téléphonique à commutation de circuits, fondé sur la transmission numérique intégrale. Ce système sera appelé le RNIS (réseau numérique à intégration de services) que l'on peut qualifier de "mère" des technologies de transmission numérique . Son principal objectif est d'intégrer tous les types de services possibles sur un réseau entièrement numérique. Le RNIS répond–il pour autant aux besoins du marché? Ce même chapitre nous l'apprendra.

Pour répondre à des demandes sans cesse croissantes de largeur de bande en vue de l'accès au web, de nouvelles technologies apparaissent ou se perfectionnent constamment. Parmi celles–ci, les techniques xDSL sont particulièrement mises en lumière : de nouvelles offres sont formulées régulièrement par tel ou tel opérateur, principalement pour les particuliers, mais aussi à destination des entreprises. Le **CHAPITRE 2** se propose ainsi de dresser les principes de base de ces technologies en soulignant le fait que pour atteindre cet objectif majeur d'accroissement des débits, elles doivent lutter contre les limitations liées au médium constituant la boucle locale .

Pourquoi les techniques xDSL sont–elles soudainement apparues comme étant potentiellement les plus prometteuses des solutions techniques d'accès à large bande, à la fois pour les utilisateurs privés et pour les utilisateurs professionnels? Ce mémoire va tenter notamment de répondre à cette question tant du point de vue technique que du point de vue du marché (**CHAPITRES 3 et 4**).

La mise en oeuvre de telles solutions large bande fait appel à un traitement de signal numérique et analogique particulièrement complexe fondé sur des nouvelles technologies . Le **CHAPITRE 3** va ainsi décrire de façon simplifiée les fonctionnalités complexes d'une catégorie de systèmes xDSL, à savoir le xDSL asymétrique, typiquement représenté par l'ADSL. La connaissance des fonctions de base peut ainsi être utile pour le choix d'un système, pour la compréhension de ses conditions de travail et de ses limites.

Le **CHAPITRE 4** va quant à lui s'intéresser de plus près au monde des entreprises et à leurs besoins. Il va ainsi présenter la seconde catégorie de services DSL, le xDSL symétrique, en montrant l'intérêt de tels services par rapport aux lignes traditionnelles E1/T1. Ce chapitre comportera ainsi quelques scénarios montrant dans l'absolu à partir de quand une solution symétrique est plus intéressante qu'une solution asymétrique.

L'apparition des technologies xDSL nécessite une redéfinition (au moins partielle) du réseau d'accès. Celui–ci n'est pas épargné par les problèmes communs à tous les autres réseaux, comme la nécessité, pour l'opérateur, de garantir un service de qualité raisonnable à ses différents clients .

Il sera donc nécessaire de gérer ce réseau en tenant compte de ses spécificités. Après avoir explicité et modélisé ce que nous entendons par la gestion de réseaux au sens large (**CHAPITRE 5**), nous nous concentrerons sur la gestion de réseaux xDSL. Ainsi, un des éléments les plus importants d'un réseau xDSL sera son système de gestion. Dans le cadre de notre stage de fin d'études, nous avons passé 4 mois dans la société ALCATEL ETCA, à Charleroi, dans le département télécommunications, et avons été affectés au projet AWS (ASAM WorkStation) qui est chargé du développement du logiciel de gestion utilisé par les stations de gestion de réseaux ADSL. Un des aspects d'administration de ce système sera la gestion des performances. La tâche qui nous a ainsi été confiée durant ce stage a été d'étudier le module responsable de cette fonctionnalité, à savoir le module de gestion des performances (le "PM"), et de réfléchir à la possibilité de le faire évoluer au point de vue de la collecte, du stockage, du traitement et de la présentation des données de performances de multiplexeurs ADSL . Pratiquement , il nous a été demandé de "redessiner" l'architecture du PM et de matérialiser celle–ci en réalisant un prototype (du PM). Après une présentation des différents problèmes liés à cette gestion des données de performances, nous allons peu à peu présenter la réalisation de notre architecture.

Le **CHAPITRE 6** sera consacré à une analyse du problème lié à la réalisation de celle–ci, comprenant notamment l'analyse de la tâche de l'opérateur chargé de la gestion des performances . Cette analyse nous permettra d'en déduire ses différents besoins qui seront ensuite découpés en buts et sous–buts auxquels seront associés les tâches et sous–tâches correspondantes ainsi que les diagrammes de flux. Cette décomposition nous servira de base à l'implémentation de notre solution .

Le CHAPITRE 7 présente , outre les solutions que nous apportons à la collecte et au stockage des données de performance, l'architecture externe (présentation des interactions du PM avec les autres module de l'AWS) ainsi que l'architecture interne (les différents modules et leurs interactions constituant le PM) de notre solution.

Finalement, le **CHAPITRE 8** donnera au lecteur un aperçu de notre architecture sous la forme des interfaces utilisateur (accompagnée des justifications de conception) de notre prototype. Soulignons le fait que les chapitres 6, 7 et 8 ont été validés par ALCATEL ETCA.

Soulignons également dans cette introduction, que initialement, un volet économique aurait dû être abordé dans ce mémoire. En effet, notre stage s'est déroulé en 2 parties. Outre la période passée à Charleroi, nous devions passer deux mois chez Alcatel-Newbridge à Rennes. Nous ne sommes finalement resté qu'un petit mois où nous avons étudié les technologies xDSL spécifiquement destinées aux entreprises. La partie économique qui devait être abordée devait consister en un modèle économique permettant à une société de type PME de choisir quelle technologie d'accès concordait le mieux avec ses besoins et son budget. Cela nous a été impossible, faute d'inputs et de temps. Néanmoins, nous effectuerons dans l'**ANNEXE 2** une étude de cas d'une ASBL Wallonne étudiant la possibilité de passer à une solution xDSL . Cet annexe nous donnera un bref aperçu des opportunités économiques de telles solutions.

Un problème récemment identifié est le besoin de spécifier la compatibilité spectrale entre différents systèmes xDSL déployés dans la même gaine de câbles et utilisés par divers opérateurs. L'**ANNEXE 1** (qu'il faut lire en relation avec le CHAPITRE 2) va illustrer ce problème en prenant le cas concret du déploiement de l'ADSL.

La fin du mémoire (**ANNEXE 3**) donnera au lecteur, en guise d'information, une description très brève des principales classes et principaux objets utilisés dans la conception du prototype.

Partie 1:

Réseaux xDSL

Chapitre 1:

Évolution de la transmission de données sur la boucle locale

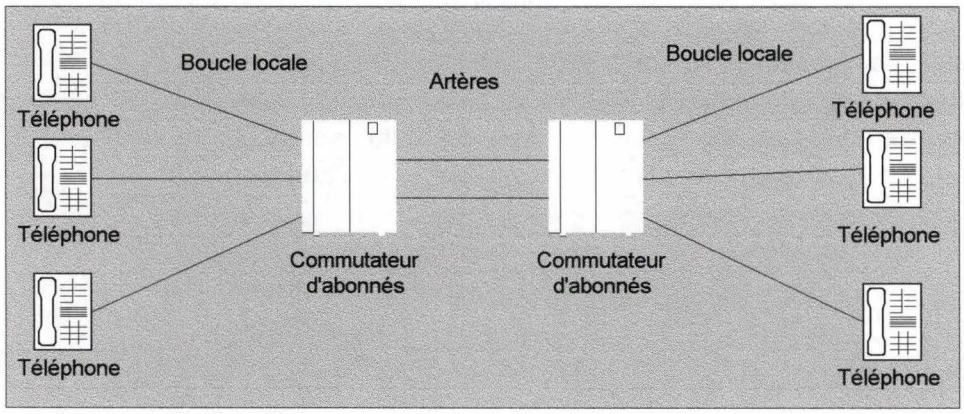
Plan du chapitre 1:

1.1 Le réseau téléphonique commuté public (RTCP)[1]

Dans le monde des télécommunications, 2 types de réseaux peuvent être distingués : les réseaux dédiés à la voix ainsi que les réseaux dédiés aux données.

Le réseau téléphonique commuté public (ou encore le RTCP) que nous connaissons fut conçu bien évidemment pour le transport de la voix. Depuis ces début il y a de cela plus de 120 ans, celui-ci a subi de nombreuses modifications et modernisations que ce soient au niveau des infrastructures ou au niveau des technologies de transmission.
Pour rappel, au début de son histoire, les lignes téléphoniques étaient connectées entre elles par des ***commutateurs*** analogiques, ceux-ci étant reliés entre eux par des liens constitués de circuits analogiques appelés ***artères de transmission*** .
Quant aux téléphones analogiques, ils étaient, et sont toujours, connectés aux commutateurs d'abonnés par une simple paire de câbles en cuivre torsadés (la "fameuse" ***paire torsadée)***, appelée la ***boucle locale*** analogique.

Figure: Structure schématique du RTCP



Le commutateur d'abonnés permet de maintenir et de relâcher les appels entre 2 terminaux . Il assure donc la connexion de la boucle locale avec les artères de transmission et gère toute la signalisation indispensable à la gestion des appels. Notons (cela est important, comme nous le verrons par la suite) que le nombre de communications possibles sur les artères de transmission, à un moment donné, est nettement inférieur au nombre total d'abonnés car le dimensionnement des artères s'appuie sur le fait que l'ensemble des abonnés ne téléphone jamais au même moment.

Le réseau téléphonique est dit "commuté",c'est à dire que les noeuds du réseau (les commutateurs) établissent, grâce à un circuit, une connexion de bout en bout entre un abonné source et un abonné destination et ce, jusqu'à ce que la communication soit interrompue.

Le réseau téléphonique est ainsi resté analogique de bout en bout pendant de très nombreuses années. Cela signifie donc que les signaux transmis sur la boucle locale, sur les artères de transmission et à travers les commutateurs étaient analogiques.
La qualité de service offerte aux abonnés étant une préoccupation des opérateurs de télécommunication, ces derniers ont été obligés d'améliorer cette qualité de service pour répondre notamment aux exigences de leurs abonnés. En effet, la qualité de la voix, composante majeure de la

1 **Sources: [GORALSKI 2000], [TANENBAUM 96]**

qualité de service, dépend essentiellement de la qualité du signal électrique qui est transmis à travers le RTCP. Or, les systèmes analogiques sont très sensibles aux perturbations. Ainsi des bruits parasites peuvent être joints à la voix et certaines fréquences peuvent être fortement atténuées.
Il fallait trouver un moyen d'améliorer la qualité de la voix qui est, pour rappel, une information analogique, transmise dans le RTCP. C'est ce que parvint à faire un ingénieur britannique, peu avant la seconde guerre mondiale. En effet, celui-ci inventa une méthode de numérisation de la voix.

Après la seconde guerre mondiale, la numérisation des commutateurs d'abonnés et des centres de transit a débuté. Bien que la numérisation ait été inventée à l'origine pour la boucle locale, elle fut surtout employée pour les artères de transmission. En effet, ces dernières peuvent être très longues et supporter de multiples connexions en même temps et ce, via du ***multiplexage***.

Le ***multiplexage*** permet d'accroître la bande passante utile d'un support donné.
Le multiplexage de signaux analogique utilise la méthode ***FDM*** (multiplexage fréquentiel). Cette méthode consiste à diviser la bande de fréquence disponible en plusieurs intervalles fréquentiels, chacun étant appelé un canal. Ainsi une paire de cuivre ayant une bande passante de 48 kHz pourra supporter 12 canaux voix de 4 kHz.(pour être précis, on devrait dire 12 canaux voix dans un sens car un circuit voix est généralement supporté par 2 canaux, un pour chaque sens de la communication).

A l'arrivée de la numérisation du RTCP, ce type de multiplexage s'est révélé inadapté, au contraire du multiplexage temporel (***TDM***). Celui-ci consiste à allouer à une communication toute la bande passante disponible et ce, pendant un court intervalle de temps fixé. Durant cet intervalle, un flux numérique de bits est transmis sur le médium.

Dès lors, dès que la numérisation de la voix fut possible et rentable, le multiplexage temporel s'est imposé dans le coeur du réseau RTCP permettant ainsi de bénéficier de tous les avantages d'une transmission numérique (par exemple augmenter la capacité des artères de transmission, sans pour autant devoir ajouter de nouveaux liens).
Les années passant, on a vu apparaître de nouveaux média de transmission de données numériques. En particulier, la transmission par fibres optiques existe actuellement dans pratiquement tous les backbones des compagnies téléphoniques. L'utilisation de la fibre optique améliore la qualité des services, accroît la capacité du trafic qui peut être supporté dans le backbone, et réduit les dépenses opérationnelles des opérateurs du réseau.

Malheureusement, la boucle locale n'a pas été concernée par cette vague de numérisation du réseau téléphonique. En effet, cela aurait coûté trop cher d'installer des équipements numériques au domicile de chaque abonné (sans parler du coût qu'aurait occasionné l'installation de fibres optiques en lieu et place de la paire torsadée classique).

En résumé, on peut dire que le RTCP comprend 3 composantes majeures :

* La boucle locale (paires torsadées -> transmission analogique).
* Les artères de communication internes au réseau (fibres optiques, câbles haut-débit -> transmission numérique).
* Les centres de commutation (centres réunissant plusieurs commutateurs d'abonnés). -> ils seront référencés dans la suite par la notation CO (pour Central Office).

1.2 Le transfert de données via le RTCP[2]

Pour commencer, il est nécessaire de fixer une notion qui reviendra bien souvent par la suite et qui a empêché, dans un premier temps , d'avoir des débits de données plus ou moins important au niveau de la boucle locale : ***la bande passante du RTCP*** (au niveau de la boucle locale).

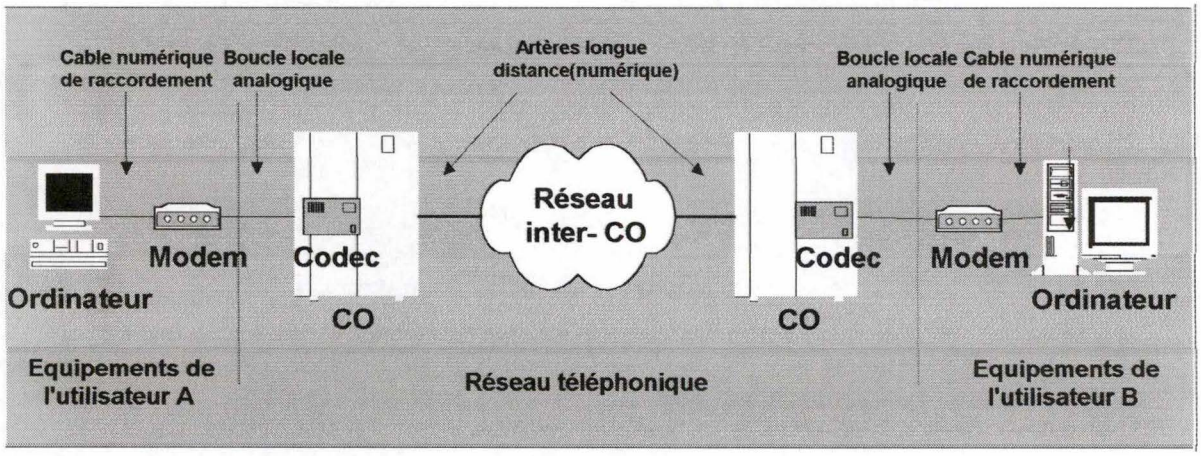
Pour rappel, le RTCP fut construit à la base pour le transport de la voix, ce qu'il fait extrêmement bien. La bande passante effective de celui-ci a été volontairement limitée à l'intervalle de fréquence [300 Hz, 3400 Hz]. (en réalité la bande passante réservée à la voix occupe un intervalle de 4 kHz). Aucune fréquence en dehors de cet intervalle ne sera transmise à l'autre extrémité de la ligne téléphonique. Le choix de cette bande de fréquences n'est pas le fruit du hasard. En effet, 80 % de la puissance de la voix humaine est comprise dans cette intervalle. Son extension à des fréquences plus élevées n'aurait que des effets minimes sur le résultat perçu. Cette limitation permet ainsi d'améliorer la transmission des signaux sur de longues lignes.

Lorsque l'on veut utiliser le RTCP pour transporter des données numériques, sachant que celles-ci vont d'abord devoir transiter sur la boucle locale, il sera nécessaire de les convertir en signaux analogiques. Cette fonction est réalisée par un ***modem***. Ensuite les signaux analogiques sont à nouveaux convertis en signaux binaires au niveau du CO, et ce, via un équipement particulier appelé ***codec***, avant d'être transmis sur les artères longue distance du RTCP qui, comme nous l'avons vu, sont entièrement numérisées.

A l'extrémité du RTCP, sur la boucle locale du destinataire, l'opération inverse devra être effectuée pour remettre sous forme binaire, à l'ordinateur destinataire, les signaux analogiques qui lui parviennent. C'est de nouveau le modem qui sera responsable de cette opération.

Le modem et le codec sont donc des équipements de conversion analogique/numérique et numérique/ analogique. Ils n'ont aucun point commun et reposent sur des principes différents.

Ci-dessous, la liaison de 2 ordinateurs au travers du RTCP. Chacun doit disposer d'un modem pour se raccorder sur la boucle locale. De même, chaque CO doit disposer d'un codec.



2 **Sources : [GORALSKI 2000], [TANENBAUM 96],**

1.2.1 Le modem analogique[3]

En parlant des équipements, il est peu être bon de s'intéresser un peu plus en profondeur au modem. Le modem est, comme on l'a dit, un équipement de conversion analogique/numérique et vice-versa. Un signal analogique est un signal qui varie de façon continue dans le temps (ex: un signal sinusoïdal) . Hélas, le signal émis par l'émetteur sur un média de transmission n'arrive jamais sans connaître des dégradations. En effet les média ne sont pas parfaits, et, en cours de transmission , des perturbations plus ou moins importantes vont affecter le signal utile et en altérer les caractéristiques. L'information extraite du signal reçu s'en trouve ainsi dégradée et peut conduire à des erreurs.

La perturbation des signaux dépendra étroitement de leur fréquence, d'où les difficultés pour transmettre des signaux ayant un large spectre de fréquences sur un média à faible bande passante. C'est notamment le cas des signaux numériques qui ont une forme rectangulaire. Ils risquent en effet d'être sujet à des atténuations et des distorsions temporelles importantes. C'est pourquoi la transmission des signaux numériques sur la boucle locale téléphonique, dont la bande passante est limitée ne peut se faire dans de bonnes conditions de qualité et de performance.

Pour pallier cette difficulté, on préfère transmettre un signal sinusoïdal que l'on appelle ***signal porteur*** (ou porteuse) et utiliser une technique de ***modulation*** pour assurer l'acheminement dans le RTCP des signaux numériques.

> **La modulation** consiste à modifier(moduler) un ou plusieurs paramètres de la porteuse (par ex. son amplitude, sa fréquence...) en fonction du rythme des signaux à transmettre.

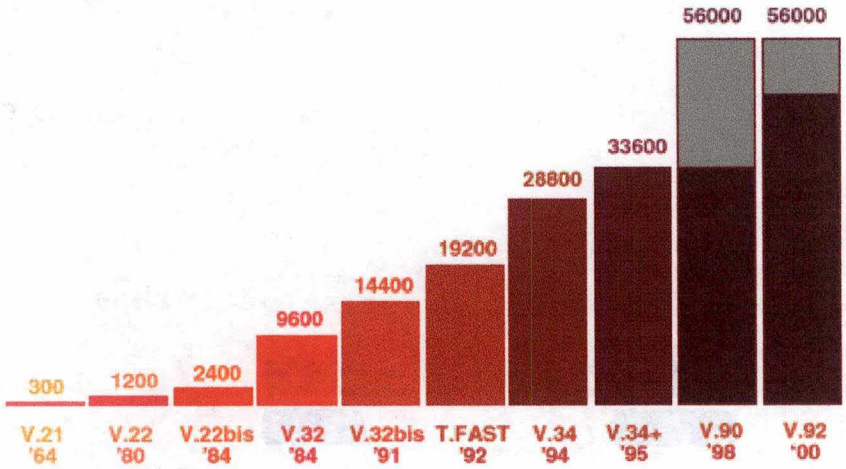
Pour atteindre des débits binaires élevés, il n'est pas possible d'agir uniquement sur l'augmentation de la rapidité de modulation étant donné les limites de bande passante . Cela est vrai pour une technique de modulation simple (càd que une action de modulation correspond à un bit transmis (soit un bit par baud, ou le baud correspond au nombre de changement d'états par seconde du signal électrique)). Les recherches entreprises en vue d'offrir des débits binaires plus élevés ont conduit à définir de nouvelles techniques faisant correspondre plus d'un bit par action de modulation. C'est ce que font les modems actuels en mixant plusieurs formes de modulation(par ex modulation de phase et de fréquence).
La moindre perturbations d'amplitude ou de phase peut être source d'erreurs et entraîner par exemple des bits erronés. Pour réduire la probabilité d'erreurs, la plupart des modems ajoutent des bits de parité permettant d'effectuer un contrôle d'erreurs.
En outre, combinés à ces mécanismes, de nombreux modems à haute vitesse intègrent également des mécanismes de compression des donnés. Cela permet d'améliorer les performances du modem et la qualité des informations reçues.

- La vraie histoire des modems analogiques débuta en 1964 lorsque l'ITU en publia une première recommandation. Celle-ci, connue sous le nom de V.21 établissait un standard international pour des modems à 300 bit/s. Une avancée majeure fut effectuée en 1984 avec l'arrivée de la norme V.32 qui introduisait la correction d'erreurs et permettait des débits de 9600 bit/s.
  Le débit des modems augmenta peu à peu au fil du temps pour atteindre, en 1992, 56 kbps dans le sens descendant et des débits montant allant jusqu'à 33.6 kbps et 48 kbps .
  (Cette différence est due au fait que la conversion numérique/analogique introduit du bruit de quantification). Des prix attractifs et une compatibilité avec la plupart des lignes téléphoniques en ont fait la technologie de communication de choix pour les PC individuels.

3 **Sources: [GORALSKI 2000], [TANENBAUM 96], [TELINDUS 2000]**

Rem: l'astuce pour avoir plus de bande passante consiste à coupler 2 modems 56K ensemble. Bien entendu, 2 lignes téléphoniques sont nécessaires et il faudra trouver un ISP capable de supporter cette méthode.

Évolution de débit des modems analogiques



Source: [TELINDUS 2000]

1.2.2 Le RNIS (réseau numérique à intégration de services)[4]

La numérisation des artères de transmission n'a pas eu d'effets très significatifs sur la qualité de la voix car la boucle locale est restée analogique. Elle a cependant permis d'améliorer la qualité vocale sur les appels longue distance. Dans les années 70, cette qualité de la voix commença à devenir un sujet préoccupant pour les opérateurs de télécommunications. En outre, jusque là, la diffusion de l'information se faisait sous forme uniquement analogique. Les canaux étaient alors très spécifiques: le téléphone véhiculait la voix, la radio les sons, la télévision les images. Chaque canal était régi par des règles qui lui étaient propres, dans le cadre de monopoles définis par le législateur.

Mais à l'âge où la numérisation de l'information progresse, la notion de canal spécifique s'efface . Demain on transportera des bits sans savoir s'ils représentent du texte, des images, du sons, des vidéos. L'extension de la technologie numérique à la boucle locale a donc été étudiée à cet époque Cela a abouti à la construction d'un nouveau système téléphonique à commutation de circuits, fondé sur la transmission numérique intégrale. Ce nouveau système sera appelé Réseau Numérique à intégration de services ou **RNIS** (**ISDN** en Anglais). Son principal objectif est d'intégrer tous les types de services possibles sur un réseau entièrement numérique. Aucune information analogique n'est donc transmise dans un réseau RNIS.

Le protocole RNIS prévoit que les données transitent dans des "canaux" et que plusieurs canaux fonctionnent simultanément sur la même ligne téléphonique. Il existe 2 types de canaux :

* ***Le canal B***: utilisé pour la transmission des données numériques,fonctionnant par commutation de circuits, à 64 kbps .

* ***Le canal D*** :utilisé pour la signalisation(ex: l'établissement de la communication), fonctionnant par commutation de paquets à 16 ou 64 kbps .

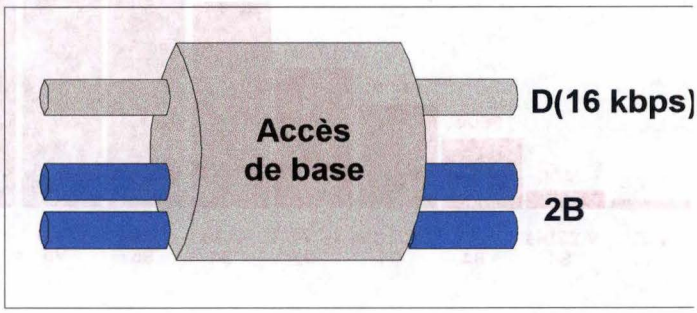
---

4 Sources: [EICON 2000], [GORALSKI 2000], [SOHM J.C 98], [TANENBAUM 96]

Ces canaux sont "full duplex", c'est à dire que le trafic peut s'effectuer simultanément dans les 2 sens, comme pour une ligne téléphonique analogique. En outre, comme c'est une liaison numérique, tout type de trafic numérique (téléphonique, audio,vidéo,informatique) peut y transiter. Notons que les canaux B peuvent être utilisés séparément, ou réunis à plusieurs pour créer une liaison à un multiple de 64 kbps.

Il existe deux modes d'accès au RNIS:

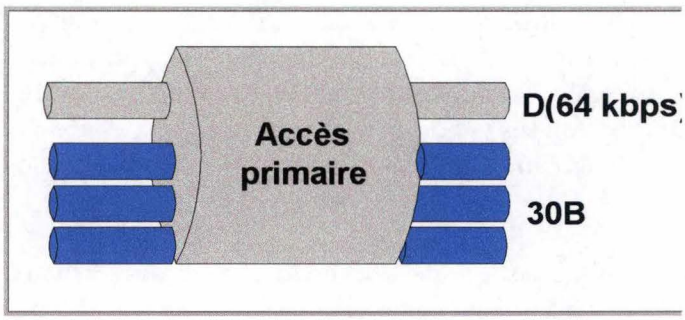
* **L'*accès de base*** (Basic Rate Interface=BRI):comprend 2 canaux B et un canal D. On l'appelle aussi connexion 2B+D. Il se contente d'une ligne téléphonique ordinaire.



Cet accès est destiné plus particulièrement au grand public.

L' utilisateur a le choix entre 4 configurations possibles:
- Soit un canal pour la voix et un pour les données(de 64 kbps chacun)
- 2 canaux pour la voix(de 64 kbps chacun)
- 2 canaux de données (de 64 kbps chacun)
- 1 canal de donnée de 128 kbps (combinaison des 2 canaux B).

* **L'*accès primaire*** (Primary Rate Interface=PRI): il est définit de manière différente suivant les pays. Il requiert une ligne téléphonique spécialisée.
  - Aux USA et au Japon: 23 canaux B et un canal D(à 64 kbps) . Il nécessite une ligne T1.
  - En Europe:30 canaux B et un canal D(à 16 kbps). Il nécessite une ligne E1.
  Cet accès sera plutôt destiné aux entreprises.



A noter qu'avec cette solution, la bande passante peut être allouée dynamiquement, en fonction des besoins des applications actives.

1.2.2.1 La vitesse de modulation du signal

On se rappelle que la bande passante d'une ligne téléphonique, pour les besoins du téléphone, est limitée volontairement (via des filtres) à 4 kHz. Or, la bande passante réelle d'une ligne classique est souvent supérieure au MHz: cela signifie que l'on peut transmettre sur cette ligne un signal sinusoïdal

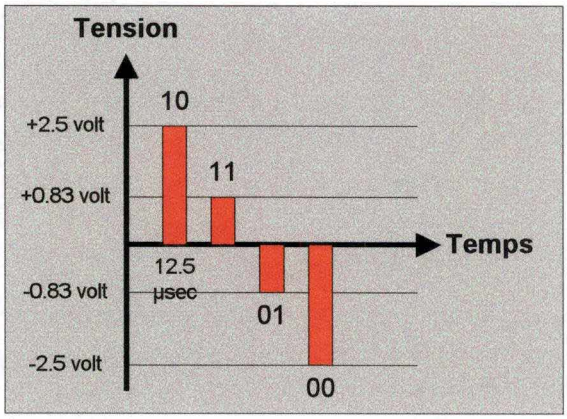
de fréquence 1 MHz sans qu'il ne soit totalement absorbé par la capacité de la ligne.
Il en résulte qu'on peut faire circuler sur cette ligne des impulsions à une fréquence 10 fois moindre sans que ces impulsions ne soient trop déformées pour être irrécupérables. C'est le principe du RNIS. Si chaque impulsion représente un bit (le schéma le plus simple), on peut donc faire circuler l'information à 100 kbps . Il n'y a donc pas d'obstacle à ce que le téléphone devienne numérique chez une majorité d'usagers, et même à ce que l'on transmette d'autres types d'informations que la voix .

Dès lors, pour numériser la boucle locale:

-> Il faut d'abord faire un ***choix de la fréquence de répétition des impulsions***: celle-ci a été fixée à 80 kHz.(la durée d'une impulsions est donc de 10^6 /80.000=12,5µsec).

->Il faut ensuite décider de la manière dont chaque impulsion transporte l'information, c'est à dire faire un choix de la modulation à utiliser. Celle qui a été retenue est la modulation **2B1Q**(2 binary 1 quaternary) qui fonctionne sur 4 niveaux de tension (de -2.5 V à +2.5 V). A chacun de ces 4 niveaux on associe l'un des nombres binaires suivant: 00, 01, 10 et 11. Une impulsion pourra ainsi transporter 2 bits. (2 bits/baud)

La figure ci-dessous montre la modulation 2B1Q utilisée par le RNIS.



Le débit brut du RNIS sera donc de 80(kHz)* 2 (bits)= **160 kbps** .

Ce débit va se répartir comme suit: - 2 canaux B, soit 128 kbps
- 1 canal D de 16 kbps
- Des bits de contrôle

A noter que le RNIS a été développé pour fonctionner idéalement sur une paire de câbles de 0,5 mm de diamètre sur une distance maximale de 5,5 km.

1.2.2.2 Le transport des données

Lorsqu'il est utilisé pour la transmission de données numériques, le RNIS est bien évidemment plus efficace que les meilleurs modems classiques (les"56 K "). En groupant les 2 canaux B d'un même accès de base (128 kbps), on obtient un rapport de vitesses supérieur à 2,2 . En pratique, ce rapport est même plus élevé, et ce, principalement pour 2 raisons :

1) Selon AT & T, la transmission analogique génère en moyenne 25% d'erreurs alors que la transmission numérique n'en produit pratiquement pas. Or chaque erreur est la cause d'une retransmission.

2) Lors d'une transmission par modems, la bande passante sert à la fois à la transmission de données et au dialogue entre les 2 ordinateurs distants, alors qu'avec le RNIS, ce dialogue passe par le canal D.

Remarque:
La voix n'est pas mieux traitée dans le RNIS qu'elle ne l'est dans le téléphone analogique. En effet, on élimine d'abord tout ce qui est en dehors de l'intervalle 300-3400 Hz, puis on échantillonne à 8Khz et on quantifie sur un octet seulement. Le signal obtenu requiert donc 8*8=64 kbps, soit la bande passante d'un canal B. Pourtant, n'importe quel usager dira que le son du téléphone numérique est de bien meilleure qualité : il n'y a ni craquements, ni "friture" sur la ligne, ni diaphonie (ici le mélange de voix appartenant à deux transmissions distinctes). Cela provient du traitement numérique du signal: ce que l'on restitue à l'arrivée est exactement ce que l'on a codé au départ, et les parasites analogiques sont éliminés d'office. Pour cette raison, la voix du correspondant paraît plus claire et plus nette qu'avec un téléphone classique.

On a donc une solution plus intéressante que les modems classiques.

Plusieurs raisons ont pourtant freiné le développement du RNIS pendant une dizaine d'années:

1)*Raison technique:*

A l'origine, les réseaux RNIS des différents pays (et même des divers états à l'intérieur des USA) n'étaient pas vraiment compatibles. La disparité des équipements rendait l'installation d'une connexion RNIS difficile.

2)*Raison économique* :

Qui dit transmission numérique dit équipements numériques. Par exemple, les téléphones traditionnels doivent être remplacés par des téléphones numérique (plus chers) ou être équipés d'un convertisseur analogique/numérique, ce qui bien évidemment ne peut qu'alourdir la facture de l'abonné. Un autre exemple : un fax numérique est au minimum dix fois plus cher qu'un fax analogique. En outre, les opérateurs de télécommunications pensaient que l'intégration de la voix et des données attirerait l'usager vers cette nouvelle technologie... et donc l'inciterait à payer plus cher. Mais elles ont placé la barre trop haut.

3)Raison culturelle:

Par nature, les opérateurs téléphoniques ont l'habitude de vendre de la communication téléphonique, pas de la transmission de données. De plus, jusqu'à une date récente, les opérateurs jouissaient d'un monopole les incitant à ne pas en faire plus que nécessaire vu l'absence de concurrence.
Les services commerciaux des compagnies de téléphone manquèrent d'agressivité et ne ciblèrent pas tout de suite les bons clients, à savoir les PME qui ont des données à transmettre et qui ne peuvent, comme les plus grandes sociétés, se permettre le luxe d'une liaison louée à plein temps.
Par rapport aux besoins du marché, le RNIS convient avant tout mieux à la transmission de volumes moyens de données numériques plutôt qu'à la téléphonie. Une conclusion que les compagnies téléphoniques habituées à vivre du monopole de transmission de la voix seule mirent du temps à accepter.

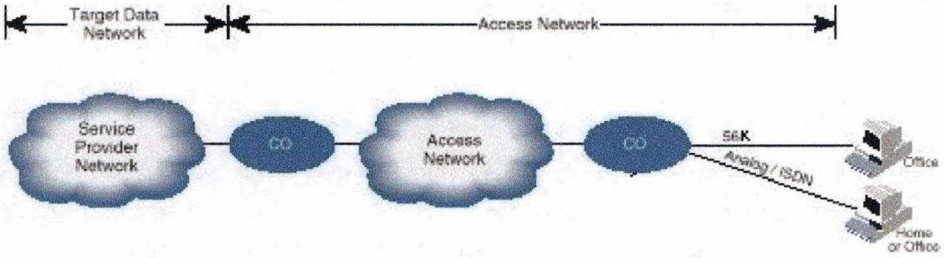
Ci-dessous un aperçu des accès Internet via RNIS (début 99).

Belgique	1,50%	***Italie***	2.9%
UK	2,00%	***Allemagne***	5,30%
France	4.3%	***Moyenne UE***	3.1%

Source: European Survey of Information Society (www.ispo.cec.be/esis/)

Commentaire: Malgré son existence relativement longue , le RNIS n'a pas vraiment obtenu le succès public et commercial auquel il était promis. La moyenne européenne est là pour en témoigner. Les pourcentages plus élevés de la France et de l'Allemagne s'explique surtout par le fait que les opérateurs historique de ces 2 pays ont essayer de favoriser cette technologie en offrant l'abonnement RNIS au même prix, ou presque, que le téléphone classique.

Voici dès lors, présenté ci-dessous, un réseau traditionnel téléphonique configuré pour transporter des données à bas-débit (jusqu'à 56 kbps) aussi bien que des donnés à plus haut-débit (ISDN->64 ou 128 kbps).



Source:The DSL Sourcebook - 3rd Edition (PARADYNE corporation) pg 4-1.

1.2.2.3 Confrontation du RNIS aux besoins du marché[5]

Comme on vient de le voir, le RNIS constitue une solution plus intéressante par rapport aux modems classiques. Il est en effet plus rapide et plus fiable que ce dernier. Mais répond-il pour autant aux besoins actuels en bande passante? Actuellement, pour le grand public une des demandes les plus importante pour de nouveaux services concerne le multimédia (et accessoirement la vidéo à la demande). Or, le débit d'un accès de base du RNIS actuel est très largement insuffisant pour répondre à cette demande, d'au moins 2 ordres de grandeur[6]. Heureusement, le RNIS peut toutefois être sauvé par l'accès à l'Internet ... (mais le xDSL débarque avec ses débits largement supérieurs)

Remarquons également qu'outre les débits limités (pour certaines applications) des liens BRI du RNIS, un autre problème est lié au fait que ce type de lien est toujours connecté au commutateur d'abonnés. En effet, la majorité des systèmes RNIS fonctionnent par commutation de circuits[7].
Or, les communications de données sont plus longues que les communications vocales , et comme les commutateurs et les artères de transmissions sont déjà surchargés, cela n'arrange pas le cas du RNIS (Sans parler du fait que la mise à niveau d'un commutateur à la "norme RNIS" est très onéreuse).

5 Par là nous entendons le marché des utilisateurs résidentiels.
6 Par exemple, les débit nécessaires pour les applications que sont la Vidéo sur demande (type MPEG1) et l'écoute on-line de CD en qualité stéréo (10 Hz-20 kHz) sont de respectivement 1-2 Mbps et 256 kbps.
7 Le RNIS peut aussi fonctionner par commutation de paquets.

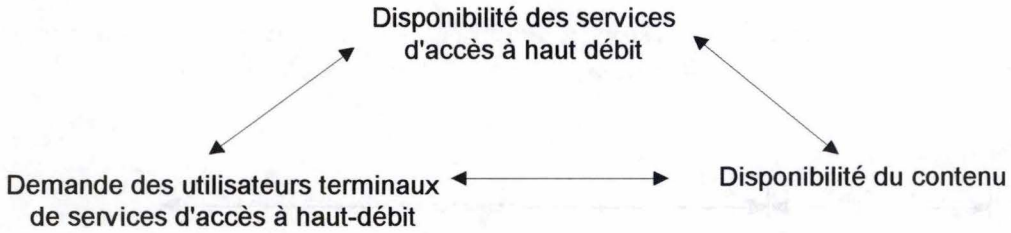
Avant d'aborder dans les chapitres qui suivront de nouvelles technologies qui permettent un accroissement du débit sur la boucle locale, évoquons 2 problèmes particuliers :

a- Celui de l'évolution de la demande de services d'accès à haut-débit.
b- Celui de la saturation du RTCP.

Ensuite nous verrons brièvement quelques applications Internet et leurs exigences en bande passante.

1.3 Évaluation de la demande de services d'accès à haut-débit[8]

On peut se demander quels sont les facteurs influençant la demande d'accès à haut débit:
Le modèle ci-dessous permet d'expliquer le phénomène:



Source: **[IBPT 2000]**

De toute évidence, il semble que la demande de tels services est stimulé par le développement du contenu. Celui-ci ne sera, et ne peut être, une activité lucrative que si le créateur du contenu peut atteindre une certaine masse critique d'utilisateurs terminaux. Hélas, lorsque les services fournissant l'accès à ce contenu sont de qualité insuffisante ou trop chers (le cas typique d'un fournisseur en situation de monopole), l'utilisateur final aura plus tendance à décrocher et il y a peu de chance que la masse critique nécessaire pour le créateur de contenu ne soit atteinte, ce qui va l'amener à abandonner le projet.

Autre constat évident: en l'absence de contenu, l'utilisateur terminal n'a plus nécessairement besoin de services d'accès à haut débit et refusera de payer inutilement pour celui-ci. L'opérateur d' accès doit donc être certain qu'un contenu suffisant (et susceptible d'intéresser un maximum d'abonnés) existe ou existera dans un avenir proche.

Quant à la qualité requise de la voie d'accès, elle dépendra à son tour de la nature du contenu qui est offert.

1.3.1 Indicateurs de la demande

Certaines tendances peuvent fournir une indication sur l'évolution possible de la demande. Parmi celles-ci, citons l'évolution du nombre de raccordements pour l'accès à Internet (en incluant les accès large bande).

8 **Sources: [IBPT 2000], [MIRAGE 2000], [WASHINGTON2000]**

Le tableau suivant nous montre l'évolution phénoménale du nombre de raccordement en Belgique

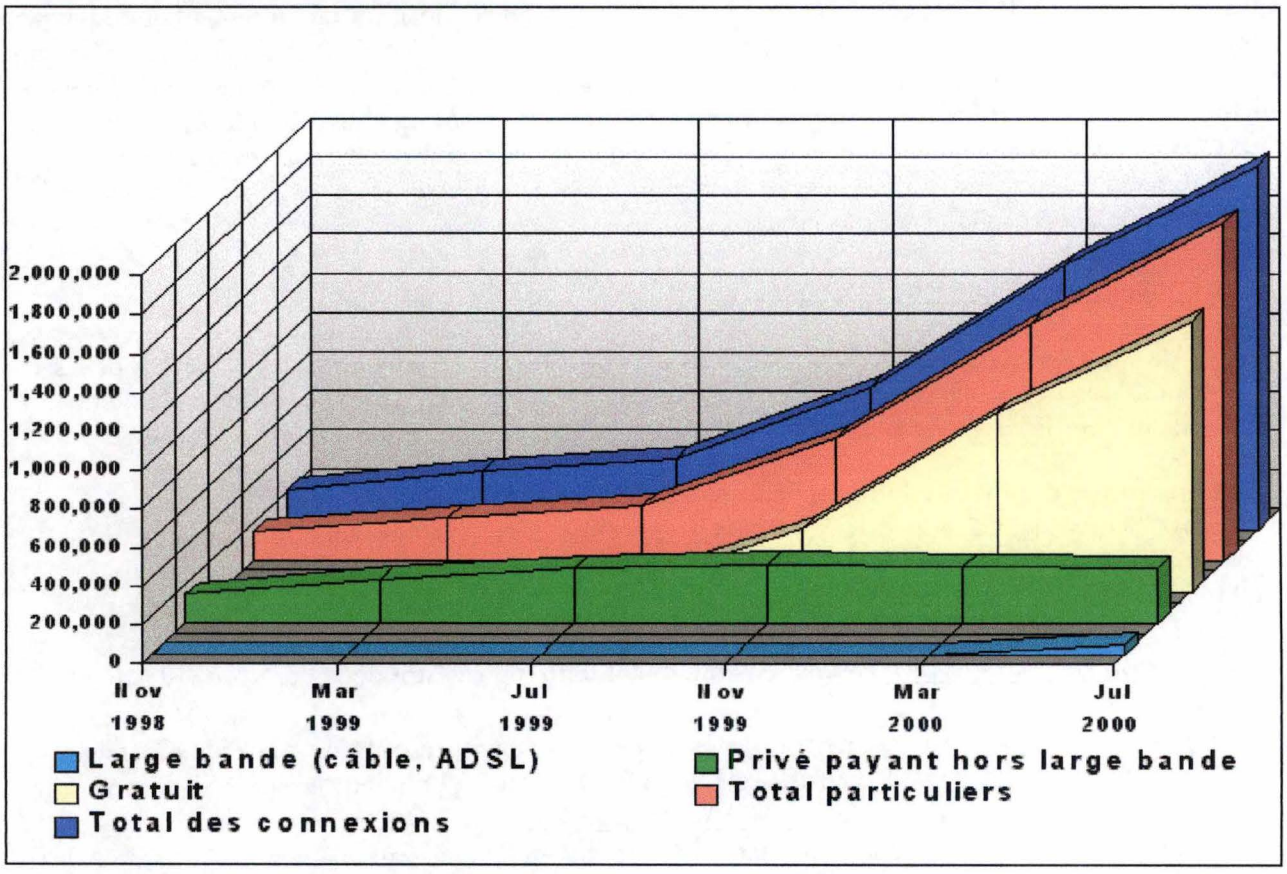
Type de raccordement	*30/11/98*	*30/11/99*	*31/07/00*	*Croissance*
Lignes individuelles:				
-Particuliers	151.168	639.803	1.736.483	1148 %
-Entreprises	52.305	85.597	119.814	229%
Raccordement réseau:				
-Lignes commutées	2.721	7.875	9.969	366%
-Lignes louées	1.083	1.559	2.750	253%
Total	207277	735303	1869016	901,00%

Source:ISPA(http://www.ispa.be) (juillet 2000)

Commentaires:

Cette croissance phénoménale ayant eu lieu entre décembre 1998 et juillet 2000 est due en grande partie à l'introduction d'abonnements gratuits de la parts des ISPs. Il faut remarquer que, parmi ce nombre d'abonnements gratuit à Internet, certains ne représentent pas toujours un internaute actif. En effet, au 31/07/2000, on dénombrait 863.805 abonnés inactifs.(un abonné est déclaré inactif s'il n'a pas effectué de connexion depuis deux mois). Malgré ce chiffre, la croissance du nombre de connexions parmi les particuliers est tout de même impressionnante avec une augmentation de 577%. Au niveau des entreprises, on arrive à une croissance d'environ 235%.

Ci-dessous un autre aperçu de l'évolution des utilisateurs particuliers(en Belgique)



Source:ISPA(http://www.ispa.be) (juillet 2000)

Notons également que durant les 5 dernières années, les indicateurs de performance de tous les

opérateurs publics de télécommunications en Europe se sont améliorés,souvent de manières significative. En effet, pendant cette période, le nombre total de lignes téléphonique (conventionnelle, mobile et RNIS) est passé de 190 à 277 millions. Le nombre de lignes fixes est passé de 46,7% à 49,2 % de parts de marché alors que la technologie RNIS passait de 0,4% à 3,1%.

	Fixed wire(%)	*Pcs (%)*	*Internet DNS domains(per 1000)*
Belgium	46,1	29	20
France	56,5	10,5	8
Germany	45,3	44	17
Italy	42,8	0,3	7
U.K	55,4	47,1	24
E.U average	49,2	27,7	17

Source:European Survey of information society (http://www.ispo.cec.be/csis/) (End 98)

En outre, à l'instar de la fusion de Time Warner et AOL, les activités des créateurs de contenu peuvent fournir une indication de la croissance attendue d'offres de services à haut débit. (secteurs des loisirs par exemple: industrie de la musique et du film...).

1.4 La saturation du RTCP [9]

Pour rappel, le RTCP fonctionne par commutation de circuits. Ainsi, un circuit(et sa bande passante) sera utilisé pour une communication pendant toute sa durée. Or, en moyenne, la durée d'un appel vocal est de l'ordre de 3 à 4 minutes. L'augmentation de cette durée va dégrader inévitablement le niveau de service. C'est précisément ce qui s'est passé dans les réseaux à l'arrivée d'Internet .
En effet, les communications de données diffèrent des communications vocales en 2 points :
-> La durée d'un appel de données est en moyenne 5 fois plus longue.
-> L'envoi de donnée s'effectue par rafales.

1.4.1 Explosion d'Internet

On peut sans aucune hésitation parler d'une explosion du phénomène Internet . Dans tous les pays développés, on assiste à une croissance exponentielle. Il est bien entendu difficile de donner des chiffres sûrs pour les données caractérisant Internet, principalement pour les raisons suivantes :

>La **fantastique explosion** d'Internet (en un an le nombre de micros raccordés n'évolue pas de quelques % mais de plusieurs dizaines de %). Le nombre d'internautes quant à lui croît de 10%... par mois et le trafic plus encore : 15% par mois.
>60 millions de personnes dans le monde avaient **accès à l'Internet** en juillet 96, elles étaient 90 millions en juillet 97 (Matrix Information Service www.mids.org) et 151 millions en janvier 1999 (NUA : http://nua.ie/survey), 380millions fin 2000 (dont 160 en Amérique du Nord, 105 en Europe et 90 en Asie).
>Le nombre d' "**hôtes**" (ordinateurs connectés en permanence au réseau) est passé de 8,2 millions en juillet 1995 à 16,7 un an plus tard, à 26,1 en juillet 1997 et 36,7 millions en juin 98 (source Network wizards www.nw.com/zone/WWW/top.html .)
>Un montant de transactions correspondant à des ventes en ligne estimées à 284 milliards de dollars en 2000 (dont 33 pour les particuliers) (Forrester Research).
Cette explosion d'Internet s'est cependant accompagné d'un mécontentement de ses utilisateurs suscité

9 **Sources: [GORALSKI 2000], [MIRAGE 2000]**

par les faibles débits offerts. Le problème est que les circuits du RTCP délivrent une bande passante limitée et que, par nature même des communications de données, le peu de bande passante disponible n'est pas utilisé de façon optimale, ou du moins efficace.
Comme de plus en plus de lignes sont utilisées pour de longues communications de données, les artères de transmission sont tellement occupées que certains appels ne peuvent être établis. Le niveau de service en est alors automatiquement dégradé et les opérateurs ne peuvent qu'ajouter de nouveaux liens et circuits pour désengorger le réseau. Ceci implique donc des dépenses non négligeables .

Il est clair que les nombreux problèmes de congestion des commutateurs et des artères de transmission du RTCP pourraient être résolus en identifiant les communications de données qui ont une durée généralement importante et en les redirigeant directement vers un réseau approprié.

Deux phénomènes, chacun très rapide, jouent en sens contraire : l'augmentation fulgurante du nombre d'internautes et le développement non moins spectaculaire de capacités nouvelles de transmission . La simple évolution technologique a permis sur 15 ans d'augmenter en moyenne la capacité des circuits de 60% par an, respectant ainsi remarquablement la loi de Moore du doublement tous les 18 mois(loi qui semble-t-il commence à ne plus être respectée, le doublement ayant tendance à se faire maintenant ... tous les 12 mois).

Jusqu'alors, protégés par le monopole, les opérateurs historiques se contentaient d'innover à leur rythme en prenant bien garde de ne pas cannibaliser leurs investissements... cette période calme est cependant révolue. Notons que la position de l'opérateur historique est compréhensible car il a d'importants sureffectifs à financer, mais les tarifs pratiqués vont à l'encontre de l'intérêt national en freinant les développements d' Internet dans notre pays.

1.4.2 Localisation des problèmes

Il convient de discerner aujourd'hui deux problèmes de nature très différentes :
>Les **réseaux d'autoroutes** interconnectés ou "backbones" (colonnes vertébrales) d'une part.
>Les **bretelles d'accès**, arborescences capillaires qui permettent aux usagers de rejoindre les réseaux d'autoroutes.

Les réseaux d'autoroutes

Comme on l'a vu , un des composants essentiels de ces réseaux est la fibre optique. Or on assiste à un effondrement des prix et une explosion des débits. La technologie optique a connu en 2000 une véritable révolution. Voici un bref historique:

- Au milieu des années 80:
  - Débit commercial maximum par une grosse artère : 140 Mbps
  - En laboratoire: débit testé pour une fibre, 10 000 Mbps, soit 10 Gigabit/s.
- Aujourd'hui: 10 Gigabit/s sur le terrain pour une paire de fibres et 2 640 000 Mbps en laboratoire (Fujitsu) (soit 2,6 térabit/s, 1 térabit=1 million de Mbps)
- Le WDM (Wavelength Division Multiplexing), qui est un "simple" multiplexage des longueurs d'onde (chaque longueur d'onde ou couleur est une voie de transmission indépendante) permet de multiplier par 32 la capacité de la fibre (10 gigabit/s par canal) soit 320 Gigabit/s par paire de fibre.

Par ailleurs aujourd'hui tout chantier de travaux publics "linéaire" (autoroute, égout, voie ferrée, pipe line, canal, ligne électrique,...) comporte la pose d'au moins un fourreau prêt à accueillir une fibre le moment venu, ce qui représente au niveau des grandes artères des potentiels considérables. On peut donc affirmer que les problèmes de goulot d'étranglement ne se situent pas à ce niveau du réseau.

Les "bretelles d'accès à l'autoroute

Elles constituent l'actuel goulot d'étranglement, mais les techniques sont prêtes. L'inertie dans ce domaine est beaucoup plus grande et, en l'absence d'actions très volontaristes des organes de régulation, les clients sont de facto prisonniers des opérateurs historiques.
Les technologies permettant les gros débits existent, mais elles sont extrêmement déstabilisatrices pour les opérateurs historiques.

=>On peut comparer la situation des internautes comme celle d'un propriétaire de Ferrari tournant en rond sur des routes de campagne, roulant au ralenti à la recherche de l'autoroute.

Rajoutons que les bretelles d'accès "rapides", les lignes louées, sont aujourd'hui hors de prix pour les particuliers et même pour la plupart des PME, malgré plusieurs baisses.

1.5 Applications Internet et leurs exigences de largeur de bande [10]

Généralement on va retrouver 3 catégories d'applications :

- ***Applications Real-time streaming:***

Dans ce type d'applications, il s'agit d'informations qui sont continuellement générées et qui doivent en même temps défiler à une vitesse prédéfinie (ex: audio,vidéo,animations...). Ces informations qui ont une composante de temps intrinsèque sont appelées **informations basées sur le temps**. Dès lors, les applications *Real-time streaming* devront fournir ces informations à l'utilisateur en temps réel, à une vitesse égale à la vitesse de défilement.

->Exigences de largeur de bande

Pour ce type d'application, les exigences peuvent être habituellement facilement déterminées vu qu'elles sont le résultat direct de la vitesse de génération naturelle des données de l'information basée sur le temps. Des données sont continuellement générées à un débit binaire variable(VBR) ou à un débit binaire constant(CBR).
Si l'on veut garantir la qualité de service de ces applications il faut prévoir pour ces applications une largeur de bande au moins égale à la génération naturelle des données. Il faudra réserver et allouer à l'avance la largeur de bande nécessaire.

Ci-dessous,quelques applications Real-Time streaming avec leurs exigences en bande passante.

Applications Real-Time streaming	*Downstream*
CD-qualité stéréo:10 Hz-20 kHz	256 kb/s
Pots,qualité vocale 3.1 kHz[11]	64 kb/s
HDTV	Environ 20 Mb/s
Vidéo sur demande,MPEG2	Environ 4-6 Mb/s
Vidéo sur demande,MPEG1	1-2 Mb/s

10 Sources: [IBPT 2000]
11 La bande passante nécessaire est la même que ce soit dans le sens descendant ou montant.

- ***Applications Real-time blok transfer:***

Il peut s'agir tant d'informations basées sur le temps que d'informations non basées sur le temps. Ces informations sont envoyées en bloc par l'application . L'application doit ensuite parvenir à livrer les blocs à l'utilisateur en temps réel.

->Exigences de largeur de bande

Dans ce type d'applications, les informations sont expédiées en blocs. L'application doit veiller à ce que ces blocs (appelés ADU->application data units) soient livrés en temps réel au destinataire. Chaque ADU s'inscrit donc dans un certain délai, appelé *exigences de ralentissement du bloc de données*(**Db**) . Pour que ce délai puisse être respecté, et que la qualité et la fluidité de l'application interactive puissent être préservées, une largeur de bande minimale est nécessaire. Cette largeur de bande (bw) est calculée à partir de la longueur de l'ADU(sa taille en bytes->B) et son Db associé:

$$bw = B/Db$$

Admettons que l'application peut envoyer les données à un même débit binaire C constant sur toutes les liaisons de la voie d'accès d'origine vers la destination, il suffit que C= bw . S'il est impossible d'envoyer les données à un même débit binaire sur toutes les liaisons, la date limite peut encore être respectée si la largeur de bande moyenne est supérieure ou égale à bw.

Ci-dessous,quelques applications Real-Time blok transfer avec leurs exigences

Application Real-time blok transfer	*Db*	*Bloc de données*	*Longueur ADU*	*bw*
Web browsing	100 ms	Objet typique du web	3 kbytes	240 Kb/s
	100 ms	Objet important du web	20 kbytes	1.6 Mb/s
File transfer	1 min	Application software	10 Mbytes	1.3 Mb/s
Jeux réseau	50 ms	Commandes	500 bytes	80 Kb/s
Chat	1 s	Mots	100 bytes	0.8Kb/s

- ***Applications Non-Real-time blok transfer:***

Ici aussi, il peut s'agir d'informations basées sur le temps ou non. Mais ici il n'y a plus d'exigences de livraison en temps réel.

->Exigences de largeur de bande
Ce type d'application a des exigences de largeur de bande négligeables mais constitue cependant une part importante du trafic internet.

Exemples : E-mail, transfert de fichiers...

1.6 Une solution aux problèmes de saturation?[12]

En réponse à la croissance effrénée des réseaux de données digitaux, et dans une certaine mesure, avec l'idée sous-jacente d'anticiper les besoins naissant en bande passante de nouveaux services et nouvelles applications, une course poursuite s'est engagée pour fournir de grandes quantités de bande passante. Aujourd'hui, la croissance du trafic de données pousse à permettre l'accès à des débits de l'ordre du mégabit, et ce, jusqu'au niveau de la boucle locale , ce qui n'est pas possible avec les solutions que sont le RNIS et le modem analogique classique.

La question qui peut se poser bien évidemment est la suivante: pourquoi ne pas changer complètement le médium constituant la boucle locale et le remplacer par un autre médium beaucoup plus performant? (on pense à de la fibre optique) . Comme on n'a pu le constater au début de ce chapitre, cette solution envisagée au début des années 90 s'est révélée être un investissement trop onéreux, à la rentabilité hypothétique car, à l'époque, les applications justifiant de telles dépenses n'étaient pas légion. En outre, on compte par le monde, au bas mot, plus de 700 millions de paire torsadées en cuivre. Le remplacement de celles-ci va non seulement nécessiter d'énormes moyens financiers mais également prendre du temps... or la demande se fait pressante.

Résumons la situation:

*La fibre optiques/les câbles coaxiaux sont des solutions au problème de la demande sans cesse grandissante en bande passante. Hélas, ils ne peuvent être installés assez rapidement pour faire face à cette demande.

*La paire torsadée permet déjà d'atteindre tous les abonnés. Les coûts et le temps associés au remplacement de celle-ci par un autre médium sont dominés par le processus d'installation de ce dernier.

Solution:

Intuitivement, on peut penser qu'une solution plus rentable et accessible pourrait se baser sur l'architecture existante et essayer d'en faire une utilisation optimale. On pense donc à une réutilisation maximale de la boucle locale analogique existante via une amélioration de ses performances.

Il est clair que les nombreux problèmes de congestion des commutateurs et des artères de transmission du RTCP pourraient être résolus en identifiant les communications de données qui ont une durée généralement importante et en les redirigeant directement vers un réseau approprié. Les technologies xDSL sont un remède à ce problème. En effet, celles-ci permettent d'identifier les communications de donnée au niveau de la boucle locale et de les rediriger avant qu'elles ne pénètrent dans les commutateurs d'abonnés. Comme elles ne nécessitent aucun travaux de génie civile et qu'elles offrent, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, des débits plus que satisfaisants, elles sont toute désignées pour répondre à nos problèmes de bande passante et de saturation du RTCP.

12 Sources: [PAIRGAIN], [GORALSKI 2000], [MIRAGE 2000]

Le tableau suivant présente une estimation des coûts moyens associés à l'installation de diverses solutions "avec fil":

	Coût	*Déploiement(unité)*
Fibre optique	>$ 20,000/mile	Mois
Cable coaxial	>$ 10,000/mile	Mois
xDSL	~$ 500/mile	Heures

Source: **[PAIRGAIN]**

En voyant ce tableau, on a tendance à attribuer la majorité des coûts au médium et à l'électronique qu'il y a derrière. Il n'en est rien. En effet, les coûts de déploiement de fibres optique ainsi que de câbles coaxiaux sont avant tout dominés par les coûts d'installation eux-mêmes, à savoir ceux relatifs aux travaux de génie civile . On voit nettement l'avantage de s'orienter vers le xDSL.

1.7 Sources du chapitre 1

[1]	[EICON 2000]	***ISDN, The Evolution of Digital Communication,*** Eicon Networks Corporation,2000, (www.eicon.com/isdn/whtpap1.htm)
[2]	[GORALSKI 2000]	W.Goralski, ***ADSL et xDSL, nouvelles technologies d'accès à Internet,*** Osman Eyrolles multimedia, Paris, 2000
[3]	[IBPT 2000]	***Le développement de la concurrence sur le marché de l'accès local,*** Institut Belge des services postaux et des telecommunications, Rapport du 27 novembre 2000 (www.IBPT.be)
[4]	[MIRAGE 2000]	***"Internet et Entreprise,mirage ou opportunité ? Pour un plan d'action. Contribution à l'analyse de l'économie de l'Internet"*** Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie Secrétariat d'Etat à l'Industrie, 2000 (www.cgm.org/rapports/internetetpme.html)
[5]	[PAIRGAIN]	***xDSL tutorial,*** Pairgain, (www.sprintnorthsupply.com/dsl/products/pairgain/wp/xdsltutorial.pdf)
[6]	[PARADYNE 2000]	***The DSL Sourcebook - 3rd Edition:"The comprehensive resource on digital subscriber line technology",*** PARADYNE corporation, (www.paradyne.com/sourcebook_offer)
[7]	[SOHM J.C 98]	J.C Sohm, ***Le transfert des données via le RNIS,*** EFPG CERIG-novembre 1998 (http://icg.grenet.fr/ICG/Dossiers/ISDN)
[8]	[TANENBAUM 96]	Tanenbaum A., ***Computer Networks-Third edition,*** Prentice Hall, 1996.
[9]	[TELINDUS 2000]	***xDSL et DSLAM tutorial,*** Telindus access products,2000, (http://www.telindus.lu/products/)
[10]	[WASHINGTON2000]	***Internet access in the European union and the United States,*** University of Washington, 27 april 2000, (http://jsis.artsci.washington.edu/programs/europe/Netconference/BernePaper.htm)

Chapitre 2:

Les technologies xDSL

-

Introduction

Plan du chapitre 2:

2.1 Introduction

Doper les capacités de transmission des paires téléphoniques de cuivre existantes, tel est l'objectif de la technologie DSL et de ses dérivés regroupés sous l'appellation xDSL .
La technologie DSL (digital subscriber line[1]) est apparue à la suite du RNIS qui a été créé, rappelons-le, pour introduire la numérisation de bout en bout du RTCP. On peut donc dire que le RNIS fut le précurseur des services DSL. La technologie DSL est cependant plus intéressante et plus prometteuse que le RNIS comme nous allons le découvrir par la suite.

2.2 Concepts de base[2]

Fonctionnant en mode point à point, les technologies xDSL ont pour vocation de mixer le trafic de données, voix et vidéo sur le réseau téléphonique traditionnel. En clair, véhiculer des données multimédias à haut débit sans remettre en question l'existant. Elles permettent d'employer des moyens d'accès universels (plus de 700 millions de lignes sont installées dans le monde) tout en s'appuyant sur les méthodes de traitement du signal numérique .

La boucle locale fait transiter les signaux analogiques pour être compatible avec l'immense majorité des postes téléphoniques. Comme on a eu l'occasion de le voir, ceux-ci utilisent les signaux électriques analogiques dans la bande audible 300 - 3400 Hz ,cette bande passante étant déterminée grâce à des filtres mis en place par les compagnies de téléphone. On touche ici au point clé des technologies xDSL. En effet, si on retire les filtres mis en place, la bande passante réelle de la boucle locale dépasse le MHz lorsque la paire de cuivre est en bon état et que sa longueur ne dépasse pas quelques kilomètres.

Ainsi, quand on dispose d'une bande de fréquence large d'un MHz[3], on peut la diviser en 1000/4 = 250 canaux (de 4 kHz chacun) . Si un canal permet des débits de 56 kbps (ce que fournit un modem analogique branché sur une ligne téléphonique traditionnelle), on dispose **théoriquement** d'un débit total de : 250 * 56 /1000= 14 Mbps.

Là réside **la base des procédés DSL** qui consiste donc à repousser la barrière théorique des 3 400 Hz de bande passante, ce qui n'est pas si simple car plusieurs barrières s'opposent à ce principe, ou du moins le freine comme nous le découvrirons dans le point suivant. En outre, le débit théorique que nous avons calculé s'en ressentira fortement.

Deux avantages importants de la technologie DSL, par rapport à ses concurrentes, peuvent dores et déjà être cités suite à ce qui a été dit jusqu'ici :

-Aucun travail de génie civil n'est requis pour la pose de nouveaux câbles, ce qui en fait une solution optimale à court terme, en avance sur le déploiement de la fibre optique dans la boucle locale.

-Le DSL peut être introduit sur une base individuelle, par utilisateur. C'est un avantage important pour les opérateurs de réseau, car il implique que leurs investissements dans la technologie DSL sont proportionnels au nombre d'utilisateurs.

---

1 Ligne d'abonné numérique
2 **Sources: [SOHM J.C 98], [PAIRGAIN], [PARADYNE 2000]**
3 La borne supérieure de la bande de fréquences utilisée par l' ISDN est de 80.000 Hz

2.3 La boucle locale analogique: limitations liées au médium[4]

Parmi les principales barrières qui vont s'opposer à l'accroissement du débit sur la boucle locale on peut citer les suivantes:

***La dissipation d'énergie**

"*On pourrait comparer la transmission d'un signal électrique à la conduite d'une voiture. Plus rapidement vous roulez, plus d'énergie(carburant) vous allez consommer et plus vite vous devrez faire le plein*" [5]

Il en est de même avec des signaux électriques que l'on transmet sur des câbles en cuivre (en l'occurrence la boucle locale) . L'utilisation de hautes fréquences pour supporter de plus hauts débits a pour résultat que les distances que l'on peut atteindre sont réduites par rapport à l'utilisation de basses fréquences.
En effet , on sait qu'un courant électrique passant au travers d'un conducteur dissipe une partie de son énergie (*effet Joule*) sous forme de chaleur. Venant s'ajouter à la résistance linéaire du conducteur(*loi d'Ohm*) qui dépend de sa longueur, de sa section comme de la résistivité caractéristique du matériau utilisé, une perte d'énergie fonction de la fréquence des signaux analogiques transmis . Cela va limiter en pratique la longueur possible du conducteur .
Lorsque les signaux sont transmis sur la paire torsadée, **l'utilisation de hautes fréquences** (largement supérieures à 3400 Hz) **afin d'augmenter les débits de données implique des boucles locales plus courtes,** et ce, parce que les signaux de hautes fréquences sont plus rapidement atténués que les signaux de basses fréquences.
Cette règle va imposer des limites sur la distance entre le central (DSLAM) et le poste client.

L'un des moyens pour minimiser l'atténuation (si l'on néglige la possibilité de répéteurs trop coûteux à implanter) est d'utiliser des câbles moins résistifs (au sens électrique), par exemple de diamètre plus gros. Ce qui impliquera que le signal pourra joindre de plus longues distances. Évidemment, qui dit câble de plus gros calibre dit utilisation de plus de cuivre et donc des coûts d'implantation plus élevés pour les opérateurs en télécommunication.

Les fils téléphoniques ont en général été choisis afin d'obtenir le meilleur compromis coût /résistivité qui soit, de manière à répondre aux besoins spécifiques des services requis, en particulier pour les transmissions analogiques à 3 kHz.

Ci-dessous un aperçu des principaux câbles utilisés par les opérateurs aux USA, avec les valeurs correspondantes en Europe.

Appellation	*Diamètre*
USA	*Europe*
AWG19	0.912 mm
AWG22	0.63 mm
AWG24	0.5 mm
AWG26	0.4 mm

On peut estimer que des lignes téléphoniques d'un diamètre compris entre 0,9 et 0,5 mm peuvent fournir une qualité de voix acceptable juqu'à 5,5 km. Si le câble a un diamètre de 0.4 mm, la ligne ne pourra être utilisée sur une distance supérieure à 4 km.

4 **Sources: [ART 1999], [GORALSKI 2000], [PAIRGAIN], [PARADYNE 2000], [TANENBAUM 96], [UIT 2001] .**

5 **Source: [PARADYNE 2000]** pg 3-2

* La diaphonie[6]

Dans un réseau téléphonique, de multiples paires de fils téléphoniques sont regroupées en un même chemin de câbles (que l'on appellera une gaine) . Des signaux transitant sur une paire de câbles adjacents et utilisant les mêmes spectres de fréquence sont susceptibles de créer de nombreuses interférences par rayonnement électromagnétique les uns par rapport aux autres. C'est la diaphonie . Par exemple, lorsque vous parlez au téléphone, vous pouvez entendre une autre conversation en bruit de fond .

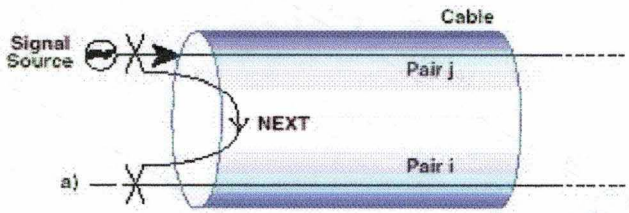
On définit la diaphonie comme étant le couplage électromagnétique d'un signal provenant d'une paire (brouilleuse) sur une autre paire (brouillée) situées dans un même câble, ce qui provoque un brouillage. Une source commune de brouillage par diaphonie est le couplage provenant de circuits à haut débit fonctionnant dans des paires de câbles adjacentes. La diaphonie augmente avec la fréquence , ce qui représente dès lors un handicap pour les technologies xDSL hauts débits .

Parmi les sources de diaphonie, citons les émetteurs-récepteurs xDSL dans le CO ou à l'extrémité de la boucle dans les locaux des abonnés, ou encore les éléments intermédiaires tels les répéteurs-amplificateurs .

La diaphonie peut se retrouver sous deux formes:

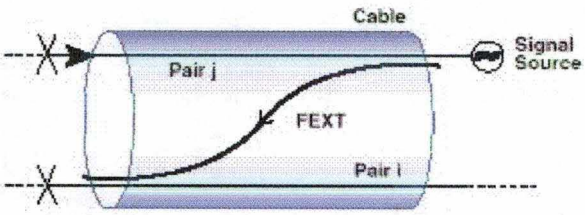
> **La paradiaphonie** (near end crosstalk)
C'est la plus significative des deux . Il s'agit du couplage électromagnétique qui se produit lorsque le récepteur sur une paire perturbée est situé à la même extrémité (proche) du câble que l'émetteur d'une autre paire perturbatrice. Elle est généralement appelée NEXT.

Example of Near End Crosstalk (NEXT)



>**La télédiaphonie** (far end crosstalk)
Il s'agit du couplage électromagnétique qui se produit lorsque le récepteur sur une paire perturbée est placé à l'autre extrémité (distante) du câble par rapport à l'émetteur relié à une paire perturbatrice. Elle est en général moins importante car son effet est atténué au fur et à mesure de la traversée de la boucle locale. Ce type de diaphonie est généralement appelée FEXT .

Example of Far End Crosstalk (FEXT)



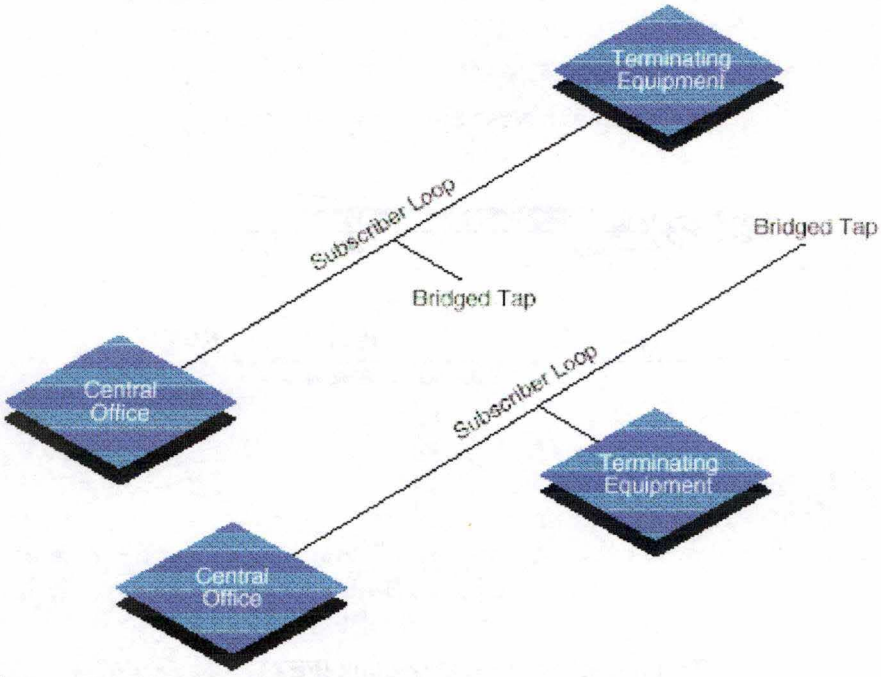
6Les définitions de **paradiaphonie** et de **télédiaphonie** sont extraites de [UIT 2001].
Les illustrations sont tirées de **[PARADYNE 2000]** pg 3-6

Notons que le bruit de diaphonie est additif, c'est à dire que sur une paire donnée on récupère le bruit résultant de la somme de tous les bruits issus, par couplage, des autres circuits. Deux paires adjacentes peuvent avoir un couplage suffisamment important pour rendre inexploitable les signaux à transmettre. La diaphonie est une importante source de bruit qui limite la portée des transmissions. Elle constitue dès lors un facteur influençant de façon dominante les performances de beaucoup de systèmes . La diaphonie dont le spectre chevauche le spectre d'émission des autres circuits xDSL peut avoir un effet limitatif important sur la qualité de fonctionnement des systèmes xDSL. Dès lors, avant de choisir une technologie DSL plutôt qu'une autre, il est très important de considérer les performances d'un système en présence d'autres systèmes qui empruntent les mêmes bandes de fréquence. Ces considérations nous amènent à parler de la notion de **compatibilité spectrale** entre différents systèmes. Celle-ci peut être définie comme l'effet en termes d'interférences qu'à un système DSL sur un autre . **L'annexe 1** nous donnera de plus amples informations sur cette notion.

*** Les bridged taps**

Les bridge taps se définissent comme étant des portions de la boucle locale n'étant pas situées sur le chemin de transmission direct entre le CO et l'utilisateur du service . Cela peut être une paire torsadée inutilisée connectée à un point intermédiaire, ou une extension du circuit au-delà de l'emplacement de l'utilisateur du service.

Exemples d'emplacement de bridged taps :



Source: **[PARADYNE 2000]** pg 2-6

Ces bridged taps vont causer des chutes de niveau dans la bande passante du signal reçu, résultant en une diminution du débit. Notons qu'un grand nombre de boucles locales contient au moins un bridged tap et que l'effet de plusieurs taps sera cumulatif .

2.4 DSL asymétrique/symétrique

La technologie DSL permet, comme on l'a énoncé précédemment, de doper les capacités de transmission du réseau téléphonique et ce, en mettant en oeuvre de nouvelles techniques de

traitement du signal. Ces techniques très sophistiquées permettent notamment de limiter la paradiaphonie et permettent d'augmenter la largeur de bande potentielle sur chaque paire de fils de cuivre.

A ce niveau, il convient de faire une distinction au sein même des technologies DSL. Dans le cadre de celles-ci interviennent en effet les **notions d'asymétrie et de symétrie** .

La première fait allusion au fait que la technologie utilisée est basée sur un débit asymétrique. Elle assure un débit plus important dans la direction du commutateur public vers l'abonné qu'en sens inverse.
En fonction de la distance séparant l'abonné de son central téléphonique, les paires de cuivre pourront alors supporter différents débits . La notion de symétrie fait allusion au fait que la technologie est basée sur un débit symétrique. Elle accorde une bande passante équivalente dans les deux sens.

Chaque type de technologie DSL aura son marché cible. En effet, la technologie xDSL asymétrique (en l'occurrence l'ADSL et ses variantes) sera clairement orientée utilisateurs résidentiels ou PME alors que le second type, l' xDSL symétrique sera plutôt destinée au monde des entreprises de taille moyenne .

Ceci étant dit, le chapitre 3 sera consacré entièrement au DSL asymétrique, typiquement l'ADSL . Le DSL symétrique sera quant à lui traité dans le chapitre 4 .

2.5 Sources du chapitre 2

[1]	[ART 1999]	***Consultation publique sur le développement de la concurrence sur le marché local -Annexe2 ,*** Autorité de régulation des télécommunications -Mars 1999 (www.art-telecom.fr/publications/annexe2.htm)
[2]	[GORALSKI 2000]	W.Goralski, ***ADSL et xDSL, nouvelles technologies d'accès à Internet,***Osman Eyrolles multimedia, Paris, 2000
[3]	[MIRAGE 2000]	***"Internet et Entreprise,mirage ou opportunité ? Pour un plan d'action. Contribution à l'analyse de l'économie de l'Internet"*** Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie Secrétariat d'Etat à l'Industrie, 2000 (www.cgm.org/rapports/internetetpme.html)
[4]	[PAIRGAIN]	***xDSL tutorial,*** Pairgain, (www.sprintnorthsupply.com/dsl/products/pairgain/wp/xdsltutorial.pdf)
[5]	[PARADYNE 2000]	***The DSL Sourcebook - 3rd Edition:"The comprehensive resource on digital subscriber line technology" ,*** PARADYNE corporation, (www.paradyne.com/sourcebook_offer)
[6]	[SOHM J.C 98]	J.C Sohm, ***Du nouveau dans les télécoms: l'ADSL,*** EFPG CERIG-novembre 1998 (http://cyan.efpg.inpg.fr/ICG/Dossiers/ADSL)
[7]	[TANENBAUM 96]	Tanenbaum A., ***Computer Networks-Third edition,*** Prentice Hall, 1996.
[8]	[UIT 2001]	***Livre de références sur les techniques xDSL,*** Union Internationale des Télécommunications, Mai 2001

Chapitre 3 : L' ADSL

Plan du chapitre 3:

3.1 L'ADSL: Technique de modulation[1]

Comme on l'a signalé dans le chapitre précédent, les technologies xDSL utilisent des techniques très sophistiquées permettant d'augmenter les débits de données sur chaque paire de fils de cuivre. **La clé** de ces techniques **réside dans la modulation**, autrement dit le processus par lequel un signal peut modifier les propriétés d'un autre signal. De même qu'il y a plusieurs types de technologies DSL, plusieurs types de modulations peuvent être utilisées par celles-ci. Notons dès à présent que l'ADSL va utiliser une technique de modulation avancée permettant de minimiser l'atténuation et la diaphonie.

De nombreuses discussions ont eu lieu pour déterminer la technologie de modulation la plus appropriée pour l'ADSL. Actuellement, 2 technologies sont concurrentes: CAP (carrierless amplitude phase) et DMT (discrete multitone technology).

Le choix d'une modulation n'est évidemment pas le fruit du hasard. Il repose principalement sur trois critères:

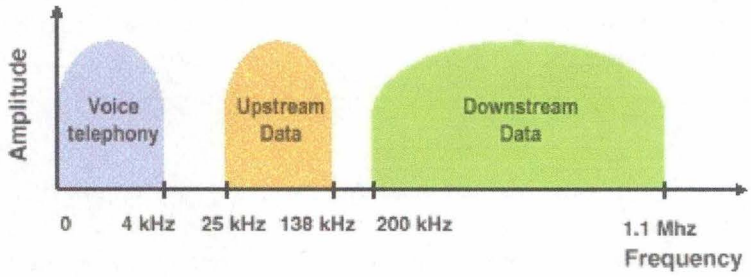
-La modulation utilise-t-elle l'intégralité de la bande passante (ou du moins une grande partie)?
-Quelles sont les performances de la modulation en termes de débit et de distance maximum d'utilisation?
-La modulation peut-elle générer des interférences et perturber par conséquent d'autres modulations utilisées sur des liens de transmission adjacents?

Chacune des technologies de modulation a ses forces et faiblesses, tant sur le plan des performances que du déploiement de l'ADSL. Étant donné le choix qui a été fait par l'ANSI (American National Standards Institute) et l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute) de considérer DMT comme la norme standard pour l'ADSL, nous allons nous concentrer sur cette dernière et montrer pourquoi elle a été choisie .

3.1.1 Implémentation de DMT

La modulation DMT peut être implémentée en utilisant 2 approches différentes:

1. Via un multiplexage par répartition de fréquences(FDM)
   ->La modulation "DMT-FDM"



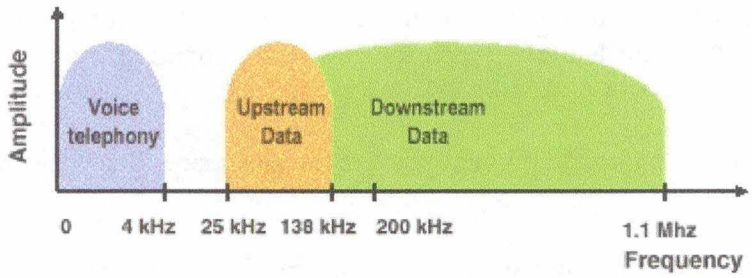
Source: **[TELINDUS 2000]**

Comme on peut le voir, cette technique va diviser la bande de fréquence disponible en 3 canaux bien distincts. On observe en effet une bande de fréquence réservée à la voix analogique (300 Hz à 4 kHz),

1 **Sources: [TELINDUS 2000], [GORALSKI 2000], [PAIRGAIN], [SOHM J.C 98] , [MOUGENOT 2000]**

une bande de fréquence (de 25 kHz à 138 kHz) dédiée au traffic montant et enfin une troisième de 900 kHz (de 200 kHz à 1,1 MHz) allouée au traffic descendant.
Le caractère asymétrique de la technologie ADSL est clairement visible. A noter qu'avec cette technique, toute la bande passante disponible n'est pas utilisée.

2. Via le mécanisme d'annulation d'écho (EC).
   ->La modulation "DMT-EC"



Source: **[TELINDUS 2000]**

Avec cette technique, un canal allant de 300 Hz à 4 kHz sera toujours réservé à la voix analogique. La différence vient du fait que les bandes de fréquences correspondant aux sens montant et descendant se recouvrent partiellement ce qui permettra d'atteindre des débits plus élevés dans le sens descendant. La contrepartie sera l'intégration aux équipements implémentant cette technique d'une fonction d'annulation d'écho. En effet un annulateur d'écho est nécessaire lorsque les mêmes fréquences sont utilisées (totalement ou en partie) dans les 2 sens de la transmission, au même moment et sur le même chemin physique. L'écho survient lorsqu'il existe une différence d'impédance le long du support utilisé pour la transmission. A ce point de rupture de l'impédance, une partie du signal est renvoyée vers l'émetteur. Lorsque les mêmes fréquences sont utilisées dans les deux sens, ce signal réfléchi peut alors être interprété injustement par le récepteur comme un signal envoyé par l'émetteur se trouvant à l'autre extrémité de la liaison. L'annulateur d'écho arrange cela en retranchant de façon électronique le signal envoyé du signal reçu, permettant ainsi de ne traiter que le signal envoyé par l'émetteur se trouvant de l'autre côté de la ligne.

Une première remarque à faire , qui est valable pour les 2 approches d'implémentation de DMT, est qu'un canal est réservé pour le service téléphonique ordinaire (analogique). En effet, un des avantages de l'ADSL est de permettre simultanément le service téléphonique traditionnel ainsi que des services de transmission de données numériques.

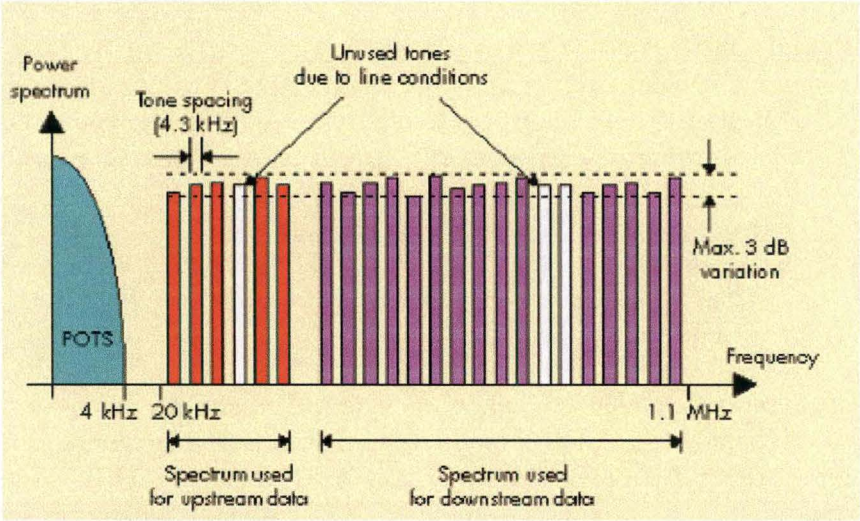
3.1.2 Principes du DMT

Le principe du DMT est de séparer la bande passante en 256 sous-canaux distincts de 4,3125 kHz de bande passante (soit un total exact de 1.104 Mhz) et de placer le signal digital "sur" des porteuses analogiques. Certains de ces canaux seront utilisés pour le transport des données, d'autres pour la signalisation, enfin certains canaux resteront inutilisés.

Les sous-canaux 1 à 6 sont réservés à la voix analogique. Les services ADSL commencent dès lors après une bande de fréquence de 25 kHz. A noter que l' atténuation des fréquences élevées sur la boucle locale est importante , c'est pour cela que les sous-canaux correspondant à ces fréquences sont rarement utilisés. On définit généralement 32 canaux pour le sens montant et 250 pour le sens descendant, ce qui donne le caractère asymétrique de l'ADSL. Remarquons que ce nombre de 250 est possible lorsque l'annulation d'écho est utilisés. Dans le cas contraire (DMT-FDM) , seuls 218 canaux

sont dédiés au sens descendant.
Soulignons également que les canaux de sens montant utilisent les canaux qui correspondent aux fréquences basses, ce qui est assez logique. En effet, l'atténuation y est moins importante et vu que la puissance d'émission des équipements chez le clients est moins forte que ceux du fournisseur de service, cela présente un réel intérêt. DMT va en outre permettre d'adapter dynamiquement la capacité de chaque canal en fonction des caractéristiques de la ligne à tout moment. La bande passante restante sera utilisée pour la transmission des informations de contrôle propres à ADSL.

Figure: Utilisation de la bande passante par DMT-FDM (Répartition des porteuses)

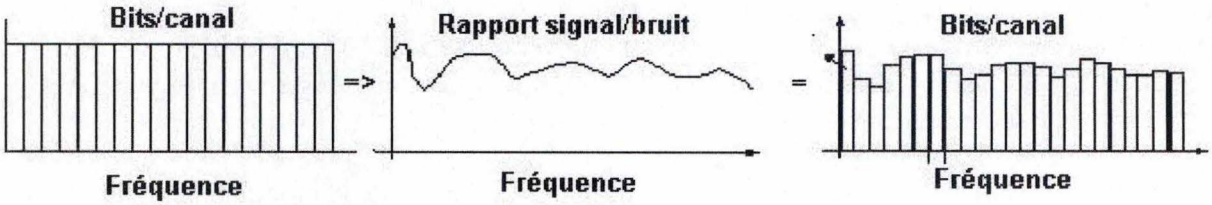


[Source : ALCATEL]

La division de la bande passante disponible en sous-canaux indépendants est **la clé des performances obtenues par DMT**. En mesurant la qualité de chaque sous-canal et en allouant un nombre de bits par canal basé sur la qualité de ce canal, DMT optimise le signal transmis sur chaque ligne. Ainsi, DMT évite d'utiliser des zones de bande passante où l'atténuation du signal est trop importante.

Quand un système DMT est en action, la qualité de chaque sous-canal est constamment surveillée et des ajustements sont réalisés sur la distribution des bits pour maintenir les performances désirées.
Donc, si la qualité d'un sous-canal se dégrade au point que les performances du système soient compromises, un ou plusieurs bits de ce canal sont déplacés vers un autre canal capable de les transporter.
Chaque canal sera capable de transporter un nombre de bits proportionnel à son rapport signal/bruit et l'adaptation de la charge est réalisé simplement en augmentant ou en diminuant le nombre de bits supporté par chaque canal.

Figure: Adaptation du taux de charge sur les canaux.



Les équipements mesurent l'atténuation et le bruit de chaque sous-canal et ajustent en conséquence le nombre de bits envoyés.

3.1.3 Une implémentation DMT-FDM ou DMT-EC ?[2]

Les avantages et inconvénients de chacune des approches doivent être considérés avec soin dans le but d'obtenir le meilleur rapport coût/performance essentiel pour l' ADSL .

Des simulations sur ordinateurs montrent que, dans des conditions opérationnelles réalistes, il n'y a pas de différence de performance significative entre une implémentation DMT-FDM et DMT-EC.

2 scénarios à prendre en compte pour les comparer :

a) Lorsqu'il n'y a pas d'interférences de la part d'autres services dans le même câble
Dans ce cas de figure, l'implémentation DMT-EC est plus performante que le DMT-FDM. Ainsi, avec un débit descendant de 1,5 Mbps , la différence (au point de vue distance atteinte) est d'environ de 16% en faveur de EC; cette différence tombe à 9% avec un débit de 6Mbps.

b) Lorsque d'autres systèmes sont pris en compte dans le câble
Dans ce cas de figure (plus réaliste, il faut l'avouer), DMT-FDM fonctionne à son tour mieux que le DMT-EC pour des débits descendants allant jusqu'à 4,5 Mbps. La différence devient cependant insignifiante à 6 Mbps.

Dès lors, l'implémentation optimale va dépendre essentiellement de l'environnement. Dans une situation où les interférences causées par les systèmes environnants sont limitées et où le NEXT est modéré, un système DMT-EC aura de meilleures performances. Dans d'autres cas, lorsque d'importantes perturbations sont attendues et où le NEXT semble dominant, un système DMT-FDM sera à son tour plus performant .

En effet, l'avantage du DMT-FDM sur le DMT-EC est que le NEXT est éliminé car les bandes de fréquence pour le sens montant et descendant sont clairement délimitées (les interférences NEXT induites par des systèmes adjacents n'atteignent pas la bande de fréquence sur laquelle le DMT-FDM transmet).

3.1.4 Les avantages de la modulation DMT

Terminons en énonçant les raisons pour lesquelles la modulation DMT a été choisie par l'ETSI et l'ANSI afin d'en faire leur standard pour l'ADSL:

- Optimisation de la transmission pour chaque sous canal
- Contrôle continu des performances
- Technologie adaptée aux conditions de transmission de la boucle locale
- Flexibilité du débit
  -> La granularité de DMT en terme de débit (32 kpbs contre 340 kbps pour CAP) permet une plus grande flexibilité.
- Bonne résistance au bruit permettant de haut débit
  -> DMT permet de ne pas utiliser certains canaux trop brouillés afin d'éviter d'introduire des erreurs. Or, moins il y a d'erreurs de transmission, moins de données seront à retransmettre et donc plus le débit sera élevé.

Dans le point qui suit, nous présentons un aperçu des performances de la modulation DMT.

2 **Sources:** Document interne **ALCATEL**

3.2 L'ADSL: Performances [3]

Ce point va nous permettre d'avoir un aperçu des performances de l'ADSL lorsque la modulation DMT est choisie.

Rappelons avant cela qu'un certain nombre de facteurs vont influencer les performances de l'ADSL:

- La longueur de la boucle locale: plus long est la boucle, plus grande sera l'atténuation du signal émis et plus faible sera le débit final .
- Le diamètre du câble: plus le câble a une grande section, moins l'atténuation est forte et meilleures seront les performances.
- Le profil de la boucle: présence de bridge taps, variation du diamètre du cable...
- "Bruit extérieur" : les perturbations causées par d'autres systèmes environnant.

Expériences

Soit une boucle en cuivre de 3 kilomètres dont le câble a un diamètre de 0.4 mm. L'expérience a lieu dans des conditions "parfaites", c'est à dire: une boucle locale en bon état, sans bridged taps et sans systèmes perturbateurs extérieurs (situation théorique optimale, non réaliste). Voici les débits (en kbps) montant et descendant observés pour l'ADSL-DMT après 3 kilomètres:

Tentative	*Downstream*	*Upstream*
1	*7168*	*704*
2	*7200*	*736*
3	*7232*	*768*
4	*7168*	*768*
5	*7168*	*736*
6	*7168*	*736*
7	*7264*	*736*
8	*7104*	*736*
9	*7200*	*736*
10	*7264*	*786*

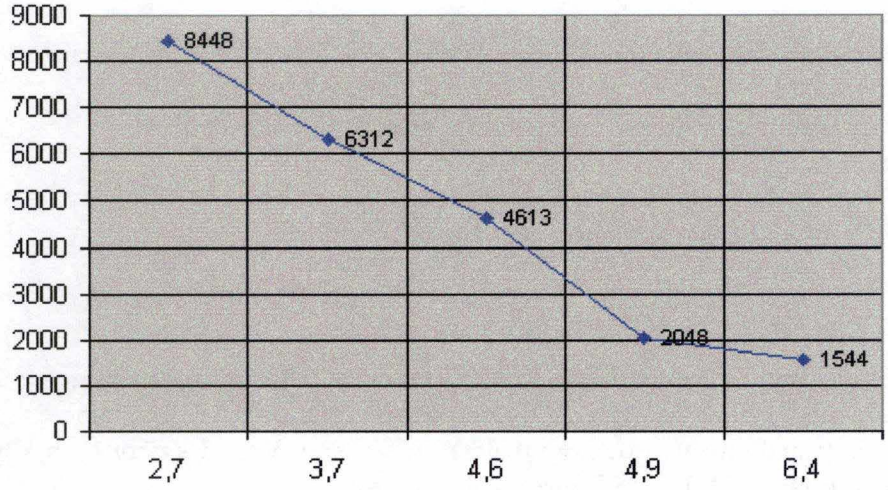
Soit une moyenne de 7194 kbps pour le débit montant et de 745 kbps pour le débit descendant après 3 kilomètres. Bien que les conditions étaient très favorables, on constate facilement que l'ADSL dépasse, et de très loin, ses prédécesseurs. Des applications telles que la vidéo sur demande (MPEG1-[1-2 Mbps]) ou l'audition de CD en qualité stéréo [256 kbps] sont désormais tout à fait envisageables.

Ci-dessous sont présentés les résultats d'autres tests montrant respectivement les performances "descendantes" et "montantes"du système ADSL sous la forme de diagrammes "reach versus rate" (portée vs. débit). Le tableau adjacent au diagramme présente les conditions de l'expérience (notamment le type de câblage utilisé) .

3 Toutes les données chiffrées ont pour sources: **[NEWBRIDGE 99]** et **[ALCATEL]**

ADSL downstream

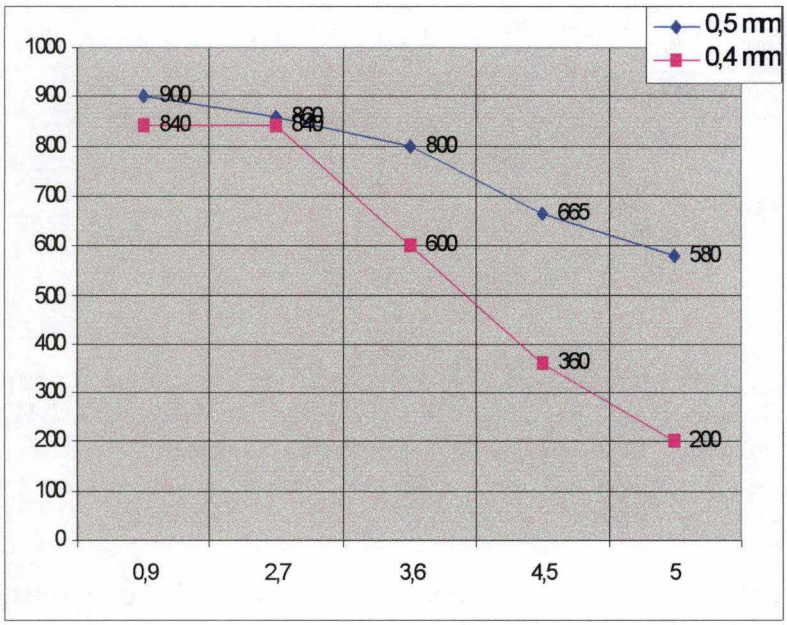
Observons les débits descendants moyens mesurés sur un câble de 0.5 mm de diamètre. L'axe des abscisses représente la distance atteinte en kilomètres alors que celui des ordonnées représente les débits obtenus en kbps .



	No noise
Distance	0.5 mm
(km)	***kbps***
2,7	***8448***
3,7	***6312***
4,6	***4613***
4,9	***2048***
6,4	***1544***

ADSL upstream

Ci-dessous observons les débits montants moyens mesurés . L'axe des abscisses représente la distance atteinte en kilomètres alors que celui des ordonnées représente les débits obtenus en kbps . Deux types de mesures ont été effectuées, respectivement avec des câbles ayant 0.4 mm (en rose) et 0.5 mm (en bleu) de diamètre. Les tests ont été effectués sans bruit.



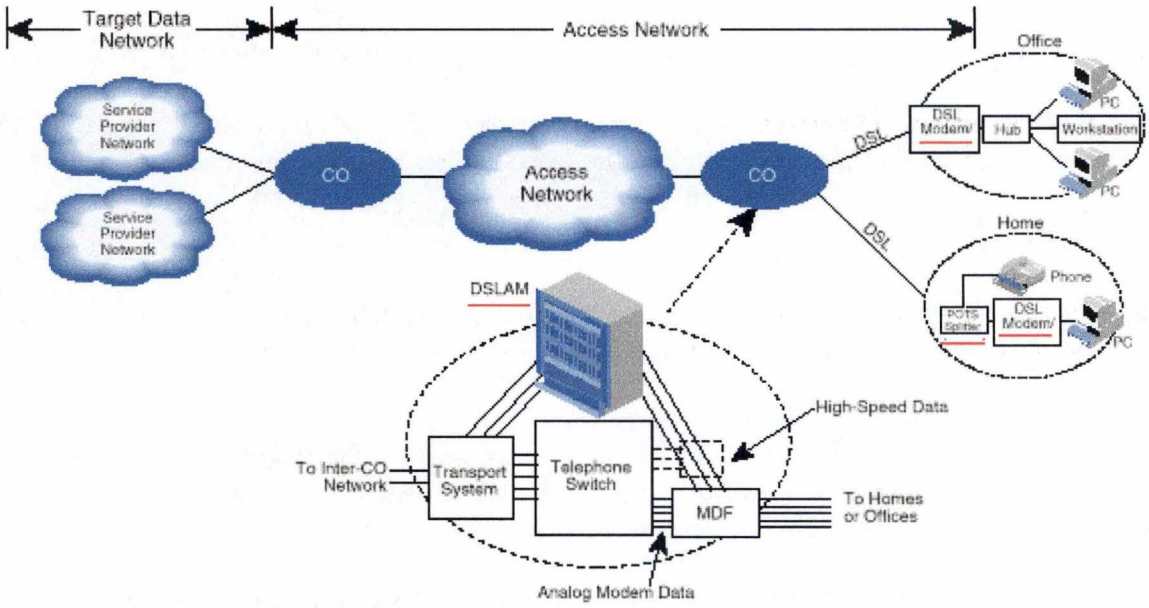
	No noise	
Distance	0.5 mm	0.4 mm
(km)	***kbps***	
0.9	***900***	***840***
2,7	***860***	***840***
3,6	***800***	***600***
4,5	***665***	***360***
5	***580***	***200***

A la lumière des besoins en bande passante des quelques applications présentées au point 1.5, ces résultats, bien qu'obtenus dans des conditions très favorables, nous montrent à nouveau les potentialités d'une telle technologie .[4]

4 Consulter l'**annexe1** pour obtenir des informations sur la compatibilité spectrale de la modulation DMT en présence d'autres systèmes de transmission (RNIS, xDSL ...)

3.3 Architecture ADSL[5]

La figure ci-dessous présente l'architecture de base d'un réseau ADSL.

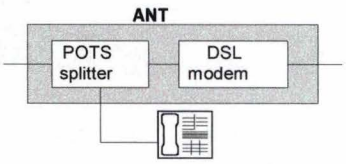


Source : **[PARADYNE 2000]-pg 4.2**

Légende: - MDF (main distribution frame): le point central situé dans le CO où toutes les boucles locales se terminent.

Les deux éléments constitutifs de ce schéma les plus importants dans un réseau DSL sont les suivants :

- L'**ANT** (access network termination) , localisé au niveau de l'abonné. Il a pour rôle l'interfaçage avec le terminal de l'abonné (PC, TV). Il se compose soit d'un modem DSL couplé à un élément splitter (1 filtre) , soit simplement d'un modem DSL.



- Le **DSLAM,** localisé au sein du Central téléphonique. (**voir 3.3.1**)

Une première remarque à faire par rapport à cette architecture est le fait que les lignes ADSL ne sont plus directement connectées au commutateur d'abonnés. On peut voir que le trafic de données est détourné au préalable vers l'élément appelé DSLAM.

Soulignons tout de suite que l'architecture d'un réseau ADSL n'est pas très éloignée de celle des autres technologies xDSL . Elle s'en distingue principalement par la présence d'un élément appelé splitter au niveau de l'abonné qui permet d'avoir simultanément, sur la même ligne téléphonique, la téléphonie traditionnelle et le transfert de données numériques.

5 Sources: [TELINDUS 2000], [GORALSKI 2000], [PAIRGAIN], [SOHM J.C 98], [PARADYNE 2000], [PEARAH D 98]

Du côté du client, on va donc installer un dispositif particulier appelé **splitter**[6]. Ce dispositif est constitué de 2 éléments: - Un filtre passe-bas auquel on raccorde un téléphone analogique
- Un filtre passe-haut auquel on raccorde un PC via un modem approprié. Le modem va utiliser, comme on a pu le voir au point **3.1** , la modulation DMT ou CAP.

Le rôle du splitter sera de séparer les données du service voix des données des services données.

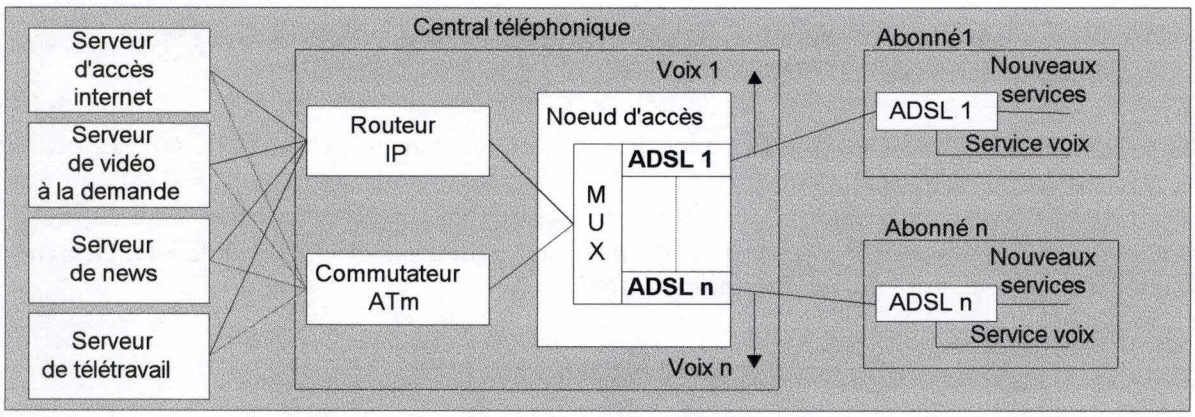
Du côté du fournisseur de service, de nombreuses liaisons DSL sont regroupées dans un équipement appelé DSLAM , qui va constituer un noeud de réseau ou noeud d'accès.

3.3.1 Le DSLAM[7]

Avant toute chose, soulignons la place centrale qu'occupe le DSLAM dans un réseau ADSL. Sa fonction première est de relier l'abonné aux différents réseaux de services, comme l'Internet par exemple.

Remarque : l'accent est à nouveau mis sur l'ADSL mais les autres technologies xDSL ne sont pas mises de côté puisque le fonctionnement et l'utilisation du DSLAM ne sont pas limités à la seule technologie ADSL mais supportent également les autres technologies xDSL.

Figure : version simplifiée d'un réseau basé sur l'ADSL . On y voit clairement la place centrale occupée par le DSLAM.



Les DSLAMs sont organisés de manière hiérarchique. Chaque DSLAM comporte un certain nombre de cartes, elles-mêmes comprenant un certain nombre de ports. A chaque port est associé une ligne (boucle locale) en direction d'un abonné .

6 Remarque: Une version allégée de l'ADSL existe. Il s'agit du **'Splitterless ADSL'** (ADSL sans splitter, ou encore la norme **ADSL Lite**) ne comportant plus de diviseur (splitter) du côté client. Dans cette version, le splitter est intégré au modem. Il s'agit du même procédé que pour l'ADSL mais ne comportant que 128 porteuses et donc permettant un débit descendant de seulement 1.5 Mbits/s et de seulement 500 kbps pour le flux montant. Ce procédé résulte donc en une plus faible capacité en bande passante due à une altération plus grande du signal. L'intérêt réside cependant dans la diminution des coûts : il n'y a pas d'installation supplémentaire sur la ligne de l'abonné (splitter supprimé) ; la plage de fréquences étant moins étendue (128 porteuses au lieu de 256, une réduction de la bande passante de 1.1 MHz à 500 kHz) les contraintes de compatibilité spectrale sont moins importantes.
Cette solution paraît donc intéressante en terme de déploiement grand public. Notons toutefois que l'utilisation du filtre permet de protéger le réseau opérateur contre des éventuels dysfonctionnements du modem ADSL de l'abonné et de s'affranchir des interférences pouvant exister entre le téléphone et le modem ADSL, comme par exemple , des perturbations sur les données au moment du décrochage, des tensions d'appels ou encore de la numérotation .

7 **Sources: [TELINDUS 2000], [GORALSKI 2000], [PARADYNE 2000] , [PEARAH D 98] , [SOHM J.C 98]**

La connexion de la boucle locale au DSLAM est donc réalisée grâce à des cartes comprenant le hardware et le software adaptés à la technologie xDSL utilisée . Elles peuvent toutes être gérées par un même outil de supervision et de maintenance **[Chapitre 5: Gestion de réseaux xDSL]** . La capacité du DSLAM dépendra évidemment du nombre de cartes supportées .

Fonctions du DSLAM

Afin de faciliter la gestion du réseau et de ses performances par l'opérateur de réseau, il est nécessaire de regrouper les lignes provenant des abonnés en une seule ligne. La concentration des lignes d'abonnés va s'effectuer dans cet équipement.

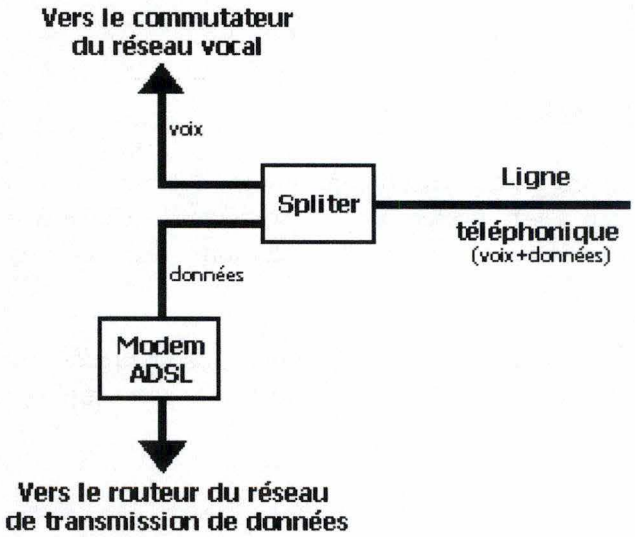
La configuration et les fonctions d'un DSLAM ne sont abordées dans aucune norme. La plupart des produits supportent à peu près les mêmes fonctionnalités mais les capacités et les débits offerts des équipements DSLAM varient suivant les constructeurs.
Il est important de noter que **le DSLAM n'est ni un commutateur, ni un routeur** mais plutôt un multiplexeur/démultiplexeur. **Sa fonction principale** est double :

- Combiner des flux de données provenant des abonnés.
- Diviser le flux de données provenant des différents serveurs afin de les acheminer vers le bon destinataire.

Dès lors, le lien physique entre le DSLAM et un autre équipement des réseaux externes doit être capable de supporter du trafic en provenance de tous les abonnés ainsi que l'ensemble du trafic à destination de ces mêmes abonnés.

Le noeud d'accès va gérer **[Chapitre 5:Gestion de réseaux xDSL]** et multiplexer plusieurs lignes ADSL. Ce noeud d'accès est relié à des routeurs TCP/IP ou à des commutateurs ATM . Ces différents routeurs permettent ainsi aux abonnés d'accéder aux services de leur choix. Du côté du fournisseur, on retrouve également un équipement splitter destiné à rediriger la voix vers le commutateur d'abonnés.

Figure: Le splitter côté DSLAM



En outre, cet équipement se distingue par sa grande flexibilité. Il peut en effet supporter plusieurs configurations de lignes et de multiples services. Il est installé dans les locaux de l'opérateur de télécommunications ou dans ceux du fournisseur de services mais, dans tous les cas, il doit être connecté au RTCP afin de pouvoir gérer les services voix des technologies qui le permettent.

Evolution par rapport aux technologies antérieures

Avec cette architecture, les lignes ADSL sont directement connectées au noeud d'accès ADSL au lieu de l'être au commutateur d'abonnés. **L'ADSL a ainsi l'avantage de ne pas saturer le RTCP par des appels de type données.** Le noeud d'accès peut être directement connecté à un routeur IP ou à un commutateur ATM. Généralement le trafic est concentré sur un seul lien physique.

Les noeuds d'accès n'assurent en général que la concentration du trafic. Par exemple, si 10 abonnés ADSL ont une bande passante de 1 Mbps dans le sens descendant et de 128 kbps dans le sens montant, le lien entre le noeud d'accès et les réseaux de services pourrait être de 10 Mbps dans les deux sens. Mais ce qui est souvent utilisé est la notion de **multiplexage statistique**. On sait que le trafic données des abonnés n'est pas constant mais plutôt en rafales. A un moment donné, les 10 abonnés de l'exemple n'utilisent pas tous une bande passante de 1 Mbps. Du fait de la nature du trafic, il est possible de "sous-dimensionner" la liaison entre le noeud d'accès et les routeurs ou commutateurs. Un lien d'un débit de 1.5 Mbps devrait être suffisant par exemple et la probabilité que cette liaison soit saturée est fort faible.

En résumé, on peut retenir que la conception du DSLAM permet:

-Une utilisation plus rationnelle des réseaux, car le transport des données et l'interrogation d'Internet n'encombrent plus les commutateurs et les circuits de transport de la voix, comme c'est le cas avec les modems analogiques et le RNIS.
-Une économie sur le transport des données qui est moins onéreux sur un réseau à commutation de paquets que sur un réseau à commutation de circuits.

Le point suivant aborde un élément de bas niveau de l'architecture , à savoir les trames ADSL.
Dans la structure même de celles-ci se trouve un certain nombre de champ (bits) qui sont dédiés aux fonctions de supervision et de maintenance, et donc qui seront utilisés par les fonctions de gestion des performances que nous développons au chapitre 5. Cela peut donc aider à la compréhension de ce chapitre

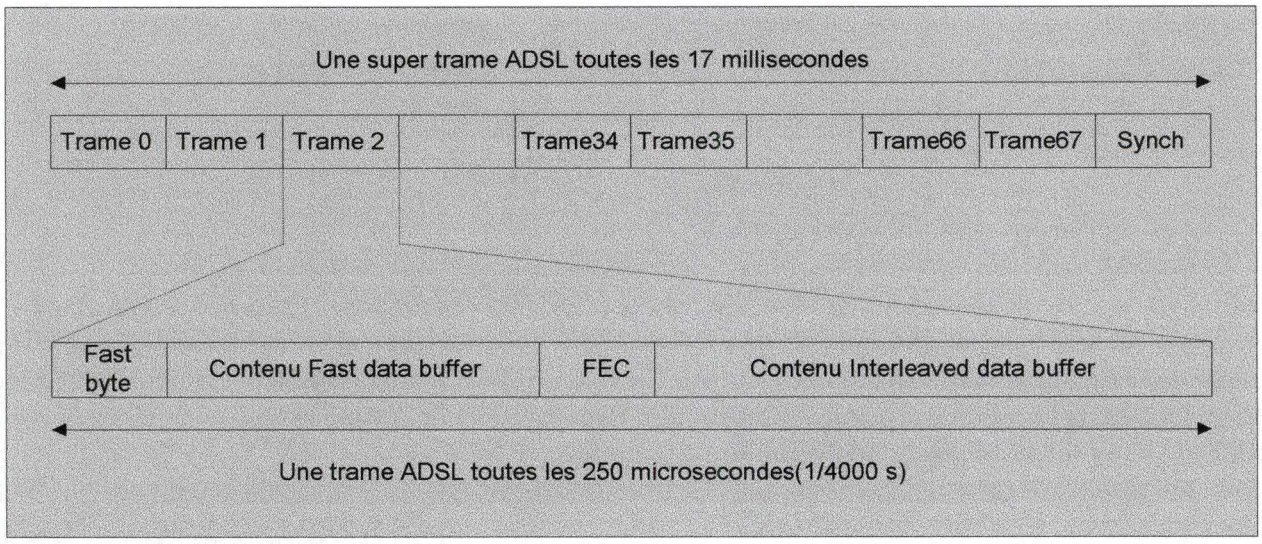
3.3.2 La super trame ADSL[8]

Les modems ADSL échangent des bits en utilisant une modulation, souvent DMT, parfois CAP.
Comment un récepteur peut-il interpréter ces bits correctement quand tous les types d'informations peuvent être envoyés en même temps sur la même liaison? Tout cela est fait grâce à la super trame ADSL.

Au niveau le plus bas de l'ADSL, il y a les bits. Ceux-ci sont organisés en trames et assemblés dans ce que l'on appelle des supertrames . La structure générale de cette super trame est présentée à la page suivante.

8 **Sources: [GORALSKI 2000], [MOUGENOT 2000] , [PAIRGAIN], [UIT 2001]**

Figure: La super trame ADSL



Sources: **[UIT 2001] pg 53**

La super trame est composée de 68 trames ADSL suivies d'une trame de synchronisation . Notons dès à présent que la taille des trames ADSL est variable. Il existe en effet plusieurs débits possibles pour l'ADSL . Ce qui est figé est le fait qu'une trame doit être envoyée toutes les 250 µs et une supertrame toutes les 17 ms. Bien évidemment, au débit maximal de l'ADSL correspond une taille de trame maximale. La taille des buffers est définie en fonction du débit utilisé et ne peut être reconfigurée durant le fonctionnement de la liaison ADSL.

Parmi les trames ADSL, certaines ont des fonctions particulières

Description de la super trame:

Trame 0- CRC (8 bits)	Informations nécessaires au contrôle d'erreurs CRC
Trame 1-indicators bits (8 bits)	Informations de gestion et de maintenance.
Trame 2..Trame 33	Trames "normales"
Trame 34-indicators bits (8 bits)	Informations de gestion et de maintenance.
Trame 35-indicators bits (8bits)	Informations de gestion et de maintenance.
Trame 36..Trame 67	Trames "normales"

Note: **CRC** -> code détecteur d'erreurs (voir Réseaux,3 ième édition, A.Tanenbaum)

Remarquons que la super trame n'a ni besoin d'adresse de destination, ni d'identifiant de connexion . Cela s'explique par le fait que les liaisons ADSL sont des liaisons point à point.

Description d'une trame "normale" ADSL

Fast byte	Bits de synchronisation
Fast data	Données utilisateur
FEC (forward error control)	Bits de correction d'erreur
Interleaved data	Données utilisateur

Note: **FEC**-> code correcteur d'erreurs (voir Réseaux,3 ième édition, A.Tanenbaum)

-La première partie contient un octet appelé ***fast byte*** contenant les informations CRC propres à la trame.
-La deuxième partie (***fast data***) est réservée aux information sensibles au temps de transfert et qui sont généralement moins sensibles au bruit(typiquement le son ou la vidéo).

Cette partie de trame est suivie par le champ **FEC** permettant de corriger certaines erreurs. En effet, les trames contenant du son et de la vidéo peuvent être difficilement retransmises (pour des raisons de qualité d'écoute/ de vision évidentes) Il faut alors pouvoir corriger un maximum d'erreurs à la réception sans en demander la retransmission.

-La dernière partie de la trame contient les informations issues de l'***interleaved buffer***. Ces informations sont organisées dans la trame pour être le moins possible sensibles au bruit. Cette méthode d'entrelacement des données demande évidemment un temps supplémentaire de traitement, ce qui est rendu possible par la nature même des données. Il s'agit de pages Web et de fichiers qui ne sont pas sensibles au temps de transfert mais aux erreurs.

On peut donc remarquer en regardant ces formats de trames qu'il existe un système de correction d'erreurs prévu au sein même d'ADSL. **On pourrait donc placer ADSL entre le niveau physique et le niveau liaison.** En effet, la correction d'erreurs est normalement dédiée au niveau supérieur.

Description des trames 1, 34 et 35: les indicators bits

Ces trames particulières contiennent des bits qui correspondent aux fonctions de détection d'erreurs aInsi que d'opération de gestion, de maintenance et de supervision. En particulier, une partie des bits disponibles sera utilisée par la gestion de performances des lignes ADSL. Ce point étant abordé au chapitre 5, il est donc intéressant d'avoir un aperçu de la structure de ces trames particulières.

Le tableau suivant présente les bits indicateurs:

Indicator bit	*Définition*
ib0-ib7	Réservé pour une future utilisation
ib8	febe-i
ib9	fecc-i
ib10	febe-ni
ib11	fecc-ni
ib12	los
ib13	rdi
ib14-ib23	Réservé pour une future utilisation

Comme on peut le voir dans ce tableau, les indicators bits allant de 0 à 7 et de 14 à 23 ne sont pas utilisés pour l'instant et sont réservés pour une utilisation future. Qu'en est-il des autres?

-ib8: le bit febe-i (pour **far-end block on the interleaved data**) est utilisé pour indiquer une discordance entre la valeur CRC de la supertrame et le calcul effectué à la réception.
Si c'est le cas, cela signifie que une ou plusieurs informations issues de l'interleaved buffer ont été transmises avec des erreurs. Le bit est alors positionné à 0, sinon il a la valeur 1.

-ib9: le bit fecc-i (pour **forward-end correction code on the interleaved data**) est utilisé afin d'indiquer que l'octet FEC a été utilisé pour corriger des erreurs dans les informations issues

de l'interleaved buffer.

-ib10: le bit febe-ni (pour **far-end block on the non interleaved data**) joue le même rôle de détection d'erreurs que ib8 mais pour les données issues du fast buffer.

-ib11: le bit fecc-ni (pour **forward-end correction code on the non interleaved data**) a la même fonction que ib9 mais pour les données issues du fast buffer.

-ib12 :le bit los (pour **loss of signal**) est utilisé pour indiquer que le signal envoyé par l'émetteur à l'autre extrémité de la liaison a disparu ou que sa puissance est tombée à un niveau trop bas (sous un certain seuil). Ce bit a la valeur 1 lorsque le signal est suffisant et la valeur 0 dans le cas contraire.

-ib13: le bit rdi(pour **remote defect indication**) est utilisé lorsque une trame spéciale (**la trame severly errored**) a été reçue. Ceci arrive lorsque 2 supertrames consécutives ne contiennent pas les symboles attendus dans leur trame de synchronisation (la trame suivant la trame numéro 67).

Sans entrer dans les détails (pour cela voir chapitre 5), on peut signaler que la valeur de chaque bit indicateur sera examinée à sa réception et servira à incrémenter ou non un compteur particulier associé à ce bit sur lequel va se baser la gestion des performances.

Terminons ce chapitre en présentant quelques unes des applications possibles avec l'ADSL, que ce soit à destination des utilisateurs résidentiels ou des petites et moyennes entreprises.

3.4 Les applications ADSL[9]

La technologie ADSL est bien plus qu' une simple méthode permettant de télécharger rapidement des pages Web sur un ordinateur. L'ADSL a le potentiel pour supplanter tous les nouveaux types de service large bande, du moins sur le marché des abonnés résidentiels et des PME . Pour cette catégorie d'utilisateurs, on considère que le terme large bande correspond à des débits descendant de l'ordre de 1 à 2 Mbps.

Présentons quelques unes des applications destinées à ce public.

ADSL et Internet

Comme on a pu le constater au chapitre 1, l'apparition du World Wide Web s'est traduite par une croissance considérable de l'Internet au cours des deux dernières années. Plus qu'un accès au Web, l'Internet peut fournir un accès à tout un ensemble de services de données et multimédia .Toutefois, il restait à optimiser l'infrastructure de l'Internet pour pouvoir transférer les graphismes riches qui sont courants sur les sites web actuels.

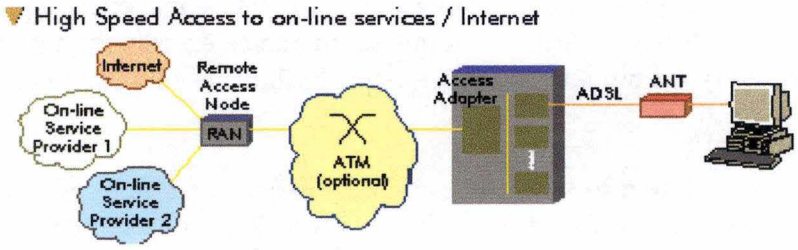
Un aspect du web qui fait que les techniques xDSL constituent des solutions d'accès intéressantes est la nature asymétrique des communications de données fondées sur le web. Dans la plupart des cas, le seul trafic amont que les utilisateurs envoient au fournisseur de services correspond aux localisateurs uniformes de ressources (URL), qui sont des messages de texte très brefs permettant à l'utilisateur de circuler d'une page à l'autre sur le web.

La plus grande partie du trafic web circule en aval sous la forme de pages web contenant beaucoup de graphismes, de fichiers textes plus ou moins longs, de fichiers audio, voire de séquences vidéo

9 Sources: **[KPNQwest], [PAIRGAIN 97], [PEARAH D 98] , [GORALSKI 2000], [SOHM J.C 98], [3COM 97], [UIT 2001]**

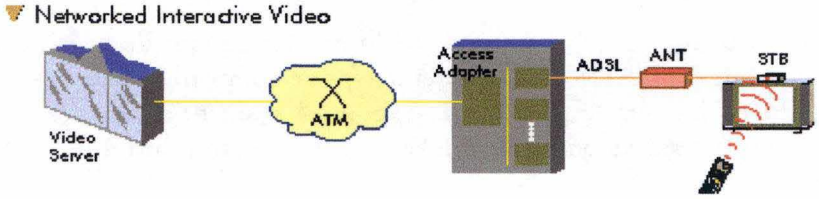
téléchargés par l'utilisateur à partir de serveurs web . Il est manifeste que la répartition asymétrique de la largeur de bande associée à la technique ADSL est optimale pour l'accès web.

L'ADSL est ainsi la solution la plus rentable pour rendre accessible ces nouvelles applications à un marché de masse en utilisant les infrastructure existante du réseau de cuivre. L'accès est le plus gros problème auquel doit faire face l' Internet de nos jours . La demande croissante d'accès a conduit à des ralentissements de trafic et des goulot d'étranglement au niveau de la boucle locale, comme on a pu le voir précédemment . L'ADSL permet de surmonter ces problèmes.



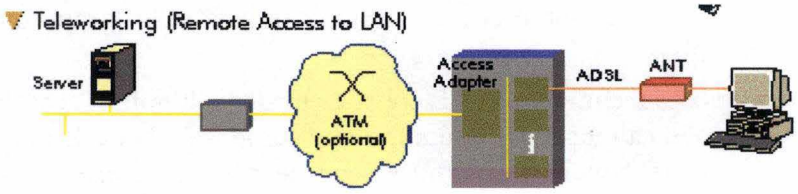
La Vidéo à la demande (VOD)

Au début des années 90, les fournisseurs de service ont effectué beaucoup d'efforts pour offrir des services vidéos aux abonnés résidentiels . L'ADSL a retenu l'attention car il permet d'offrir ces services en utilisant la boucle locale existante. L'ADSL a donc initialement été conçu pour offrir des services vidéos à la demande, ceux-ci nécessitant par nature beaucoup de bande passante dans le sens descendant et relativement peu dans le sens montant. Cependant, la vidéo à la demande, regroupée avec l'accès Internet ne s'est pas révélée être l'application décisive que chacun espérait.



Le télétravail (teleworking)

Un concept qui permet à un employé de travailler à domicile tout en ayant les mêmes possibilités et facilités que s'il se trouvait au bureau. En tant que "télétravailleur", un employé pourrait être un utilisateur sur un LAN virtuel avec d'autres "télétravailleurs", accéder à des serveurs d'applications et partager des fichiers avec d'autres travailleurs.



Voici juste quelques applications possible via la technologie ADSL. Comme on peut le voir, un accroissement de la bande passante peut générer un foisonnement de nouvelles idées et applications . L'ADSL offre en effet la plus grande augmentation en bande passante aux utilisateurs terminaux jusqu'à présent . Le potentiel pour de nouvelles applications est énorme.

L'illustration suivante nous permet d'avoir une vue d'ensemble sur la technologie ADSL.

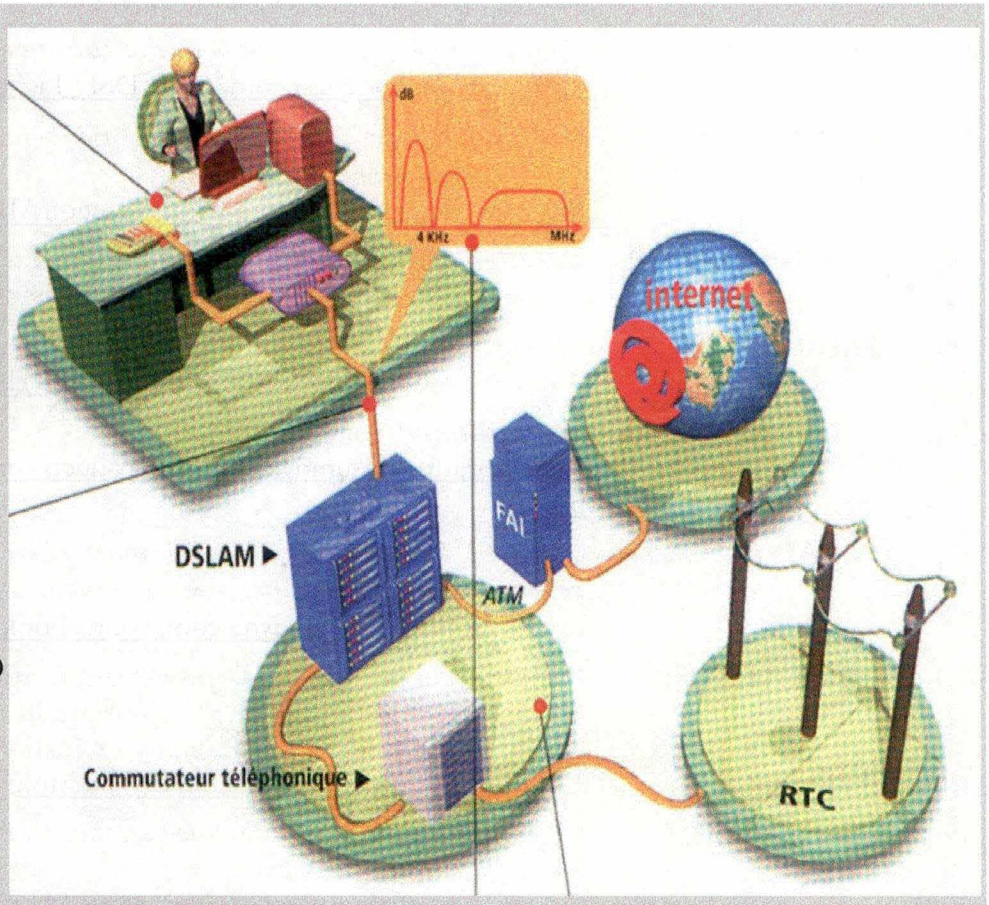
3.5 ADSL: Résumé

Chez l'abonné

Dans le cas le plus simple, le particulier connecte un téléphone et un PC à un modem ADSL. Les petites entreprises pourront aussi connecter,avec un matériel d'accès adapté, plusieurs téléphones à leur lien ADSL, ou bien un PABX. Côté données, il est également possible de connecter un petit réseau Ethernet .

La ligne téléphonique classique

-Au niveau des techno -logies de modulation, le DMT, standard Ansi(USA) et Etsi (Europe) semble prendre le dessus de la modulation CAP, moins chère mais aussi moins flexible. DMT divise le spectre de la ligne téléphonique en canaux et varie la densité de l'information sur chaque canal en fonction du bruit et des interférences. Il est donc mieux adapté aux lignes de mauvaises qualité.



Trois canaux sont créés

Des séparateurs de fréquence, à chaque extrémité du lien ADSL, créent trois canaux: un canal de voix analogique, un canal numérique bidirectionnel à débit moyen, et un autre canal numérique descendant à haut débit.

Chez l'opérateur

Un multiplexeur d'accès DSL (DSLAM) oriente les deux types de flux vers le réseau approprié . Côté données, il combine les connexions des différents clients pour transporter l'ensemble sur un lien (ATM sur l'exemple)

Source: 01 Informatique n°1605-13 octobre 2000 page 36

3.6 Sources du chapitre 3

[1]	[GORALSKI 2000]	W.Goralski, ***ADSL et xDSL, nouvelles technologies d'accès à Internet,*** Osman Eyrolles multimedia, Paris, 2000
[2]	[KPNQwest]	***DSL, The Physical Access to the Internet Economy,*** KPNQwest, (http://www.kpnquest.com/links/DSL_Lightpaper.pdf)
[3]	[MOUGENOT 2000]	Mougenot Sylvain , L'ADSL Asymetric Digital Subscriber Line (en VO), ISMRA,2000, (http://www.ensicaen.ismra.fr/~mougenot/ADSL/ADSL.html#3)
[4]	[NEWBRIDGE 99]	***Baseline performance of the NewBridge 27020 ADSL NTU,*** Newbridge Networks Corporation,05/31/99
[5]	[PAIRGAIN 97]	***xDSL,*** ATG's Communications & Networking technology guide Series Sponsored by Pairgain,1997 (www.techguide.com)
[6]	[PAIRGAIN]	***xDSL tutorial,*** Pairgain, (www.sprintnorthsupply.com/dsl/products/pairgain/wp/xdsltutorial.pdf)
[7]	[PARADYNE 2000]	***The DSL Sourcebook - 3rd Edition:"The comprehensive resource on digital subscriber line technology",*** PARADYNE corporation, (www.paradyne.com/sourcebook_offer)
[8]	[PEARAH D 98]	David E. Pearah , ***ADSL Deployment, Law, Economics and Strategy,*** Internet Telephony Consortium Research Program on Communications Policy, Massachusetts Institute of Technology, 1 May 1998, (http://itel.mit.edu/itel/pp.html)
[9]	[SOHM J.C 98]	J.C Sohm, ***Du nouveau dans les télécoms: l'ADSL,*** EFPG CERIG-novembre 1998 (http://cyan.efpg.inpg.fr/ICG/Dossiers/ADSL)
[10]	[TELINDUS 2000]	***xDSL et DSLAM tutorial,*** Telindus access products,2000, (http://www.telindus.lu/products/)
[11]	[UIT 2001]	***Livre de références sur les techniques xDSL,*** Union Internationale des Télécommunications, Mai 2001
[12]	[3COM 97]	***xDSL: Local Loop Access Technology,*** 3C o m Technical Papers, 1997, (www.studienseminare-duesseldorf.nrw.de/berufskollegs/nachricht/doku/dokupdf/digiuet/adsl/adsl3com.pdf)

Chapitre 4 :

xDSL pour les entreprises

Plan du chapitre 4 :

Ch 4 : xDSL pour les entreprises

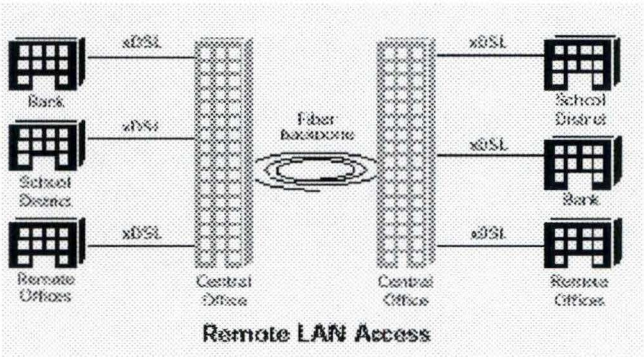
Comme cela a été vu au chapitre 3, on peut discerner deux principales familles parmi les différentes techniques DSL disponibles : les techniques asymétriques (comme ADSL) destinées principalement aux particuliers (et accessoirement aux PMEs de taille restreinte), et les techniques DSL symétriques prévues pour subvenir aux besoins des entreprises, qui ont besoin d'une large bande passante à la fois dans les sens montant et descendant.

4.1 Besoins en applications des entreprises[1]

Les entreprises utilisent de plus en plus Internet comme une partie intégrante de leur stratégie, comme par exemple pour interagir avec leurs clients et vendeurs, pour développer leurs sites web afin de se mettre en vitrine et bien sûr vendre leurs produits. Des applications telles que la vidéo, le son, le déploiement de bases de données à grande échelle deviennent des applications critiques pour les entreprises.
D'autres applications nécessitant une (grande) capacité en bande passante sont : la vidéo–conférence, la transmission de larges fichiers graphiques, l'informatique en temps réel ou encore l'accès à un LAN distant, qui est très important pour une entreprise. Ces applications sont appelées à prendre un essor considérable dans le futur.
Mis à part l'accès Internet et le télétravail, qui ont déjà été envisagées dans le chapitre 3, détaillons quelques unes des applications "type" pour les entreprises:

1°) Accès réseau distant :

Les utilisateurs peuvent utiliser la paire de cuivre existante pour se connecter au central téléphonique[2]. Ils peuvent ainsi accéder à distance à leur réseau d'entreprise, à des débits acceptables.



En effet, dans l'architecture des LANs à l'heure actuelle, 80% du trafic présent sur le LAN provient ou est à destination d'un LAN distant. Ces LANs distants peuvent opérer à 10 Mbps (voire plus) et ne peuvent se permettre d'être gêné par un goulot d'étranglement se situant dans la partie d'accès au réseau. De plus, les deux emplacements comprennent souvent de nombreuses personnes collaborant entre elles, et qui génèrent de grands volumes de trafic *nécessitant une grande bande passante dans les deux directions.* Ces sites sont souvent impliqués dans des missions critiques de l'entreprise, et génèrent une grande rentabilité pour l'entreprise.

1 Sources: [KPNQwest], [PAIRGAIN 97], [OFTEL2000]
2 Entre les différents centraux téléphoniques, de la fibre optique peut être utilisée pour remédier aux défauts du cuivre sur des longues distances et à très hauts débits.

2°) Serveurs d'applications

Ce type de services émergents est appelé à subir un déploiement important dans le futur. Ils permettent de louer des applications non critiques (traitement de texte, ...) aux utilisateurs résidentiels (éventuellement) ou professionnels. Son déploiement nécessite de disposer d'une grande bande passante ; de plus, ce type de fonctionnement peut permettre aux hébergeurs de fournir de nouveaux services relatifs à l'application, afin de répondre aux besoins des utilisateurs.

3°) La téléphonie "IP": "l'international pour le prix du local" avec d'importantes fonctionnalités en supplément

Elle permet de converser à l'autre bout du monde, bientôt en visiophonie, pour le prix d'une communication locale (celles-ci ayant pu jusqu'à présent maintenir un niveau de prix très élevé grâce à une absence de concurrence) . Cette diminution substantielle des coûts offre des tarifs imbattables pour la longue distance.[3]
Mais l'avantage de la téléphonie IP va bien au delà du prix (on peut penser qu'avec le développement de la concurrence le prix des communications "normales", artificiellement élevés, devraient se rapprocher de la téléphonie IP): Elle permet des services beaucoup plus "riches" que la téléphonie traditionnelle:

- Intégration des applications : transmission de textes, de photos, de vidéos, de dossiers au fil de la conversation, possibilité de partage de fichiers, possibilité de compresser et de crypter les échanges.
- Possibilité d'organiser des conférences faisant intervenir de nombreux participants (adressage IP multidestinataire).

4°) La publication d'informations accessibles à une large échelle.

Dans le domaine du commerce électronique, Internet offre à l'entreprise la possibilité de publier de l'information sur l'entreprise et ses produits, de pratiquer la vente et le paiement en ligne et en sens inverse la recherche de fournisseurs ou de partenaires nouveaux.
Il est également possible de publier les d'appels d'offres, d'expédier les bons de commande, les factures et les règlements, d'interconnecter les systèmes informatiques des partenaires commerciaux et de faciliter ainsi les échanges inter-entreprises (Business to Business ou B2B par opposition à la vente au grand public, le B2C ou Business to consumer).

5°) Le partage des moyens de stockage de données
Le nombre considérable de données qu'il est nécessaire de conserver (avec le niveau de sécurité voulue) conduit également au partage de moyens de stockage dans des "entrepôts de données" (Data Warehouses). Des entreprises se sont lancées sur ce créneau particulièrement porteur et bien que peu connues du grand public atteignent des tailles gigantesques : **EMC**[4] (74milliards de dollars de capitalisation, soit plus que Boeing ou Motorola) .

3 Aujourd'hui 30% des Californiens utilisent la téléphonie sur IP pour leurs appels internationaux (source www.idcresearch.com)
4 http://www.emc.com

Ci dessous, les caractéristiques techniques d'applications typiquement destinées aux utilisateurs professionnels. Les débits minimum nécessaires dans les voies montante et descendante y sont présentés

	Downstream	*Upstream*
e–commerce & server hosting	>384 kbps	>384 kbps
Remote working	>384 kbps	128–384 kbps
Information research	>384 kbps	<128 kbps
Videoconferencing	>384 kbps	>384 kbps
Document transfer	>384 kbps	>384 kbps
POTS	64 kbps	64 kbps
ISDN	64 kbps – 2 Mbps	64 kbps–2Mbps

Source : [OFTEL 2000]

On sait, comme on a pu le voir dans le chapitre 3, que les besoins en bande passante des utilisateurs résidentiels sont essentiellement asymétriques . Le profil de l'utilisateur professionnel est quant à lui beaucoup plus variable.
Certains utilisateurs peuvent utiliser plus d'applications asymétriques comme par exemple la recherche de documents qui nécessitent beaucoup de téléchargement de documents et d'autres informations. Ces utilisateurs ont a priori le même profil que les utilisateurs résidentiels en ce qu'ils ont un plus grand besoin de bande passante descendante que montante. Ceux–ci pourront donc se satisfaire d'une solution asymétrique[5]. D'autres utilisateurs business utilisent leurs lignes DSL pour connecter des serveurs web (e–commerce, hébergement d'information et de services, communication avec des partenaires commerciaux) et ont donc besoin d'une même quantité de bande passante descendante et montante.

4.2 Réponses aux besoins des entreprises.

4.2.1 Lignes E1/T1 (lignes louées)[6]

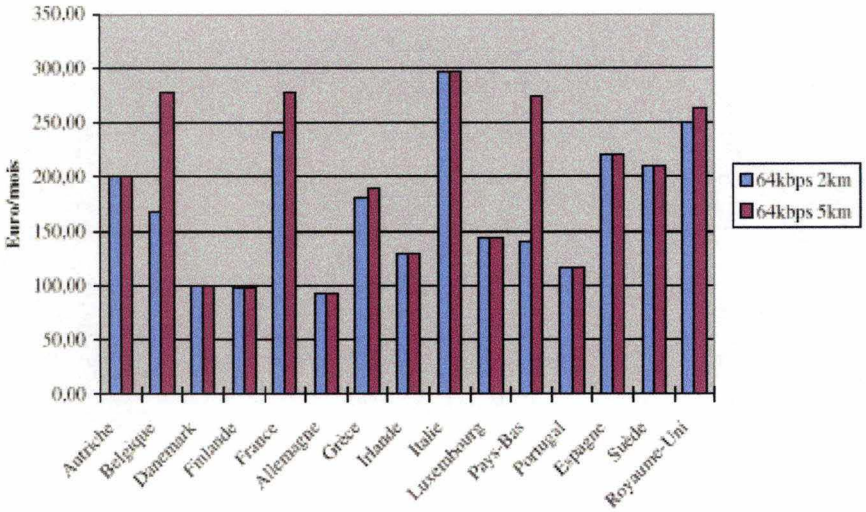
Les lignes louées, qui sont des composantes essentielles du marché des télécommunications, constituent l'infrastructure de base sur laquelle les fournisseurs de services construisent leurs services. Les fournisseurs de services sur Internet sont largement tributaires de la disponibilité de lignes louées pour leur connexion au réseau principal Internet.

Traditionnellement, pour répondre à ces grands besoins en bande passante, les entreprises ont eu recours à des lignes de type E1/T1, qui sont louées par les opérateurs de télécommunications.
T1 représente un standard nord–américain et japonais permettant des débits de 1,544 Mbps (ce qui permet l'agrégation de 24 canaux de voix digitalisée à 64 kbps chacun) jusqu'à 1,5 km sur deux paires torsadées, alors que E1 est un standard international utilisé dans le reste du monde qui autorise des débits de 2,048 Mbps (soient 30 canaux voix à 64 kbps chacun).

Les compagnies téléphoniques ont historiquement fait payer très cher aux entreprises des services de type T1/E1. En outre, de grandes différences en terme de coûts existent entre les différents pays de l'Union Européenne. En voilà l'illustration avec les offres en Europe pour des lignes louées E1 de 64 kbps et de 2 Mbps.

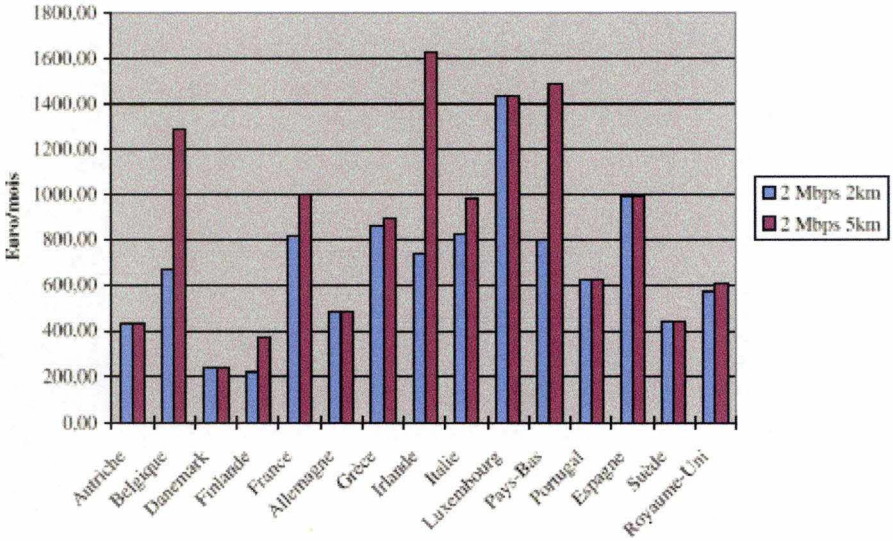
5 cfr. ch3 et offres en annexe
6 [PARADYNE 2000]

Prix de détail des lignes louées de 64 kbps[7]



	64 kbps (BEF)	
Pays	**2 km**	**5 km**
Autriche	8068	8068
Belgique	6656	11093
Danemark	4034	4034
Finlande	4034	4034
France	9682	11093
Allemagne	3832	3832
Grèce	7261	7665
Irlande	5244	5244
Italie	12021	12021
Luxembourg	5849	5849
Pays-Bas	5647	10892
Portugal	4639	4639
Espagne	8875	8875
Suède	8391	8391
Royaume-Uni	10100	10488

Prix de détail des lignes louées de 2 Mbps[8]



	2 Mbps (BEF)	
Pays	**2 km**	**5 km**
Autriche	17247	17247
Belgique	27229	52442
Danemark	10100	10100
Finlande	9076	15127
France	33280	40340
Allemagne	19161	19161
Grèce	34288	36306
Irlande	31263	65552
Italie	33280	35903
Luxembourg	58493	58493
Pays-Bas	32272	59501
Portugal	25212	25212
Espagne	40340	40340
Suède	18153	18153
Royaume-Uni	23195	24406

Pourquoi des prix si élevés ?

Ce phénomène peut être imputé à la libéralisation tardive du marché de la fourniture de services de lignes louées en Europe, qui ne date que du 1er juillet 1996.[9] Ces coûts anormalement élevés conduisent les fournisseurs d'accès à sous-dimensionner leurs installations et réduit leur capacités d'investissement, les mettant en situation d'infériorité dans la compétition internationale.[10]

7 [COMEUR 1999]

8 ibidem.

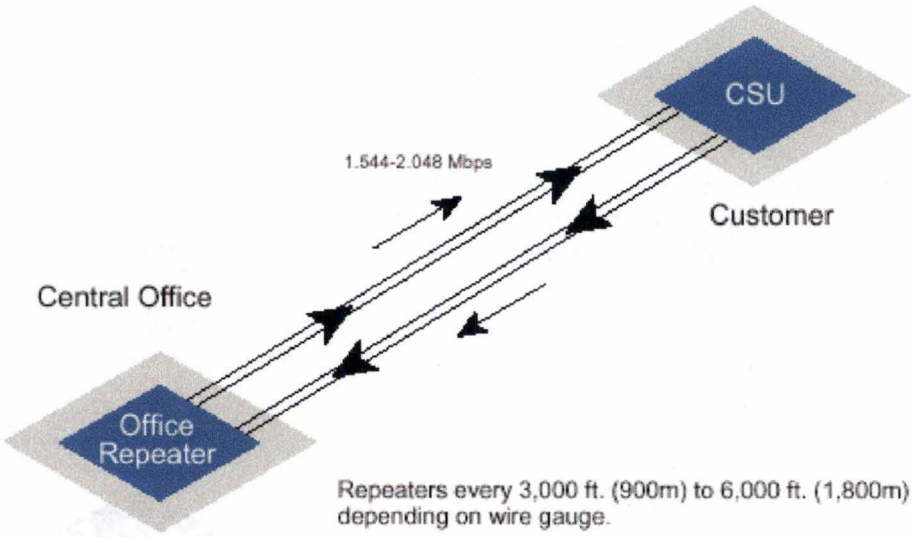
9 Par exemple, l'Association Européenne des Fournisseurs de services Internet (EuropISPA www.euroispa.org) soulignait fin 1998 qu'un provider britannique acquittait 4.000$/mois pour une liaison à 2 Mbps quand, pour ce prix un américain disposait d'une liaison à 45 Mbps!

10"On ne pourra pas indéfiniment payer 5 à 10 fois plus cher qu'aux États-Unis, nous réfléchissons sérieusement à l'opportunité d'un hébergement outre atlantique", *Frédéric Filloux,* directeur des éditions électroniques de libération (Netsurf décembre 97)

L'accès dédicacé à des lignes T1/E1 revient ainsi très cher en partie à cause du temps et des dépenses nécessaires pour le déploiement initial et du coût pour maintenir le service en parfait état de fonctionnement. En effet, l'équipement de transmission traditionnel T1/E1 utilise des techniques de modulation très simples, qui sont basées sur des circuits électroniques développés il y a plus de trois décennies (dans les années 1960), bien que de légères améliorations aient été apportées au cours des années. Ces techniques de modulation T1/E1 ne peuvent en outre être supportées que sur des distances relativement courtes. De ce fait, l'implémentation de T1/E1 sur des distances plus importantes implique que la ligne physique doit être divisée en plusieurs "étages" concaténés qui sont raccordés en utilisant des *répéteurs* électroniques aux points intermédiaires pour détecter et régénérer le signal afin qu'il puisse continuer son chemin à l'étage suivant.[11]

L'utilisation de répéteurs constitue la plus grande source de problèmes pour les fournisseurs de services. En effet, lorsque l'un de ces répéteurs tombe en panne, il est souvent difficile d'intervenir, ne serait-ce que pour détecter celui qui est en cause (si l'on ne dispose pas d'un outil de supervision). Ils complexifient également l'installation des liaisons T1/E1.

Fourniture de service T1/E1 avec répéteurs



Légende
CSU = Channel Service Unit (dispositif permettant de connecter un équipement de l'utilisateur à une ligne téléphonique digitale locale, en protégeant la ligne et en régénérant le signal)

De plus, un autre problème se pose : l'impossibilité d'utiliser des *brigded taps*. (cfr. ch2)

Pour permettre une transmission T1/E1 traditionnelle, tous les bridged taps doivent donc être enlevés, ce qui n'est pas si simple que cela si on prend en compte le manque de documentation adéquate sur l'emplacement de ceux-ci, et le coût de la localisation et de la suppression de ces éléments indésirables (cela peut prendre du temps et donc revenir cher...)

Ces différents problèmes ont amené le développement de nouvelles techniques permettant de fournir des services de types T1 ou E1 sur les mêmes lignes physiques que celles qui sont utilisées pour fournir de la téléphonie analogique ou du RNIS et ce à des tarifs bien moindres, en utilisant les technologies xDSL, et sans utiliser de répéteurs, même si, à l'heure actuelle, le prix des liaisons de type T1/E1 a tendance à baisser suite à l'apparition des technologies concurrentes.

11 Les répéteurs doivent être placées entre 2000 et 3000 pieds (600 à 900 m) des points terminaux, et il ne peut y avoir plus de 3000 à 6000 pieds (900 à 1800 m) entre les répéteurs (en fonction de la section de câble utilisée) .

En effet, depuis 1998, le développement de la concurrence, associé à un rythme soutenu de progrès technologique et d'augmentation des volumes a entraîné une substantielle baisse des prix, surtout pour l'international.[12] C'est en Allemagne, marché considéré comme l'enjeu majeur dans la bataille que livre les nouveaux opérateurs que la pression de la concurrence a été la plus vive, faisant perdre 30% de part de marché en un an à Deutsche Telekom

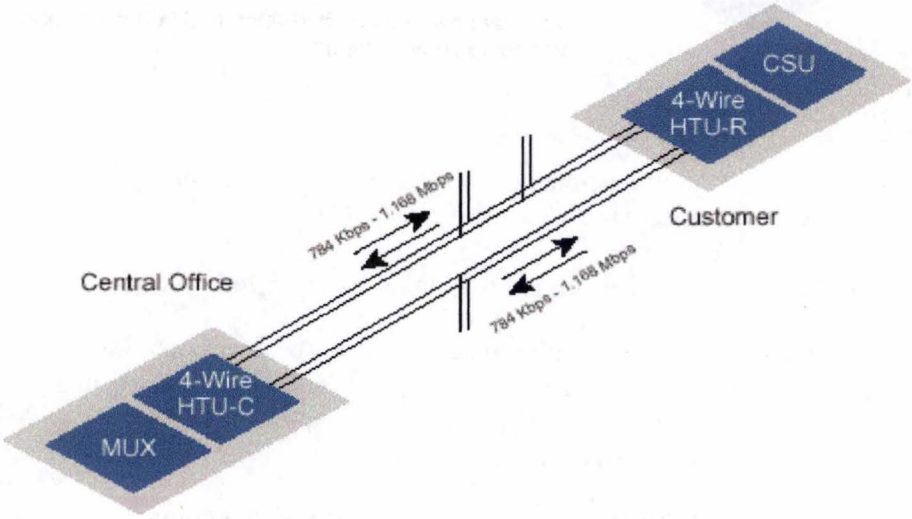
4.2.2 Lignes DSL symétriques

Les technologies DSL symétriques permettent d'assurer la couverture des besoins en bande passante des entreprises en offrant une grande bande passante à la fois dans les sens montant et descendant. Ces différentes techniques DSL ont évolué et se sont améliorées au fil du temps. Elles se différencient notamment en fonction du débit qu'elles permettent et du nombre de paires torsadées qu'elles utilisent.

4.3 Principales techniques DSL (a)symétriques[13]

4.3.1. HDSL

Au début des années 1990, certains vendeurs ont encouragé l'utilisation d'une technique qui permet la fourniture de services T1 et E1 sans avoir besoin d'utiliser de répéteurs.
Le service de type T1 à 1,544 Mbps est séparé en 2 paires (soit 4 fils de cuivre) qui fonctionnent chacune à un débit de 0,784 Mbps.[14]
En séparant le service sur deux lignes et en améliorant le nombre de bits par baud transmis (çàd en perfectionnant la technique de modulation), le besoin en spectre de fréquences pouvait être réduit pour permettre une plus grande disponibilité du service (c'est-à-dire en une longueur de boucle locale maximale plus élevée). Cette technique s'appelle HDSL, pour High-bit-rate Digital Subscriber Line (ligne d'abonné numérique à haut débit).
Le résultat permet d'atteindre jusqu'à 12.000 pieds (4 km) pour une section de câble de 0.5 mm, ou jusqu'à 9.000 pieds (3 km) pour une section de 0.4 mm, *sans avoir besoin de répéteurs.*
De plus, certains bridged taps sont autorisés.



Remplacement T1/E1 par HDSL

12 Par exemple, le prix des lignes louées en France a chuté de 70% en France en 1999.
13 Sources : [ADTRAN 2000],[ART 1999], [PARADYNE 2000], [INFINEON 2000-b],[VDSLTUT],[VDSL2000]
14 A l'origine, ce service était fourni sur 3 paires

Légende :
MUX = Multiplexeur
CSU = Channel Service Unit
HTU –C = HDSL Termination Unit (unité terminale côté central téléphonique)
HTU–R = HDSL Termination Unit (unité terminale côté client)

Néanmoins, HDSL souffre d'un gros défaut : la nécessité de disposer de deux paires torsadées, ce qui n'est pas partout le cas de tout monde, et ce qui engendre de ce fait des surcoûts d'installation (coût de la ligne physique ainsi que de son installation) non négligeables. De plus, un autre problème important est le manque de normalisation, ce qui a entraîné des problèmes d'interopérabilité entre des solutions fabriquées par différents constructeurs.

Les applications de l'HDSL peuvent se situer dans plusieurs domaines, comme par exemple :
–applications destinées aux entreprises qui requièrent un service à 2 Mbit/s (ou moins)
–connexion de PABX[15] privés
–accès Internet
–vidéo conférence

4.3.2. SDSL

Une évolution de HDSL permet de fournir une vitesse de niveau T1 ou E1 sur une seule paire torsadée à des distances approchant, et parfois même dépassant celles "présentes" dans les systèmes HDSL conventionnels.
Cette implémentation sur une seule paire de HDSL est appelée ***Symmetric Digital Suscriber Line*** ou SDSL.
Typiquement, le SDSL peut générer des vitesses allant jusqu'à 2.3 Mbit/s à la fois dans les voix montante et descendante.[16]
En principe, le compromis entre les systèmes HDSL 4–fils et les systèmes SDSL 2–fils se situe au niveau de la portée maximale du service, la distance maximale entre le client et le central où l'on peut encore disposer du service SDSL. En effet, en séparant l'information sur deux boucles, les systèmes HDSL peuvent opérer à des fréquences plus basses que le SDSL, ce qui résulte en un léger avantage de portée pour le HDSL. Néanmoins, dans la plupart des marchés, la différence de portée entre approximativement 11.000 pieds (3.4 km) pour SDSL T1 1 paire comparée à 12.000 pieds (3.6 km) pour HDSL T1 2 paires (en supposant une section de câble de 0.5 mm) est suffisamment faible pour être négligée. Dans ces marchés, la possibilité pour SDSL de supporter un service complet de type T1 ou E1 en utilisant une seule paire au lieu de deux représente un avantage décisif.

Bien que HDSL et SDSL aient été déployés rapidement et en masse (principalement aux États–Unis), les recherches dans le développement de nouveaux codages de lignes ont continué et ont mené à deux standards émergents pour le DSL symétrique qui commencent à entrer dans le marché, à savoir HDSL2 et G.SHDSL

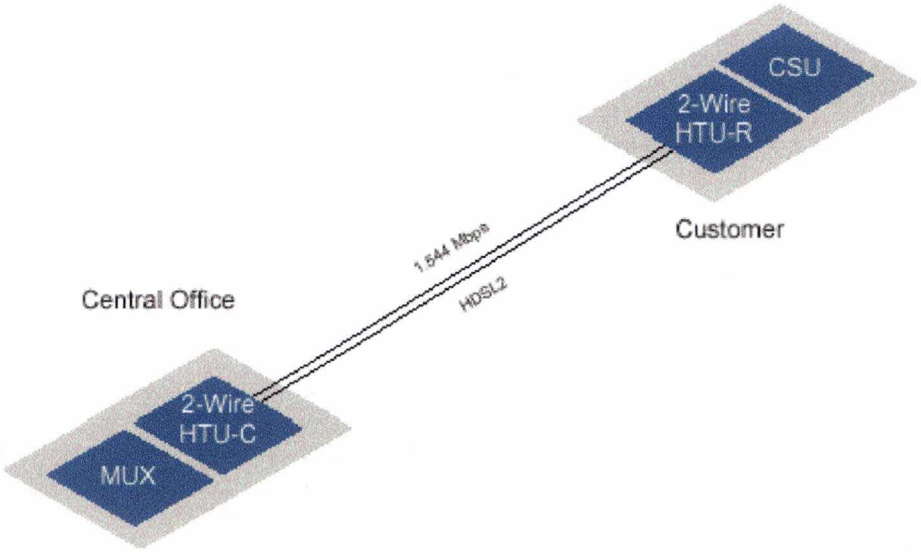
4.3.3. HDSL2

En parallèle avec l'utilisation de 2B1Q, des variantes de HDSL utilisant d'autres techniques de modulation ont été développées. La plus répandue d'entre elles, HDSL2, utilise une technique de modulation appelée CAP, pour Carrierless Amplitude and Phase modulation, qui permet aux émetteurs/récepteurs de transmettre la même quantité d'information en utilisant un plus petit intervalle de fréquences que 2B1Q, en arrivant à une plus faible atténuation du signal et une plus

15 Private automatic branch exchange, autocommutateur privé automatique
16 ce qui montre l'évolution par rapport au HDSL qui ne pouvait atteindre que 1,544 Mbit/s en utilisant 2 paires torsadées!!!

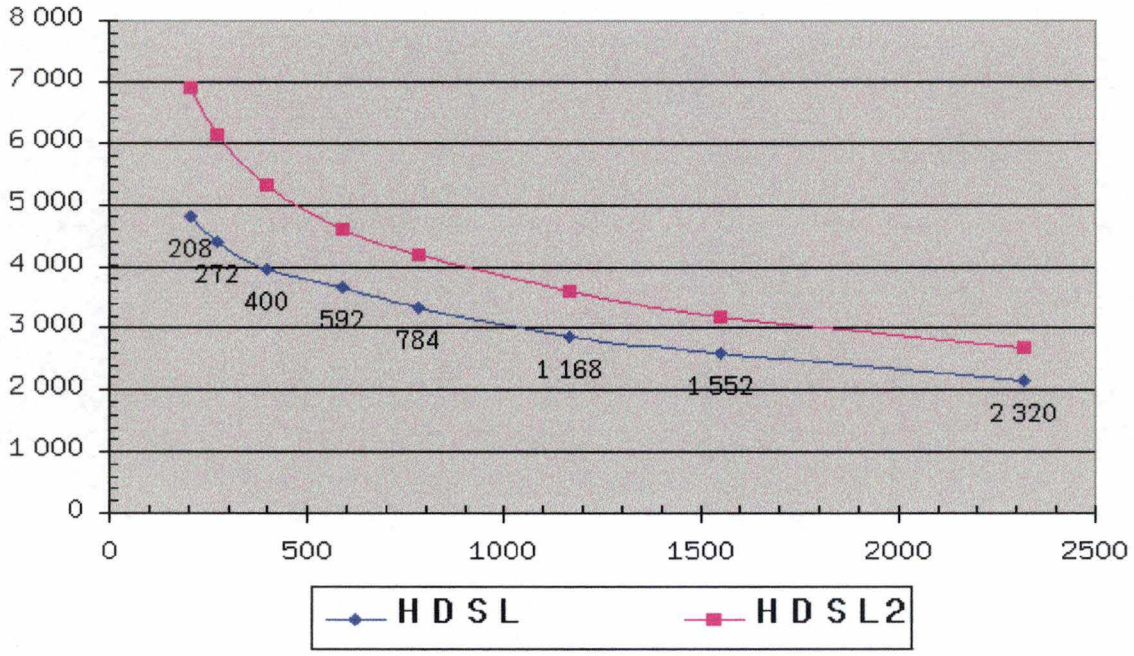
grande portée.
De plus, HDSL2 n'utilise plus qu'une seule paire de fils de cuivre au lieu de deux pour HDSL et offre l'avantage supplémentaire d'utiliser une technique de modulation standardisée par l'ETSI et l'ANSI, ce qui permet une interopérabilité multi-vendeurs.

Remplacement T1/E1 par HDSL2 avec l'utilisation d'une seule paire torsadée.



Ci-après, on peut voir un graphique représentant la portée (exprimée en mètres) en fonction du débit possible (en kilobits par seconde) des techniques HDSL et HDSL2 respectivement.

Comparaison des performances HDSL vs HDSL2 : portée en mètres en fonction du débit possible en kb/s



[Source : Alcatel]

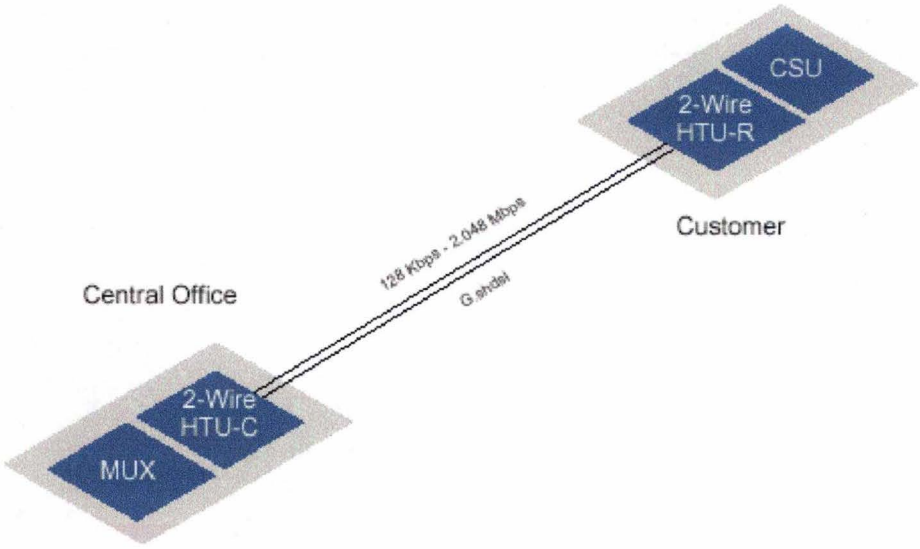
On constate une grosse amélioration de portée du HDSL2 par rapport au HDSL, allant de 18 à 45 % pour un débit donné, ce qui n'est pas négligeable.

4.3.4. SHDSL (G.SHDSL)

La recommandation SHDSL (ou G.SHDSL) de l'ITU est destinée à se charger d'unifier la plupart des technologies DSL traditionnelles en prenant les meilleurs éléments des différentes techniques afin de constituer un standard de l'industrie qui permette une bonne interopérabilité entre les différents producteurs d'équipements DSL, mais également une cohabitation facilitée avec les différentes technologies DSL ainsi qu'une meilleure compatibilité spectrale.

G.SHDSL utilise la bande de fréquence inférieure (utilisée pour la téléphonie analogique dans l'ADSL) d'une manière purement numérique, ce qui permet d'atteindre une portée plus importante, tout en étant capable de transmettre des services voix (digitalisée, Voice over DSL) et/ou données.
Les émetteurs/récepteurs G.SHDSL sont conçus pour opérer en mode flux duplex (débit identique dans les deux sens de transmission). Normalement, il n'est fait usage que d'une paire torsadée, mais l'utilisation de deux paires torsadées peut également être envisagée afin d'augmenter encore davantage la portée maximale du service, et ce faisant permettre l'utilisation d'applications nécessitant une portée supérieure à celle des autres applications habituellement utilisées. Des régénérateurs de signaux (optionnels) peuvent en outre être utilisés à la fois pour les opérations sur une paire et les opérations sur 2 paires torsadées afin d'augmenter la portée maximale[17].

Les émetteurs/récepteurs G.SHDSL sont capables de supporter des débits symétriques allant de 192 kbps à 2,360 Mbps (avec une seule paire torsadée), ou de 384 kbps à 4,720 Mbps (avec deux paires torsadées) en utilisant un codage de ligne appelé TC-PAM (Trellis Coded Pulse Amplitude Modulation). Cette technique de modulation offre une capacité d'adaptation débit/portée et améliore les performances et la compatibilité spectrale (par rapport à 2B1Q) en présence d'ADSL[18]. Le SHDSL permet un bon compromis entre débit maximal et portée maximale (de 35 à 50 % d'amélioration de débit à une distance donnée , et de 15 à 20% d'augmentation de portée à un débit donné par rapport aux techniques DSL symétriques traditionnelles[19]). Ils sont également conçus afin d'obtenir une compatibilité spectrale avec d'autres technologies de transmission déployées dans le réseau d'accès (ce qui inclut les autres technologies DSL). Les émetteurs/récepteurs G.SHDSL ne supportent néanmoins pas l'utilisation de la technologie de découpage de fréquences analogiques, ce qui ne permet pas d'assurer la coexistence paisible avec des services de type POTS ou RNIS.



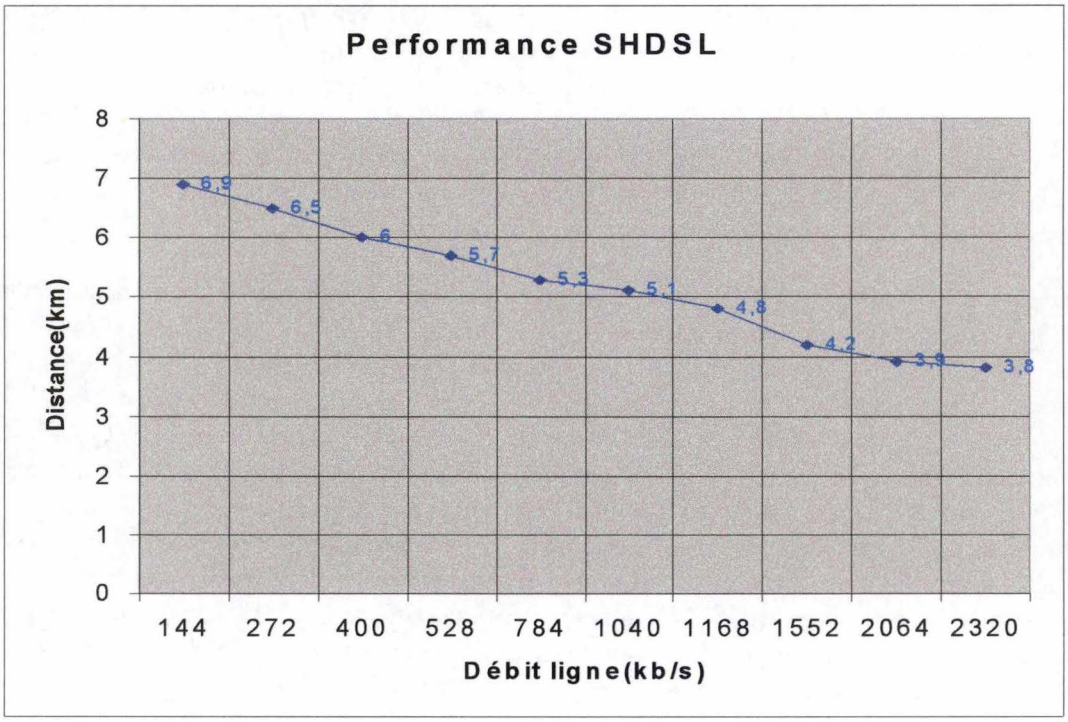
Remplacement T1/E1 par G.shdsl avec l'utilisation d'une seule paire torsadée.

17 jusqu'à 4.264 Mbps avec 2 paires
18 Source : [SHFAQ] ; cfr. annexes
19 Source : [ADTRAN 2000]

En résumé, les bénéfices principaux de G.shdsl sont
- L'adaptabilité débit/portée, permettant l'accès à des abonnés au-delà des limitations traditionnelles sur une seule paire torsadée.
- La compatibilité spectrale avec les services coexistant dans le même câble
- Une facilité d'installation et performances prévisibles dans les implémentations réelles, sujettes aux bruits.

En guise d'illustration, on peut voir ici la performance du SHDSL lors de tests effectués[20] avec des câbles d'une section de 0.4 mm.

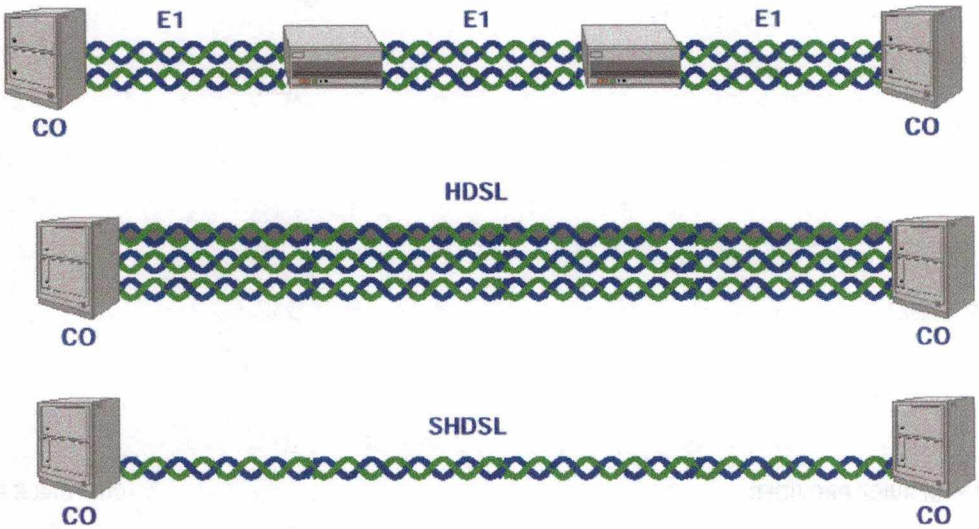
Débits SHDSL (maximaux) possibles en fonction de la distance.



Si l'on examine de plus près l'évolution de l'infrastructure de transmission, on constate une amélioration notable de la facilité de déploiement : d'une infrastructure composée de 2 paires et de répéteurs (E1), on est passé à un système sans répéteurs à 3 puis 2 paires torsadées, puis à une seule paire pour le SHDSL.[21]

20 Par Alcatel-Newbridge
21 Source : [INFINEON 2000-a]

Figure : Évolution de l'infrastructure de transmission



Source : [INFINEON 2000-a]

4.3.5. VDSL

Une variante émergente de DSL, encore en cours de développement, est VDSL, pour Very High-Speed DSL (DSL à très grande vitesse). Comme pour l'ADSL, les signaux VDSL sont transportés, sur une paire de cuivre, simultanément et sans interférence avec la voix téléphonique. VDSL doit permettre de fournir à la fois des services asymétriques (ADSL "de luxe") ou symétriques avec des débits pouvant concurrencer ceux des services de type T3, pouvant aller jusqu'à 52 Mbps sur la voie descendante, et de 26 Mbps pour les services symétriques.
Naturellement, de telles vitesses impliquent une portée beaucoup plus faible du service, qui ne peut excéder 1000 pieds (300 m) pour les bandes passantes les plus élevées.

Plus précisément, les débits typiques envisagés (pour le sens descendant) sont :

Longueur (mètres)	*Débit descendant (Mbit/s)*	*Débit montant (Mbit/s)*
300	52	6.4
300	26	26
1000	26	3.2
1000	13	13
1500	13	1.6

Source : [VDSL 2000]

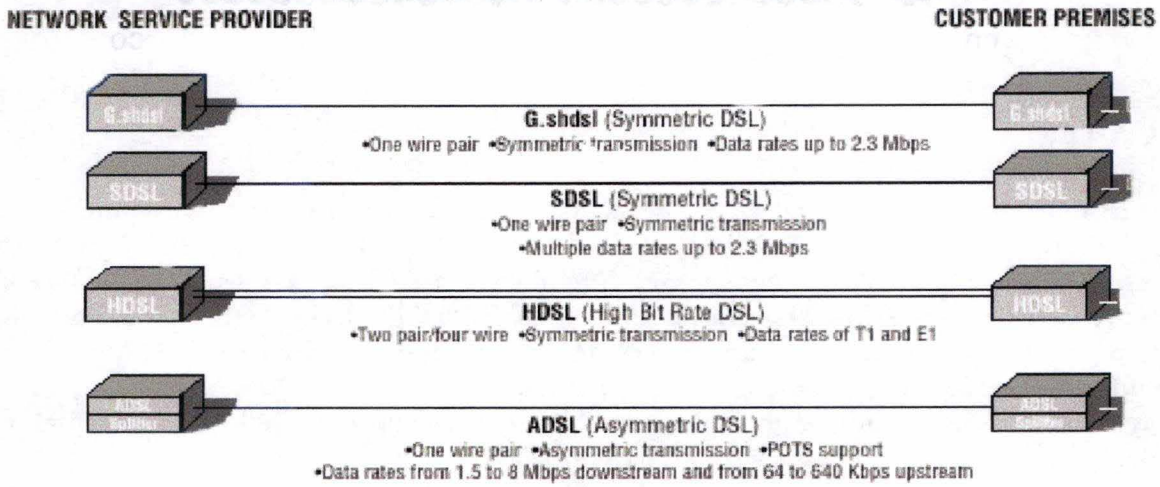
A cause de ces limitations, le déploiement de VDSL devrait utiliser un modèle légèrement différent que celui du DSL traditionnel, le DSLAM étant déplacé des installations de l'opérateur téléphonique vers le voisinage des clients, avec des fibres optiques reliées au "conteneur" du DSLAM (soit FTTN : Fiber To The Neighbourhood, la fibre optique jusqu'au voisinage).
Un tel déploiement n'est néanmoins pas envisageable dans un futur proche : même si la technologie existe, une mise en oeuvre rapide demeure illusoire étant donné les coûts énormes d'installation des fibres, et le fait que de nombreux services attrayants peuvent déjà être fournis aux débits offerts par l'ADSL (vidéoconférence, vidéo à la demande, accès web rapide, ...). De plus, de nombreux tests devront encore être effectués afin de mettre au point une technique qui n'en est actuellement qu'à ses balbutiements.

Les grandes vitesses offertes par VDSL permettront de fournir une nouvelles génération de services DSL, avec comme applications principales :
- la Télévision Haute Définition (TVHD),
- le télé-enseignement
- la vidéo à la demande (comme pour ADSL, mais sur plusieurs canaux)
- l'interconnexions de VPN et de LAN

pour les particuliers principalement, ainsi que toute la gamme des applications des entreprises nécessitant une grande bande passante (comme par ex la connexions de LANs proches géographiquement sans avoir besoin de la fibre optique et de son coût supérieur).

4.3.6. Récapitulatif

Ci-après, on peut voir un récapitulatif de différentes variantes xDSL ainsi que des techniques de modulation utilisées.[22]



Le tableau suivant présente les caractéristiques techniques de différentes technologies xDSL.

DSL Transceiver Reference Table		*DMT ADSL*	*CAP S/HDSL*	*2B1Q S/HDSL*	*CAP SDSL*	*G.SHDSL*
Symmetric Applications (bits/s)	128 kbps	X	X	X	X	X
	384 kbps	X	X	X	X	X
	512 kbps	X	X	X	X	X
	768 kbps		X	X	X	X
	1 Mbps		X	X	X	X
	T1 1.544 Mbps		X	X	X	X
	E1 2.048 Mbps		X	X	X	X
Asymmetric Downstream		X				
Optional Analog POTS		X	X			
Rate Selectable		X	Future	Future	X	X
Auto-Rate Adaptation		X			X	X
Echo Cancelled			X	X	X	X

22 Source : [PARADYNE 2000]

DSL Transceiver Reference Table	*DMT ADSL*	*CAP S/HDSL*	*2B1Q S/HDSL*	*CAP SDSL*	*G.SHDSL*
Typical Loop Reach (.5 mm)	5.5 km (1.5 Mbps)	4.3 km (HDSL)	3.0 km	8.9 km (128 kbps)	4.4 km (1.5 MPbps)
	1.8 km (7 Mbps)	3.6 km (SDSL)		6.4 km (768 kbps)	

Source : [PARADYNE 2000]

Il indique les différentes techniques de modulations utilisées (par exemple le SDSL utilisant 2B1Q et celui utilisant CAP), les différents débits pouvant être atteints, l'adaptation du débit éventuelle, ainsi que les portées habituellement atteintes. Il signale également la symétricité ou non de la technique, ainsi que la possibilité ou non de conserver conjointement un POTS.

4.3.7 Autres possibilités pour les PMEs.

Des technologies de type asymétrique (telles l'ADSL) pourraient également être envisagées pour les entreprises, mais leur limitation dans le canal montant les contraignent à demeurer dans le domaine des particuliers, ou des PME de faible taille. En effet, les grosses entreprises ont généralement besoin d'une bande passante montante élevée afin de répondre p.ex. aux requêtes des clients à destination de leur serveur web. Il est intéressant de voir à quel moment une solution asymétrique n'est plus envisageable.

Dans ce qui suit, nous présenterons quelques exemples de cas d'utilisation (de configuration) et nous prendrons en compte le cas de l'ADSL et du SHDSL pour déterminer si la configuration demandée est possible à une distance donnée en fonction de la distance par rapport au CO.
Les quelques scénarios suivants permettent de se faire une idée du déploiement d'une solution ADSL selon différentes configurations ; le débit montant approximatif restant à disposition est également fourni. Il permet d'évaluer (sommairement) l'évolutivité de la solution.

Configuration a : 256 kb/s

4 pots

1 vidéoconférence + 2 pots

Configuration b : 512 kb/s

1 serveur (384 kb/s) + 2 pots (128 kbps)

1 vidéoconférence (384 kbps) + 2 pots

8 pots

1 télétravail + 4 pots

Configuration c : 640 kb/s

1 serveur (384 kb/s) + 4 pots (256 kbps)

1 serveur + 1 télétravail + 2 pots

10 pots

1 vidéoconférence + 1 télétravail + 2 pots

Config d : 768 kb/s

2 serveurs

1 serveur + 1 vidéoconférence

1 serveur + 1 télétravail + 4 pots

Société située à moins de 3 km du CO		
	ADSL	SHDSL
Config a	< 580 kb/s	> 2000 kb/s
Config b	< 330 kb/s	> 1700 kb/s
Config c	< 200 kb/s	> 1600 kb/s
Config d	< 70 kb/s	> 1400 kb/s

Société située entre 3 et 4 km du CO		
	ADSL	SHDSL
Config a	< 300 kb/s	> 1700 kb/s
Config b	impossible	> 1500 kb/s
Config c	impossible	> 1400 kb/s
Config d	impossible	> 1200 kb/s

Société située entre 4 et 5 km du CO		
	ADSL	SHDSL
Config a	impossible	> 700 kb/s
Config b	impossible	> 512 kb/s
Config c	impossible	> 400 kb/s
Config d	impossible	> 272 kb/s

Si l'on considère la configuration c (constituée d'un serveur et de 4 lignes téléphoniques, soit au moins 640 kbps[23] nécessaires), et des câbles d'une section de 0,4mm, une solution basée sur l'ADSL ne serait réalisable que pour des entreprises situées à moins de 3 km du central.

Dans ce cas, en considérant un débit montant de 840 kbps, il ne resterait alors qu'au plus 200 kbps de libre pour d'autres usages.

Dans la même situation, en utilisant SHDSL, il resterait encore au moins 1600 kbps de disponible à d'autres fins.

Dans ce même cas de figure (même configuration), la portée du SHDSL pourrait même être étendue jusqu'à entre 4 et 5 km, en conservant une marge de sécurité de 400 kbps, alors que cela serait inimaginable pour l'ADSL[24]

23 soit 384 + 4*64 kbps

24 qui pourrait dans ce cas de figure "tenir le coup" jusqu'à environ 3 km

4.4 Sources

[1]	**[ADTRAN 2000]**	***Get Ready for G.shdsl,*** ADTRAN, Inc., 2000, (http://www.adtran.com/library/white_papers/dsl/g-shdsl.pdf)
[2]	**[ART 1999]**	***Consultation publique sur le développement de la concurrence sur le marché local -Annexe2 ,*** Autorité de régulation des télécommunications -Mars 1999 (www.art-telecom.fr/publications/annexe2.htm)
[3]	**[COMEUR** 1999]	***Recommandation de la commission relative à la tarification de l'interconnexion des lignes louées dans un marché des télécommunications libéralisé***, Commission des communautés européennes, Bruxelles, 24/11/1999
[4]	**[INFINEON 2000-a]**	S. Lindecke, ***SHDSL -the advanced symmetrical DSL-technology,*** Infineon technologies, Novembre 2000, (http://www.infineon.com/cmc_upload/documents/025/579/shdsl_pres_nov_2000.pdf)
[5]	**[INFINEON 2000-b]**	S. Lindecke, **Next Generation Transmission Technology -POTSWIRE SHDSL Technology,** Infineon Technologies, Mars 2000, (http://www.infineon.com/cmc_upload/migrated_files/document_files/Others/sdsl_wp.pdf)
[6]	**[KPNQwest]**	***DSL, The Physical Access to the Internet Economy,*** KPNQwest, (http://www.kpnquest.com/links/DSL_Lightpaper.pdf)
[7]	**[OFTEL 2000]**	***Analysis final report for Oftel:International Benchmarking of DSL Services,*** Office of telecommunication, 2000 (http://www.oftel.gov.uk/publications/research/dsl0400.htm)
[8]	**[PAIRGAIN 97]**	***xDSL,*** ATG's Communications & Networking technology guide Series Sponsored by Pairgain, 1997 (http://www.techguide.com/titles/dsl.hml)
[9]	**[PAIRGAIN]**	***xDSL tutorial***, Pairgain, (http://ww.sprintnorthsupply.com/dsl/products/pairgain/wp/xdsltutorial.pdf)
[10]	**[PARADYNE 2000]**	***The DSL Sourcebook - 3rd Edition:"The comprehensive resource on digital subscriber line technology",*** PARADYNE corporation, (http://www.paradyne.com/sourcebook_offer)
[11]	**[SHFAQ]**	***Frequently Asked Questions about G.shdsl***, ADTRAN, (http://www.shdsl.org)
[12]	**[VDSLTUT]**	***VDSL Tutorial - Fiber-Copper access to the Information Highway***, ADSL Forum, 1998, (http://www.dslforum.org/vdsl_tutorial.html)
[13]	**[VDSL2000]**	***VDSL : la transmission d données sur paire de cuivre à la vitesse de la fibre***, Revue des Télécommunications d'Alcatel, 2000, (http://atr.alcatel.de/hefte/00i_4/fr/pdf_fr)

Partie 2:

Gestion de performance

Chapitre 5 :

Gestion de performance

des réseaux xDSL

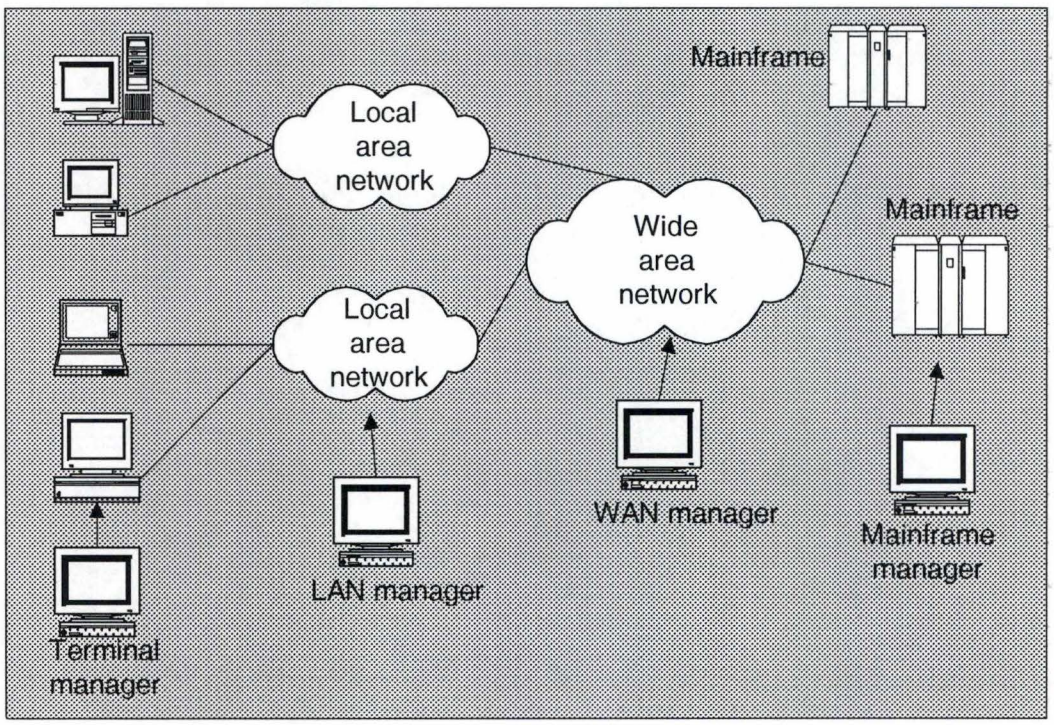
Plan du chapitre 5:

5.1 Introduction: la gestion de réseaux[1]

Le déploiement de plus en plus intense des réseaux depuis plusieurs dizaines d'années a amené une situation où il est devenu de plus en plus difficiles de les gérer /administrer efficacement. A cet effet, pour gérer la complexité de ces réseaux (souvent hétérogènes), il est nécessaire de disposer d'outils adaptés pour en contrôler le bon fonctionnement, pour les *administrer* (que ce soit au niveau des réseaux locaux (LAN), ou des réseaux longue distance (WAN)) afin de remédier aux différents problèmes pouvant survenir à tout moment.

On voit donc apparaitre dans la topologie des réseaux tout un ensemble de stations de gestion supportant des applications de gestion de réseaux.

Figure: quelques possibilités d'emplacement des stations de gestion de réseaux



Définition:
La gestion de réseaux peut se définir comme l'ensemble des activités liées au contrôle, à la coordination et la surveillance des ressources qui participent à la mise en place des communications. Gérer un réseau revient à observer son activité (collecte de statistiques sur le débit réel, calcul de taux d'erreurs), à contrôler les opérations en cours (contrôle des accès, statut des connexions) et à agir sur l'ensemble de ses ressources de communication (activer, initialiser une station ou un routeur) .

5.2 Modèle de gestion de réseaux [2]

La gestion de réseau a besoin d'un modèle permettant d'interagir avec les éléments du réseau, et ce, d'une façon qui soit indépendante des technologies et sous–réseaux que l'on peut rencontrer.
Ainsi, les modèles actuels sont basés selon des principes de conception orienté objets et suivent le

1 Sources: **[ALCATEL], [NEWBRIDGE 2000], [TANENBAUM 96]**
2 Sources: **[ALCATEL], [NEWBRIDGE 2000]**

modèle Gestionnaire-Agent .

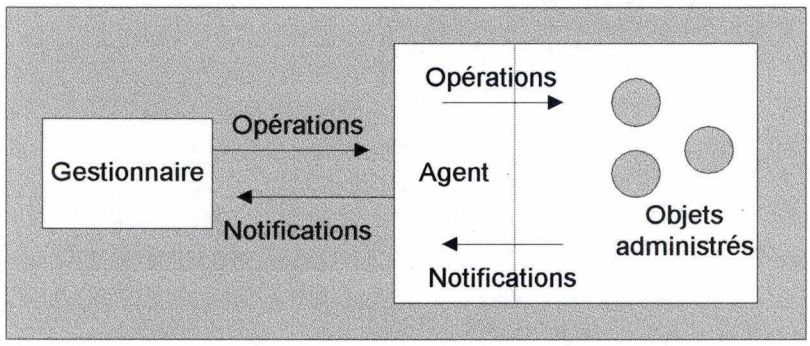
Selon ce modèle, où le gestionnaire peut être vu comme une entité exécutant un logiciel particulier (à savoir un logiciel de gestion de réseau), chaque réseau ou chaque équipement devant être administré (p.ex. imprimante réseau, routeur, modem, ...) offre une vue abstraite de ses ressources en tant qu'objets administrés auxquels on accède via un ***agent***. Ce dernier est un dispositif capable d'exécuter un processus d'administration.

Les interactions entre un gestionnaire et un agent peuvent être de deux ordres :

- Le gestionnaire peut effectuer des opérations sur l'agent (par exemple le questionner sur son état)
- Les objets administrés présents dans un agent peuvent eux-mêmes émettre des notifications basées sur la ressource qu'ils modélisent.

Afin d'assurer la communication entre les 2 entités, un protocole est nécessaire . C'est pourquoi toutes les interactions entre un gestionnaire et un agent sont réalisées en utilisant un ***protocole de gestion de réseau*** qui transporte/transmet essentiellement les paramètres des opérations à effectuer sur les objets et retourne les résultats et/ou erreurs.

La figure suivante présente le modèle simplifié "Gestionnaire-Agent"



<u>Légende:</u>

Les objets administrés:

Ceux-ci représentent des abstractions de ressources physiques ou logiques à administrer. Ils permettent leur manipulation par l'intermédiaire d'opérations bien définies, et ce, sans qu'il soit nécessaire de connaître les détails d'accès aux ressources réelles. Pour connaître l'état des objets administrés, il est nécessaire de disposer d'une base de données décrivant l'état de ces objets. A cet effet, on utilise la **M**anagement **I**nformation **B**ase (MIB, base de données d'informations d'administration).

La management information base(MIB):

Celle-ci est une base de données orientée objet fortement distribuée comprenant l'ensemble de tous les objets possibles dans un réseau. Néanmoins, le terme "MIB" est aussi employé pour désigner le sous-ensemble de la base d'information globale qui est traitée par un agent particulier.

Méthode d'accès: le protocole d'administration/de gestion

Le protocole d' administration de réseau fournit un mécanisme d'accès à l' information d'administration (MIB), permet aux applications d'administration de communiquer entre elles, et définit un ensemble d'opérations qui peuvent être appliquées aux objets administrés. (Il est en

général situé au niveau de la couche applicative, puisqu'il a besoin de manipuler des données provenant de réseaux généralement hétérogènes).
Les protocoles d'administration disposent d'un ensemble d'opérations plus ou moins similaires entre eux. On y retrouve principalement des opérations de :

- **lecture** d'attribut(s) d'objets administrés
- **écriture** (cela permet de modifier les valeurs des attributs des objets administrés).
- **notification** (cela permet à un agent d'informer le gestionnaire intéressé d'un événement particulier)
- **création** d'objets à administrer.
- **suppression** d'objets administrés

Les opérations/notifications

Les opérateurs chargés de gérer un réseau ont besoin d'outils, de facilités qui peuvent varier considérablement selon leurs besoins spécifiques. Sur base des informations de gestion, des décisions sont prises qui peuvent résulter en des actions/opérations à effectuer sur les ressources administrées. Il est donc nécessaire de fournir ces facilités .

Pour rencontrer ces exigences, les fonctions administratives sont regroupées en cinq domaines fonctionnels (selon la norme OSI) , à savoir
- La gestion des pannes
- La gestion de configuration
- La gestion de la sécurité
- La gestion de la comptabilité
- La gestion des performances

Présentons les succinctement:

- Gestion des pannes (***Fault Management***)

  Dans des systèmes aussi complexes que des réseaux informatiques (et de télécommunication), un grand soin doit être porté au bon fonctionnement du système dans son ensemble et de chaque élément en particulier. Il est donc nécessaire d'entreprendre des actions correctives lorsque des problèmes sont détectés. Il est également essentiel de pouvoir anticiper les problèmes et ce, via divers tests de diagnostics. Dès lors, pour la gestion des pannes, on dispose notamment des fonctions suivantes:

  * Identification et traitement des pannes
  * Création/transmission de rapports de pannes
  * Génération de notifications à destination de la station de management
  * Tests de diagnostic sur la ressource
  * Examen des résutats de tests
  * Application des actions correctives

- Gestion de configuration (***Configuration Management***)

  La gestion de configuration concerne les aspects de configuration des ressources.
  Elle offre les fonctionnalités suivantes:

  * Le contrôle et la surveillance de l'état des ressources
  * Le contrôle des modifications (création, suppression ou modification de ressources)
  * L'inventaire (contrôle de l'allocation, de la distribution et de l'usage des ressources)
  * La mise à jour logicielle des ressources

- Gestion de la sécurité (***Security Management***)

  2 aspects:

  * Gestion de la sécurité du système :
    - Contrôle des mots de passe, distribution des clés de cryptage.
  * Sécurité de la gestion:
    - Identification des opérateurs
    - Contrôle du droit d'accès à une ressource, à une fonctionnalité de gestion.
    - Garantie de confidentialité et d'intégrité de l'information d'administration.

- Gestion de la comptabilité (***Accounting Management***)

  Concerne principalement

  * La mesure et la collecte de données fournissant de l'information sur l'usage des ressources.
  * La représentation des données de comptabilité sous forme de rapport
  * Le contrôle de la collection des données de comptabilité

L'information de comptabilité peut également être utilisée par les applications de gestion afin de déterminer l'allocation des coûts pour l'utilisation de la ressource (cela permet de déterminer le coût des communications).

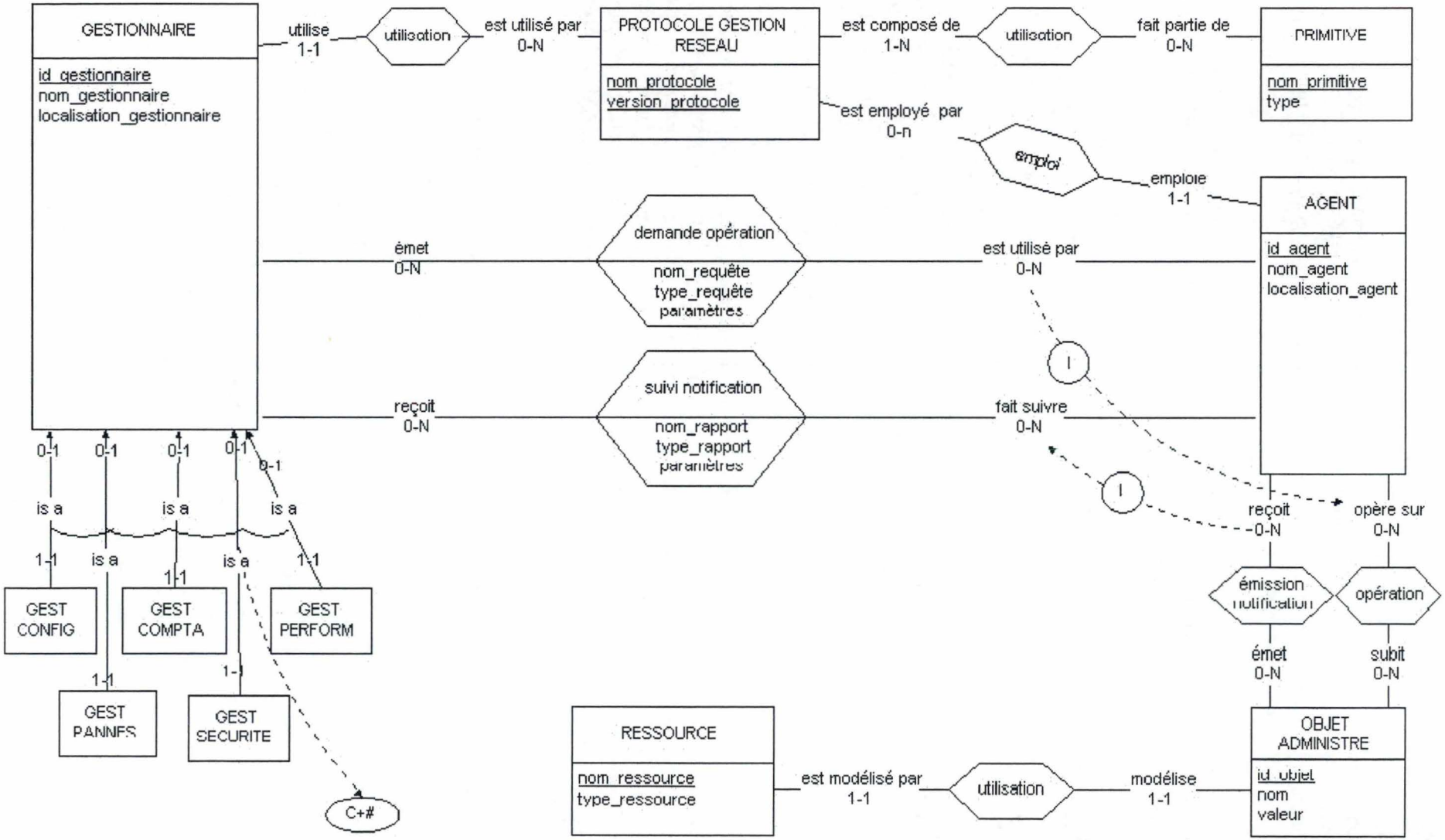
- Gestion des performances (Performance Management)

  La gestion des performances concerne l'évaluation des performances d'un système.
  Cette évaluation est facilitée notamment par:

  * La mesure du taux d'erreur par bit transmis
  * La mesure de la charge du réseau
  * La mesure des temps de réponse de la ressource, que l'on peut alors réutiliser pour faire du planning et du routing de trafic de données.
  * La mesure du taux d'erreur par bit

En guise de récapitulatif , la page suivante présente **le modèle E-R-A** de la gestion de réseaux.

Modèle ERA de la Gestion de Réseaux



Contraintes d'intégrité

- Type_ressource ∈{ logique, physique }
- Si un gestionnaire émet une demande d'opération à un agent, alors cet agent emploie le protocole qui est utilisé par ce gestionnaire.
- Si un agent fait suivre une notification à un gestionnaire, alors ce gestionnaire utilise le protocole qui est employé par cet agent.

Après avoir abordé les notions générales de la gestion de réseaux, intéressons-nous au cas particulier de la gestion de réseaux xDSL (et comme on le verra par la suite, au cas encore plus particulier de la gestion des performances de réseaux xDSL).

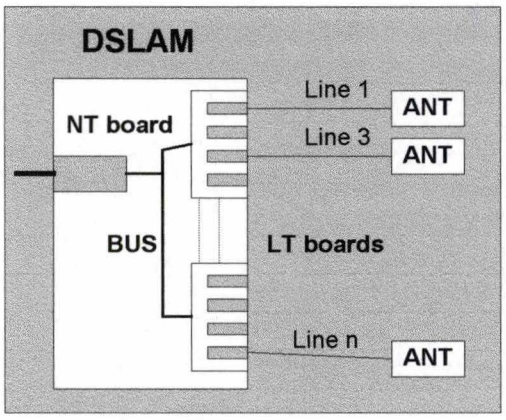
5.3 Gestion de réseaux xDSL[3]

Remarque: Par la suite, l'accent sera mis sur l'ADSL mais ce sera surtout par abus de langage et par facilité, car les notion que nous allons voir s'appliquent tout aussi bien aux autres technologies DSL.

Ce point sera abordé en se basant sur la gestion de réseaux xDSL vue par ALCATEL.
ALCATEL a en effet développé un logiciel sur mesure pour les stations de gestion de réseaux, à savoir l'**AWS** (**A**sam **W**ork**S**tation). Son rôle est de fournir à l'opérateur (par opérateur on entend l'opérateur de télécommunication, le gestionnaire -humain! - de réseaux, dont le rôle est de faire de la gestion de réseaux) toutes les fonctions nécessaires pour créer et activer les services à destination des abonnés ADSL et, dans le même temps, offrir à l'opérateur le contrôle et le monitoring en temps réel du réseau d'accès ADSL.

Les entités administrées par l'AWS seront les multiplexeurs ADSL (= DSLAM, appelé **ASAM chez Alcatel**). Comme on a pu le voir au chapitre 2, l'ASAM est un élément essentiel d'un réseau d'accès. Il n'en va pas autrement dans la gestion de réseaux ADSL où il va occuper une place centrale.
Pour rappel, les ASAMs sont organisés de manière hiérarchique. Au dernier niveau de cette organisation se trouve les ports qui sont chacun associé à une ligne partant vers un abonné . **La gestion d'un réseau ADSL consistera dès lors, outre la gestion de l'ASAM, à gérer chacune de ces lignes** (et donc le trafic transitant sur celles-ci) .

La figure ci-dessous nous rappelle la décomposition hiérarchique d'un ASAM.



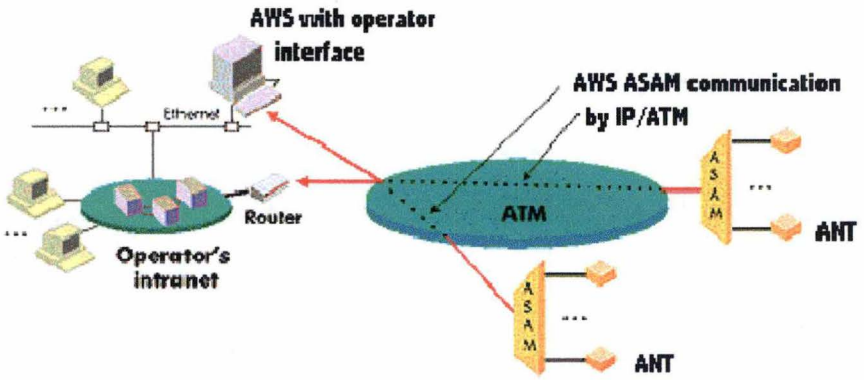
3 Source **[ALCATEL:documents interne]**

Chaque ASAM comporte un certain nombre de cartes (les LT boards) , elles-mêmes comprenant un certain nombre de ports. La carte NT (network termination) permet d'accéder aux réseaux extérieurs .

Le système de management est basé sur des techniques de système expert qui permettent le contrôle des ressources du réseau et qui manient une grande quantité d'informations de management. L'AWS va analyser et corréler continuellement les événements du réseau, en filtrant les détails sans importance et en présentant à l'opérateur une description claire et concise de tout problème, surtout ceux qui sont les plus urgents.

Concernant la communication entre la station de management et les ASAMs , elle sera assurée en utilisant un protocole de management. En l'occurrence, l'AWS utilise le protocole SNMP.

La figure suivante présente une station AWS en communication avec des ASAMs à travers un réseau (ici un réseau ATM).



[Source: Alcatel]

Afin d'assurer la gestion des ASAMs , l'AWS est découpé en un ensemble de modules, chacun étant responsable d'une fonctionnalité de gestion particulière. Ainsi , par rapport au modèle général de gestion de réseaux (voir 5.2), l'AWS implémente 4 de ces fonctionnalités à savoir le **fault management**, le **configuration management**, le **security management et le P**erformance **M**anagement (que l'on appellera par la suite le **PM).**

Nous allons, dans ce qui suit, nous intéresser de plus près au PM, et par la même, aux fonctionnalités offertes par celui-ci. Commençons tout d'abord par présenter cette notion de gestion de performances.

5.4 La gestion des performances [4]

La gestion des performances, dans le contexte de l'AWS signifiera :

*La collecte de données de performances provenant des multiplexeurs ADSL
*Le stockage de ces données
*Le traitement et le "reporting" des données
*La gestion des compteurs de performances

Cette gestion des performances aura pour but de gérer et de corriger le comportement et l'efficacité du réseau d'accès dans son ensemble, des multiplexeurs et des lignes en particulier.

Le module responsable de la gestion des performances devra donc signaler et montrer les

4 Source **[ALCATEL:documents interne]**

problèmes (essentiellement des dégradations de performance) pouvant survenir sur certaines lignes et par conséquent préparer l'action corrective.
La première notion à découvrir en rapport avec la gestion des performances est aussi la plus importante: celle des données de performance.

5.4.1 Les données de performance[5]

Cette notion est bien évidemment au coeur de la gestion des performances. Définissons dès lors ce que l'on entend par une ***donnée de performance***.
Un système d'accès ADSL peut être administré par une grande variété de paramètres. L'ASAM comporte un certain nombre de modules, chacun étant responsable de la gestion d'un type d'interface sur chaque port/ligne . (on peut citer comme exemple un module responsable de l'interface ADSL, un de l'interface ATM ...) . Chaque module va collecter et gérer des données de performance relatives à ces interfaces au moyen de compteurs hardware. Ces compteurs vont donc modéliser des évènements relatifs à ces interfaces. Dans la situation qui nous occupe, à savoir la gestion des performances, on aura affaire à des compteurs d'erreurs . Ces compteurs d'erreurs vont rendre compte du niveau de qualité de la transmission ainsi que de l'état de la ligne en relevant toutes les erreurs possibles (Ex: erreurs de transmission) .

Note: pour éviter toute confusion, distinguons 2 types de compteurs:
–*les compteurs d'erreurs*: ceux qui nous intéresse dans la gestion des performances
–*les compteurs de traffic*: ce sont des compteurs qui seront utilisés à d'autres fins.
Par exemple: un compteur indiquant le nombre d'octets entrant/sortant dans une interface

Les compteurs d'erreurs sont représentés logiquement par des paramètres, que l'on appelle les paramètres de performance (abréviation : les **Ppars**). Ces paramètres sont alors groupés dans des ensembles partageant la même sémantique, que l'on appelle des points de performance (abréviation :les **Ppoint**) .

L'exemple ci–dessous va illustrer ces notions. Soit les 3 compteurs d'erreurs suivant avec le nom correspondant du Ppar:

Nom du compteur	*Nom du Ppar*	*Commentaire*
Number of **coding violations**	CVs	Compteur indiquant le nombre de super trames ayant au moins une erreur de parité dans les Interleaved data ou Fast data d'une des trames les constituant.
Number of corrected codewords	FECCs	Compteurs indiquant le nombre de super trames pour lesquelles l'octet FEC d'au moins une des trames les constituant a du être utilisé pour corriger des erreurs de transmission.
Number of errored seconds	Ess	Une ***errored second*** est une secondeaucours de laquelle se produit au moins une coding violation. Ce compteur donne donc le nombre de secondes où il y a eu au moins une coding violation.

[Source: ALCATEL]

Comme ces Ppars sont tous relatifs aux interleaved data et fast data contenu dans une trame ADSL (Chapitre 3, point 3.3.2), on peut les regrouper dans un même ensemble que l'on appellera un

5 Source **[ALCATEL:documents interne]**

Ppoint, dans le cas présent l' **ADSL Channel Ppoint.** Celui–ci nous donnera des informations sur les performances globales de la ligne.
Remarque: Un point de performance ne peut être instancié que sur une seule interface physique Ainsi, dans un ASAM supportant 200 ports ADSL, 200 Ppoints de type "ADSL line" peuvent exister, un pour chaque port. Cependant, un port pourra être géré par plusieurs types de Ppoint Illustration: Un port ADSL pourra être géré notamment par les Ppoints suivant:

–**ADSL Channel Ppoint** : voir exemple précédent
–**ADSL Channel Interleaved** : concerne uniquement les données de type Interleaved d'une super trame ADSL (Chapitre 3, point 3.3.2).
–**ADSL Channel Fast** : concerne uniquement les données de type Fast d'une super trame ADSL (Chapitre 3, point 3.3.2).

Pour fixer les idées:

–**Une donnée de performance** représentera la valeur numérique, à un moment donné, d'un compteur de performance(compteur d'erreur) et donc du paramétre le représentant.

–**Ppar(paramètre de performance)** : représentation logique d'un compteur d'erreur.

–**Ppoint(point de performance)** :représentation logique d'un ensemble de paramètres de performances possédant une même idée sémantique sur une unique entité physique.

A côté de la notion de données de performance, 2 autres concepts liés à celles–ci se doivent d'être cités, à savoir ceux de **Monitor** (Moniteur) et de **(Performance) Window** (fenêtre de performance)

5.4.2 Monitor et Performance Window[6]

Définitions

–**(Performance) Window :** Elle représente une certaine période de temps qui correspond à l'intervalle entre deux collectes successives de paramètres de performance des ASAMs vers l'AWS . La window sera définie par cet intervalle . Par défaut elle est de 15 min avec l'AWS.

–**Monitor :** représente l'association logique entre un point de performance et une Window. Un monitor peut être ajouté/enlevé à un Ppoint. On parlera alors de "***Ppoint monitoré***". **Cette association ne peut se faire qu'au niveau de l'AWS.**

Un monitor est donc identifié par le couple (Identifiant du Ppoint ,Window size).

Utilisation

Un Ppoint est créé automatiquement lorsqu'un port est créé. Dès lors, lorsqu'une carte est ajoutée dans la configuration d'un ASAM, tous les ports qu'elle contient vont être également automatiquement créés avec leurs Ppoints correspondants. Mais à cette étape, les Ppoints ne sont pas encore monitorés. On sait qu'il peut y avoir plusieurs Ppoints pour un port et donc également plusieurs monitors.
Un opérateur peut ajouter un monitor sur tous les Ppoints prédéfinis, mais aucun Ppoints n'est monitoré par défaut, **d'où la nécessité d'une fonction de Monitor Management.**
L'ensemble des couples (port–monitor) va former ce que l'on appelle **la configuration du PM** (ou encore **PM config**) où le PM (Performance Management) désigne le module de l'AWS responsable

6 Source **[ALCATEL:documents interne]**

de la gestion des performances. Cela sous-entend que cette configuration doit suivre l'évolution des Ppoints correspondants, donc de l'ASAM correspondant. Si une carte est supprimée dans un ASAM, tous ses ports seront supprimés et donc tous ses Ppoints. La configuration du PM doit alors être mise à jour en supprimant les monitors concernés.

Par la suite, on désignera par **configuration de l'AWS** (ou encore **AWS Config**) l'ensemble des ASAMS supportés par l'AWS. Chaque ASAM, comme on le sait, comporte un certain nombre de cartes, chaque cartes ayant à son tour un certain nombre de ports. L'ensemble de ces cartes et ports se retrouvera dès lors également dans la configuration de l'AWS qui, comme pour la **PM Config,** devra tenir compte de l'évolution des éléments qu'elle comprend.

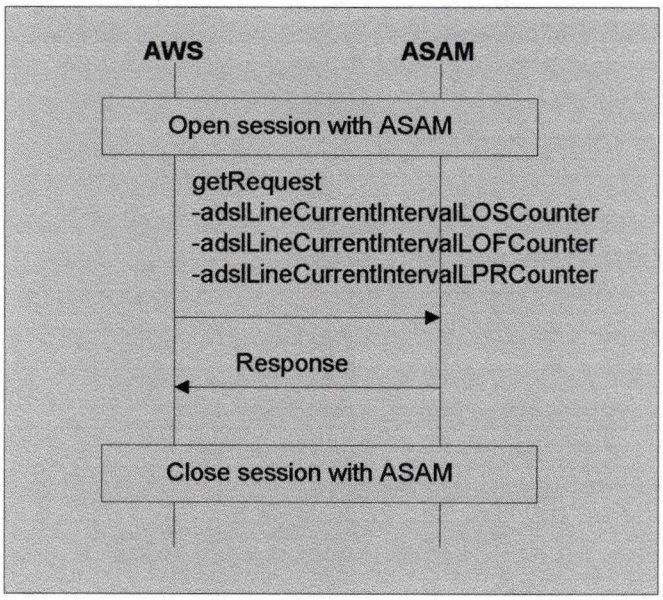
5.4.3 Principe de la collecte des données de performance[7]

Lorsque les monitors sont ajoutés, on permet à l'AWS de collecter les paramètres correspondant à ces moniteurs . En d'autres termes, l'AWS ne collecte que les données de performance de Ppoints qui sont monitorés . Si aucun Ppoint n'est monitoré, aucune donnée de performance ne parviendra à l'AWS.
La collecte des données de performance relative à un Ppoint sera effectuée en fonction de la Window associée à ce Ppoint . Sachant que pour l'AWS la Window est de 15 min par défaut, la collecte de données aura donc lieu tous les quarts d'heure. A cet effet, le protocole SNMP sera utilisé pour aller rechercher les données de performances désirées dans les MIBS des différents ASAMs concernés.

A noter qu'au niveau de l'ASAM les compteurs de performance sont toujours en activité, qu'ils soient connectés à l'AWS ou non. Tous les paramètres sont stockés durant 8 heures maximum dans la MIB de l'ASAM .

Dès lors retenons qu'il n'y a aucune relation entre l'activation des monitors et l'existence réelle des valeurs correspondantes mesurées dans l'ASAM. L'ASAM est totalement ignorant de l'existence des monitors. Lorsqu'on ajoute des monitors, ils sont ajoutés à l'AWS et non à l'ASAM.

Le scénario ci-dessous montre la collecte des données de performance (pour un Ppoint de type ADSL line). On peut voir que 3 Ppars sont concernés par la requête (les Ppars LOS, LOF et LPR).



7 Source **[ALCATEL:documents interne]**

Pour information, cette requête récolte les données de performances du Ppoint de type adslLine et ce, pour l'intervalle courant, çàd le dernier intervalle de mesures.

Remarque: Pour des raisons de facilité de gestion, les ASAMs vont être regroupés logiquement entre–eux sous la forme de zone (**area**). Par exemple l'area de Charleroi va consister en tous les ASAMs desservant la ville de Charleroi.

Nous venons ainsi de présenter les notions et principes de base en rapport avec la gestion de performance . En guise de résumé, voyons comment le modèle global de gestion de réseaux peut s'appliquer au cas particulier de la gestion de performances de réseaux xDSL .

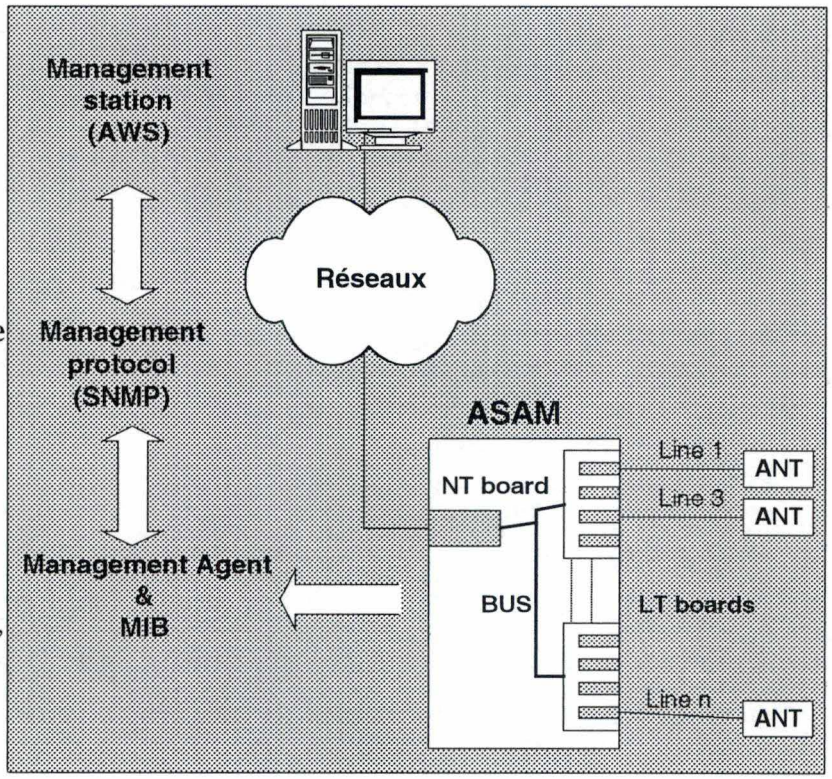
5.4.4 Instanciation du modèle de gestion de réseaux à la gestion de performance de réseaux xDSL

Pour cela, nous utiliserons les concepts présentés dans le modèle global E–R–A.

Le gestionnaire
Il est constitué de l'application de gestion tournant sur la station de management. En l'occurrence il s'agit du module **PM** de l'AWS.

Le protocole de gestion
Le protocole utilisé est **le protocole SNMP** (protocole standard de fait à l'heure actuelle)

L'agent
Il est formé du **module logiciel SNMP** présent sur l'ASAM.
C'est lui qui se charge ,entre autres, de faire l'intermédiaire entre le PM et les ressources administrées.



Les objets administrés
Ce sont les Ppars qui constituent la plus petite partie indivisible de l'ASAM que l'on peut contrôler.

Les ressources physiques ou logiques à administrer
Elles sont formées des différents ports (et donc des lignes, étant donné qu'à chaque port correspond une et une seule ligne) présents sur les cartes de l'ASAM .

Les primitives
Elles sont composées de primitives SNMP permettant à un gestionnaire de demander de l'information à un agent sur l'état d'un ou de plusieurs objets administrés, et de primitives permettant à un agent d'informer un gestionnaire de l'état d'un ou de plusieurs objets administrés.

Les demandes d'opération
Elles représentent ici des requêtes que le gestionnaire effectue (utilisant en bout de chaîne les

primitives du protocole de gestion) afin de connaître les valeurs des compteurs de performance des ports monitorés.

Les suivis de notifications
Ils permettent à l'agent SNMP d'informer le PM des valeurs de performance des compteurs concernés par les requêtes provenant du gestionnaire.

5.4.5 Problèmes liés à la gestion de performance des ASAMs[8]

1) Le problème du volume de données collectées /du stockage des données

Une des difficultés les plus importante qui se pose à l'opérateur est de faire face à l'énorme quantité de données qui sont récoltées périodiquement (en l'occurence tous les quart d'heure), et de les analyser pour déterminer celles qui sont dignes d'intérêt et qui peuvent annoncer un problème sur une ligne.

En guise d'illustration, voici une estimation de l'accroissement de la taille de la BD contenant l'ensemble des données de performances. Notons que l'AWS peut gérer jusqu'à 100.000 lignes, mais on estime qu'il ne faut monitorer que 5% des lignes (soit 5000 lignes) pour ne pas être submergé par les données .

Soit la configuration suivante:

- L'AWS assure la gestion de 5000 lignes
- Chaque ligne supporte 5 ppoints.
- Chaque Ppoint représente 10 ppars
- Les windows sont toutes de 15 minutes.

Estimation du volume de données:

Données	*Ordre de grandeur*
5000 lignes, 5 Ppoints/ligne	=> 5*5000=25.000
10 ppars par Ppoints	=>25000*10=250.000
1 jour de collecte (soit 96 *15 min. ≃100 * 15 min)	=> 250.000*100=25.000.000
Taille de la structure de donnée (Ppar):120 bytes.	=>25.000.000*120 ≃ 3 Gbytes

Soit près de 3 Gbytes de données tous les jours ! L'application de gestion de performance ainsi que l'opérateur doivent donc faire face, tous les quart d'heure à ± 30 Mégas de données de performance qui seront stockées dans la base de donnée d'administration attachée au PM, ce qui n'est pas trivial.

2) La présentation des données de performance à l'opérateur

Un constat: cette fonctionnalité (la gestion des performances) n'est en pratique que peu utilisée [Source Alcatel], en grande partie dû à un manque de confort et de facilités offerts par l'interface utilisateur (énormément de données à représenter => interface trop chargée => difficultés d'interprétation).

Le système doit être capable de traiter les données récoltées de telle manière que seules les plus pertinentes soient portées à la connaissance de l'opérateur, et ce, d'une façon telle que celui-ci

8Toutes les données chiffrées ont pour source **[Alcatel ETCA]**

puisse détecter rapidement les problèmes potentiels. Il sera donc nécessaire de porter une grande attention à la façon dont sont présentées les données de performances.

5.4.6 Solutions aux problèmes de gestion des performances

Revenons au cas particulier de l'AWS. Comme on l'a déjà dit, ALCATEL a développé ce logiciel sur mesure pour les stations de gestion de réseaux. La particularité d'un de ses modules, à savoir ***le PM*** est qu'il provient d'une application plus ancienne (il n'a donc pas été développé "from scratch" comme les autres, il n'était pas prévu initialement pour fonctionner dans le cadre de l'AWS) et n'est donc pas au "même niveau" que ces autres modules, ne serait–ce qu'au point de vue interface utilisateur et fonctionnalités offertes à l'opérateur. En outre , comme cela a été signalé au point 5.4.5, la mise en place du PM doit faire face à des problèmes liés à la gestion des compteurs.

Nous allons donc, par la suite, nous intéresser de plus près à ce module , et par la même, à la tâche assignée à l'opérateur réseau: **Assurer la gestion des données de performance**.

Voici de manière plus formelle l'énoncé type de la tâche qui va nous occuper par la suite:[9]

"Etude d'une architecture pour la collecte, le stockage, le traitement et la présentation des données de performances de multiplexeurs ADSL (ASAMs)"

Cette architecture doit être capable de répondre aux besoins décrits au chapitre précédent (point 5.4) et de trouver une/des solutions au problèmes décrits au point (5.4.5).

Pratiquement, la tâche à laquelle nous allons nous attacher par la suite sera de définir une nouvelle architecture du PM et ensuite d'en réaliser un **prototype**[10]. Cette réalisation procédera en plusieurs étapes. Nous commencerons par une analyse du problème (chapitre 6), comprenant notamment une analyse de la tâche ainsi que la détermination des fonctionalités du PM qui nous semblent aptes à répondre aux besoins de l'opérateur. Le chapitre 7 présente l'implémentation de notre solution. Par implémentation nous entendons la présentation de l'architecture externe du PM et donc des interfaces nécessaires avec les modules externes au PM, la découpe du PM en sous–modules et donc la présentation de l'architecture interne avec les relations entre sous–modules. Enfin le chapitre 8 nous présentera les interfaces utilisateurs du prototype avec leurs justifications.

Requirements(pour le prototype) :
- Faire abstraction du protocole de gestion (en l'occurence SNMP)
- Pour des raisons de facilité, réalisation d'un prototype en utilisant des flats files pour l'AWS Config ainsi que pour les données de performance.
- Tenir compte de la cohérence au niveau interface utilisateur avec le reste de l'application AWS.

Pour le reste, nous étions libre d'utiliser toutes les ressources de notre imagination...

Inputs:
- Démonstration et tests du logiciel AWS (sur plateforme ALMA Expert) et un multiplexeur ASAM 4.1 [ALCATEL] pour la collecte des compteurs de performance.
- Documents interne ALCATEL ETCA

9 Correspond à l'énoncé type du sujet de notre travail de stage chez **ALCATEL ETCA**

10 Tout ce qui sera présenté dans l'architecture sera ce que nous pensons être un PM capable de répondre aux besoins de l'opérateur., alors que ce qui sera implémenté effectivement dans le prototype dépendra des requirements . Dès lors, certains éléments définis dans l'architecture ne seront pas nécessairement implémentés , ou du moins ils seront simulés.

4.5 Sources du chapitre 5

[1]	[ALCATEL]	***OSI-CMP-TCP/IP-SNMP,*** Alcatel (document interne)
[2]	[NEWBRIDGE 2000]	***Broadband Access Network Management-White Paper,*** Newbridge Networks Corporation,2000
[3]	[TANENBAUM 96]	Tanenbaum A., ***Computer Networks-Third edition,*** Prentice Hall, 1996.

Chapitre 6 :

Analyse du problème

Plan du chapitre 6:

6.1 Analyse de la tâche

Remarque: ce chapitre a été validé par **[ALCATEL ETCA]**

6.1.1 Stéréotype des utilisateurs

L'utilisateur type est un technicien (un opérateur réseau) ayant une très bonne connaissance des notions de réseaux (et en particulier du réseau dont il doit assurer la gestion) . En outre, il doit avoir une bonne connaissance des notions de données de performance, des types d'erreurs possibles et des différents compteurs utilisés dans le système. On va supposer que l'utilisateur a une expérience riche de la tâche, de même qu'une expérience riche des systèmes d'information, qu'ils soient dédiés à la tâche concernée ou non.

6.1.2 Paramètres descriptifs de la tâche

Prérequis	-> **Modérés/maximaux** (suivant le réseau à gérer): L'utilisateur doit très bien connaître la structure de son réseau, notamment savoir où se situe les éléments stratégiquement les plus importants (les ASAMs). Il doit en outre avoir une bonne connaissance des notions de données de performances, comme par exemple les compteurs utilisés dans le système afin de savoir les interpréter. De même, la connaissance du fonctionnement des monitors s'impose (on ne peut monitorer une ligne que si un monitor est "assigné" à celle-ci).
Productivité	->**Élevée** : la fréquence d'exécution de la tâche est importante. En effet, le contrôle des performances se fait "en continu". => 3 scénarios possibles pour le contrôle de performances: **-Contrôle de performances "à priori":** contrôle on-line (en continu) des éléments (ASAMs) stratégiquement les plus importants afin de détecter rapidement un problème naissant. **-Contrôle de performances "à posteriori":** contrôle d'une ligne non encore monitorée suite à une demande d'un client afin de reconnaître un problème de performance éventuel sur la ligne. **-Contrôle de routine:** contrôle préventif de certains éléments pris au hasard (boards/lignes...) afin d'en vérifier les performances.
Environnement objectif	Existant . On peut citer les différents ASAMs monitorés par l'AWS .
Reproductibilité de l'environnement	**Praticable**. Afin de gérer les performances des ASAMS, le PM va modéliser de manière interne la configuration de chacun d'eux. Par la suite, le PM devra être averti des modifications de configuration que les ASAMS pourraient connaître .
Complexité de la tâche	**Moyenne/Élevée** car la gestion des performances nécessite la manipulation de gros volumes de données de performances **(Complexité opérationnelle),** d'où une certaine difficulté dans la présentation des données pertinentes et leur interprétation**(Complexité cognitive).**

Structuration de la tâche	**Moyenne**. Suivant les scénarios envisagés (voir productivité), l'opérateur dispose d'un certain degré de liberté.
Importance de la tâche	**Essentielle** vu le développement actuel des réseaux. L'opérateur doit gérer en permanence les performances de son réseau. Ainsi, par exemple, le non respect de SLAs (Service Level Agreement, engagements sur un niveau de service) vis-à-vis d'utilisateurs *business*, peut engendrer des indemnités financières importantes à charge de l'opérateur. De plus, ne pas savoir où se situe un problème peut mener à un "effondrement" des performances du réseau.

6.1.3 Informations complémentaires à propos de la tâche

Avant d'aborder une analyse des besoins de l'opérateur, trois questions vont être abordées. Les réponses à celles-ci vont orienter la façon dont nous allons aborder la tâche énoncée au point (5.4.6).

1) Comment déterminer le placement des monitors (quelle est la philosophie d'utilisation?)

Comment un opérateur peut-il savoir sur quelle ligne il doit placer un monitor? Est-ce totalement arbitraire?

En fait, le placement des monitors n'est pas arbitraire mais demande une connaissance approfondie du réseau sur lequel on opère. L'opérateur en télécommunication peut utiliser le PM pour détecter des problèmes en choisissant des points adéquats sur le réseau. Comment fait-il ? Cela fait partie de son expérience d'opérateur (C'est pour cela qu'on le qualifie d'expert).

Le PM avait initialement pour but de faciliter le diagnostic lors de l'apparition d'un problème. Par exemple , un opérateur a, via des réclamations de ses clients, ou tout autre système ou service, détecté qu'il existe éventuellement un problème dans tel ou tel ASAM , ou dans telle ou telle ligne. Alors, à ce moment, il monitore 'finement' les entités physiques (lignes ou autres) qui sont susceptibles d'être à l'origine des problèmes.

En d'autre temps , il peut superviser éventuellement une très grande partie de son réseau en ne regardant qu'une partie des paramètres les plus significatifs ou révélateurs de problèmes, en utilisant une fenêtre de temps beaucoup plus large, au niveau de la collecte (par exemple 2 heures par intervalle au lieu de 1/4 h) , et ce, en passant de zone en zone en fonction de l' importance de son réseau.

Remarquons que jamais il n'a été envisagé de monitorer l'ensemble du réseau avec l'ensemble des paramètres, cela étant impossible au niveau de la collecte des informations. Ainsi, par exemple, il existe une limitation dans l'AWS: un maximum de 5% des lignes supportés par celle-ci peuvent être monitorées simultanément[1].

2)Que doit faire le gestionnaire de réseau une fois qu'il a pu diagnostiquer un problème (par exemple un Ppar particulier compte un nombre d'erreurs qu'il estime être trop important)?

Doit-il lui-même appliquer les corrections nécessaires, doit il s'en référer à quelqu'un d'autre? En fait, à partir du moment où des problèmes ont été détectés grâce au PM, il y a toute une analyse à

1Source: ALCATEL

faire pour déterminer la cause : le problème peut provenir de la ligne, d'un sous-dimensionnement du réseau, de la congestion,...
Une fois son diagnostic rendu, le gestionnaire de réseau n'intervient plus. Le PM est un outil de tuning du réseau mais l'optimisation d'un réseau est l'affaire des ingénieurs systèmes Attention, pour rappel, le PM ne détecte pas de fautes matérielles (hardware défaillant), c'est le rôle du Fault Management (voir point 5.2).

3) Qu'en est-il de la fonction de communication entre le gestionnaire de réseau et l'ingénieur système?

En fait, cette fonction de communication peut varier plus ou moins fortement d'un opérateur à un autre. Voici cependant comment cela se passe chez Singapour Telecom[2] (et c'est sur ce modèle que nous allons nous baser). Le gestionnaire de réseaux et l' ingénieur sont dans la même piece. Une fois que le premier a pu diagnostiquer un problème, il va émettre un rapport au second et ce, via un outil interne , différent de l'application de gestion (AWS).

6.1.4 Conclusions de l'analyse de la tâche

De cette analyse de la tâche, il ressort les conclusions suivantes:

- La tâche du gestionnaire de réseau en général, et du gestionnaire de performance en particulier est très importante dans le contexte actuel . Il doit détecter les problèmes, les interpréter et réagir en conséquence et ce, de préférence le plus rapidement possible .

- Le système doit être capable de traiter les données récoltées de telle manière que seules les plus pertinentes soient portées à la connaissance de l'opérateur, et ce, d'une façon telle que celui-ci puisse détecter rapidement les problèmes potentiels ou en devenir. Il est donc nécessaire de porter une grande attention à la façon dont sont présentées les données de performances. Une présentation non adéquate peut amener des situations où l'opérateur a des difficultés dans cette tâche de recherche de problème. Une attention particulière doit aussi être faite à la charge de l'écran, toujours pour la même raison.

Afin que l'opérateur puisse mener à bien sa tâche de gestion, le PM devra lui fournir certaines fonctionnalités . En se basant sur l'analyse de la tâche et les problèmes rencontrés dans la gestion des performances (voir chapitre précédent), voici donc celles qui nous ont semblé les plus aptes à répondre aux besoins de l'opérateur et les plus pertinentes à développer .

6.1.5 Fonctionnalités à apporter

1- Monitor management(gestion des monitors): Fonctionnalité de base dans la gestion des performances. On se rappelle qu'un opérateur peut ajouter un monitor sur tous les Ppoints prédéfinis mais qu'aucun Ppoint n'est monitoré par défaut, d'où la nécessité d'une fonction permettant d'ajouter, de supprimer, ou de modifier des monitors. Cette fonctionnalité permettra à l'opérateur de définir les zones du réseau qu'il veut monitorer et ce, en fonction des cas d'utilisation (voir point 6.1.2 -***productivité***).

---

2 **Source: ALCATEL**

2- PM reporting : Autre fonctionnalité de base, celle-ci permet à l'opérateur de visualiser les résultats des opérations de monitoring en fournissant des rapports chiffrés détaillés de l'état des compteurs de performance, donc du réseau, en particulier concernant les éléments ASAM, Boards et lignes. C'est à partir de ces rapports que l'opérateur va pouvoir découvrir des problèmes existant ou anticiper des problèmes potentiels . De la manière dont cette fonctionnalité est pensée dépendra toute l'efficacité du PM . Idéalement, les rapports ne devraient montrer que les données pertinentes, et ce, présentés d'une façon telle que les problèmes puissent être rapidement détectés.

3- PM problem localization: Comme on l'a vu, l'opérateur doit faire face à de gros volumes de données. La seule façon qu'il a de découvrir un problème (si ce n'est suite à une plainte d'un client) est de rechercher exhaustivement ce problème dans le réseau en demandant un rapport détaillé des performances de chaque carte, donc de chaque ligne.

L'idée derrière cette fonctionnalité est de permettre à l'opérateur de localiser facilement des problèmes dans le réseau et ce, sans recherches exhaustives de sa part. L'opérateur ne doit pas recevoir nécessairement une indication chiffrée précise mais juste un indice de l'existence d'un problème quelque part dans le réseau. Ensuite, c'est à lui de demander un affinement de la localisation du problème en utilisant la fonctionnalité numéro 2 , à savoir obtenir un rapport détaillé d'un élément particulier. Nous admettons la possibilité de générer 2 types de rapports détaillés: un rapport graphique et un rapport textuel .

Une double utilité se cache derrière cette fonctionnalité:

- L'opérateur sait ou présage qu'il y a des problèmes et veut savoir exactement où ils se trouvent.
- L'opérateur présage qu'il n'y a pas de problèmes particulier dans son réseau et veut donc effectuer un contrôle de routine de l'état de celui-ci.

4- PM DB management : De gros volumes de données viennent périodiquement remplir la BD du PM. Afin de maintenir celle-ci à un taux de remplissage acceptable et pour éviter de la saturer trop rapidement, cette fonctionnalité doit permettre à l'opérateur de gérer (en partie) manuellement la taille de la BD en permettant par exemple de supprimer les données de performances qu'il estime n'être de plus aucune utilité (donc périmées).

5- PM View config : Cette fonctionnalité doit permettre à l'opérateur de visualiser quand il le souhaite la configuration du PM et donc de tous les éléments monitorés . Le but est de non seulement fournir une vue d'ensemble du réseau actuellement géré mais aussi de servir de support lors de la gestion des monitors, notamment l'ajout de nouveaux monitors .

6.1.6 Décomposition en buts et sous-buts

Nous allons décomposer la tâche principale du gestionnaire de performance, à savoir: **Assurer la gestion des données de performance.** Cette décomposition se base sur les 5 fonctionnalités que nous avons retirées de l'analyse de la tâche et sera à la base de la définition de l'architecture du PM (voir point 5.4.6) . A cette fin nous présentons les différents buts et sous-buts de l'opérateur, avec en parallèle les tâches et sous-tâches correspondantes. Un diagramme de flux permettra d'illustrer chacune de ces tâches.

En outre, les fonctions sémantiques (au sens traitement informatique du domaine d'activité) clés seront isolées pour chaque sous-tâche. Les arguments des procédures/fonctions sont précédées de

- "->" si l'argument est en entrée
- "<-" si l'argument est en sortie

Remarques

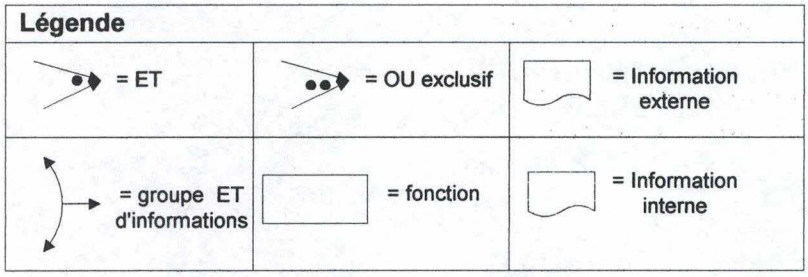
1) Sauf annotation contraire, voici les conventions qui seront utilisées par la suite dans la hiérarchisation des buts et sous-buts :

   - Un but (sous-but) X.Y et un autre but(sous-but) X.Y.Z seront séquentiels
   - Un but (sous-but) $X.Y_1$ et un autre but $X.Y_2$ seront séquentiels ($Y_2 > Y_1$)
   - Deux buts exprimés sous la forme : -but 1
     -but 2

   ne seront pas séquentiels.
   Cette remarque est la même en ce qui concerne les tâches et sous-tâches.

2) Lorsque l'on parlera d'un ***élément***, il faudra entendre une carte ou un port faisant partie de la configuration de l'AWS (**AWS config.**).

3) Voici les légendes utilisées dans les diagrammes de flux:



- **Sous-but 1 : <u>Gérer les monitors</u> (ici les Sous-buts 1,2 et 3 ne sont pas séquentiels)**
  -> à rapprocher avec la fonctionnalité **Monitor management** (6.1.5)

1. Ajouter un monitor

1.1 Disposer d'un élément auquel associer un monitor
1.2 Définir les paramètres du monitor (se rapportant à l'élément du point 1.1)

2 Supprimer un monitor existant

2.1 Disposer d'un élément monitoré dont on veut supprimer un monitor
2.2 Disposer de la référence d'un monitor (se rapportant à l'élément du point 2.1)sur lequel doit porter la suppression

3 Modifier un monitor existant

3.1 Disposer d'un élément monitoré dont on veut modifier un monitor
3.2 Disposer de la référence d'un monitor (se rapportant à l'élément du point 3.1)sur lequel doit porter la modification.
3.3 Effectuer les modifications permises sur les paramètres du monitor

Sous-tâche correspondante: Gestion des monitors (les sous-tâches 1,2 et 3 sont séquentielles)

1 Ajout d'un monitor

1.1 Sélectionner un élément (dans l'AWS config)
1.2 - Sélectionner un type de Ppoint
1.2.1 Configurer les seuils (thresholds) des Ppars
- Choisir une taille de fenêtre

2 Suppression d'un monitor existant

2.1 Sélectionner un élément (dans la PM config)
2.2 - Sélectionner un ou plusieurs types de Ppoint
- Choisir une ou plusieurs tailles de fenêtre

2.2.1 Afficher les monitors correspondants
2.2.2 Sélectionner les monitors à supprimer

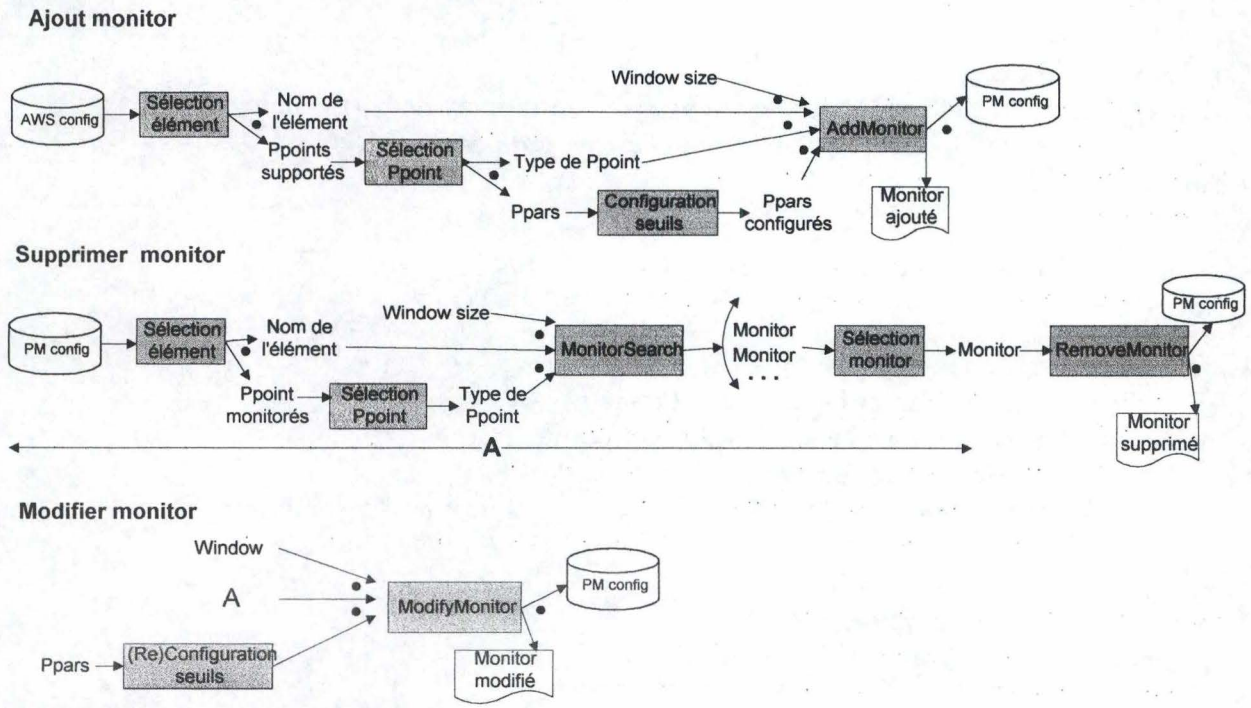
3.Modification d'un monitor existant

3.1 Sélectionner un élément (dans la PM config)
3.2 -Sélectionner un type de ppoint
-Choisir une taille de fenêtre

3.2.1 Afficher les monitor correspondant
3.2.2 Sélectionner les monitors à modifier

3.3 - Modification éventuelle des thresholds
- Modification éventuelle de la taille de la fenêtre

Diagramme de flux (n°1) correspondant :



Les fonctions sémantiques clés sont:

Ajouter un monitor:

- Configuration seuils (->Ppars, -> Values) retourne vrai si la configuration est valide
- AddMonitor (->taille de fenêtre, ->nom élément, ->type de Ppoint, -> Ppars configurés) retourne vrai si le monitor défini est valide, faux si le monitor défini n'est pas valide ou qu'il existe déjà dans la BD.

Supprimer un monitor:

-MonitorSearch (->taille de fenêtre, ->nom élément, -> type de Ppoint, <- monitor(s))
-RemoveMonitor(->monitor)

Modifier un monitor:

-MonitorSearch (->taille de fenêtre, ->nom élément, -> type de Ppoint, <- monitor(s))
-(Re)Configuration seuils (->Ppars, -> Values) retourne vrai si la configuration est valide
- ModifyMonitor (-> monitor, ->taille de fenêtre, ->Ppars, ->Values) retourne vrai si la modification de monitor est valide, faux sinon

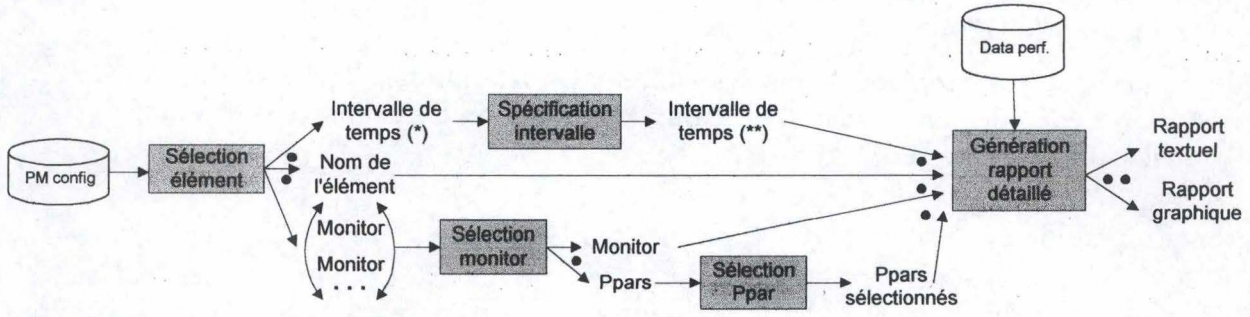
- **Sous-but 2: Visionner un rapport de performance d'un élément**
  -> à rapprocher avec la fonctionnalité **PM reporting** (6.1.5)

2.1 Configuration du rapport **2.1.1 Disposer d'un élément dont on veut avoir un rapport de performance** **2.1.2 Paramétrer le rapport (en fonction de l'élément du point 2.1.1)** **2.2 Vision d'un rapport**

Sous-tâche correspondante: Génération de rapports

2.1 Configuration du rapport **2.1.1 Sélectionner un élément (dans la PM config.)** **2.1.2 - Sélectionner un ou plusieurs types de Ppoints** **2.1.2.1 Sélectionner les Ppars désirés** **- Sélectionner un intervalle de temps (sur lequel doit porter le rapport)** **2.2 Génération d'un rapport détaillé** **- Génération d'un rapport textuel détaillé** **- Génération d'un rapport graphique détaillé**

<u>Diagramme de flux (n°2) correspondant:</u>



(*) Intervalle de temps disponible pour une recherche
(**) Intervalle inclu dans l'intervalle proposé

Les fonctions sémantiques clés sont:

- Spécification intervalle (->début intervalle, -> fin intervalle) retourne vrai si l'intervalle est valide, sinon retourne faux
- Génération rapport détaillé(->début intervalle, ->fin intervalle, ->nom élément, ->Ppars sélectionnés, -> Monitor sélectionnés, ->type rapport, <- rapport du type choisi)

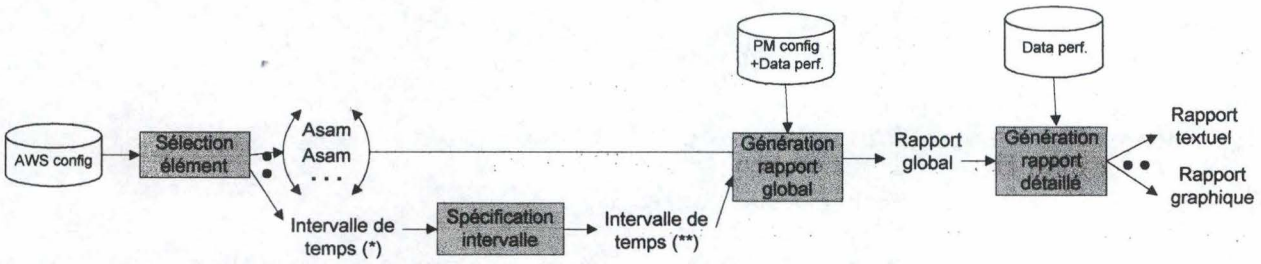
- **Sous-but 3: Localiser les problèmes**
  -> à rapprocher avec la fonctionnalité **PM problem localization** (6.1.5)

3.1 Paramétrer la recherche (la localisation de problèmes) **3.2 Visualiser les résultas globaux de la recherche** **3.3 Visualiser les résultats détaillés de la recherche**

Sous-tâche correspondante: Localisation des problèmes.

3.1 - Sélectionner les entités (Area ou ASAMs) dans l'AWS config sur lesquels doivent porter les recherches de problèmes **- Spécifier un intervalle de temps sur lequel la recherche doit porter** **3.2 Génération d'un rapport textuel global (non détaillé)** **3.3 -Génération d'un rapport textuel détaillé** **- Génération d'un rapport graphique détaillé**

Diagramme de flux (n°3) correspondant:



Les fonctions sémantiques clés sont:

- Spécification intervalle (->début intervalle, -> fin intervalle) retourne vrai si l'intervalle est valide sinon retourne faux
- Génération rapport global(->début intervalle, -> fin intervalle, , ->nom élément, <-rapport global)
- Génération rapport détaillé(->début intervalle, ->fin intervalle, ->nom élément, ->Ppars sélectionnés, -> Monitor sélectionnés, ->type rapport, <- rapport du type choisi) Remarque: Cette fonction correspond à la même fonction définie au **Sous-but 2,** à l'exception du fait que l'entrée "**Ppars sélectionés**" va concerner tous les Ppars (pas moyen de paramétrer).

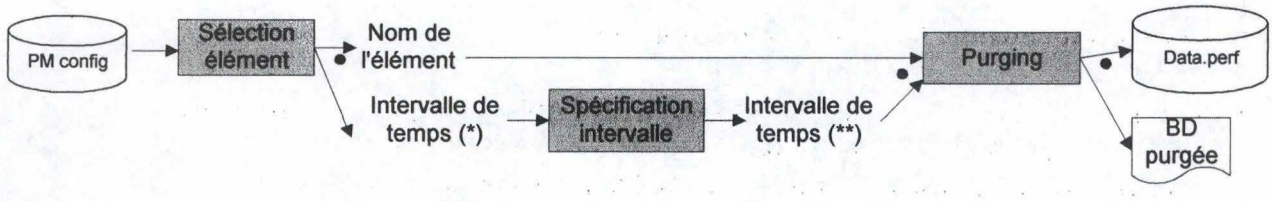
- **Sous-but 4: Gérer les données de performances**
  -> à rapprocher avec la fonctionnalité **PM DB management** (6.1.5)

4.1 Disposer d'un élément dont on veut réguler le volume de données de performance présent dans la BD du PM. **4.2 Paramétrer la régulation en fonction de l'élément du point 4.1**

Sous-tâche correspondante: Gestion de la BD du PM

4.1 Sélectionner un élément (dans la PM config) **4.2 Sélectionner un intervalle de temps (sur lequel doit porter la régulation)**

Diagramme de flux (n°4) correspondant :



Les fonctions sémantiques clés sont:

- Spécification intervalle (->début intervalle, -> fin intervalle) retourne vrai si l'intervalle est valide sinon retourne faux
- Purging (->début intervalle, -> fin intervalle, , ->nom élément)

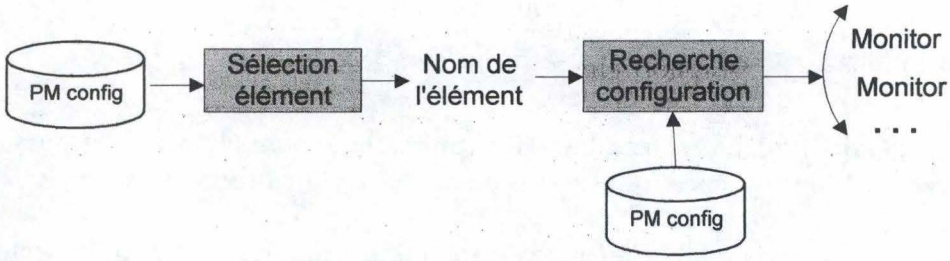
- **Sous-but 5: Visionner la PM config**
  -> à rapprocher avec la fonctionnalité **PM View config** (6.1.5)

5.1. Disposer d'un élément dont on veut voir la PM config

Sous-tâche correspondante: Afficher la PM config

5.1 Sélectionner un élément (dans la PM config) dont on veut voir la configuration

Diagramme de flux (n°5) correspondant:

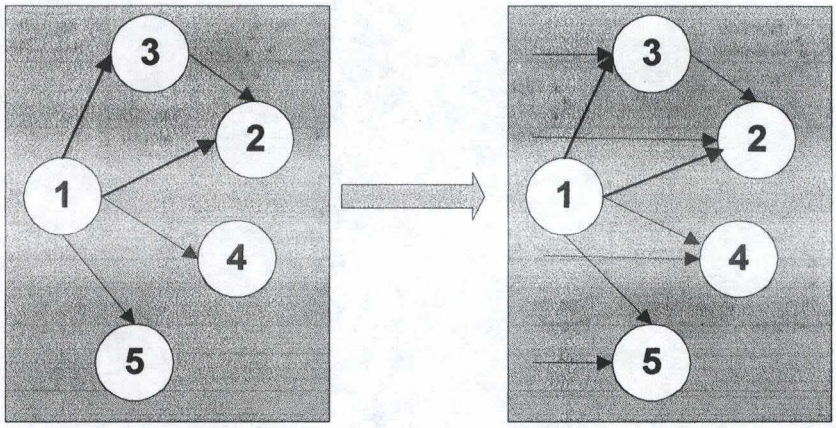


La fonction sémantique clé est : -Recherche configuration (->nom élément, <- monitors)

6.2 Graphe d'enchaînement des fonctions

Notation: Chaque bulle présentée dans le graphe ci-dessous se réfère à un diagramme de flux identifié dans la décomposition effectuée précédemment, à savoir :

1. -> **Gestion des monitors**
2. -> **Génération de rapports**
3. -> **Localisation des problèmes**
4. -> **Gestion de la BD du PM**
5. -> **Afficher la PM config**



Commentaires: Comme on peut le voir, la Gestion des monitors, et plus précisément l'ajout (la création) de monitors est la source du déclenchement de toutes les autres fonctionnalités . A partir du moment où les monitors sont créés, il n'est plus nécessaire de passer par le point 2 pour utiliser les autres fonctionnalités sur ces monitors. D'où un glissement vers le diagramme situé à droite.

6.3 Définition de la présentation

6.3.1 Identification des unités de présentation

Du graphe d'enchaînement et des diagrammes de flux présentés précédemment, on dégage 5 unités de présentation . Chacune de ces unités correspond à une sous-tâche de premier niveau. Ceci est inspiré par la règle méthodologique "Une UP par sous-tâches". Les 5 UP sont baptisées:

1: UP1: Gestion des monitors
2: UP2: Génération de rapports
3: UP3: Localisation de problèmes
4: UP4: Gestion de la BD du PM
5: UP5: Afficher la PM config

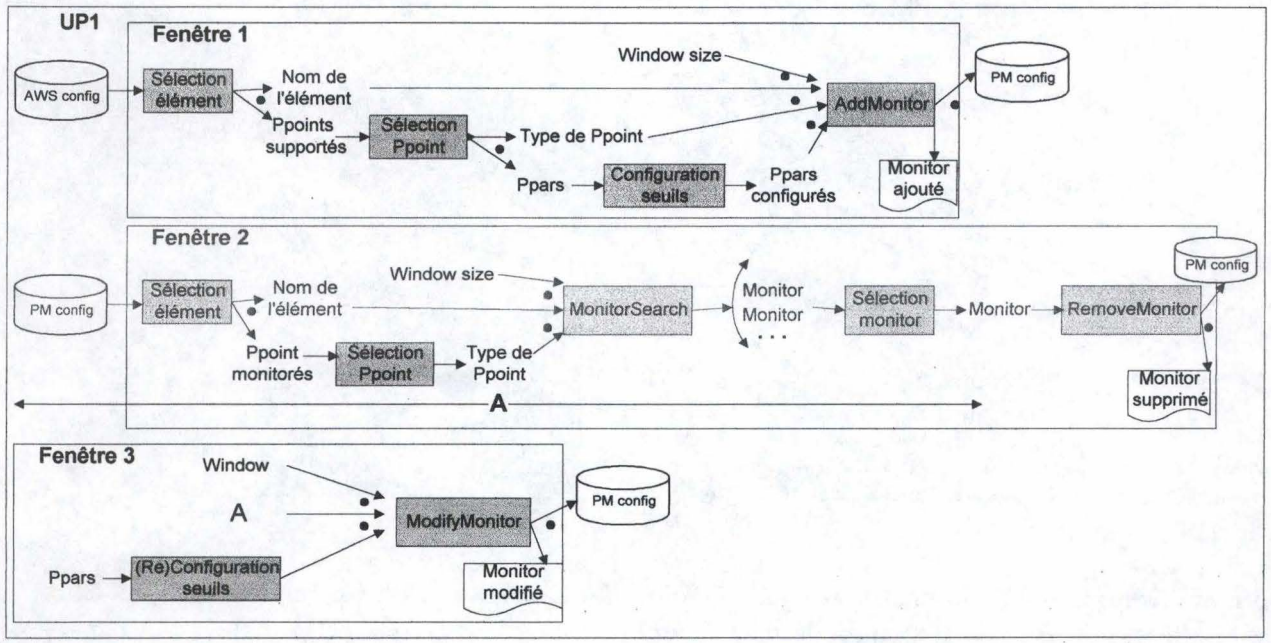
Chaque UP correspond en fait exactement au diagramme de flux associé à chacune des sous-tâches.

6.3.2 Identification des fenêtres

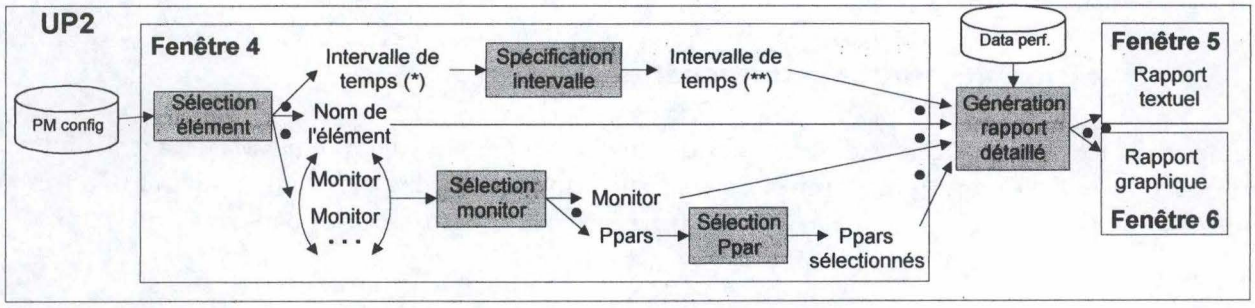
A partir du Graphe d'enchaînement du point (6.3) et décomposé en UP, on fait correspondre une partition du sous-graphe de chaque UP en sous-graphes qui matérialisent les fenêtres.

Il existe différents critères d'identification de fenêtres, chacune déterminant une décomposition plus ou moins fine de l'UP. Sachant que l'utilisateur cible est un expert de la tâche, cette décomposition devra être effectuée en conséquence.

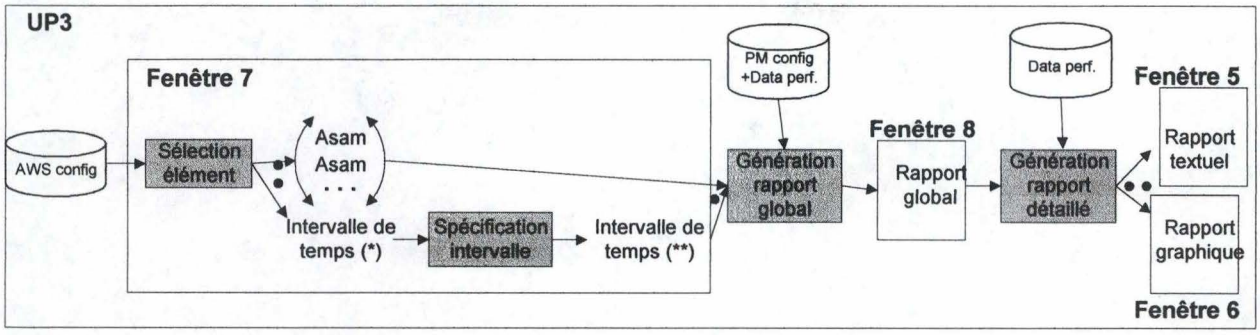
La découpe appropriée en fenêtres qui en résulte est la suivante:



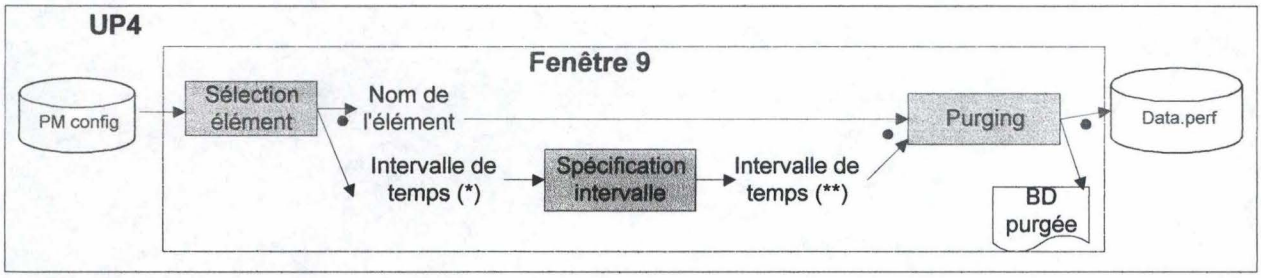
Critères d'identification -> L' identification fonctionnelle. Toutes les informations en E/S sont regroupées dans une seule et même fenêtre. En d'autres termes, il y a une fenêtre regroupant toutes les informations externes de chaque fonction.



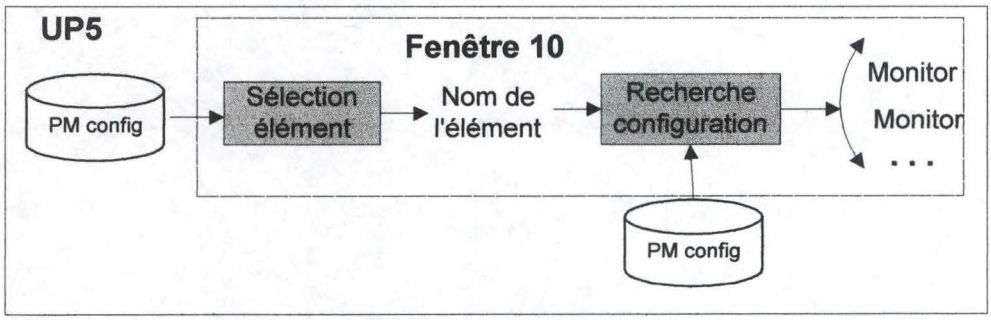
Critères d'identification -> L'identification entrées/sorties. Toutes les informations externes en entrée sont groupées dans une fenêtre (fenêtre4) et toutes les informations externes en sortie dans une autre fenêtre, en l' occurrence ici les fenêtre 5 et 6.



Critères d'identification -> L'identification entrées/sorties. Toutes les informations externes en entrée sont groupées dans une fenêtre et toutes les informations externes en sortie dans une autre fenêtre. Remarquons la présence sur le schéma des fenêtres 5 et 6, ce qui montrent que celles-ci sont "partagées" entre les UP 2 et 3.



Critères d'identification -> Ici, il n'y a qu'une seule fonction majeure (purging). En vertu de la règle ergonomique recommandant le groupement des OICs associés à des données logiquement corrélées, on a une identification fonctionnelle qui est équivalente aux identifications maximale et entrées/sorties.



Critères d'identification -> Même critère que pour UP4.

Chapitre 7 :

Implémentation

Plan du chapitre 7:

Introduction

Ce chapitre, basé sur l'analyse du problème réalisée au chapitre précédent va présenter l'implémentation de notre solution, à savoir l'architecture interne et externe du module de gestion des données de performance (le PM) .

Remarque: ce chapitre a été validé par **[ALCATEL ETCA]**

7.1 Solutions aux problèmes de gestion de performance des ASAMs

Avant de présenter l'architecture externe et interne de notre solution, nous allons présenter un ensemble de solutions à apporter au problème de la collecte des données de performance et de leur stockage (et donc des solutions au problème du volume de données) évoqué dans le chapitre 5 et à nouveau souligné par l'analyse de la tâche réalisée dans le chapitre précédent.

Dans l'élaboration du module de gestion des performances, pour faire face à la quantité non négligeable de données de performance qui devront être traitées par ce module, nous avons effectué plusieurs choix et déterminé une solution tenant en 5 points.

1) La première tient à la nature même des données de performance . En effet, à travers les expériences et la pratique (tests sur multiplexeur ASAM 4.1), on constate que de nombreux Ppars restent bloqués à zéro durant une performance Window. Dès lors, il s'avère inutile de rapatrier vers l'AWS ces valeurs qui n'apportent aucune information pertinente à l'opérateur.

=> **Solution 1:** seules les valeurs de compteurs >0 seront donc rapatriées vers l'AWS pour y être stockées.

Cependant, l'application de cette solution engendre un autre problème . En effet, comment la fonction de reporting (voir 6.1.5), responsable de la création de rapports de données de performance, peut-elle faire la distinction entre un intervalle de temps durant lequel les valeurs des Ppars sont à 0 et un autre intervalle de temps durant lequel aucune donnée de performance n'a pu être mesurée à cause d'un problème quelconque. Dans les 2 cas le résultat sera en effet le même.
->La solution apportée à cela sera l'introduction d'une variable d'état qui indiquera si l'intervalle a pu être mesuré et si les valeurs de cet intervalle sont des 0. En fonction de cette variable, le PM adoptera le comportement adéquat face à l'opérateur.

2) La deuxième solution provient du fait que l'existence d'erreurs est inhérente au type de trafic et aux lignes par lesquelles celui-ci transite. N' obtenir aucune erreur lors de la transmission de données sur une ligne téléphonique relève de l'utopie. Dès lors, un certain nombre d'erreurs sont tout à fait acceptables . Cela signifie que la situation ne devient intéressante pour l'opérateur qu'à partir d'un certain niveau d'erreurs. C'est pourquoi il est nécessaire de lui fournir des outils pour qu'il puisse spécifier à partir de quel moment il est nécessaire de conserver les données de performance collectées, et donc d'en être informé.

Pour faire face à cela, nous avons opté pour l'introduction d'un système de seuils (**thresholds**) qui seront associés à chaque Ppar et ce, lors de la phase de définition d'un monitor.
Le principe est le suivant: lorsqu'une valeur d'un compteur rapatriée par l'AWS est plus grande que le seuil qui a été défini pour cette valeur, alors celle-ci sera stockée dans la base de données d'administration . Dans le cas contraire, elle sera jetée .

=>**Solution 2:** ne conserver dans la base de données d'administration que les valeurs de compteurs pour lesquels les seuils définis au préalable sont dépassés (ou au moins atteints).

On peut donc espérer que ces deux premières solutions permettront de limiter le plus possible la taille de la base de données d'administration. En outre, cette solution a l'avantage de n'informer l'opérateur que de ce qui est important. En effet, celui-ci aura la possibilité de configurer lui-même les seuils comme il l'entend. Cette tâche de configuration souligne à nouveau le niveau d'expertise que doit avoir l'opérateur.

3) En outre, il est également nécessaire d'effectuer un compromis entre la fréquence des mesures et la notification rapide des problèmes. En effet, des mesures trop fréquentes peuvent entraîner une charge assez importante dans le réseau ainsi qu'un accroissement rapide de la taille de la base de données. Evidement, l'avantage principal sera une détection rapide des problèmes du réseau. (Un problème désignera un comportement anormal[1] lors des transmissions de données sur une ligne, un comportement normal étant celui de transmissions avec un taux acceptable d'erreurs).
Avec des mesures peu fréquentes, cet avantage disparaîtra . Un compromis est donc nécessaire.

=>**Solution 3:** lors de l'ajout d'un monitor, on prend la convention que celui-ci ne sera effectif et pris en compte qu'à l'heure (xx:00), (xx:15), (xx:30) ou (xx:45) et ce, afin d'éviter de devoir lancer continuellement des collectes de données de performance .

En effet, imaginons le scénario suivant: soit les 4 monitors A, B, C et D. Supposons que ceux-ci ont tous des Windows de 15 minutes. Le tableau ci-dessous montre l'heure à laquelle ils ont été définis ainsi que l'heure de la première collecte de données de performance.

Monitor	***Heure de définition***	***Heure de collecte***
A	**xx.03**	**xx.18**
B	**xx.04**	**xx.19**
C	**xx.08**	**xx.23**
D	**xx.09**	**xx.24**

Soit 4 collectes différentes . Avec la règle que nous avons définie, les 4 monitors ne seront pris en compte qu'à l'heure xx.15, et donc, une seule collecte de données sera nécessaire à l'heure xx.30 .

3) Partant de la constatation que tous les éléments d'un réseau n'ont pas tous la même importance stratégique ou économique, il ne saurait en être autrement des différents éléments d'un réseau DSL. Un simple exemple illustre ce fait. Supposons que l'ASAM *a* desserve un quartier très important au point de vue économique d'une ville alors que l' ASAM *b* est affecté à un petit village perdu (scénario irréaliste mais donné en guise d'exemple parlant). Il est évident que le contrôle des performances et de la qualité de service de l'ASAM *a* sera hautement plus prioritaire que celle de l'ASAM *b* . Or le modèle de PM que nous avons étudié ne permet de définir que des Windows de 15 minutes, ce qui nous semble insuffisant à la lumière de l'exemple ci-dessus. C'est pourquoi nous avons opté pour une solution offrant plusieurs Windows différentes, ce qui nous permet d' introduire plusieurs degrés de priorité dans la gestion des performances des ASAMs. Ainsi, on sera tenté de mettre par exemple une Window de 15 min. pour l'ASAM *a* alors qu'une Window de 60 min.sera tout à fait suffisante pour l'ASAM *b*. En toute généralité on dira que les éléments les plus prioritaires doivent être monitorés plus finement que ceux qui le sont moins. Cette solution permet ainsi à nouveau de réduire la quantité de données à stocker dans la base de données d'administration.

1 C'est à dire des dégradations de performance.

=> **Solution 4:** Proposer à l'opérateur plusieurs tailles de Window lors de la phase de création d'un monitor.

Remarque: Dans notre solution, nous avons défini 3 tailles de Window ,à savoir 15 , 30 et 60 minutes. Ce choix ne résulte pas d'une étude particulière , il est plutôt effectué à titre d'exemple .

4) Dans le but d'éviter de devoir conserver dans la base de données des valeurs n'ayant plus aucune utilité (et pour simplifier la tâche de l'opérateur qui ne devra pas ainsi purger manuellement et systématiquement des valeurs de performances "périmées") , un compteur initialisé à une certaine valeur, et ce, par l'opérateur, sera associé à chaque valeur dans la BD. Ce compteur, que l'on appellera l'**âge de la valeur (data lifespan)** , sera décrémenté journellement . Lorsqu'il retombe à 0, la valeur sera supprimée de la BD. Cette solution permettra ainsi de conserver les valeurs durant une période raisonnable tout en limitant la taille de la BD. On peut qualifier cette solution d' ***"auto-purging"***.

=> **Solution 5:** Chaque valeur stockée dans la BD du PM ne le sera que temporairement.

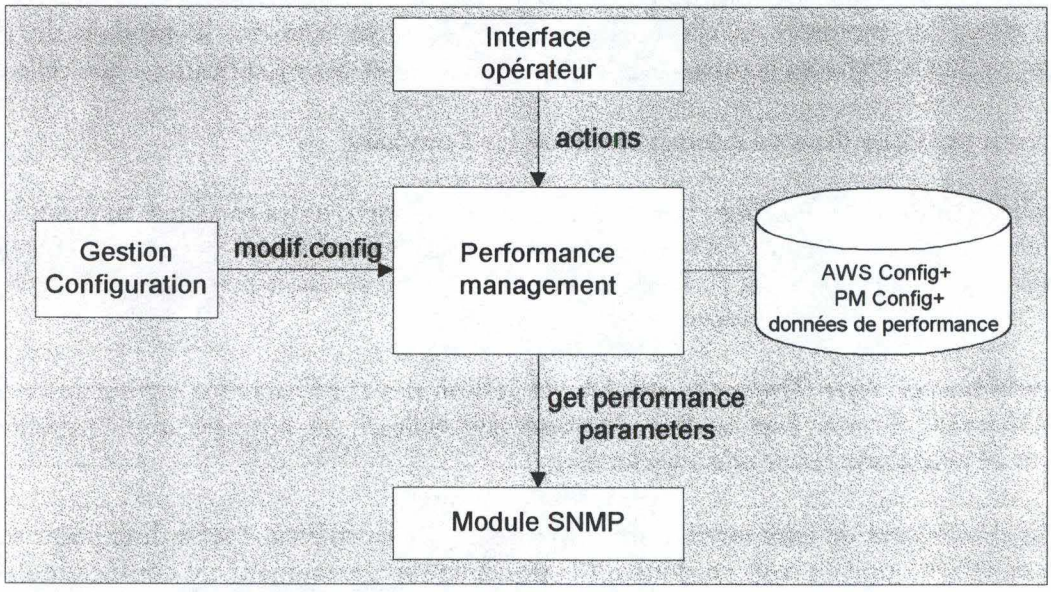
Suite à ces 5 types de solution (non exclusives entre elles), et même si aucun test n'a été effectué pour en vérifier l'efficacité en situation réelle, on peut raisonnablement penser qu'elles permettront de limiter grandement le volume de données à traiter durant chaque Window tout en limitant l'accroissement de volume de la base de donnée (sans parler du fait qu'elles permettront également d'alléger le trafic réseau).

Dans la suite, nous allons successivement présenter l'architecture externe ainsi que l'architecture interne de notre solution. La première permettra de voir les interactions avec d'autres modules de l'AWS alors que la seconde permettra de rentrer en profondeur dans le module de gestion des performances .

7.2 Architecture externe (interfaces):

L'architecture externe a pour but de montrer la place du PM au sein de l'AWS en présentant un aperçu des interfaces entre ce module et d'autres modules fonctionnels de l'AWS .

Figure: positionnement du module de performance management au sein de l'AWS

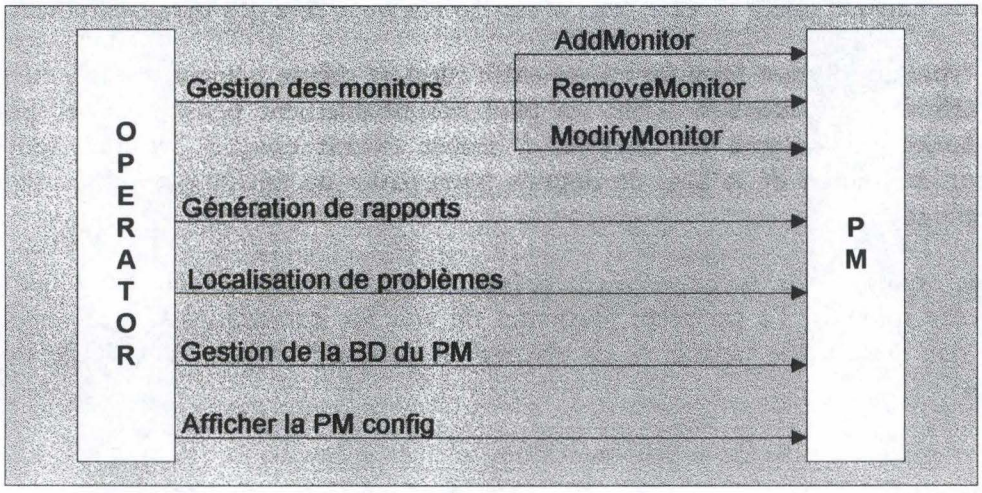


7.2.1 La BD du PM

C'est sur celle-ci que le PM va se reposer pour tirer une grande partie de ses informations .
Y seront stockées notamment: - L'AWS Config
- La PM Config
- Les données de performance

7.2.2 Interface avec l'interface opérateur :

L'opérateur, via l'interface opérateur, pourra lancer des actions de divers types. Celles-ci sont tirées du chapitre précédent (analyse du problème). Toutes les interactions entre l'opérateur et le PM sont présentées ci-dessous:



7.2.3 Interface avec le module de gestion des configurations

Toutes les modifications de configuration, que ce soient des créations ou des suppressions, impliquant une modification de certains éléments du réseau (par exemple une suppression d'une carte dans un ASAM) doivent être prises en compte par le Performance Management afin de mettre à jour la PM Config et donc les monitors qu'elle contient . Dès lors, ce sera via le module de gestion des configurations que le PM aura connaissance de l'AWS Config et des modifications que celle-ci subirait.

2 options sont possibles dans les interactions entre les 2 modules:

1) Une interaction de ***type Polling*** : périodiquement, le PM envoie des requêtes au module de gestion de configuration pour connaître l'AWS Config et prendre connaissance d'éventuels changements (et donc mettre à jour la PM Config) . Le désavantage de cette solution peut être un certain délai pour connaître l'état des éléments du réseau.

2) Une interaction de ***type Traps :*** le module de gestion des configurations envoie automatiquement toute modification de son état au PM de sorte que celui-ci est informé immédiatement de tout changement et peut donc réagir plus rapidement.

La solution choisie sera de faire un compromis entre ces 2 possibilités, c'est-à-dire, partir sur une base d'interaction de type polling mais en donnant la possibilité au gestionnaire de configuration d'avertir le PM de toute modification critique (ex: désactivation de tout un ASAM).

7.2.4 Interface avec le module SNMP :

Le module SNMP est le module responsable de la collecte des données de performance. Pour récupérer les données relatives à chaque paramètre de performance appartenant à la PM Config, le module PM a besoin d'envoyer des messages au module SNMP qui va se charger de gérer les connexions et le protocole de communication avec les ASAMs et va ensuite retourner au PM les valeurs qu'il a collectées.

Dans ce but, on va définir plusieurs types de messages, de services, typiquement des services **get** (allusion à la primitive SNMP **GET**). L'idée derrière chacun d'eux sera de rapatrier un certain volume de données de performance suivant le type de message.

Soit un monitor particulier dont on souhaite récupérer les valeurs de ses Ppars. Voici les deux premiers services dont on aura besoin:

-**Un service get** permettant d'obtenir la valeur courante (correspondant au dernier intervalle de temps mesuré) d'un Ppar particulier .
-**Un service get** permettant d'obtenir la valeur courante de tous les Ppars.

On a vu qu'un ASAM pouvait stocker un certain volume de données, typiquement les 8 dernières heures de données de performance, et ce, en utilisant des Windows d'une taille de 15 minutes.
Or, comme nous donnons la possibilité de définir des monitors ayant des windows de 15, 30 ou 60 minutes, il sera donc nécessaire d'avoir une commande permettant de récupérer les valeurs de performance de plusieurs intervalles consécutifs de données en une seule fois.

Exemple: : si un monitor est défini au niveau de l'AWS avec une Window de 60 min, la requête doit demander les 4 derniers intervalles de valeurs pour les Ppars de ce monitor, agréger les valeurs et ensuite les présenter au PM comme s'il s'agissait d'un seul intervalle.

Dès lors, on va retrouver :

-**Un service get** permettant d'obtenir les valeurs de performance des N derniers intervalles d'un Ppar particulier.
-**Un service get** permettant d'obtenir les valeurs de performance des N derniers intervalles de tous les Ppars.

D'après les choix effectués, N vaudra 1,2 ou 4.

En outre, lors de la création d'un monitor, il peut être intéressant de récupérer sur l'ASAM hébergeant l'entité monitorée l'ensemble des valeurs de performance du Ppoint correspondant. Par exemple, prenons le cas de l'opérateur auquel on signale des perturbations sur une ligne qui n'est pas encore monitorée . Lorsque l'opérateur crée un nouveau monitor sur la ligne, les x heures de données de performance disponibles au niveau de l'ASAM lui fourniront un aperçu des problèmes qu'a pu connaître ou que connaît encore la ligne.

Nous aurons donc le dernier service suivant:

-**Un service get** permettant d'obtenir les valeurs de performances de tous les intervalles disponibles (soit k intervalles, $k \geq 4$).

Le module SNMP va recevoir les messages du PM et les transformer en requêtes SNMP adéquates.
En résumé, c'est donc via ce module que les données de performance seront collectées et transmises au PM.

7.3 Architecture interne du PM

7.3.1 La découpe en modules

La découpe en modules va se baser principalement sur le chapitre précédent relatif à l'analyse du problème. 5 UP avaient été définies (voir 6.3.1). Ces 5 UP nous permettent de décomposer le PM en 5 modules offrant chacun une des fonctionnalités définie au point 6.1.5 .

Ces 5 premiers modules de notre architecture sont donc les suivants:

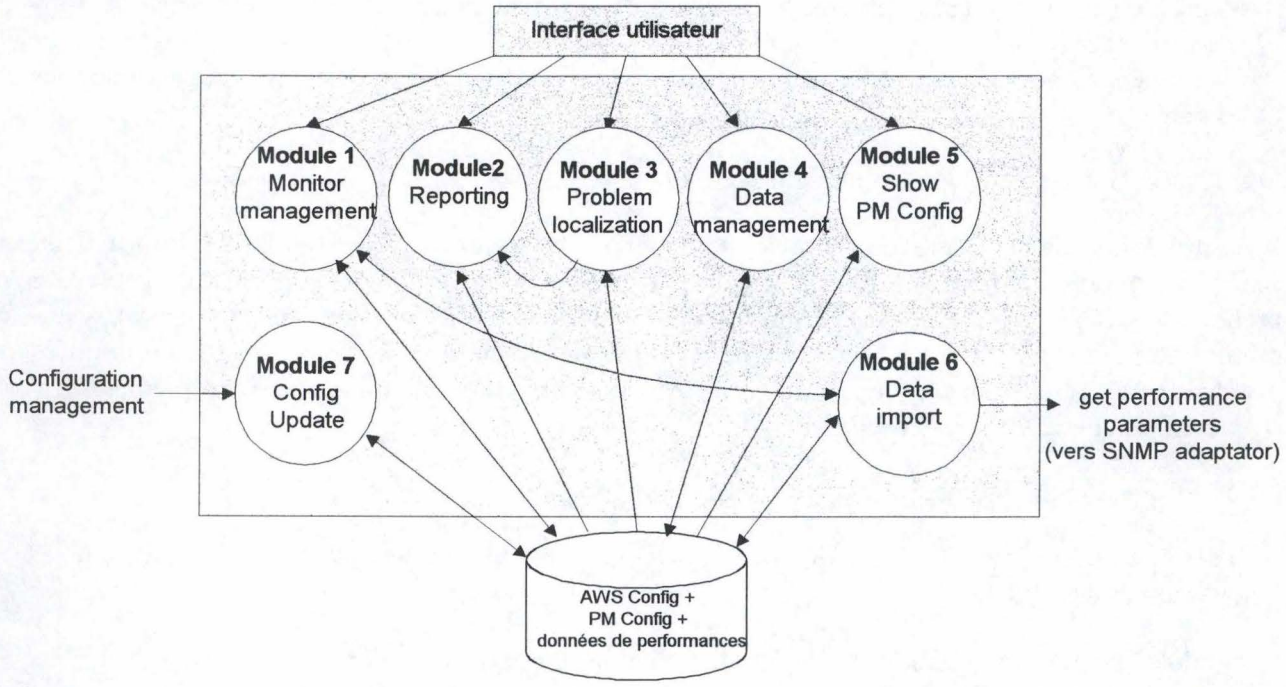
1) Monitor Management
2) Reporting
3) Problem localization
4) Data management
5) Show PM Config

Comme on va le voir par la suite , et à la lumière du point 7.2.2, ces modules sont tous en interaction directe avec l'interface opérateur. Mais à côté de ces interactions directes entre le PM et l'opérateur, d'autres interactions internes (qui ne sont pas lancées par l'action de l'opérateur) entre le PM et les ASAMs notamment sont nécessaires. Nous les avons regroupées dans les 2 modules suivant , à savoir:

6) Data Import
7) Config Update

Avant de détailler chacun de ces modules, présentons l'architecture globale interne du module de performance management. Celle-ci est représentée sous la forme d'un diagramme ("allégé") de flux de données. Nous y montrons tout d'abord le niveau le plus abstrait, à savoir les différents modules et leurs interactions .

Figure: architecture interne



Dans la suite, nous allons présenter individuellement chacun des modules ainsi que les différentes

interactions en effectuant sur ceux-ci une espèce de "zoom" afin de découvrir plus en profondeur les différentes fonctionnalités qu'ils offrent et ce, également en utilisant un diagramme de flux de données .

Notation: La légende **IMPL** suivie d'une remarque encadrée fait allusion à des choix d'implémentation dans la réalisation du prototype . Elle est présente dans un but informatif.

7.3.2 Présentation des modules

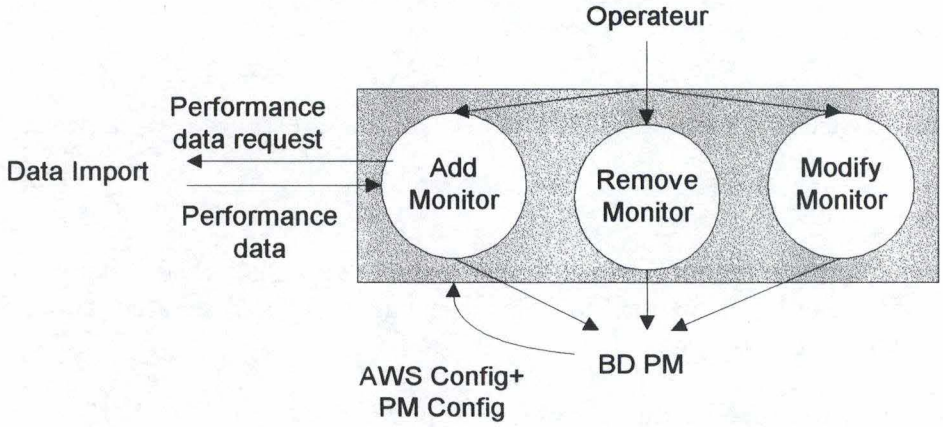
Nous allons présenter sommairement les fonctionnalités offertes par chaque module en associant à chacune d'elle (**entre [ ]**) les fonctions sémantiques (relative à une sous-tâche) identifiées au point (6.1.6) et qu'elle implante.

Module 1 : *Monitor Management (gestion des monitors)*

Ce module est basé sur l'UP1 définie au chapitre précédent, à savoir **Gestion des monitors.**

Description:
>Permet à l'opérateur d'assurer la gestion des monitors contenus dans la configuration du PM via une fonction d'ajout, de suppression et de modification de monitors .
>Permet à l'opérateur de définir les zones du réseau qu'il veut monitorer .

Figure: architecture interne du module de Monitor Management



La figure nous montre les 3 fonctionnalités offertes par ce module, à savoir :

- Fonctionnalité 1: *AddMonitor* [Configuration seuils, AddMonitor]

Celle-ci a pour but d'ajouter un (groupe de) monitor(s) dans la configuration du PM et le déclare donc comme étant monitoré . Dès cet instant les données de performances concernant ce monitor seront rapatriées vers l'AWS.

Concernant les interactions avec le module Data Import, voir ci-dessous le module 6 **Data Import.**

IMPL Lors de l'ajout d'un nouveau monitor, nous simulons le rapatriement automatique des 3 dernières heures (et non 8 pour des raisons pratiques) de données de performance relatives à ce monitor et localisées au niveau de l'ASAM hébergeant l'entité monitorée.

- **Fonctionnalité 2: *RemoveMonitor* [MonitorSearch,RemoveMonitor]**

Cette fonctionnalité permet de supprimer un (groupe de) monitor(s) de la configuration du PM. Dès cet instant les données de performance relatives à ce(s) monitor(s) seront également supprimées.

- **Fonctionnalité 3: *ModifyMonitor* [MonitorSearch, (Re)Configuration seuils, RemoveMonitor]**

Cette fonctionnalité permet de modifier les paramètres d'un (groupe de) monitor(s) dans la configuration du PM. Cela permet ainsi d'adapter souplement un monitor à l'état du réseau, et d'une ligne en particulier, sans devoir passer par une phase de suppression du monitor et d'ajout d'un nouveau monitor sur la ligne.

Grâce à ces trois fonctionnalités, l'opérateur peut aisément assurer la gestion des monitors du système ainsi que définir les zones du réseau qu'il faut monitorer. En effet, grâce à notre solution, l'opérateur a ainsi la possibilité :

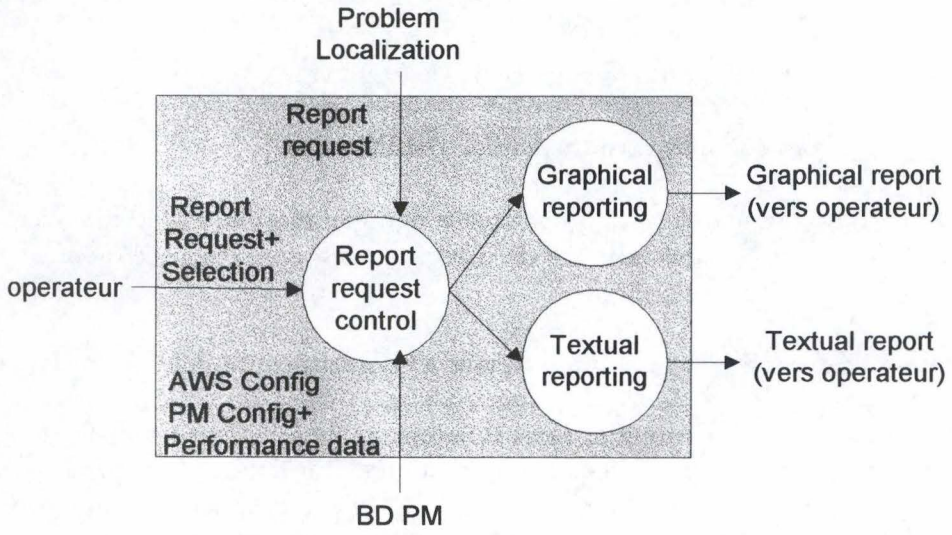
> De monitorer toutes les lignes d'une carte en une seule fois en posant un monitor sur la carte elle-même, les lignes de la carte étant automatiquement prises en compte et monitorées par le système . Ainsi l'opérateur ne doit pas configurer manuellement et individuellement chacune de ces lignes.
> De supprimer tous les monitors d'une carte via le même principe.
> De modifier tous les monitors de même type d'une carte en une seule fois, toujours via ce même principe.

Module 2 : Reporting

Ce module est construit à partir de l'UP2 définie au chapitre précédent, à savoir **Génération de rapports.**

Description:
->Permet la génération de rapports (sous format textuel ou graphique) sur l'état du réseau, en particulier concernant les éléments(ASAM,boards, lignes...) que l'opérateur aura au préalable choisi via l'interface utilisateur.

Figure: architecture interne du module de Reporting



Le module de reporting offre les fonctionnalités suivantes :

- Fonctionnalité 1: Report request control [Génération rapport détaillé, Spécification intervalle]

Cette fonction de ***contrôle des requêtes de rapport*** donne la possibilité à l'opérateur de sélectionner un ensemble d'éléments (et donc de configurer un rapport) qui seront appelés les ***critères de sélection .*** Ceux-ci sont alors utilisés par le système pour récupérer dans la BD du PM l'ensemble des données de performances qui respectent les critères de sélection et sont donc nécessaires à la création du rapport .

Les éléments constituant les critères de sélection sont les suivant :

- L'entité concernée par le rapport : une carte ou un port d'un ASAM .
- Au moins un type de Ppoint
- Au moins un Ppar par Ppoint
- La période sur laquelle doit porter le rapport

En fonction du type de rapport sélectionné, les critères de sélection ainsi que les données de performances correspondantes seront passées soit à la fonctionnalité 2 , soit à la fonctionnalité 3.

Concernant les interactions avec le module **Problem Localization**, voir ci-dessous le module 3.

- Fonctionnalité 2: Graphical reporting

Présente les données de performance des éléments sélectionnés sous une forme graphique.

- Fonctionnalité 3: Textual reporting

Présente les données de performance des éléments sélectionnés sous une forme tabulaire (textuelle).

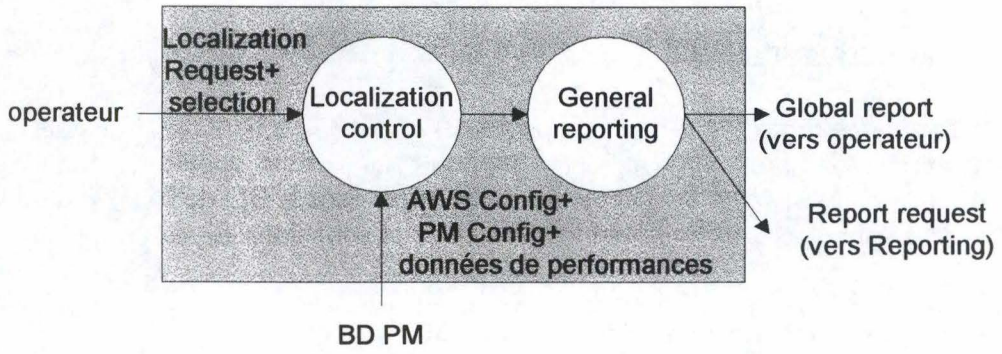
Notons que quel que soit le type de rapport sélectionné, **les rapports générés seront toujours du type threshold crossing,** çàd qu'ils ne vont reprendre que les valeurs de compteurs qui sont supérieures ou égales aux seuils ayant été définis pour ces compteurs. Cela coïncide bien avec notre volonté d'aider au mieux l'opérateur dans sa tâche de gestion. En effet, celui-ci obtiendra uniquement des données pertinentes, çàd indiquant un problème quelconque.

Module 3 : Problem localization

Ce module est construit à partir de l'UP3 définie au chapitre précédent, à savoir **Localisation de problèmes.**

Description:
-> Permet à l'opérateur de localiser facilement des problèmes dans le réseau sans recherche exhaustive de sa part .

Figure: architecture interne du module de Problem localization



L'idée derrière cette fonctionnalité est de localiser les problèmes du réseau en donnant à l'opérateur un indice de la gravité de ces problèmes , sans rentrer dans les détails .

Le module offre les fonctionnalités suivantes :

- Fonctionnalité 1:Localization control **[Génération rapport global, Spécification intervalle]**

La fonctionnalité de ***contrôle de localisation*** donne la possibilité à l'opérateur de sélectionner la zone du réseau sur laquelle la recherche de problèmes doit se porter. Dans notre solution, nous admettons 2 types de recherche:

- Au niveau d'une area entière (pour rappel, une area est un regroupement logique d'un ensemble d'ASAMs) .
- Au niveau d'un ensemble d'ASAMs appartenant à une même area.

En combinaison avec la période sur laquelle doit porter le rapport, ces critères de recherche sont alors utilisés par le système pour rechercher dans la BD du PM l'ensemble des données de performance correspondantes qui sont synonymes de problèmes afin d'en informer l'opérateur.

IMPL

Dans notre solution, un problème surviendra lorsqu'une valeur de performance mesurée par un compteur a dépassé la valeur du threshold qui lui est associée, et ce, durant la Window associée au monitor représentant ce compteur

Les données de performance correspondant à la recherche sont alors passées à la fonctionnalité 2.

- Fonctionnalité 2: General reporting

Celle-ci va générer un rapport textuel, que nous appellerons rapport Global car il se contente d'indiquer les zones à problèmes de manière symbolique (et donc absence de données chiffrées) .

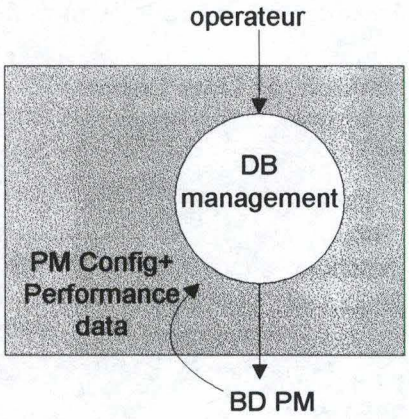
L'interaction de ce module avec le module **Reporting** permet à l'opérateur d'obtenir un rapport (textuel ou graphique) plus détaillé pour un élément particulier (par exemple la carte n°x de l'ASAM n° y) via un appel au module de Reporting. Cela revient donc à demander un rapport textuel ou graphique "classique".

Module 4 : Data Management

Ce module est construit à partir de l'UP4 définie au chapitre précédent, à savoir **Gestion de la BD du PM.**

Description: - Donne la possibilité à l'opérateur de gérer manuellement la taille de la BD du PM contenant les données de performances.

Figure: architecture interne du module de Data management



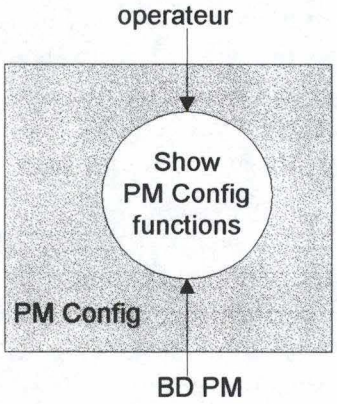
- Fonctionnalité : DB management [Purging, Spécification intervalle]

Cette fonctionnalité permet à l'opérateur de purger manuellement des données de performance stockées dans la BD du PM ,et ce, après avoir sélectionné l'intervalle de temps à supprimer. La suppression des données sera persistente. Cette fonctionnalité permet ainsi à l'opérateur de gérer la taille de la BD de sorte que celle-ci soit toujours raisonnable et utilisable.

Module 5 : Show PM Config

Ce module est construit à partir de l'UP5 définie au chapitre précédent, à savoir **Afficher la PM Config.**

Figure: architecture interne du module Show Pm Config



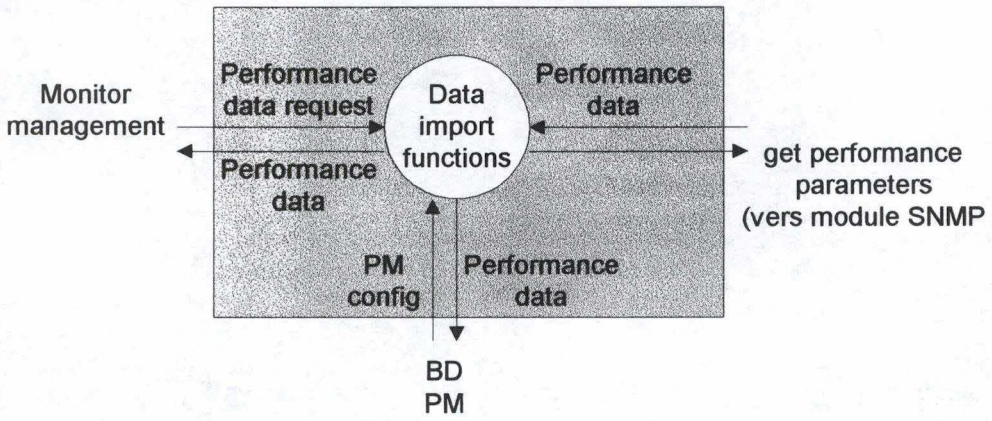
- Fonctionnalité : Show Pm Config functions [Recherche configuration]

Permet à l'opérateur de visualiser la configuration du PM et donc de tous les éléments monitorés par l'AWS à un moment donné. Cela lui donne une vue d'ensemble du système.

Module 6 : Data Import

Description: -Assure le dialogue avec le module externe SNMP
-Récupère les données de performance provenant de ce module et les stocke dans la BD.

Figure: architecture interne du module de Data import



- Fonctionnalité :Data import functions

Il faut voir l'explication de la présence de ce module au point 7.2.4. En effet, c'est le module de data import qui va définir les différents services get évoqués . En fonction de la PM Config, le module sait quels sont les éléments du réseau concernés par un rapatriement de données de performance et va donc envoyer les messages de type get correspondants vers le module externe SNMP. Une fois que ce dernier a fait son travail et lui a renvoyé les données de performance mesurées, le module de data import va alors les stocker adéquatement dans la BD, çàd qu'il faudra tenir compte des valeurs de thresholds associées à chaque Ppar . (voir point 7.1).

L'interaction de ce module avec le module Monitor Management vient du fait que lors de la création d'un monitor, il peut être intéressant de récupérer l'ensemble (ou une certaines quantité) des valeurs de performance du Ppoint correspondant et qui sont stockées dans l'ASAM. Pour cela le module **Monitor Management** envoie un message du type Performance data request où il spécifie les données de performance dont il a besoin lors de l'ajout d'un monitor. Le module Data import utilise alors un des services get qui a été défini . Après avoir reçu les données de performance du module SNMP, il les transmet au module Monitor Management qui peut terminer la phase d'ajout d'un monitor.

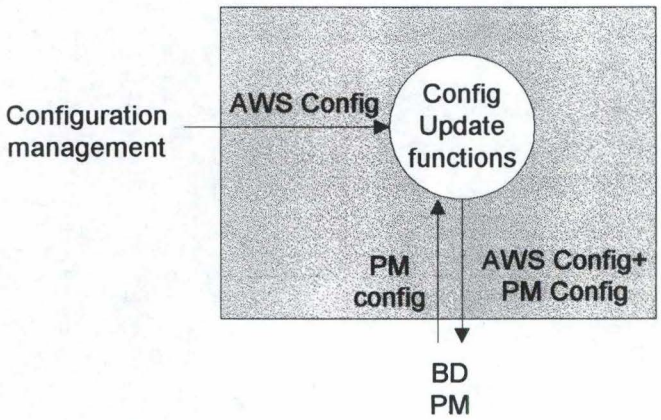
IMPL

Dans notre solution, les collectes périodiques (toutes les 15,30 ou 60 minutes suivant les Windows) de données de performance sont simulées via l'utilisation combinée d'un thread java et d'un temporisateur qui, périodiquement, vont générer aléatoirement un ensemble de valeurs de performances pour les monitors concernés par la collecte.
Les fonctionnalités offertes par le module **data import** seront donc implémentées de cette façon.

Module 7 : Config Update

Description: - Assure le dialogue avec le module externe **Gestion Configuration**
- Responsable de la mise à jour de la PM Config en fonction de l'AWS Config .
- Apporte les modifications nécessaires à l'AWS Config stockée dan la BD du PM.

Figure: architecture interne du module Config Update



- Fonctionnalité : Config Update functions

Il faut voir l'explication de la présence de ce module au point 7.2.3 . En effet, c'est le module **Config Update** qui va envoyer périodiquement des messages au module de **Gestion de configuration** pour prendre connaissance de la configuration de l'AWS . Son rôle consiste donc à récupérer cette configuration , à l'opposer à la PM Config afin de détecter les modifications éventuelles à apporter à cette dernière, et à appliquer les modifications nécessaires . Ainsi, par exemple, si une carte est supprimée de la configuration de l'AWS, le module doit aller supprimer dans la PM Config tous les monitors "attachés" à cette carte ainsi que les données de performances (stockés dans la BD du PM) liées à ces monitors.

IMPL

Dans notre solution, la configuration de l'AWS sera stockée et transmise aux différents modules sous la forme d'un flat file. La seule manière de modifier cette configuration sera d'aller la modifier manuellement dans le fichier en question. Nous avons donc défini une configuration statique ne pouvant connaître de perturbations ou de modifications (situation non réaliste en pratique)

Chapitre 8:

Interface utilisateur du PM

Plan du chapitre 8:

8.1 OIAs génériques[1]

Chacune des interfaces qui sera présentée dans ce chapitre correspond à une fenêtre identifiée au chapitre 6 (**Analyse du problème**[2]).
Avant de présenter les interfaces utilisateur accompagnées de leurs justifications de conception , nous allons tout d'abord commenter et justifier l'utilisation de certains OIAs (objets interactifs abstraits) qui vont se retrouver à maintes reprises sur ces mêmes interfaces.

La structure de justification sera la suivante: - a) Énoncé d'un besoin
- b) OIAs utilisés pour répondre à ce besoin
- c) Justification

Afin de pouvoir localiser ces OIAs (matérialisés par des OICs=objets interactifs concrets) sur les interfaces, nous associons un numéro à ces dernières. Dès lors, chaque OIA sera référencé par un ensemble de numéros indiquant sur quelles interfaces on peut le retrouver.

Nom de l'interface	*Référence/Fenêtre*
AddMonitor	[1]
RemoveMonitor	[2]
ModifyMonitor	[3]
Report configuration	[4]
Textual report	[5]
Graphical report	[6]
Problem localization scope	[7]
Global report	[8]
BD management	[9]
View curent config	[10]

Remarque:

Lorsque l'on évoquera par la suite la notion de "***conventions de l'utilisateur***" , on entend par la les conventions aux niveaux IHM qui ont été prises dans l'application AWS . Ce sont donc des conventions propres à ALCATEL ETCA .

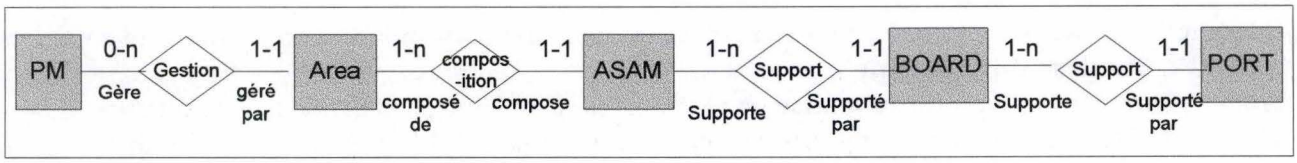
- **Besoin 1**

Présenter l'AWS Config à l'opérateur afin que celui-ci en sélectionne une entité. Nous définissons une entité comme étant soit:
- Un port
- Une carte (board) , et donc par conséquent, tous les ports de la carte sont concernés

Remarque: Par nature, l'AWS Config est hiérarchique. En effet, le modèle est le suivant: un **AWS** peut gérer de 1 à n **AREA**. Chaque AREA comporte de 1 à n **ASAMs** qui peuvent supporter chacun de 1 à n **Boards** (ADSL LT), elles-même supportant de 1 à n **Ports** .

1 Toutes les justifications d'OIA utilisées dans la suite sont issues de **[VANDERDONCKT 93] , [VANDERDONCKT 95] , [RATHIER 2000].**
2 10 fenêtres correspondant à autant d'interfaces avaient été identifiées.

Illustration: modèle E-R-A de l'AWS Config.



OIA utilisé

L'OIA le mieux à même de représenter cette configuration sera un **contrôleur de hiérarchie.** En effet, **[VANDERDONCKT 95]** le définit comme suit:

"Objet permettant de présenter graphiquement des données structurées hiérarchiquement et de parcourir les branches de cette arborescence de façon dynamique. Pour chaque niveau, on peut développer ses sous-niveaux s'il y en a et tout niveau développé peut être réduit. "

Cet objet interactif abstrait répond donc au besoin présent. Il sera utilisé à mainte reprise par la suite.

Justification

L'effort cognitif requis de la part de l'utilisateur est ici réduit au maximum puisque la représentation sous forme de **contrôleur de hiérarchie** permet une correspondance assez directe avec l'élément du monde réel représenté (en l'occurrence la configuration de l'AWS) qui est lui-même organisé de façon hiérarchique. Il y a adéquation entre le modèle conceptuel que l'utilisateur se fait de cette configuration et la façon dont l'interface utilisateur la lui présente.

Remarquons que la sémantique du contenu du contrôleur de hiérarchie pourra varier légèrement d'une interface à l'autre, ce qui sera notifié. En effet, dans certains cas, le contrôleur de hiérarchie présentera la configuration complète de l'AWS (comme elle est présentée dans le modèle) alors que dans d'autres cas, il présentera la configuration de l'AWS réduite aux éléments monitorés et ce, dans un but de guidage pour l'utilisateur.

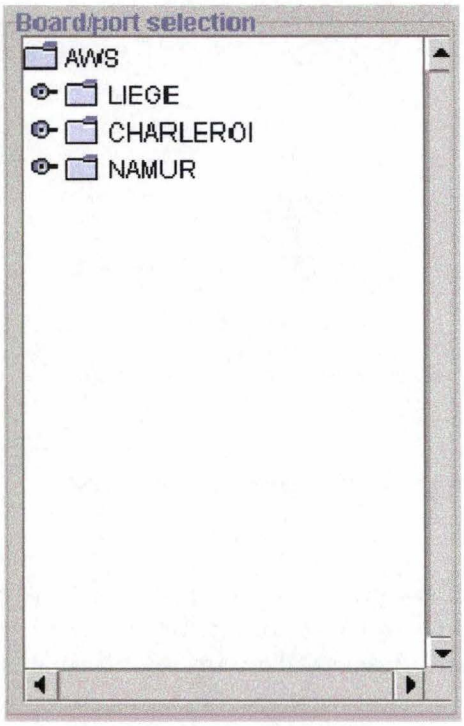
-> Prenons un exemple en guise d'illustration. Soit une demande de génération de rapport (**module Reporting**). Rien ne sert de montrer dans le contrôleur de hiérarchie l'ensemble de la configuration de l'AWS . En effet, tous les ports de cette configuration ne sont pas nécessairement monitorés, et n'ont donc pas de données de performance les concernant, d'où l'impossibilité d'obtenir un rapport de performance. Pour éviter de tromper l'opérateur, mieux vaut lui montrer uniquement ce qui en vaut la peine, c'est à dire les éléments (ports, boards) pour lesquels un rapport peut être généré. Par contre, lorsqu'il s'agit d'ajouter de nouveaux monitors (**AddMonitor**), la configuration complète de l'AWS est évidemment nécessaire. D'où une légère différence dans la sémantique du contenu du contrôleur de hiérarchie d'une interface à l'autre en fonction de la situation.

La représentation de l'OIA (donc l'OIC=objet interactif concret) est effectuée via l'objet java ***arbre***. (voir ci-dessous **Visualisation**). On le retrouve sur les interfaces [1], [2],[3], [4], [9], [10].

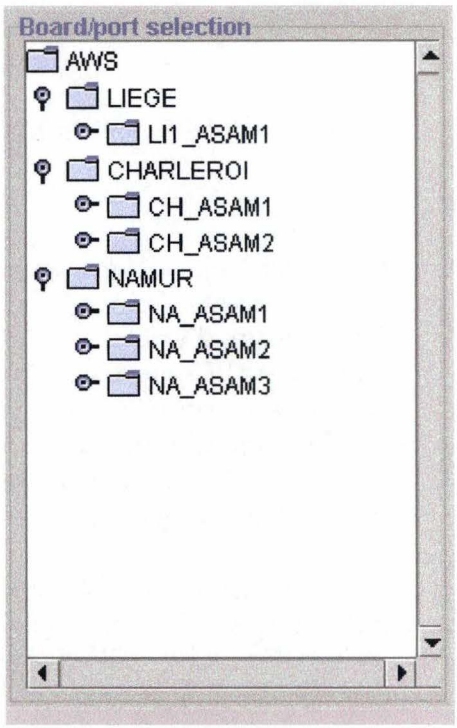
Visualisation:

Présentation des niveaux de l'AWS Config à travers un exemple.

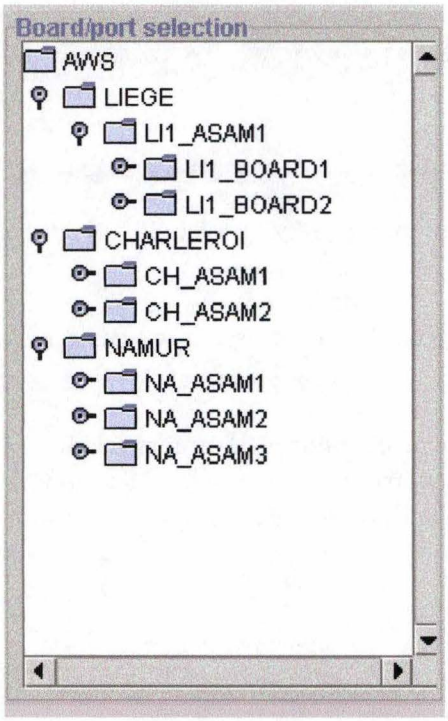
Niveau 0: Identification de l'**AWS**
Niveau 1: Les **Areas** gérées par l'AWS
Ex: LIEGE,CHARLEROI,NAMUR.



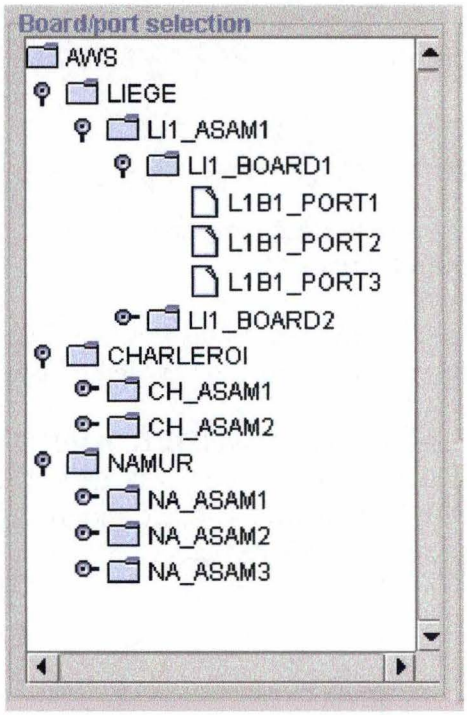
Niveau 2: Les **Asams** contenus dans chaque Area.
Ex: l'area Namur comporte les 3 ASAMs suivant:
NA_ASAM1, NA_ASAM2, NA_ASAM3.



Niveau 3: les **Boards**.
Ex: l'ASAM LI1_ASAM1 de l'area LIEGE
supporte 2 boards:LI1_BOARD1,LI1_BOARD2



Niveau 4: les **Ports** (1 port = 1 ligne)
Ex: La Board LI1_BOARD1 supporte 3 ports:
LIB1_PORT1, LIB1_PORT2, L1B1_PORT3



On remarque que le dernier niveau de la configuration (à savoir les **Ports**) est représenté par un icône spécial symbolisant une feuille (métaphore de l'arbre).

- **Besoin 2**

Apporter un feedback précis à l'opérateur à propos d'un événement qui vient de survenir suite à une action de celui-ci.

OIA utilisé

L'OIA sélectionné est naturellement le message.

Justification

Cette OIA permet de répondre pleinement au besoin de l'opérateur. En particulier, 2 types de messages seront surtout utilisées:

- **Le message d'erreur**
  Est déclenché suite à une inconstance de l'information saisie ou suite à une violation de contrainte syntaxique/sémantique de la part de l'opérateur.
- **Le message d'information**
  Est déclenché dans le but d'informer l'utilisateur qu'une action est en cours de déclenchement ou vient de se terminer .

Contrairement à la présentation habituelle qui en est faite, un message ne sera pas présenté dans une fenêtre ou une boîte de dialogue, ceci étant dû principalement à un souci de compatibilité avec le reste de l'application AWS. En effet, celle-ci présente tous les messages d'erreur /d'information à destination de l'opérateur dans des champs texte non éditable .

Dès lors, un message sera représenté via l'objet java TextArea, comme on peut le voir ci-dessous. On le retrouve sur les interfaces [1], [2],[3],[4], [7], [8], [9], [10].

Visualisation:

Afin d'attirer l'attention de l'opérateur sur le type de contenu du champ texte, un label explicite lui est associé (**Notifications**).

Comme ce composant sera toujours localisé au même endroit dans les fenêtres, à savoir la base de la fenêtre, nous pouvons en justifier la **localisation**.

->Selon la règle (6.1.6) de **[VANDERDONCKT 93],** les messages de guidage, d'erreurs relatifs à différentes fenêtre doivent être affichés à la base de chaque fenêtre. En outre, selon la règle (6.1.1) de **[VANDERDONCKT 93]**, la position des OIC doit être cohérente avec les conventions de l'utilisateur , ce qui est le cas ici.

- **Besoin 3**

Représenter et saisir des données de type calendrier.

Ex: -La période sur laquelle un rapport doit porter (Module reporting)
-La période sur laquelle une purge de la BD doit porter

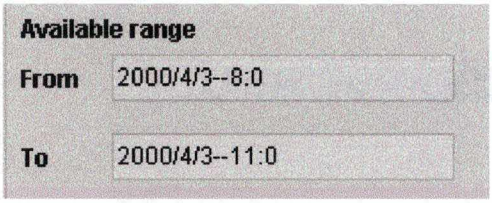
OIA utilisés

Pour la représentation : des champs d'édition désactivés (çàd n'autorisant pas la saisie).
Pour la saisie: Des listes de sélection unitaire

Justification

Pour la représentation: L'utilisation de champs d'édition désactivés permet de représenter un volume d'information très réduit. En outre, leur caractère désactivé enlève toute hésitation quant à savoir s'ils sont éditables ou pas puisqu'ils apparaissent en grisé à l'opérateur.

Visualisation:

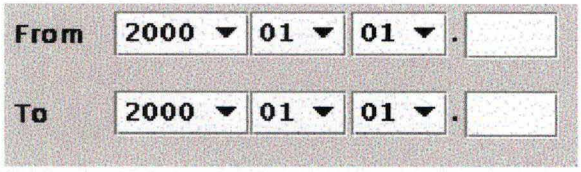


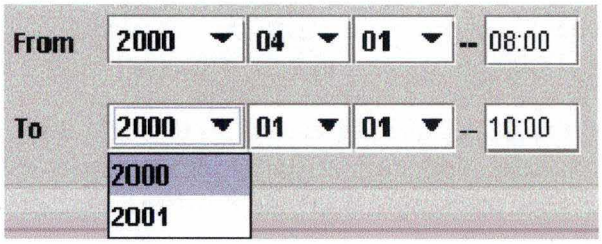
On y joint un libellé descriptif ("**Available range**") indiquant la nature des informations fournies par les champs d'édition, celles-ci étant interprétées différemment suivant les interfaces. Par exemple, dans le cas d'une demande de rapport, elles informent l'opérateur de l'intervalle de temps disponible pour un rapport. Un libellé identificatif (**From /To**) est également associé à chaque champ d'édition identifiant ainsi clairement le champ d'affichage. Le label **From** indique le début de l'intervalle de temps alors que le label **To** en indique la fin.

Pour la saisie: selon la règle (5.1.2) de **[VANDERDONCKT 95]** relative au format des dates, lorsque une donnée calendrier doit être saisie, elle doit suivre les conventions de l'utilisateur en terme de date. Or, selon cette convention, les dates ont le format suivant:**[YYYY/MM/DD]-[HH:MM]**

Comme nous limitons l'ensemble des années au couple {2000,2001}, que les ensembles des mois et des jours sont également limités en taille, l'OIA **liste de sélection unitaire** s'impose donc.
En effet, celle-ci est requise lorsque le nombre de valeurs possibles n'est pas trop élevé et que ces valeurs peuvent être triées suivant un ordre logique (dans le cas présent ,un ordre numérique).

Visualisation :





Le but de cette représentation pour la saisie de données de type calendrier est de limiter les erreurs syntaxiques de l'opérateur (aspect de guidage, de gestion des erreurs). En outre, comme on l'a vu précédemment, un rappel est fait à l'opérateur (les champs d'édition **From** et **To** associés au label **Available Range)** pour l'aider à spécifier correctement un intervalle de temps valide.

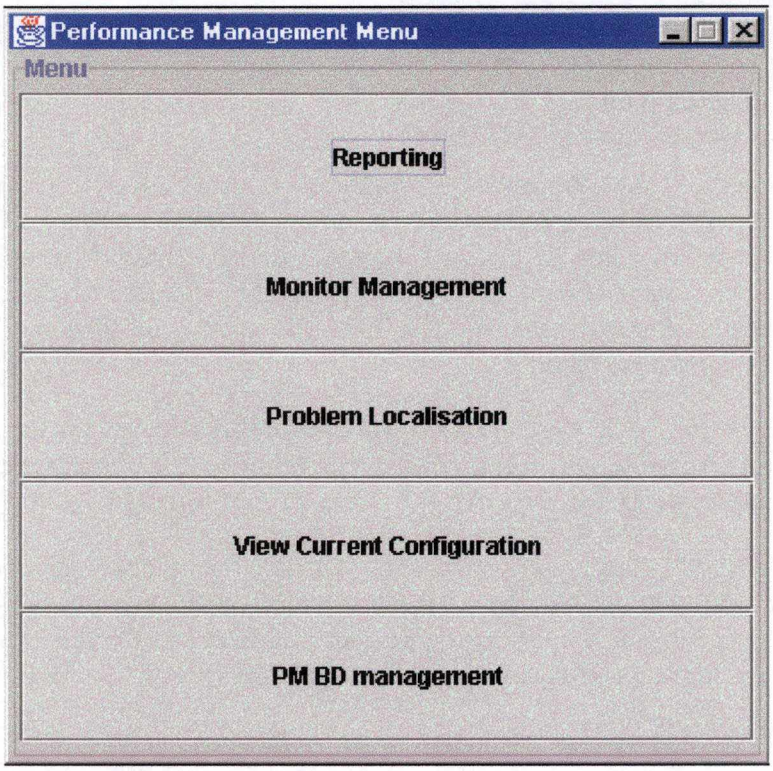
On retrouve ces OICs dans les interfaces [4],[7],[9]

Dans le cas d'une erreur quelconque de la part de l'opérateur (faute de frappe, date non conforme ou non comprise dans l'intervalle disponible), un message d'erreur est généré et présenté à l'opérateur dans le champ **Notifications** (voir précédemment).

Exemple:

8.2 Interfaces et justifications[3]

Commençons tout d'abord par (re) signaler que les fonctionnalités présentées dans notre architecture (Chapitre 7: Implémentation) n'ont pas été toutes implémentées. Seules celles qui sont présentes ci-dessous (et qui ont été identifiées dans le chapitre 6) dans la fenêtre **Performance Management Menu** l'ont étés.



Note: A chaque item présenté dans le Menu correspond une unité de la tâche que l'utilisateur doit accomplir. Les fonctionnalités reflètent les besoins de la tâche.

Dans la suite, nous présentons les différentes interfaces utilisateur du PM sous la forme d'un guide de l'utilisateur ainsi que les justifications associées à la réalisation de ces interfaces. Les justifications prennent en compte à la fois **l'utilisation** et la **localisation** (le placement) des OICs composant la fenêtre. Suite à cela seront présentés les critères de conception majeurs pris en compte (globalement) dans la réalisation des interfaces .
Remarquons que seules les interfaces les plus importantes seront justifiées.

3 Toutes les justifications utilisées par la suite sont issues de **[VANDERDONCKT 93] , [VANDERDONCKT 95] [RATHIER 2000].**

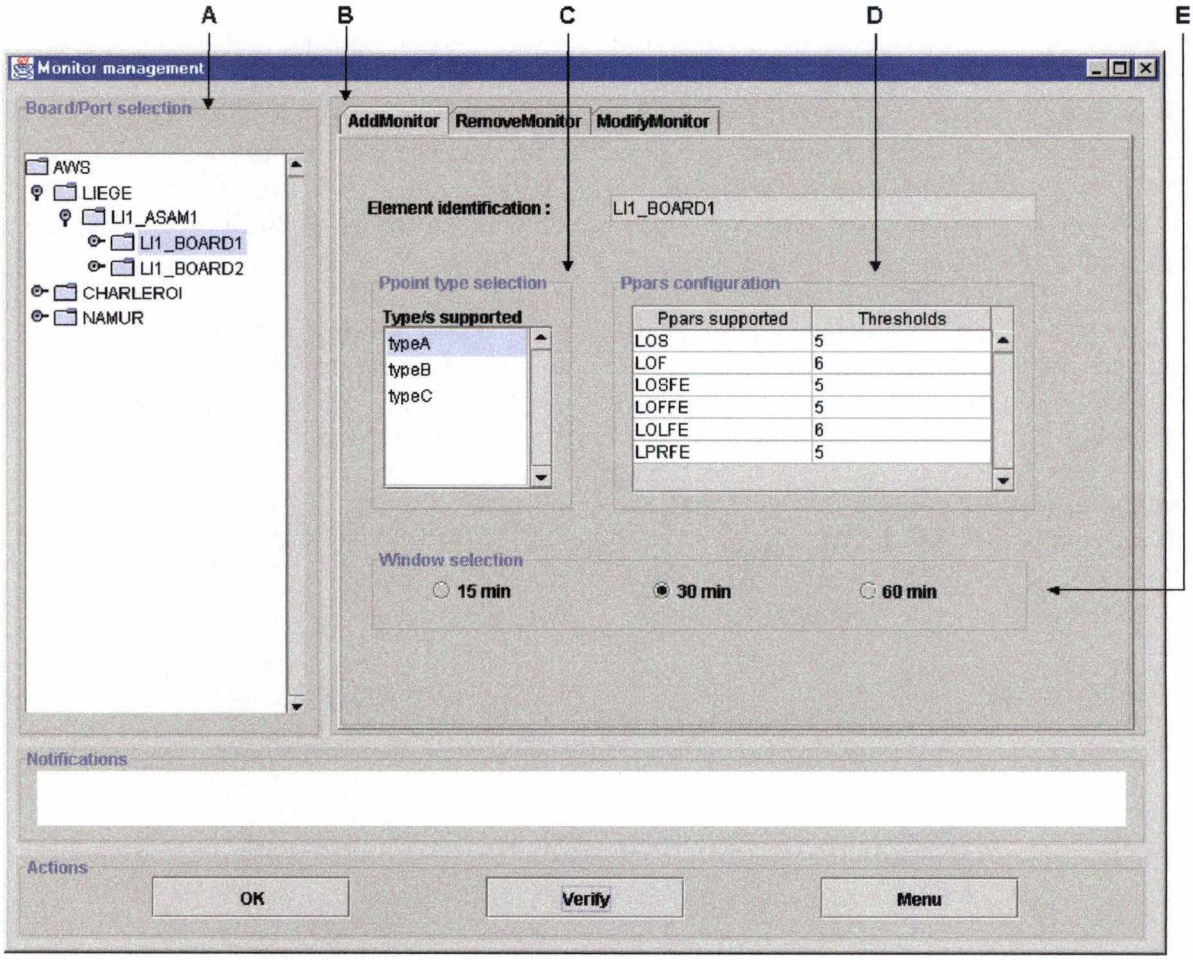
- 1) **Module Monitor Management**

1.1 Interface **AddMonitor** **[Fenêtre 1]**

Buts de l'opérateur : - Définir un nouveau monitor sur une ligne
- Définir un ensemble de nouveaux monitors sur une carte

Guide de l'utilisateur :

Sous-tâche	Réalisation
Sélection d'un élément(1 Port, 1 Board) auquel on veut associer un monitor	Sélection d'un item (1 Port ou 1 Board) dans l'objet java arbre **(A)**
Sélection d'un type de Ppoint	Sélection d'une ligne de l'OIC liste se trouvant dans la boîte de regroupement **Ppoint type selection (B)**
Configuration des seuils des Ppars	Modification des valeurs situées dans la colonne **Thresholds** de la table située dans la boîte de regroupement **Ppars configuration (C)**
Sélection d'une taille de fenêtre	Activation d'un des boutons radio situés dans la boîte de regroupement **Window selection (D)**



AddMonitor: justifications

(A)

Utilisation : Voir point **8.1 (OIAs génériques)**
Localisation: Selon la règle (6.1.1) de **[VANDERDONCKT 93],** la position de l'objet interactif concret relatif à la première donnée à saisir/afficher doit être situé le plus haut à gauche.

Remarque: Dans le cas présent, le contrôleur de hiérarchie contient la configuration complète de l'AWS (voir point **8.1**).

(B)

Utilisation:

-> **Besoin:** Présentation des données de performance relatives à plusieurs types de Ppoint
-> **OIA utilisé:** Un panneau à onglet

Visualisation: 

->**Justification:**

On se rappelle que la gestion d'un monitor est effectuée via 3 sous-tâches (AddMonitor, RemoveMonitor, ModifiyMonitor). Il y alors 2 possibilités pour la présentation:
-Soit réserver une fenêtre par sous-tâche
-Soit réunir les 3 sous-tâches dans la même fenêtre et ce via un onglet

Nous avons opté pour un écran principal qui est subdivisé par le biais d'onglets. Nous justifions cela par le fait que les 3 sous-tâches se rapportent à un même ensemble logique de données. Cette approche permet ainsi une navigation efficace et rapide entre les différentes fonctionnalités offertes à l'opérateur. On peut donc dire que la disposition est adaptée au profil de l'utilisateur qui est un expert de la tâche .

En outre, l'utilisation d'onglets permet d'éviter un trop grand nombre de boutons **[RATIER 2000]** sachant que les 3 sous-tâches de gestion des monitors utilisent toutes les boutons OK, VERIFY, MENU. Cette remarque s'applique également vis-à-vis de l'OIC arbre java. Remarquons toutefois que la sémantique du contenu de l'arbre doit s'adapter à la fonctionnalité choisie.

AddMonitor -> Configuration complète de l'AWS
RemoveMonitor/ModifyMonitor -> Configuration partielle de l'AWS

Le contenu affiche par l'OIC arbre sera donc modifié automatiquement en conséquence.

Localisation: La règle communément admise est d'aligner les languettes des onglets à gauche et de les accoler les unes aux autres.

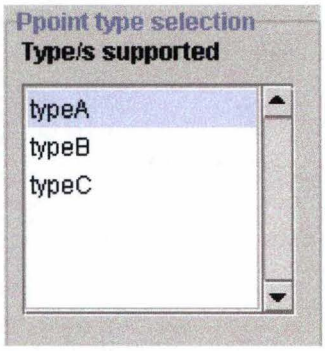
(C)

Utilisation

-> **Besoin:** Présenter à l'opérateur les types de Ppoint supportés par une entité.

-> **OIA utilisé :** Comme le nombre de Ppoints supportés par une entité est relativement réduit, nous optons pour simple liste .

Visualisation: Comme on peut le voir, le choix d'un item de la liste provoque un changement d'état de cet item qui est alors mis en évidence .



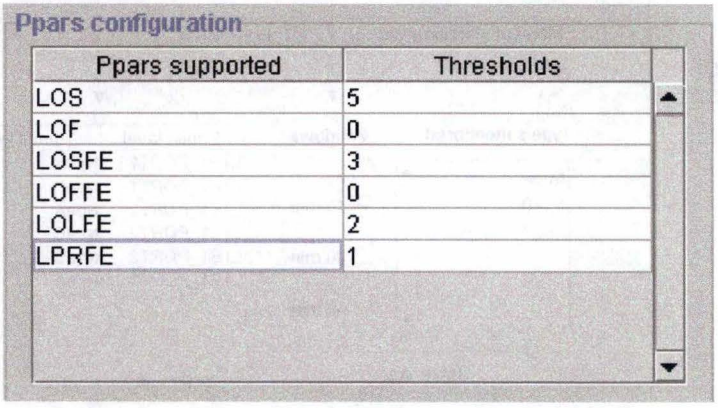
(D)

Utilisation

-> **Besoin:** Besoin de présenter les Ppars supportés par un Ppoint et de donner la possibilité à l'opérateur de configurer lui-même les valeurs des thresholds .

-> **OIA utilisé:** Utilisation d'une table à 2 colonnes présentant d'une part les Ppars supportés par le type de Ppoint et d'autre part les valeurs des thresholds associés qu'il faut configurer. La colonne relative aux valeurs de threshold est éditable .

Visualisation:



Remarque: D'après la règle issue de **[RATIER 2000],** les champs de saisie doivent être initialisés par défaut chaque fois que cela est possible, ce qui est le cas ici puisque les champs Thresholds sont mis à 0 par défaut.

(E)

Utilisation

-> **Besoin:** Besoin de représenter les différentes tailles de Windows acceptées par le système.

-> **OIA utilisé :** Comme le choix a été fait d'en proposer un nombre limité (en l'occurence 3-15 min,30 min ,60min) et que celles-ci sont mutuellement exclusives, un groupe de bouton radio est idéal dans cette situation.

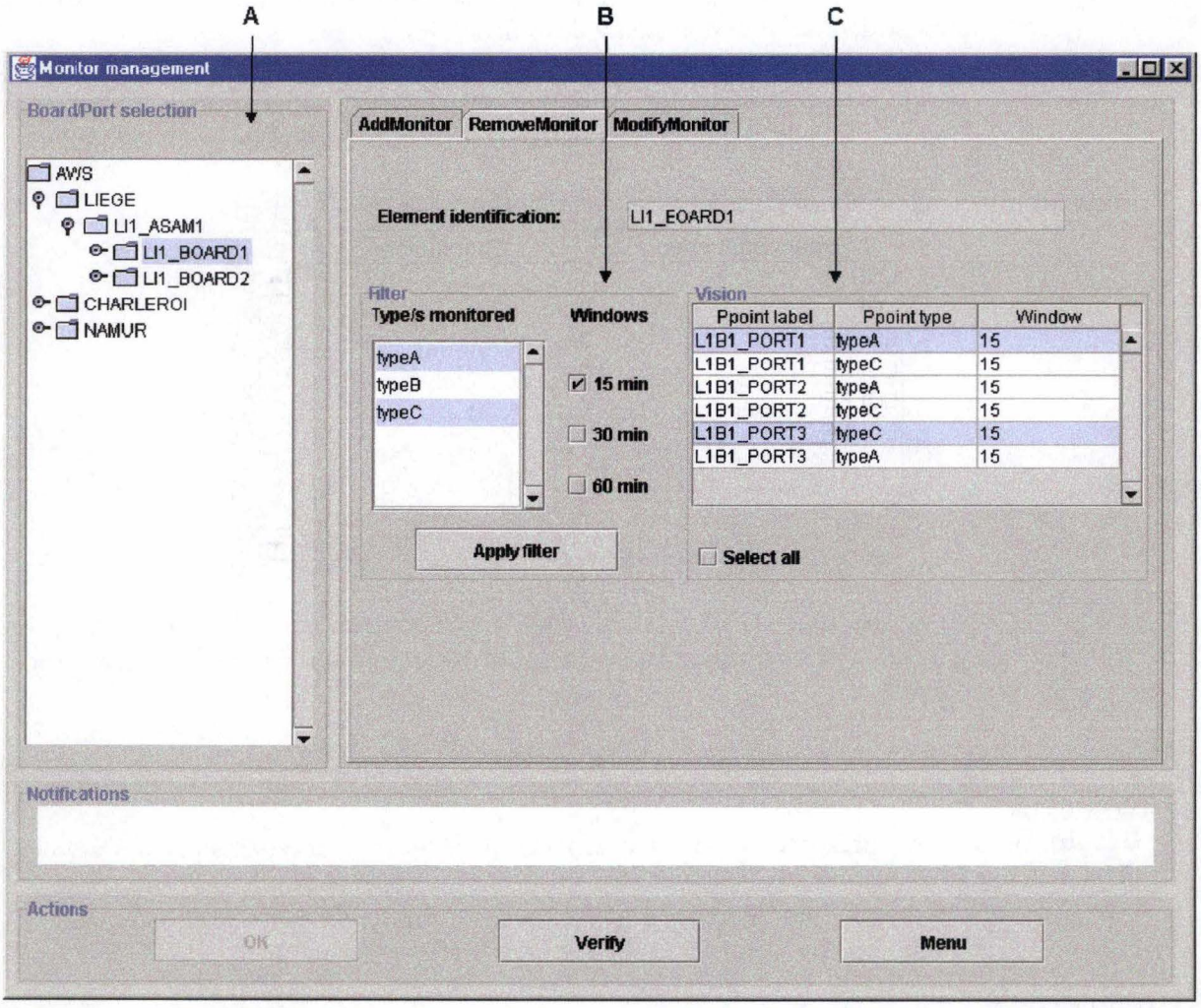
Localisation: Les boutons radios contenus dans la boîte de groupement "**Window Selection**" respectent la règle stipulant que les items d'un groupe de boutons radio doivent être équilibrés proportionnellement.

1.2 Interface **RemoveMonitor [Fenêtre 2]**

Buts de l'opérateur : - Supprimer un ou plusieurs moniteur de la PM config.

Guide de l'utilisateur :

Sous-tâche	**Réalisation**
Sélection d'un élément (1 port, 1 board) dont on veux supprimer un moniteur	Sélection d'un item (1 port ou 1 board) dans l'objet java arbre **(A)**
Sélection d'un type de Ppoint Sélection d'une taille de fenêtre	Sélection d'une ligne de l'OIC liste se trouvant dans la boîte de regroupement **Filter** ainsi que l'activation d'un bouton radio du groupe situé dans la même boîte de regroupement. **(B)**
Sélection des moniteurs à supprimer	Sélection d'au moins une ligne de l'OIC table se trouvant dans la boîte de regroupement **Vision (C)**



RemoveMonitor: justifications

(A) Voir AddMonitor

(B)

Utilisation

->Besoin: La tâche que doit effectuer l'opérateur est une suppression d'un ou de plusieurs monitors .

Plusieurs possibilités se présentent alors pour que celui-ci y parvienne. La première, qui est aussi la plus simple, consiste à lui montrer, pour une entité sélectionnée, tous les monitors relatifs à cette entité. Le seul inconvénient liée à celle-ci est que , pour de grosses **PM config**, il y a des risques de surcharge de l'écran (Par exemple lorsque l'entité sélectionnée est une Board).

La solution pour laquelle nous avons opté est de donner la possibilité à l'opérateur de paramétrer les suppressions de monitors. A cette fin, nous engageons l'opérateur à spécifier une sorte de "filtre" comprenant les types de Ppoints et Windows des monitors concernés par une suppression.

Ce procédé lui permet ainsi d'effectuer des suppressions "paramétrées" du style:
-Supprimer tous les monitors de type C de telle entité.
-Supprimer tous les monitors de telle entité ayant une Window de 15 min.

Le filtre que l'opérateur définit sera utilisé par le système pour retrouver dans la **PM config** tous les monitors répondant aux critères du filtre et ainsi ne montrer que ceux-ci à l'opérateur.

->OIAs utilisés: -Pour la présentation des types de Ppoint : une simple liste (1)
-Pour la présentation des tailles de Window :un groupe de boîtes à cocher(2)

->Justifications:

(1): Car le nombre de types de Ppoint est relativement restreint. En outre, comme nous donnons la possibilité à l'opérateur de supprimer des monitors dont les types de Ppoint peuvent être différents , la liste admettra la multi-sélection (sélection de plusieurs items) .

(2): L'opérateur peut spécifier un filtre concernant plusieurs tailles de Window différentes, donc **non exclusive** entre-elles .

Localisation:

Les 2 OIAs (la liste et le groupe de boîtes à cocher) ont été logiquement réunis dans la même boîte de regroupement ("**filter**") car ils participent tous les 2 à la définition du filtre.
Notons que les items du groupe de boîte à cocher sont équilibrés proportionnellement.

Remarque: Lorsque l'opérateur a fait son choix, le bouton **ApplyFilter** est la pour valider le choix effectué. Sa localisation montre bien qu'il est la pour terminer l'action de création du filtre.

(c)

Utilisation:

-> **Besoin:** Présentation des informations de monitoring propres à un port / une Board sélectionné afin que l'opérateur fasse sa sélection des monitors qu'il veut supprimer de la PM Config

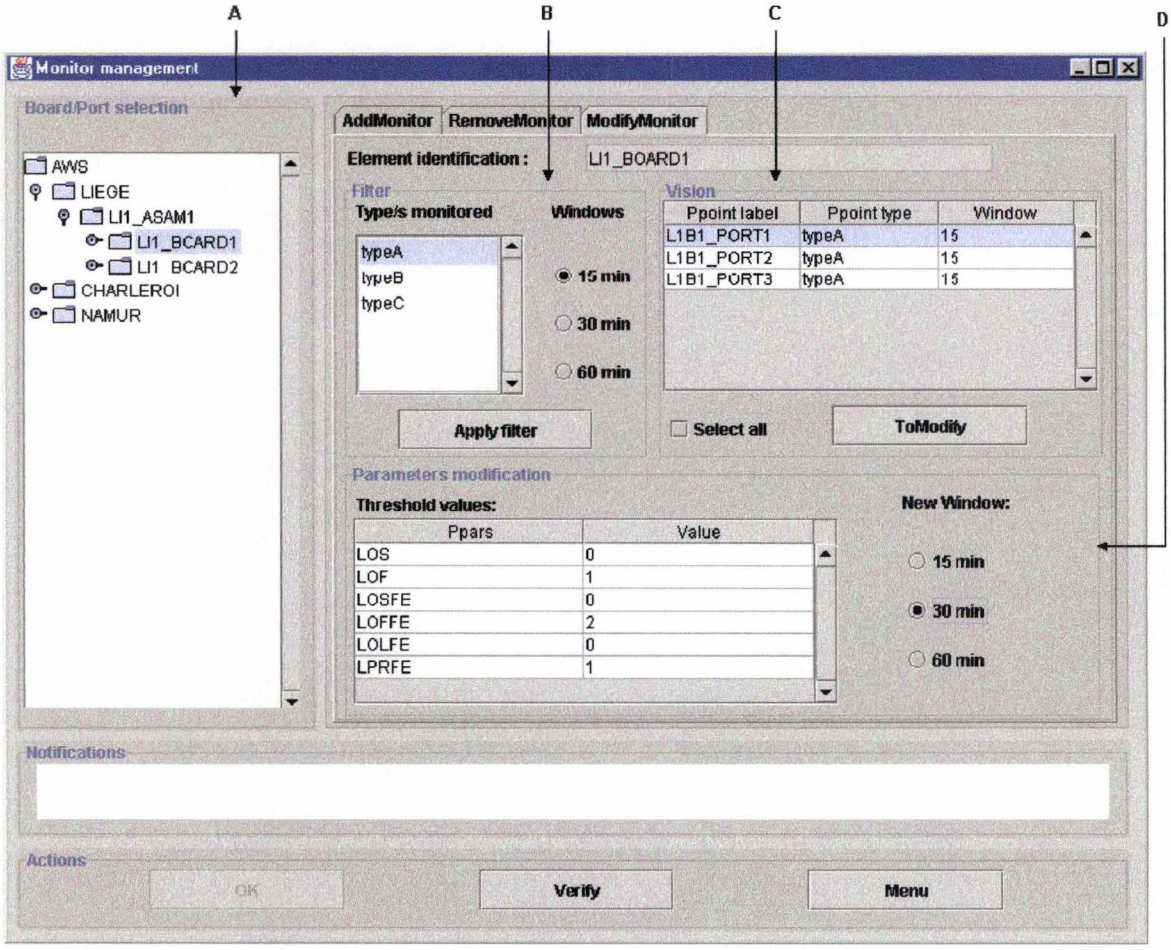
->**OIA utilisé:** A cette fin, on peut penser à l'utilisation d'une table qui se limite à l'organisation des composants.

1.3 Interface **ModifyMonitor [Fenêtre 3]**

Buts de l'opérateur : - Modifier les paramètres d'un ou de plusieurs monitors qui existent

Guide de l'utilisateur :

Sous-tâche	Réalisation
Sélection d'un élément(1 Port, 1 Board) dont on veut modifier un monitor	Sélection d'un item (1 Port ou 1 Board) dans l'objet java arbre **(A)**
Sélection d'un type de Ppoint Sélection d'une taille de fenêtre	Sélection d'une ligne de l'OIC liste se trouvant dans la boîte de regroupement **Filter** ainsi que l'activation d'un bouton radio du groupe situé dans la même boîte de regroupement. **(B)**
Sélection des monitors à modifier	Sélection d'au moins une ligne de l'OIC table se trouvant dans la boîte de regroupement **Vision (C)**
Modification des paramètres du monitor	- Modification des valeurs situées dans la colonne **Values** de la table située dans la boîte de regroupement **Parameters modification (D)** - Modification de la taille de la fenêtre via l'activation d'un bouton radio situé dans la même boîte de regroupement .



ModifyMonitor: justifications

(A) Voir **AddMonitor**

(B) Voir **RemoveMonitor**
Remarque: A la différence de l'interface RemoveMonitor, l'opérateur n'a le droit de spécifier qu'un seul type de Ppoint (plus de multi-sélection possible dans la liste). De même, une seule taille de Window est acceptée (elles sont désormais mutuellement exclusives). Dès lors, le groupe de cases à cocher devient un groupe de boutons radios .

(C) Voir **RemoveMonitor**
Remarque: Lorsque l'opérateur a fait son choix, le bouton **ToModify** est la pour valider le choix effectué . Son effet est de remplir la table "**threshold values**" avec les Ppars relatifs au type de Ppoint sélectionné ainsi que les valeurs de threshold d'origine, çàd définie lors de la phase de création du monitor.
La localisation du bouton montre bien qu'il est là pour terminer l'action de création de sélection.

(D) Voir **AddMonitor**
Remarque: Afin de donner la possibilité à l'opérateur de modifier les tailles de Window, nous utilisons un groupe de boutons radio permettant de spécifier une seule nouvelle taille.
Comme les 2 OIAs (la table et le groupe de boutons radio) participent tous les 2 à l'action de modification des paramètres des monitors, ils sont réunis dans la même boîte de regroupement("**Parameters modification**").

- **2) Module reporting**

2.1. Interface **Report configuration [Fenêtre 4]**

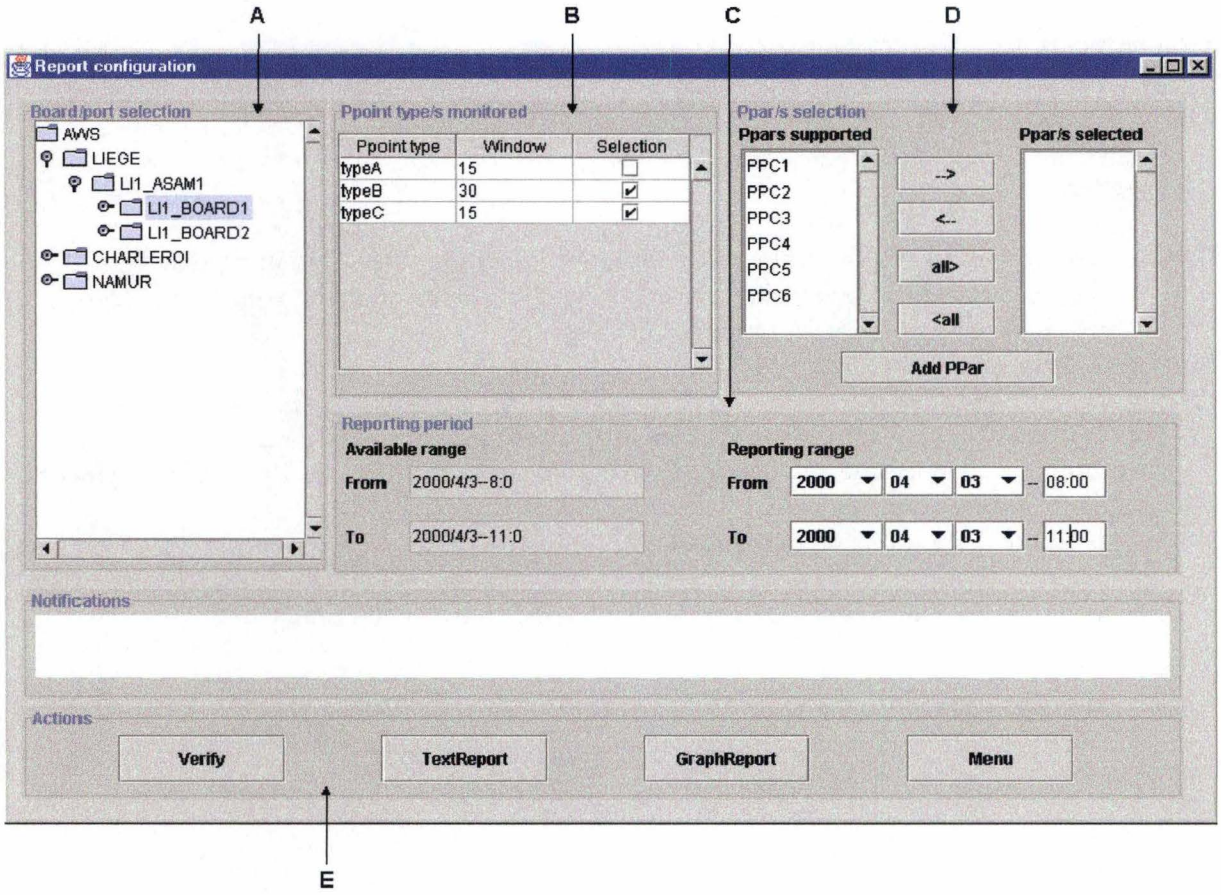
But de l'opérateur : Définir une configuration de rapport en vue d'obtenir un rapport graphique et/ou textuel.

Guide de l'utilisateur :

Sous-buts	*Réalisation*
Sélection d'un élément (1 Port, 1 Board) sur lequel doit porter le rapport	Sélection d'un item (1 Port ou 1 Board)dans l'objet java arbre **(A)**
Sélection d'au moins un type de Ppoint monitorant l'élément sélectionné.	Sélection d'au moins une ligne (en cochant la case **Selection**) de l'OIC table se trouvant dans la boite de regroupement **Ppoint type/s monitored**. **(B)**
Sélection des Ppars (que l'on souhaite voir dans le rapport) relatifs à un type de Ppoint sélectionné.	Sélection de 1 à n item/s situés dans la liste **Ppars supported** et déplacement vers la liste **Ppar/s selected .** Tous ces OIC sont situés dans la boite de regroupement Ppar/s selection. **(D)**
Sélection d'un intervalle de temps sur lequel doit porter le rapport	Spécification d'un intervalle à l'aide des OIC se trouvant dans la boite de regroupement **Reporting period**. **(C)**

* Facultatif car par défaut, lorsqu'un type de Ppoint est sélectionné, tous les Ppars supportés par ce dernier sont également sélectionnés pour le rapport final.

Visualisation de l'interface:



Report configuration: justifications

(A) Voir AddMonitor

Remarque: Dans le cas présent, le contrôleur de hiérarchie contient la configuration limitée de l'AWS (Voir point **8.1**)).

(B)

Utilisation:

->**Besoin:** Présentation des informations de monitoring propres à un port / une Board sélectionné afin que l'opérateur fasse sa sélection. Ces informations sont issues de la **PM config** (elles consistent donc en un ensemble de monitors).

->**OIA utilisé:** A cette fin, on peut penser à l'utilisation d'une table qui se limite à l'organisation des composants. Nous allons plutôt utiliser une **table étendue** que **[J. Vanderdonckt, 1995]** définit comme étant :

"Une table dont les éléments constitutifs peuvent être n'importe quel objet interactif des types suivants: champ d'édition, bouton-radio, boîte à cocher, ..." .

C'est ce dernier élément qui sera inséré dans la table et qui sera associé à chaque couple (Ppoint type, Window).

->Justification: Cette table étendue pourvue de boîte à cocher remplira deux rôles. Premièrement, chaque type de Ppoint dont l'opérateur veut avoir un rapport devra être sélectionné via la boîte **Selection.**
Deuxièmement, la sélection d'une ligne déclenche le remplissage instantané de la liste Ppar supported (**D**) , ce qui permet alors à l'opérateur de faire sa sélection des Ppars, qui par défaut sont tous sélectionnés.

(C) Voir point **8.1**

(D)

Utilisation:

->**Besoin**: Présentation à l'opérateur de la liste des Ppars supportés par un type de Ppoint particulier afin que celui-ci sélectionne ceux dont il souhaite voir les valeurs de performance dans le rapport.

->**OIAs utilisés:**

- 2 listes de sélection. La première (**Ppars supported**) présente les Ppars supportés (sélectionnables) alors que la seconde (**Ppar(s) selected**) présente les Ppars effectivement sélectionnés par l'opérateur.
- Un ensemble de boutons de commande.

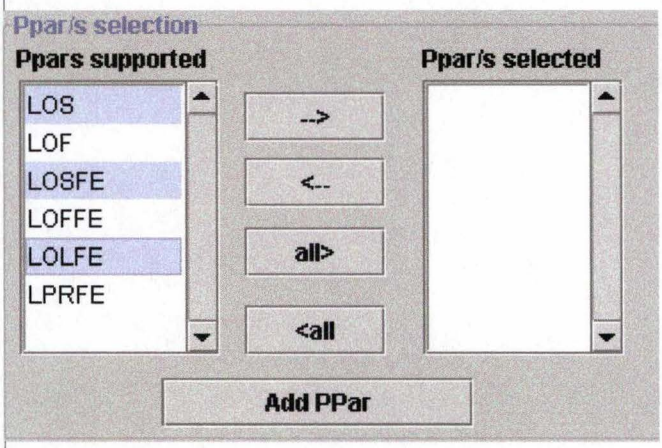
Le tout étant réuni dans une boîte de regroupement (**Ppar/s selection**)

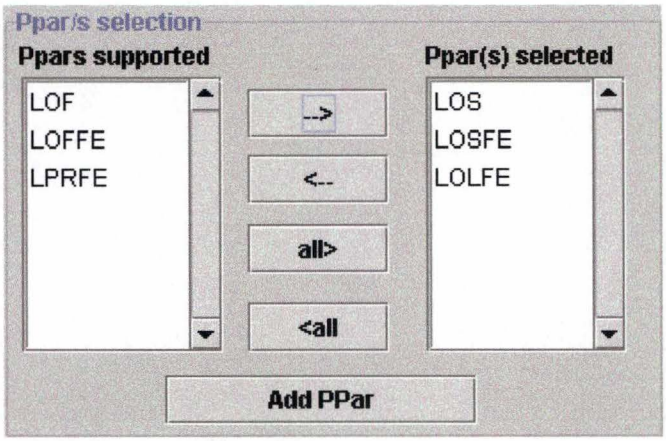
(D) suite

->**Justification**:

Une liste de sélection permet de présenter un ensemble d'options parmi lesquelles l'opérateur à la possibilité de faire une ou plusieurs sélections.
Afin de guider l'utilisateur dans sa sous-tâche de sélection des Ppars, nous utilisons la métaphore du panier d'achat . Ainsi, comme on le voit à travers l'exemple ci-dessous, lorsqu'un élément est sélectionné dans une liste pour être placé dans l'autre liste, il disparaît de la liste initiale, et vice- versa. Les 2 listes (en combinaison avec les 2 libellés descriptif Ppar supported et Ppar(s) selected) permettent donc de distinguer clairement les Ppars qui feront parties du rapport de ceux qui n'en feront pas partie. Cette représentation donne également la possibilité à l'opérateur de modifier autant de fois qu'il le souhaite sa sélection.

Ex: L'opérateur se voit proposer 6 paramètres (Ppars).





Grâce aux boutons de commandes (-->) ,(<--), (all>) et (<all), l'opérateur peut sélectionner les paramètres qu'il veut voir dans le rapport. Comme on le voit, les 3 éléments sélectionnés (un fond bleu permet de les distinguer) qui apparaissent maintenant dans la liste Ppar(s) selected ont disparu de la liste Ppars supported. Finalement, lorsque l'opérateur a fait son choix, le bouton **AddPpar** est la pour valider le choix effectué.

Notons à nouveau que par défaut, tous les Ppars sont sélectionnés (action sur la charge de travail car diminution du volume de données à manipuler et du nombre d'actions à accomplir).

Localisation

-> De la boîte de regroupement Ppar/s selection : voir critère de conception.

-> Au sein de la boîte de regroupement:

La position des listes de sélection et des 4 boutons de commandes (-->) ,(<--), (all>) et (<all) est cohérente avec notre idée d'une métaphore du panier d'achat. En outre, ces 4 boutons de commande sont suffisamment isolables **[VANDERDONCKT 93] (6.1.5).** Le bouton **AddPpar** se distingue des autres par sa taille , ce qui par la même permet de l'isoler puisque son action est totalement différente des 4 autres boutons de commande. Il a pour but de terminer l'action de sélection des Ppars.

(E)

Utilisation: -Le bouton ***Verify*** : utilisé pour faire une vérification de la conformité (Ex: date valide) de la configuration de rapport rentrée par l'opérateur.
Suivant les résultats de cette validation, un message est affiché dans le champ **Notifications.**

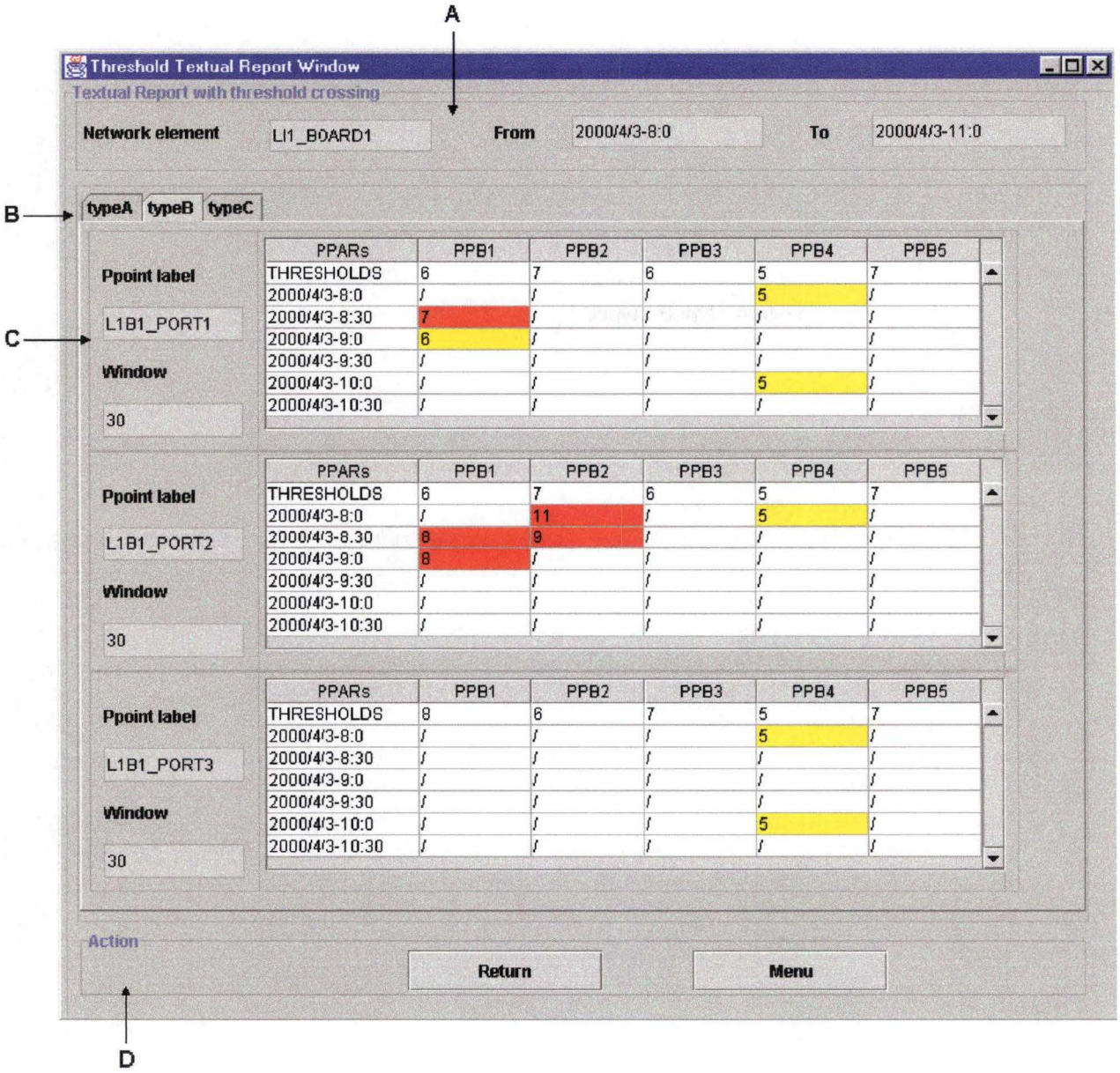
- Le bouton **Menu**: renvoie au Menu principal.
- Les boutons **GraphReport/TextReport**: lorsque la vérification est positive, ils permettent de lancer une requête de rapport graphique ou textuel.

Localisation : Les 4 boutons de commande sont suffisamment isolables. Ils sont en dehors de la séquence d'action à accomplir pour configurer un rapport.

2.2 Interface **Textual Report (with threshold crossing) [Fenêtre 5]**

But de l'interface: Présenter à l'opérateur un rapport textuel respectant la configuration définie par celui-ci à l'étape Report Configuration.

Les actions possibles de l'opérateur se résume ici à une navigation entre les différents rapports à l'aide de l'onglet.



Textual Report : justification

(A)

Utilisation: Cette boîte de regroupement donne les informations de base relatives au rapport, à savoir l'entité sur laquelle il porte ainsi que l'intervalle de temps concerné par celui-ci.

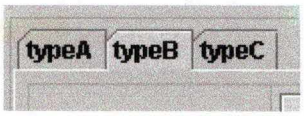
Localisation: La boîte est logiquement placée au sommet de la fenêtre afin que l'opérateur puisse se rendre compte directement des informations de base du rapport.

(B)

Utilisation:

->**Besoin:** Présentation des données de performance relatives à plusieurs types de Ppoint
-> **OIA utilisé:** Un panneau à onglet

Visualisation:



->**Justification:**
Dans la façon de présenter les données de performances, 3 solutions nous sont offertes:

- Utiliser une fenêtre par type de Ppoint
  ->Cette solution est écartée car, pour de grosses configurations (7,8 types de Ppoints) , elle peut engendrer une charge de travail supplémentaire non négligeable pour l'opérateur qui va devoir passer en revue les 8 fenêtres l'une après l'autre.
- Utiliser une seule fenêtre pour tous les types de Ppoints
  -> OK lorsque le nombre de Ppoint est peu élevé. Dans le cas contraire, risque de surcharger l'interface et donc de rendre difficile la détection des problèmes par l'opérateur.

- Utiliser un panneau à onglet permettant de présenter aisément tous les types de Ppoints sur une seule fenêtre.
  - > Cette possibilité est choisie. Elle offre en effet le meilleur rapport quant à la quantité de données présentées à l'opérateur par rapport à la charge de travail de ce dernier (et par rapport à la charge de l'écran)pour en prendre connaissance . Elle permet en effet une navigation efficace et rapide entre les différentes types de Ppoints, tout en étant très complète quand à l'information fournie.

Localisation: La règle communément admise est d'aligner les languettes des onglets à gauche et de les accoler les unes aux autres..

(C)

Utilisation

->Besoin: Présenter adéquatement les données de performance relatives à un Ppoint particulier pour une entité , et pour un type donné. Les données qui doivent être présentées sont un ensemble de triplets (nom du Ppar , intervalle de temps, valeur mesurée).

Ex: (Ppa1,2000/4/3-8:00, 5), ce qui signifie que le **Ppar** Ppa1 a relevé 5 erreurs lors de l'intervalle [8:00-Window,8:00], la Window étant celle associé au Ppoint.

->**OIA utilisé:** L'OIA permettant de présenter ces informations efficacement sera une table.

->**Justification :** Le rôle de la table se limite à l'organisation géographique **de plusieurs composants**. La structure de celle-ci sera la suivante:

- L'en-tête de la table présente la liste des Ppars sélectionnés par l'opérateur pour apparaître dans le rapport.
- La première ligne présente les thresholds relatifs à ces Ppars ,qui ont été définis lors de la création du monitor.
- La première colonne présente les intervalles de mesures
- Les autres colonnes présentent les données de performances relatives aux Ppars.

Visualisation:

PPARs	PPB1	PPB2	PPB3	PPB4	PPB5
THRESHOLDS	6	7	6	5	7
2000/4/3-8:0	/	11	/	5	/
2000/4/3-8.30	8	9	/	/	/
2000/4/3-9:0	8	/	/	/	/
2000/4/3-9:30	/	/	/	/	/
2000/4/3-10:0	/	/	/	/	/
2000/4/3-10:30	/	/	/	/	/

Comme on le distingue bien, certaines valeurs de performance sont mises en évidence. L' idée derrière cela est de représenter 2 niveaux différents d'erreurs dans les rapports . Un premier niveau que l'on qualifiera de simple alerte (erreur de seconde importance) lorsque les données de performance sont égales à la valeur du threshold qui leur est associé. Elles sont représentées avec un fond jaune. L'opérateur sait ainsi que le seuil critique est atteint et qu'il y a de fortes probabilités qu'il soit dépassé. Le deuxième niveau que l'on qualifie de danger (erreur de première importance) lorsque les données de performance sont strictement supérieures au threshold . Elles sont représentées avec un fond rouge.

L'utilisation d'une telle représentation permet d'attirer l'attention de l'opérateur directement sur les zones à problèmes(guidage pour l'opérateur). L'utilisation des couleurs rouge et jaune est conforme avec le sens attaché à celle-ci, à savoir rouge=danger et jaune =alerte.

Remarque: La signification du symbole "/" est la suivante: la valeur mesurée pour ce Ppar est inférieure à la valeur du threshold correspondant, et donc , sans intérêt pour l'opérateur dans l'optique d'une détection des problèmes . Seules les mesures potentiellement à problèmes sont affichées.

Afin d'isoler les données relatives à un Ppoint, on réunit dans une boîte de regroupement la table ainsi que 2 champs d'édition (auxquels un label identificatif est associé) désactivé présentant l'identification du monitor, à savoir le label du Ppoint(identifiant) ainsi que la Window associée.

(D)

Utilisation: -Le bouton *Return* : permet à l'opérateur de retourner à l'interface Report Configuration. Celui-ci a alors la possibilité de demander la version graphique du même rapport ou bien il peut spécifier une nouvelle configuration de rapport.

- Le bouton Menu: renvoie au Menu principal.

Localization : Les 2 boutons de commande sont suffisamment isolables.

2.3 Interface **Graphical Report [Fenêtre 6]**

But de l'interface: Présenter à l'opérateur un rapport graphique respectant la configuration définie celui-ci à l'étape Report Configuration.

Les actions possibles de l'opérateur se résume ici à une navigation entre les différents rapports à l'aide de l'onglet.

Graphical Report : justification

(A) Voir interface **Textual Report**

(C) Voir Interface **Textual Report**
Remarque: L'activation de l'onglet, en plus de permettre de naviguer rapidement vers un autre rapport, déclenche une mise à jour de la boîte de regroupement **Legend** afin que le contenu de celle-ci soit en accord avec le contenu de l'information présentée par **(D)**

(B) et (D)

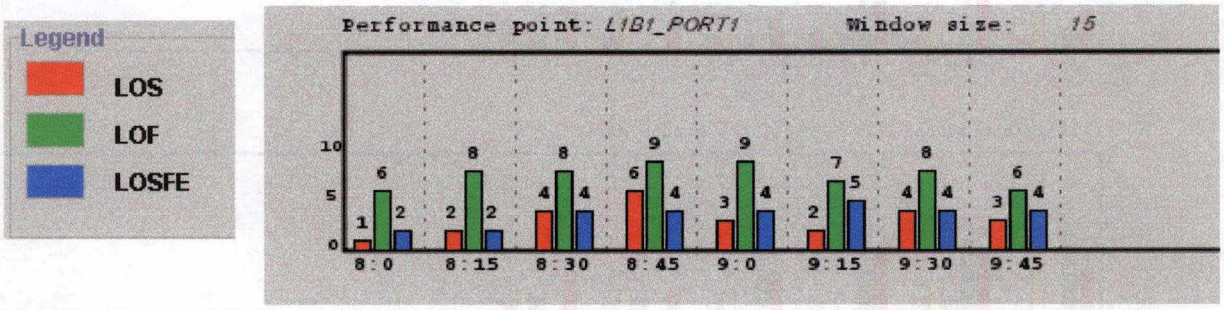
Utilisation

-> **Besoin:** Présenter graphiquement les données de performance relatives à un Ppoint particulier pour une entité , et **pour un type donné**. Les données qui doivent être présentées sont un ensemble de triplets (nom du Ppar , intervalle de temps, valeur mesurée).

->OIA utilisé: Diagramme à bâtonnets

->Justification: Afin de présenter les données graphiquement, plusieurs possibilité se présentent. Celle qui a été choisie est de faire une utilisation conjointe d'un diagramme à bâtonnets et d'une boîte de regroupement présentant un ensemble de légendes permettant non seulement d'expliciter le diagramme mais également de ne pas le surcharger.

Visualisation:



Le choix de ce type de diagramme pour une représentation graphique a été réalisé afin d'avoir un bon rapport charge de l'écran/information fournie à l'utilisateur.
En outre, l'utilisation d'une couleur différente pour chaque paramètre rend plus facile la lecture du diagramme. D'après les règles de **[RATHIER 2000]**, la couleur peut être employée pour coder visuellement l'information afin de permettre une différenciation et une identification des informations affichées. La couleur ne doit pas être le seul moyen utilisé pour communiquer de l information et ne devrait pas être le seul élément qui distingue deux objets ; il doit y avoir d' autres indicateurs. C'est pourquoi , à chaque diagramme, est associé 2 labels identificatifs (Performance Point et Window size) .

Notons que le choix des couleurs a été fait en gardant à l esprit que l'objectif est de faciliter la lisibilité des informations affichées. Les couleurs rouge et jaune n'ont ici plus rien à voir avec le sens qui leur avait été attribué à l'interface Textual Report. Elles servent juste à identifier des paramètres parmi d'autres

(E) Voir Interface **Textual Report**

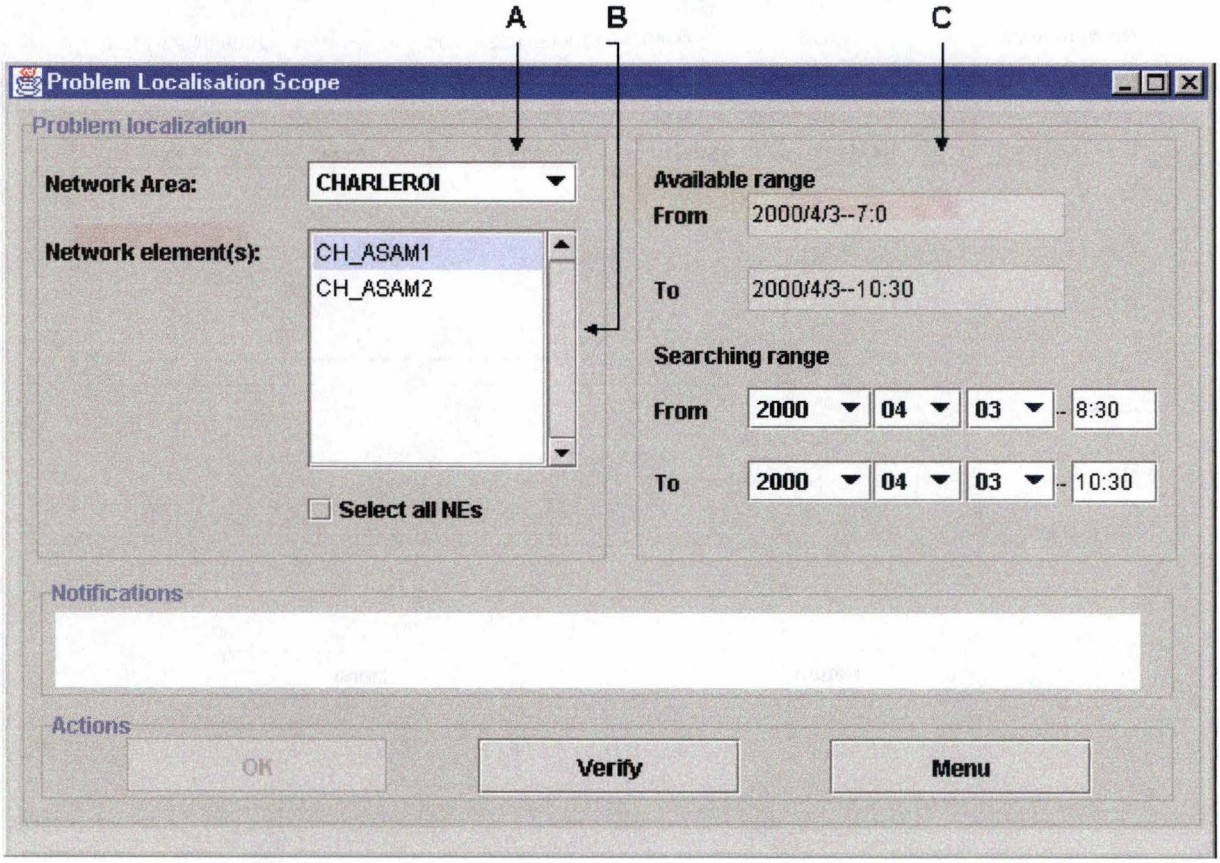
- **3) Module Problem Localization**

3.1. Interface **Problem Localization scope [Fenêtre 7]**

But de l'opérateur : Paramètrer une recherche de problèmes.

Guide de l'utilisateur :

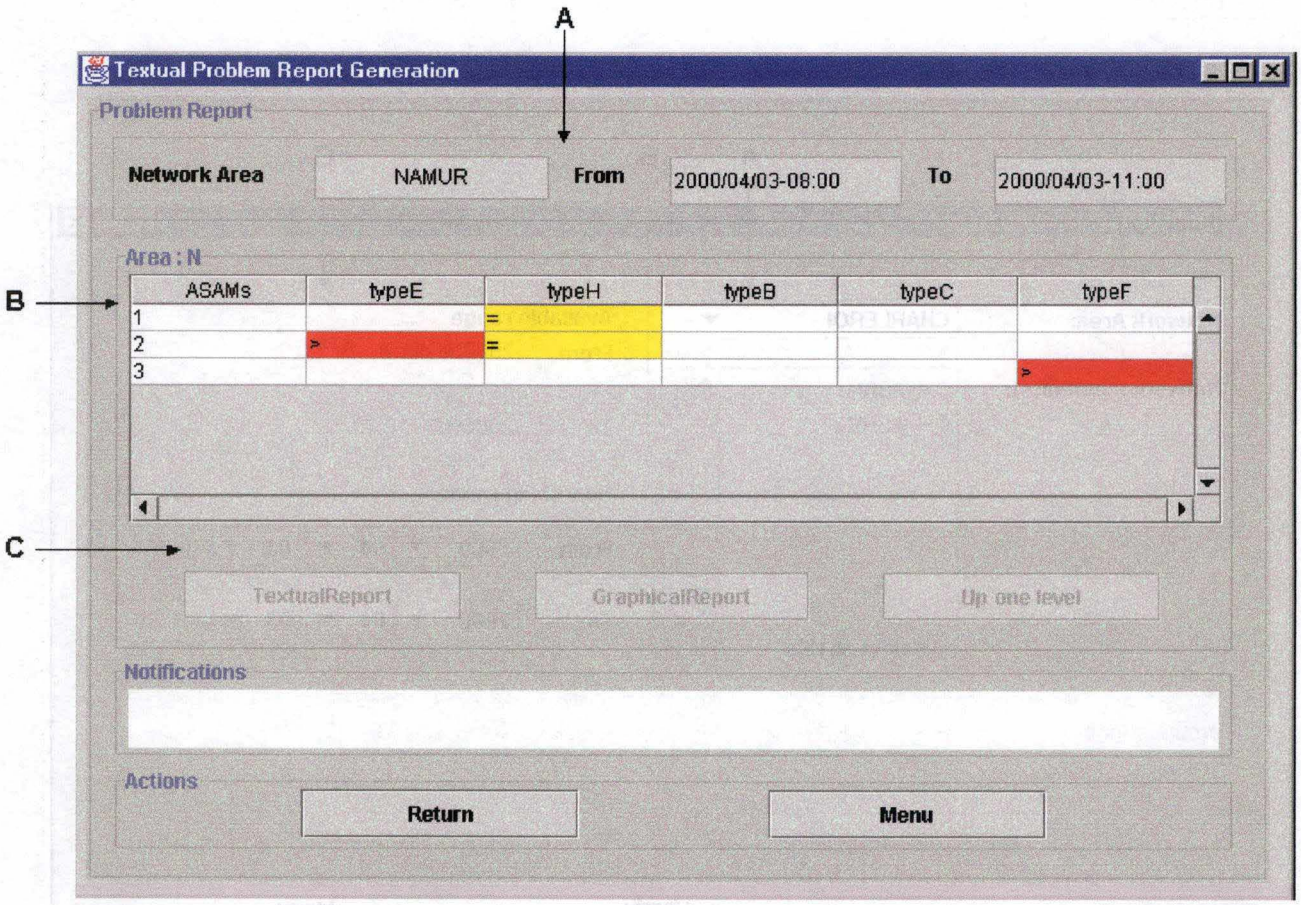
Sous – tâche	Réalisation
Sélection d'un élément (1 Asam) sur lequel doit porter la recherche.	Sélection d'un item (1 Area) dans l'objet java liste déroulante **(A).** Ensuite, sélection d'au moins 1 item dans l'objet java liste **(B)** ou activation de la case à cocher « Select all NEs ».
Sélection d'un intervalle de temps sur lequel doit porter le rapport.	Spécification d'un intervalle à l'aide des OIC se trouvant dans la boite de regroupement. **(C)**



3.2. Interface **Global Report [Fenêtre 8]**

But de l'opérateur : Visualiser les différents problèmes survenant dans le réseau. La convention prise est de représenter un problème de première importance (dépassement de threshold) par une cellule avec un fond rouge et un problème de seconde importance (threshold atteint) par une cellule avec un fond jaune.

Sous – tâche	Réalisation
Localiser un problème de plus en plus finement	La sélection d'une ligne dans l'objet java table **(B)** permet de descendre dans la configuration de l'AWS et ainsi de se rapprocher du problème.
Obtenir un rapport détaillé sur un problème	Activer l'objet java Bouton **TextualReport** ou **GraphicalReport.** (C)



Ainsi, sur l'exemple, on peut voir que les ASAMs n° 2 et 3 de l'area NAMUR ont des problèmes de première importance. Sélectionnons l'ASAM n°2 en double cliquant sur cette ligne. L'opérateur sait maintenant que c'est la board 1 (figure 1 page suivante) qui a une erreur de première importance avec le(s) monitors de type E. A ce moment, il peut soit demander un rapport détaillé pour cette carte soit obtenir plus de détail sur le problème . Dans ce cas, il sélectionne la ligne de la carte B1 . A ce niveau (figure 2 page suivante), l'opérateur sait que ce sont les ports 1 et 2 qui sont concernés par le problème . Il peut alors demander un rapport de performance détaillé graphique ou textuel qui sera le même que celui présenté dans le module Reporting .

1)

Textual Problem Report Generation

Problem Report

Network Area NAMUR From 2000/04/03-08:00 To 2000/04/03-11:00

Area : N ; Asam : 2

Boards	typeE	typeH	typeB	typeC	typeF
B1	>				
B2		=			

TextualReport GraphicalReport Up one level

Notifications

Actions

Return Menu

2)

Textual Problem Report Generation

Problem Report

Network Area NAMUR From 2000/04/03-08:00 To 2000/04/03-11:00

Area : N ; Asam : 2 ; Board : B1

Ports	typeE	typeH	typeB	typeC	typeF
PORT1	>				
PORT2	>				

TextualReport GraphicalReport Up one level

Notifications

Actions

Return Menu

Global Report: justifications

(A)

Utilisation: Cette boîte de regroupement donne les informations de base relatives au rapport de recherche, à savoir l'area sur laquelle il porte ainsi que l'intervalle de temps concerné par le rapport

Localisation: La boîte est logiquement placée au sommet de la fenêtre afin que l'opérateur puisse se rendre compte directement des informations de base du rapport.

(B)

Utilisation:

-> Besoin: Présentation des différents problèmes du réseaux.
-> OIA utilisé: Utilisation d'une table imbriquée.
-> Justification:

Comme cela a déjà été dit, l'idée derrière ce rapport est de présenter globalement les zones à problèmes du réseaux.

L'utilisation d'une table imbriquée est dès lors très intéressante. Ainsi, chaque niveau d'imbrication de la table correspond à un niveau dans l'architecture de l'AWS. Le label dynamique associé à la table indique d'ailleurs à l'opérateur à quel niveau de la hierarchie il se trouve (effort de guidage). Commme cela est le cas pour les rapports textuels (Voir interface **Textual Report**) .

2 niveaux différents de problèmes sont rapportés dans ce rapport. Un premier niveau (simple alerte) représenté avec un fond jaune ainsi qu'un second niveau (danger) représenté avec un fond rouge. L'utilisation d'une telle représentation permet d'attirer l'attention de l'opérateur directement sur les zones à problèmes(guidage pour l'opérateur).

Concernant la localisation du problème, elle est d'abord remontée au niveau le plus haut de l'architecture de l'AWS (correspondant à l'area sélectionnée) , à savoir les ASAMs. La table permet alors de "naviguer" vers les niveaux inférieurs (Boards et Ports) afin de localiser de plus en plus précisémment les différents problèmes. L'opérateur aura ainsi la possibilité de sélectionner une board ou un (ou plusieurs) Port(s) afin d'obtenir un rapport détaillé (et chiffré) sur le problème.

(C)

Utilisation:
Le bouton **TextualReport** -> Requête pour obtenir un rapport textuel détaillé des éléments sélectionnés dans la table par l'opérateur.
Le bouton **GraphicalReport** -> Requête pour obtenir un rapport graphique détaillé des éléments sélectionnés dans la table par l'opérateur.
Le bouton **Up One level** -> Permet de remonter d'un niveau dans la table.

- 4) **Module Data Management**

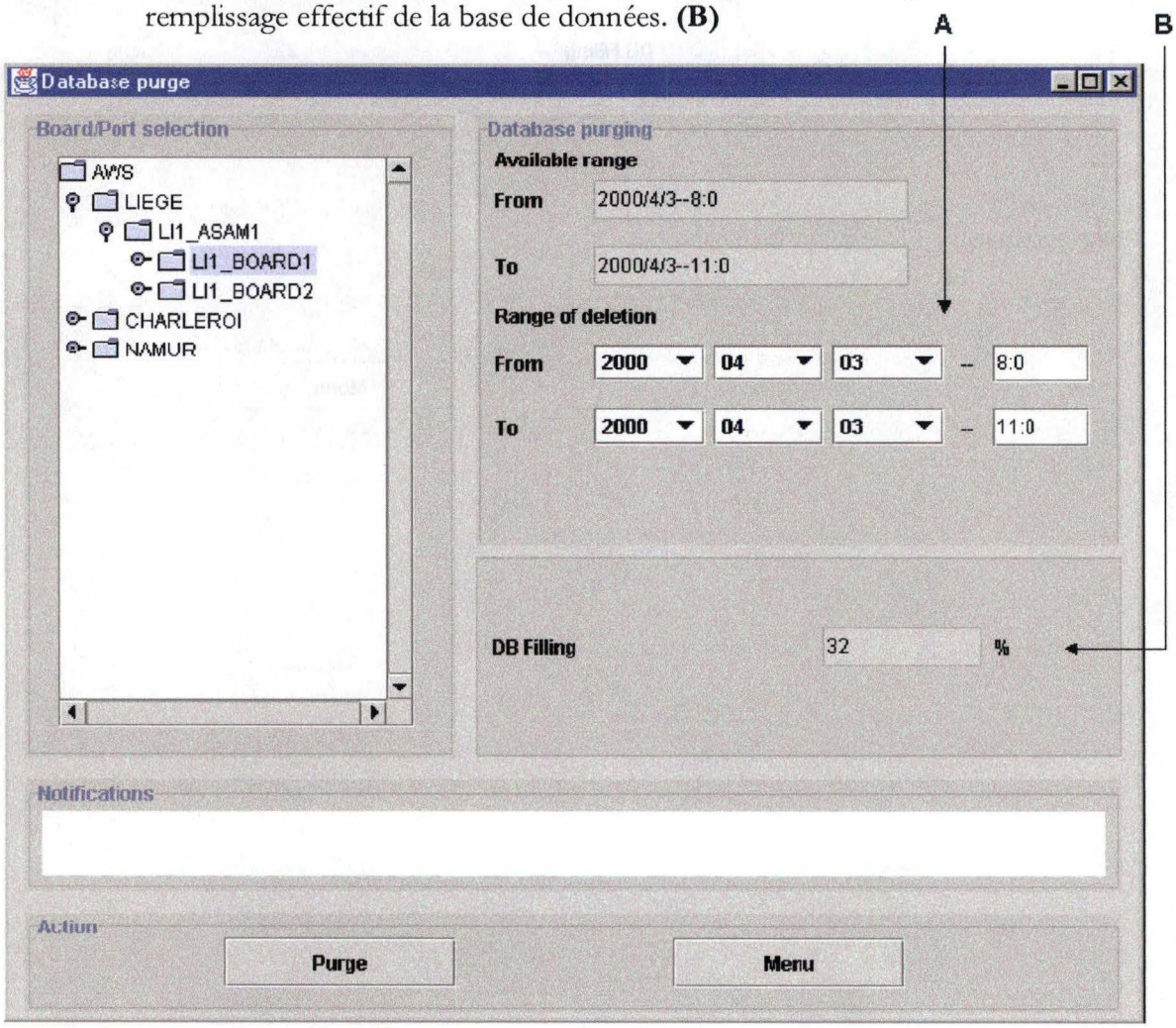
4.1 Interface **BD management** **[Fenêtre 9]**

Buts de l'opérateur : - Supprimer de la base de données du PM les valeurs de performance relatives à une carte, un port, ou un ensemble de ports, et ce, pour un certain intervalle de temps spécifié.

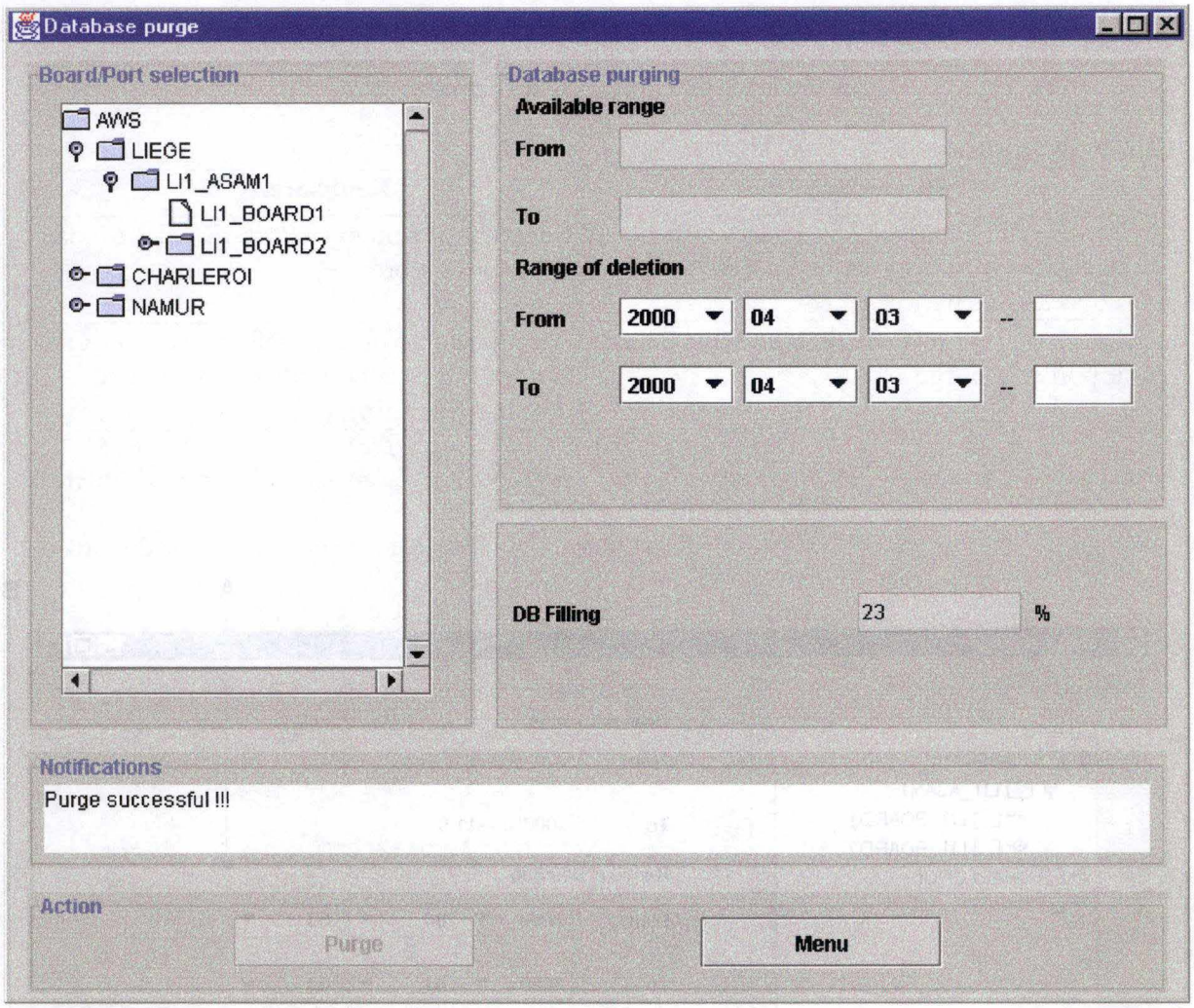
Guide de l'utilisateur :

Sous-tâche	Réalisation
Sélection d'un élément(1 Port, 1 Board) duquel on veut supprimer une partie (toutes) des données de performance .	Sélection d'un item (1 Port ou 1 Board) dans l'objet java arbre
Sélection d'un intervalle de temps sur lequel doit porter la purge	Spécification d'un intervalle à l'aide des OIC se trouvant dans la boite de regroupement **database purging (A)**

Remarque : - L'intervalle de temps spécifié par l'opérateur doit être valide . Pour cela, l'interface présente l'intervalle disponible (available range) .
- Le champ d'édition associé au label « DB filling » informe l'opérateur du taux de remplissage effectif de la base de données. **(B)**



Comme on peut le voir, l 'effet d'une purge sur les données de performance relatives à la board **LI1_Board1** a pour effet de diminuer le taux de remplissage de la BD (passant de 32 à 23 %)



- **5) Module Show PM Config**

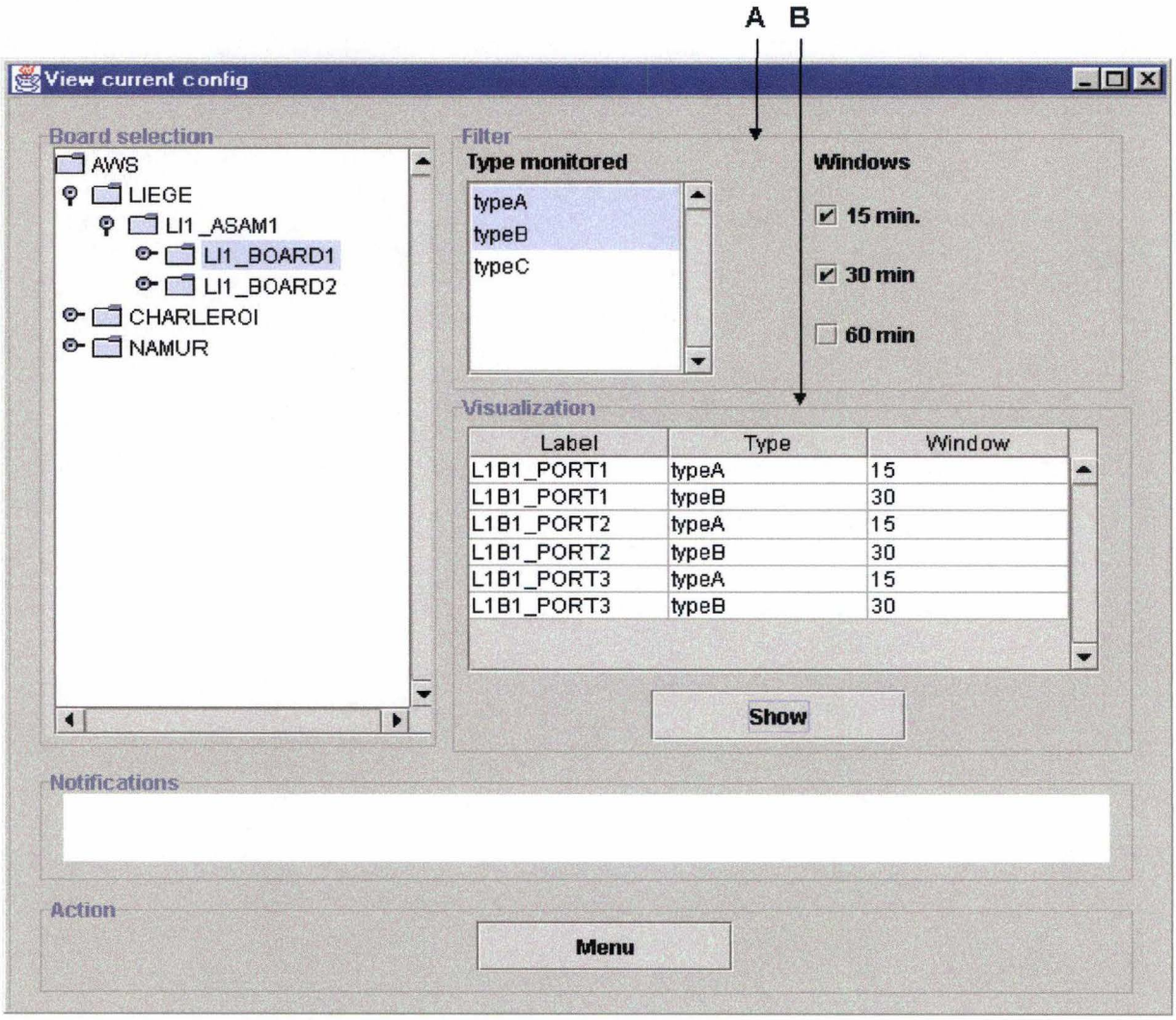
5.1. Interface **View current config [Fenêtre 10]**

But de l'opérateur : Obtenir la configuration courante d'un élément en terme de monitors supportés

Guide de l'utilisateur :

Sous-buts	*Réalisation*
Sélection d'un élément (1 Port, 1 Board) sur lequel doit porter le rapport	Sélection d'un item (1 Port ou 1 Board)dans l'objet java arbre
Sélection d' au moins un type de Ppoint monitorant l'élément sélectionné. Sélection d'une taille de fenêtre	Sélection d'une ligne de l'OIC liste se trouvant dans la boîte de regroupement Filter ainsi que l'activation d'un bouton radio du groupe situé dans la même boîte de regroupement. (A)

Notons que si une board n'est pas monitorée, elle apparaît comme une feuille dans l'arbre de sélection.



8.3 Critères ergonomiques de conception dans la réalisation de l'interface utilisateur

Définition: Un critère ergonomique constitue une dimension reconnue comme menant à une interface utile et utilisable .

Le tableau ci–dessous présente les 8 critères ergonomiques de conception habituellement identifiés avec, pour chacun d'eux, leur mise en oeuvre au sein de l'interface utilisateur . Comme la conception de l'interface est liée à la nature de la tâche à effectuer, certains critères nous ont paru plus importants que d'autres. L'analyse de la tâche nous a effectivement montré que l'opérateur a besoin d'une interface capable de présenter les données de performance de manière à ce qu'il puisse détecter rapidement les problèmes dans le réseau. Un effort particulier doit donc être porté sur les les critères de guidage et de charge de travail .

Critères	*Mise en oeuvre*
Compatibilité	Effort de compatibilité afin de minimiser les besoins de traduction , de transposition de l'information en données du système. Ex: Compatibilité avec la terminologie de l'utilisateur.
Cohérence	Effort de cohérence avec le reste de l'application AWS. Les conventions de l'utilisateur , notamment en terme de données calendrier et messages d'erreur ont été respectées. En outre, les données sont facilement identifiables, reconnaissables et utilisables. Il y a une cohérence sémantique avec les notions de gestion de performance présentées au chapitre 3 (Ppar, Ppoint, PM Config, AWS Config, Window, Monitor...).
Charge de travail	En général, un effort est effectué pour que le volume de données à manipuler et d'actions à accomplir par unité de tâche soit réduit, cela afin de garantir les performances et de ne pas provoquer une surcharge mentale de l'opérateur. Deux exemples: –Effort pour minimiser le nombre de fenêtres différentes attachée à la réalisation d'une tâche (voir MonitorManagement) . –Dans la réalisation des rapports, un compromis est réalisé entre le volume de données à afficher et la charge de travail de l'opérateur pour découvrir ces données (découpe des rapports en fonction du type de Ppoint, possibilité de paramétrer au mieux les rapports) .
Adaptabilité	Comme l'utilisateur type de cette interface est un opérateur expert, la présentation est figée et ne varie pas. Ce critère n'a donc pas été pris en compte.
Contrôle du dialogue	**–Contrôle de la conversation**: >Pour les **actions explicites** (ex: ajout d'un monitor, requête de localisation de problèmes...), le déclenchement des actions incombe à l'utilisateur, non au système . >Pour les **actions implicites** (ex: remplissage d'une table suite à une sélection dans l'arbre de sélection) , le déclenchement des actions est la responsabilité du système.

Critères	*Mise en oeuvre*
Représentativité	Effort de **représentativité dans la présentation.** Ex: Dans un rapport textuel, les couleurs choisies pour représenter des problèmes de première importance ou de seconde importance sont très représentatives du niveau du problème. Ex: L'objet java arbre utilisé pour présenter à l'opérateur l'AWS Config est très représentatif de la configuration hiérarchisée des ASAMs
Guidage	**–Guidage dans la conversation:** L'opérateur est informé de manière constante sur l'issue de ses actions. Ex: Interface BD management –> un feedback immédiat (indiquant le nouveau taux de remplissage de la BD du PM) est apporté à l'opérateur lorsque celui–ci effectue une action de purging **–Guidage dans la présentation:** >Un effort est effectué dans le placement des OIC au sein des fenêtres. Ainsi , dans la mesure du possible, les OIC ont été arrangés en s'inspirant du diagramme de flux, le long de la ligne de balayage oculaire en Z, ce qui permet de guider peut à peu l'opérateur vers l'accomplissement de la sous–tâche à laquelle il est occupé. > Un guidage visuel dans la présentation des données de performance permet à l'opérateur de détecter immédiatement les problèmes. –> Rapport textuel : La couleur rouge associée aux erreurs de premier niveau (=danger) et la couleur jaune aux erreurs de second niveau (= mise en garde). –> Rapport graphique: La présence d'un bâtonnet dans un rapport est synonyme de problème. Donc, un graphe sans bâtonnets = pas de problèmes. **Remarque:** Ce guidage, à la fois dans la conversation et la présentation a pour but de minimiser les erreurs de manipulation et d'interprétation de l'opérateur. Il agit également sur la productivité de l'opérateur.
Gestion des erreurs	Le guidage est pensé notamment pour limiter les erreurs. Suite à cela , les possibilités d'erreurs sont réduites. Cependant, une protection des erreurs est effectuée en protégeant les zones ne contenant pas de saisies (table, champ d'édition Notifications ...) . En outre, en cas d'erreurs (par exemple une date non valide) un message d'erreur apparaît dans le champ Notifications explicitant l'erreur. Cette gestion des erreurs a pour but d'améliorer les performances de l'opérateur.

8.4 Sources du chapitre 8

[1]	**[RATIER 2000]**	Ratier C., ***Guide de recommendations ergonomiques pour la conception et l'évaluation d'interfaces graphiques,*** Centre national de la recherche scientifique, Direction des systèmes d'information, 19/04/00 (www.multimania.com/interaction/Ergo/DsiCnrs/Guidergo/guidergo1.html)
[2]	**[VANDERDONCKT 93]**	Vanderdonckt J., ***Corpus minimal de règles ergonomiques***, 1993
[3]	**[VANDERDONCKT 95]**	Vanderdonckt J.,Provot I., Sacré B, ***Description d'objets interactifs abstraits***,1995.

Annexe 1 : Compatibilité spectrale.

Dans cette section, nous analysons brièvement les problèmes que posent la fourniture de services différents dans des mêmes gaines de câbles. Ensuite, nous illustrerons nos propos en fournissant un exemple de mesures d'interférences dans le cas de l'ADSL, qui est un des services DSL parmi les plus déployés à l'heure actuelle (le service résidentiel par excellence) offrant peut-être pour l'avenir le plus fort potentiel pour une large mise en oeuvre, et qui peut servir d'alternative peu onéreuse aux services symétriques pour les PME.

1. Qu'entend-on par "compatibilité spectrale" ?

La compatibilité spectrale peut être définie comme l'effet en termes d'interférences qu'a un système DSL sur un autre.

2. Pourquoi se soucier de la compatibilité spectrale ?

Les paires torsadées n'arrivent pas indépendamment les unes des autres au central téléphonique; pour des raisons pratiques (et de coût), elles sont regroupées en gaines de 10, 20 ou même jusqu'à 50 paires torsadées. La proximité des différents câbles dans la gaine peut être dommageable en terme de qualité de service à cause des interférences (crosstalk) que peut provoquer la transmission de données d'une paire sur une autre paire. De plus, les gaines ne sont pas remplies uniformément : dans une même gaine peuvent apparaître des paires torsadées servant à offrir un service ADSL, un service SDSL, ou d'autres types de services (T1,...).
Ces différentes techniques font de plus usage de bandes de fréquences différentes, se recoupant parfois. De telles interférences peuvent provoquer certains problèmes sur les lignes, problèmes qui pourront être décelés par l'intermédiaire des compteurs matériels de performance (**voir Chapitre 5**) et qui entraîneront des limitations aux débits envisageables, et donc aux portées possibles (et inversement).

La compatibilité spectrale constitue dès lors un facteur clé des performances des systèmes xDSL car le déploiement d'un nouveau service DSL ne devrait pas dégrader les performances des autres services, que ce soit en terme de portée du service, ou de débit maximal pouvant être obtenu. Il est donc nécessaire de faire particulièrement attention à ce problème lors du déploiement de nouveaux services.

3. Compatibilité spectrale de l'ADSL[1]

3.1 Hypothèses préalables

Dans ce qui suit, les techniques de modulation et services "concurrents" envisagés ici seront :

- 2B1Q pour ISDN et HDSL
- CAP[2] pour HDSL et SDSL
- DMT pour ADSL
- AMI[3] pour T1

Nous supposerons également l'utilisation de gaines de 50 paires (avec des câbles d'une section de 0.4 mm).

---

1 **Sources:** [GlobeSpan, 2000], [PairGain, 99]

2 CAP est une autre technique de modulation communément utilisée, concurrente du DMT dans le déploiement de l'ADSL

3 AMI est une technique de modulation assez ancienne fortement utilisée pour fournir des services de type T1, permettant un débit de 64 kbps par canal (56 kbps réel + 8 kbps pour assurer la synchronisation)

Définitions

Self-crosstalk	Interférences induites sur une ligne (et donc sur un receveur) utilisant un certain type de service par des transmetteurs appartenant à des lignes voisines (dans la même gaine) et utilisant le même type de service (ADSL, ISDN,...).
SFEXT	= self-FEXT = cas particulier du self-crosstalk où l'on condidère uniquement la télédiaphonie.
SNEXT	= self -NEXT = cas particulier du self-crosstalk où l'on considère uniquement la paradiaphonie

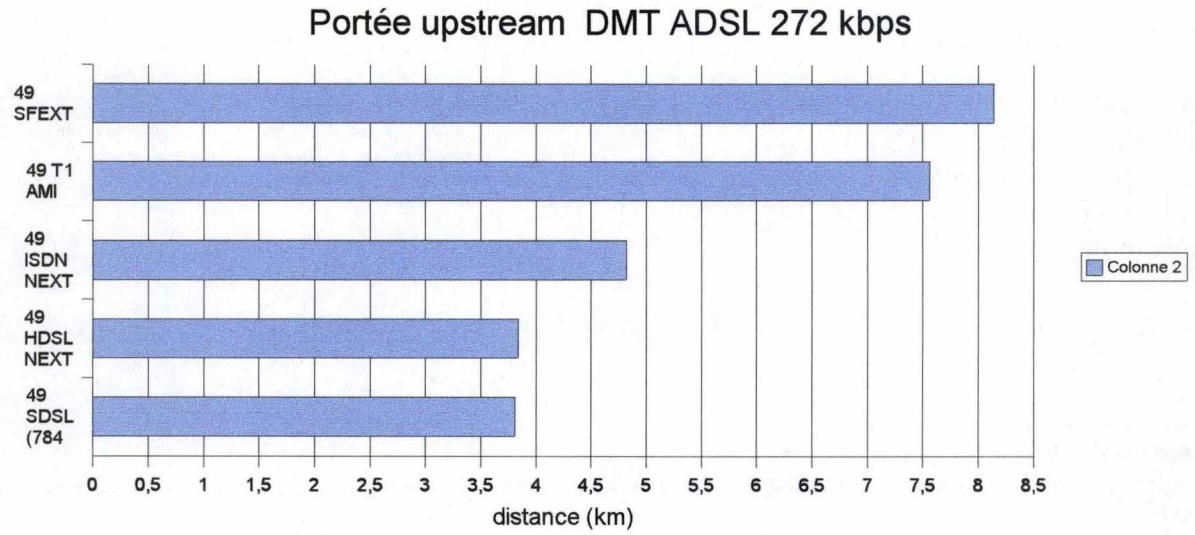
Pour évaluer la compatibilité spectrale de l'ADSL DMT, on va évaluer les performances du DMT à 680 kbps (dans le sens descendant), et ensuite à 272 kbps (dans le sens montant) en présence du NEXT créé par l'HDSl, T1 AMI, ISDN, 784 kbps SDSL, et SFEXT. Ce choix de technologies concurrentes peut paraître arbitraire, mais il a l'avantage de fournir un bon éventail de situations différentes. Il en va de même pour le choix des débits proposés (qui correspondent à peu de choses près aux débits moyens proposés dans le commerce).

3.2 Mesures proprement dites

a) Sens montant

Les tableau et figure suivants présentent un comparatif des performances d'un système DMT pour un débit montant de 272-kbps en présence d'autres systèmes.

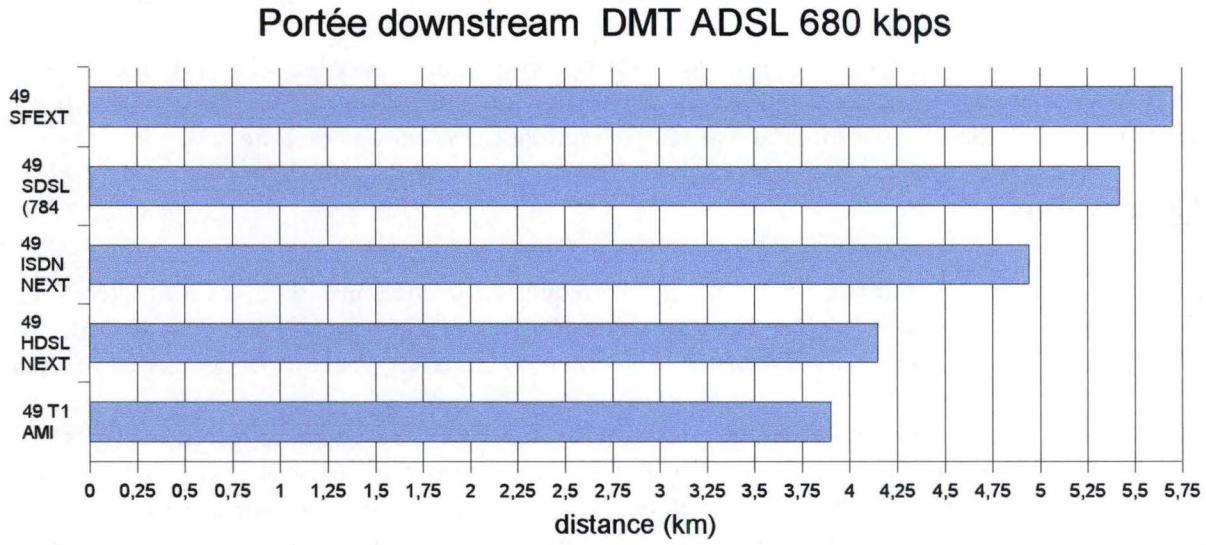
Perturbateurs	*Portée-upstream pour DMT ADSL 272 kbps (km)*
49 SFEXT	8,14
49 T1 AMI	7,56
49 ISDN NEXT	4,82
49 HDSL NEXT	3,84
49 SDSL (à 784 kbps)	3,81



b) Sens descendant

Comparatif des performances d'un système DMT pour un débit descendant de 680-kbps en présence d'autres systèmes.

Perturbateurs	*Portée-downstream pour DMT ADSL 680 kbps (km)*
49 SFEXT	5,7
49 SDSL (à 784 kbps)	5,42
49 ISDN NEXT	4,94
49 HDSL NEXT	4,15
49 T1 AMI	3,9



3.3 Interprétation des résultats

A la lecture de ces résultats[4] , on peut constater que :

- *Pour le sens montant*

-SFEXT est le meilleur environnement de bruit, çàd celui causant le moins d'interférences. Le service T1 est également performant dans ce domaine.

-Les perturbateurs dominants pour le canal montant sont l'HDSL et le SDSL car le NEXT de ces services recouvre entièrement la bande de fréquences montante de l'ADSL DMT. Le spectre de l'ISDN ne la recouvre quant à lui que partiellement, et a donc moins d'impact que le HDSL ou le SDSL.

4 Comme on peut le remarquer à travers les tests, aucun résultat combinant l'ADSL avec 49 ADSL NEXT (= SNEXT) n'est présent. Cela est du au fait que l'ADSL DMT n'est pas affecté par les interférences de type SNEXT (ce sont des signaux de faible intensité) car celles-ci n'atteignent pas la bande de fréquence sur laquelle il transmet. Par contre, les interférences de type SFEXT sont bien présentes. Cela est dû au fait que les signaux forts générés à partir d'un côté peuvent interférer avec les signaux faibles générés de l'autre côté.
Cependant, le signal SFEXT est atténué de manière substantielle car la source du signal se trouve de l'autre côté de la boucle .

• *Pour le sens descendant*

-Les lignes T1 AMI et HDSL NEXT sont les plus perturbatrices pour une ligne DMT ADSL[5].

-Le cas le plus favorable est atteint en présence de SFEXT et de NEXT du SDSL (car il n'y a pas de chevauchement de spectre).

Les résultats concernant T1 ne sont finalement pas si étonnants si l'on considère le fait que, étant donné qu'ADSL a été initialement prévu pour la vidéo à la demande, et non pour les besoins des entreprises, la compatibilité avec T1 n'était pas indispensable. et donc n'a pas été fortement étudiée. (d'où de mauvais résultats dans le sens descendant). Les spécifications de portée et débit ADSL originelles avaient été définies pour des environnements d'interférences communs aux emplacements résidentiels situés en "bordure" des villes, ou ruraux. Les zones métropolitaines et de forte activité économiques (business areas) n'étaient pas considérées comme des candidates possibles à des solutions xDSL.[6]

En résumé: HDSL et SDSL sont les plus grand perturbateurs pour les canaux montant de l'ADSl.
T1 AMI et HDSL sont les plus grand perturbateurs pour les canaux descendant.

Idéalement, il vaut donc mieux remplir les câbles complètement avec de l'ADSL et éliminer tout NEXT. Si ce n'est pas possible, il faut à tout prix éviter les lignes T1 et SDSL, étant donné que , dans le cas de l'ADSL, la bande passante dans le sens descendant constitue la priorité.

4. Conclusions

Cet exemple illustre clairement les problèmes auxquels doivent faire face les opérateurs lors du déploiement de services ADSL. Il en va de même pour les autres types de services, surtout à l'heure du dégroupage où les opérateurs alternatifs doivent bien souvent s'accommoder de câbles partagés avec l'opérateur historique.

Il est également important de s'assurer que des spécifications de performances soient fournies pour des environnements d'interférences qui sont pertinents par rapport aux services que l'on veux déployer. Par exemple, de bonnes performances pour des services ciblés pour des entreprises devraient être rencontrées en présence du HDSL. Les travaux de recommandation pour la gestion du spectre sont actuellement en cours à l'ANSI et l'ETSI.

5 Par exemple, en présence de 49 câbles T1 AMI, la portée maximale en downstream à 680 kbps n'est que d'environ 3.9 km, alors qu'elle monte à 5.42 km dans le cas de SDSL, soit 28 % de différence.

6 **[PairGain 97]**

5. Sources

[1]	**[GlobeSpan 2000]**	***Spectral Compatibility of Digital Subscriber Line (DSL) Systems,*** International Engineering Consortium, 2000 http://www.iec.org/online/tutorials/spectral_compat
[2]	**[PairGain 99]**	***xDSL Tutorial,*** PairGain, http://www.sprintnorthsupply.com/dsl/products/pairgain/wp/xdsltutorial.pdf, 1999
[3]	**[PairGain 97]**	***xDSL Spectral Compatibility: the Key to Understanding xDSL Performance and Deployability,*** PairGain, 1997

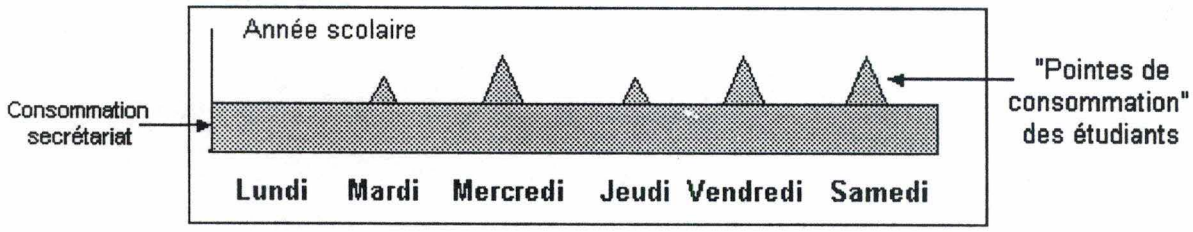
Annexe 2: Etude de cas: La société Kids' Computer Club[1]

Introduction: Les PMEs ont bien souvent des difficultés à disposer d'offres concrètes et bien expliquées de la part des opérateurs, ce qui rend le choix d'une technologie d'accès réseaux des plus compliqués . Bien souvent, elles ne disposent pas toujours des "compétences" requises en interne (ce qui est peut être imputé à leur faible taille) leur permettant de choisir en toute connaissance de cause. Afin d'illustrer ce problème de l'offre (et du choix d'une technologie plutôt qu'une autre), évoquons le cas de Kids' Computer Club en étudiant l'opportunité d'une solution ADSL.

Présentation de Kids' Computer:
Le Kids' Computer Club est une ASBL (école privée) créée en 1984, qui offre plusieurs types de formations ou d'éducation parascolaire à divers groupes cibles (enfants, adolescents et adultes). Les cours dispensés sont découpés en quatre catégories : l'apprentissage des langues, la pratique de certains sports, les activités culturelles et informatiques.
Ces formations sont dispensées selon deux modes : des cours durant l'année scolaire, et des stages durant les vacances. Les activités faisant usage d'ordinateur comprennent l'apprentissage des langues (accessoirement), mais aussi (principalement) les cours d'informatique.
La partie informatique des formations est elle–même subdivisée en plusieurs parties : la programmation en Logo ou en Visual Basic, le développement multimédia, ou encore l'accès Internet et le développement de sites web. Ce sont ces activités qui sont bien sûr les plus demandeuses en bande passante.

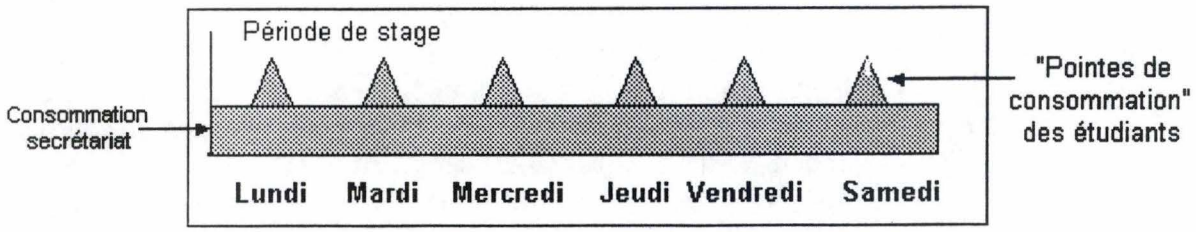
Architecture interne
Le réseau interne est subdivisé en 3 parties : deux salles de cours disposant chacune de 8 à 10 machines, ainsi que d'un secrétariat comportant 3 machines, soit environ une vingtaine de machines.
Le LAN est relié au fournisseur d'accès de la société via un routeur. Celle–ci dispose également d'un central téléphonique servant à redistribuer les appels.

Profils d'utilisation des ressources
Il y a deux catégories d'utilisateurs : le secrétariat, qui a besoin d'une bande passante faible mais constante tout au long de la semaine et les "étudiants" dont les besoins varient fortement d'un jour à l'autre.
Ainsi, en période scolaire, les pics d'utilisation se situent les mercredi après–midi, vendredi et samedi matin, ainsi que des pointes plus faibles les mardi et jeudi.



1Sources: BT, Belgacom, COLT telecom, France telecom.

Par contre, durant les vacances scolaires, la consommation est intense tous les jours.



Accès au réseau Internet:

> Raccordement au réseau téléphonique grâce à 2 lignes **RNIS–2** (soit 2*128 kbps en upstream ET downstream)

–> 128 kpbs pour la téléphonie –> 2 lignes de 64 kbps
–> 128 kbps de Data

Notons que dans l'absolu, ces chiffres ne vont guère influencer notre raisonnement.

> Environ 80% du trafic sur ces lignes est constitué du trafic internet (Source :Belgacom)

Voici les données des factures bimensuelles[1] (prix hors TVA (21%)) pour la période de février à août.
Le prix total (en BEF) comprend à la fois l'abonnement des 2 lignes RNIS, les communications téléphoniques et le trafic Internet.

	Prix abonnement (2 RNIS–2)	*Comm. téléphoniques*	*Trafic Internet*	*Total*
Février	4680	2471	10908	18059
Avril	4680	2069	8886	15635
Juin	4680	1834	6916	13390
Août	4680	3522	12197	20399
		Moyenne : 2474 BEF	Moyenne : 9727 BEF	Moyenne : 16870 BEF

La question à laquelle nous allons tenter de répondre suite à ces données est la suivante: ces prix justifient–t–il le fait que Kid's Computer s'intéresse à une solution DSL, en particulier l'ADSL? Quelle est l'implication sur la solution de raccordement utilisée actuellement?

Etudions l'opportunité d'une solution ADSL.

2 types d'offres sont actuellement émises sur le marché à destination de société d'un tel format::

1) Un premier type que nous appellerons "**Offre avec restriction**"

En effet, certaines offres ADSL émises imposent des limitations quant au nombre maximum de PCs (appartenant à un LANs) pouvant bénéficier de la connexion. Cependant, de l'avis même de Colt Telecom et Belgacom, ces offres sont amenées à disparaître dans les 2 ou 3 ans. En effet, cette limite arbitraire n'a pas vraiment de raison d'être étant donné que, d'une part, on peut facilement les contourner en installant (p.ex) un proxy (ou un système de traduction d'adresse réseau) pour

1 Nous n'avons pas obtenu de données sur le trafic transitant par heure ou même par jour.

partager une connexion ADSL, et que, d'autre part, la concurrence qui devrait grandir dans le futur au fur et à mesure de l'accroissement du marché est appelée à faire disparaître cette limitation. On peut donc affirmer qu'il s'agit plus d'une limite commerciale qu'autre chose.

Envisageons quand même ces offres en tenant compte de la remarque effectuée. Ci–dessous sont présentées 2 offres type :

>**Wanadoo Workgroup ADSL (France Telecom) :**
Redevance mensuelle = 5700 BEF htva/mois (location du routeur comprise)
Installation complète = 15990 BEF htva
Débit descendant: 1 Mbps
Débit montant : 128 kbps
Limitation à 10 PC

> **EasyDSL Pro (Easynet):**
Redevance mensuelle = 6000 BEF htva/mois (location du routeur comprise)
Installation complète = 12000 BEF htva
Débit descendant: 1 Mbps
Débit montant : 128 kbps
Limitation à 10 PC

Comparaison avec la solution actuelle:

–La solution actuellement utilisée (128 kbps + 2 *64 kbps voix) revient à 16870/2 ≃ 8500BEF par mois, dont ± **6200 BEF** rien que pour le trafic Internet (5000 BEF de trafic Internet + 1170 BEF pour la location de la ligne RNIS data), qui est de loin le facteur de coût principal(74% des coûts sont imputés au trafic Internet).

–La solution de l'ADSL (si l'on se base sur un abonnement mensuel de 6000 BEF/mois et en ne tenant pas compte du coût de l'installation pouvant être amorti rapidement) permet ainsi de réduire quelque peu la facture Internet mais permet surtout d'accroître très fort le débit descendant de la connexion (jusqu'à 8 fois plus).

2) Un second type que nous appellerons "**Offres sans restriction**"

Voici, pour se faire une idée, 2 offres type émises en Belgique à destination des PME . Elles offrent la possibilité de connecter le réseau local de manière illimitée (donc pas de limite dans le nombre de PCs connectés) via l'ADSL, à l'ensemble des applications disponibles sur le réseau Internet:

–L'offre **ADSL Office+** de BT est une connexion ADSL dont les caractéristiques/prix sont les suivants :

Abonnement mensuel = 9800 BEF htva/mois (Installation = 13000 BEF htva)
Trafic mensuel maximum = 40 Gb
Débit download maximum: 1 Mbps
Débit upload maximum: 128 kbps

–L'offre **ADSL Office** de Belgacom:

Abonnement mensuel = ± 10.000 BEF htva/mois
Trafic mensuel maximum = 40 Gb
A cela il faudra ajouter des frais d'installation de l'ordre de 20.000 BEF htva.
–Une vitesse maximale en download de 1Mbps dépendant du trafic et d'autres facteurs techniques.
–Une vitesse maximale en upload de 128 kbps

Nous partons donc sur des bases d'une offre de 10.000 BEF/mois avec des débits respectifs de 1 Mbps en downstrean et 128 kbps en upstream (idem que pour **offres avec restrictions**).
Remarques :

> Quand une offre indique qu'il y a une limité théorique du volume de download fixée à x Gbit par mois, dans la pratique, ce n'est et ne sera jamais contrôlé pour des raisons techniques (**Source : COLT**). Cela est confirmé par exemple par le fait que la fonctionnalité d'accounting (comptabilité) n'est pas supportée au niveau du logiciel de gestion (AWS) des ASAMs .

Comparaison avec la solution actuelle:

La solution actuellement utilisée revient, comme on l'a souligné, à 8500BEF par mois. Bien que l'offre d'ADSL présentée ici est de 10.000BEF , donc plus onéreuse, elle s'avère cependant très intéressante . Elle offre toujours jusqu'à 8 fois plus de débit en downstream (au maximum) pour un débit en upstream équivalent (attention: dans le cas de l'ADSL, ce débit n'est pas garanti), mais permet un nombre illimité de connexions. **Faut–il pour autant opter pour l'ADSL?**

En fait, tout dépend de l'utilisation actuelle qui est faite de la connexion Internet. Les questions principales que ***Kids' Computer*** doit se poser sont :

a) – La société est–elle actuellement limitée par la bande passante disponible ?
Si oui => L'ADSL se révèle être très rentable. Le rapport prix/performances est très supérieur à celui du RNIS. Les débits offerts permettent d'entrevoir de nouvelles possibilités pour la société (accès plus aisé aux applications gourmandes en bande passante, au contenu multimédia d'Internet...).

b)– La société a–t–elle des projets de serveur web, d'expansion de son site,de serveur mail ?
Si oui =>L' ADSL peut convenir, à condition de ne pas avoir des exigences trop importantes en upload. Dans le cas contraire, on peut tout de suite oublier la solution ADSL n'offrant pas assez de bande passante en upload . [Voir Chapitre3, point 3.2].
Quant au débit nécessaire pour le serveur...difficile a dire. Un site simple avec peu de visites se contentera de 64 kbps. Au fur et a mesure de l'augmentation des visites et de la saturation de la bande passante (des outils de supervision de l'utilisation de la bande passante existent) on pourra passer à 128 kbps, voire 256kbps.

Si nous prenons l'hypothèse que la réponse à la question a est positive alors que celle à la b ne l'est pas, compte tenu des besoins de la société en téléphonie et en Data, la solution que nous

préconisons sera de privilégier une solution ADSL over RNIS, çad utiliser une ligne RNIS–2 pour la voix et l'ADSL pour les data.

Notons que l'usage de l'ADSL pour le Data (comme l'ADSL est une solution payable forfaitairement , le trafic Internet sera donc compris dans l'abonnement) permet de se passer d'une des lignes RNIS utilisées actuellement et donc de réduire la facture d'une telle solution qui devrait avoir le profil suivant(les offres avec restrictions et sans restrictions sont présentées) :

Offres avec restriction:

Fixe	Abonnement mensuel ADSL (nombre limité à 10 PC)	6.000 BEF htva/mois
	Abonnement mensuel RNIS (1 lignes **RNIS–2**)	1170 BEF htva/mois
Variable	trafic téléphonique	± 1200 BEF /mois
TOTAL		± 8400 BEF /mois

La note finale de cette solution, compte tenu des débits offerts, est bien entendu des plus intéressante (et se révèle d'ailleurs plus économique que la solution actuelle). Son seul défaut, comme nous l'avons souligné , est la limitation imposée au nombre de machines connectées.

Offres sans restriction

Fixe	Abonnement mensuel ADSL (nombre illimité de PC)	10.000 BEF htva/mois
	Abonnement mensuel RNIS (1 lignes **RNIS–2**)	1170 BEF htva/mois
Variable	trafic téléphonique	± 1200 BEF /mois
TOTAL		±12500 BEF /mois

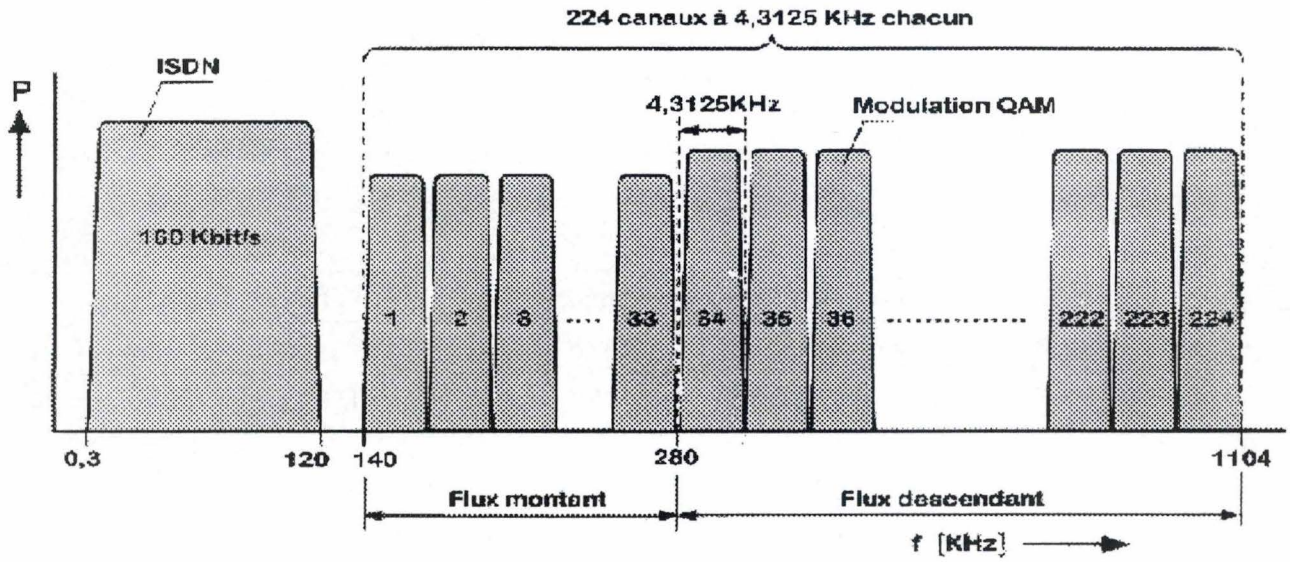
Cette solution, bien que plus onéreuse que l'ancienne, se révèle à nouveau très intéressante. La limitation imposée par l'offre précédente est éliminée moyennant un surcoût, somme toute très raisonnable.

De manière générale, on peut dire qu'une solution du type ADSL over RNIS , dans le cas de ***Kid's Computer***, lui donnera non seulement plus de possibilités, mais permettra surtout d'anticiper ses futurs besoins en bande passante. Ceci est confirmé par le fait que l'hébergement de son site n'est pas à l'ordre du jour, et donc que le débit montant n'est pas une priorité actuellement pour cette société.

Remarque : Note technique à propos de l'ADSL over RNIS.

Le signal RNIS étant étendu jusqu'à 120KHz (et offrant 128Kbits/s), il est nécessaire de déplacer le début du signal DMT à 140KHz (au lieu de 26KHz – **voir en parallèle les points 3.1.1 et 3.1.2 du chapitre 3**). Par conséquent le nombre de porteuses est réduit à 224 car leur largeur est de 4.3125KHz. L'inconvénient de cette restriction est que les premières porteuses (qui occupent les basses fréquences pour l'ADSL) sont déplacées et perdent donc de leur qualité (degré de modulation). De plus, cela limite la distance de raccordement (en raison d'une plus forte atténuation des premières porteuses).

Figure : ADSL & RNIS



Source: [MOUGENOT 2000]

Restent les solution offertes par le DSL symétrique . Peuvent–elles également constituer une solution alternative?

Qu'en est–il des offres de DSL symétrique (plus particulièrement le SDSL) en Belgique? Le moins que l'on puisse dire c'est que celles–ci ne sont pas légion par comparaison à l'Allemagne (le dégroupage y est officiel depuis 1998, ce qui a facilité l'émission d'offres concurrentes de l'opérateur historique) où les offres foisonnent[1] (de 144 kbps à 2,3 Mbps).

En Belgique, les offres[2] se limitent a Colt Telecom pour l'instant. A l'avenir, KPN et Belgacom devraient aussi proposer ce type de produit.

L'offre proprement dite sera vraisemblablement celle–ci (source COLT) :

Pour la voix (voice over sDSL)	– 4 BA (BA = basic access = 2 canaux ISDN) – 8 BA (BA = basic access = 2 canaux ISDN) – 1 PRA (PRA = NT0 = 30 canaux)
Pour le Data :	Toutes les bandes passantes (par incrément de 64k probablement) entre 512k sans garantie et 2Mb[3] avec 1,5Mb de garantie. Le budget sera évidemment fort différent entre ces deux extrémités.

Que permettront ces connexions ?

–**Pour la voix**, une connexion SDSL pourra être comparée à une connexion directe avec un

1 Voir les offres de SDSL émises par COLT (www.colt–telecom.com) , QSC (www.qsc.de) ou encore KKF (www.kkf.net/de) par exemple.

2 Voici le planning des disponibilités le plus réaliste :

–Colt : Bruxelles et Anvers => les premiers clients tests sont déjà installés, la commercialisation devrait commencer sous peu.

–Belgacom & KPN : fin des tests et commercialisation pour la fin de l'année (Bruxelles et peut–être Anvers pour débuter).

3Attention! On parle bien ici d'une connexion symétrique.

opérateur (via fibre ou ligne louée). Ceci permet donc de supprimer l'interconnexion avec Belgacom et de profiter de tarifs plus avantageux auprès de l'opérateur choisi. Attention cependant à la disponibilite du service qui, bien que supérieure à l'ADSL, risque de s'avérer moindre par rapport à une connexion directe via fibre optique.

–**Pour le trafic Data**, le SDSL permettra : connexions Internet, connexions point a point de tout type et tout ce qui s'en suit (VPN,...). Mêmes réserves que pour la voix concernant la disponibilité .

Soulignons qu'il n'y a pas encore d'offres fermes. On peut cependant citer cette **offre officieuse** émanant de COLT:

–> **Une connexion de 1 Mbps, dont 4 BA (et donc avec une bande passante de 512 k pour les Data) reviendra chez COLT à 15.000 BEF htva d'abonnement par mois. A cela il faudra ajouter les frais d'installation de l'ordre de 20.000 BEF htva.**

Commentaire: Le point sur lequel il faut mettre l'accent (indépendamment du prix de l'abonnement très raisonnable car comprenant tout le trafic data et voix) est relatif au débit en upstream. En effet, cette offre de 512 k en upstream risque fort d'être surdimensionnée par rapport aux besoins de ***Kid's Computer.*** Il serait ainsi très intéressant de pouvoir disposer d'offre plus à même de coller au format de ce type de société . Ainsi , une offre de 256 kbps en up et down + 1 ou 2 BA , devrait non seulement se révéler plus intéressante financièrement , mais serait à même de répondre aux besoins de la société.

Suite aux solutions évoquées, on peut conclure le cas de Kid's Computer en disant que, bien que l' **Internet ne constitue pas le "core business" de la société,** cela vaut certainement la peine d'investir dans une offre ADSL . Les pointes de trafic observées durant la période scolaire ou en stage peuvent être facilement absorbées par les débits qu'offre une telle technologie, et ce, à des coûts somme toute très raisonnables. La "politique Internet"dynamique adoptée par Kid's Computer (développement de sites web , accès à Internet et à ses contenus multimédia gourmands en bande passante...) peut également justifier pleinement un tel investissement. Une offre SDSL se révélera également très rentable à condition qu'elle soit plus adaptée au format de la société (pour cela, attendre les offres qui se feront dans le futur).

Nous allons maintenant tenter brièvement de voir si la conclusion qui vient d'être tirée concernant l'ASBL Kid's Computer peut être extrapolée à l'ensemble des PME Wallonnes? Celles–ci ont–elles besoin d'un accès du type ADSL pour subvenir à leur besoin en bande passante?

Les Petites et Moyennes Entreprises constituent le coeur du tissu économique européen[2],belge et particulièrement de notre région. Dans ce qui suit, nous allons nous baser sur une étude effectué par l'Agence Wallonne des Télécommunications (AWT) et portant sur les PME Wallonne.

Contexte de l'étude de l'AWT

Un échantillon de 1506 établissements situés en Région wallonne a été effectué.
Les critères[3] utilisés ont porté sur

2 Plus de 99 % des 18 millions d entreprises marchandes non agricoles que compte l'Union européenne sont des PME. Elles occupent 66 % de la main d oeuvre et génèrent 55 % du chiffre d'affaires. Source : [COMEUR 2001]

3 Remarque : il n'y a pas eu de quotas relatifs au chiffre d'affaires dans l'échantillonnage. Or, ce critère intervient dans la définition des PMEs selon [COMEUR 2001].

- La taille de l'établissement : seuls les PMEs employant au moins 5 personnes ont été sondées
- Le secteur d'activité : l'enquête a porté sur les PME occupant une activité industrielle ou commerciale
- La localisation géographique.

Conclusions de l'étude

De quels type d'accès dispose les PME Wallonnes? L'accès large bande connaît–il déjà du succès?

Taux d'utilisation par les PME des différents types d'accès à Internet (en Région Wallonne)

Mode d'accès Internet	*Taux d'entreprises*
Téléphonie PSTN/ISDN	92.6 %
ADSL	4.8 %
Ligne louée	1.3 %
Réseau câblé	0.9 %
Sans fil (BLR)[4]	0.4 %

On constate, parmi les différents mode d'accès Internet, que les connexions PSTN et ISDN demeurent, et de très loin, le moyen le plus utilisé. L'ADSL n'occupe ici qu'une position marginale, mais dépasse largement ses concurrents sur la boucle locale (le câble et la boucle locale radio). Cela peut témoigner d'une technologie encore mal connue de ces entreprises.

Quels sont les débits dont disposent ces PMEs?

Taux de répartition des PME pour les différents débits d'accès à Internet

Débit de l'accès Internet	*Taux d'entreprises*
< 64 kbps	50.1 %
64 à 512 kbps	45.4 %
512 kbps à 2 Mbps	2.5 %
> 2 Mbps	2.0 %

La majorité des débits disponibles (soit pour 50.1% des entreprises) ne dépassent pas 64 kbps, ce qui ne laisse pas la place à des applications nécessitant de hauts débits. La question que l'on peut se poser en voyant les 2 tableaux est de savoir si une PME a un réel besoin d'un accès large bande de type ADSL?

A cette fin , observons l'utilisation qui est faite, en général, d'Internet.

1)

Utilisation de l'e–banking	Taux d'entreprises
Oui	80,6 %
Non	19,4 %

L'utilisation des services bancaires en ligne vient largement en tête des services par voie électronique pour 80,6 % des entreprises équipées d'au moins un PC. Il convient également de souligner que le taux d'entreprises connectées disposant d'au moins un abonnement gratuit ou

4 Boucle locale radio

payant à une base de données externe atteint 32,40 %.

2)Utilisation de technologies liées à l'Internet

	Taux d'entreprises		
	Oui	Non	En projet
Téléphonie (voix sur IP)	1,0 %	98,5 %	0,5 %
Visioconférence	2,0 %	97,1 %	0,8 %

L'utilisation de la technologie VoIP et des applications de visioconférence reste totalement marginale.

3) Commande en ligne

	Taux d'entreprises		
	Oui	Non	En projet
Commande en ligne via Internet	12,6%	85,8 %	1,6 %
Commande en ligne via d'autres moyens	7,8 %	91,3 %	0,9 %

Malgré un développement plus récent, les achats réalisés par voie électronique via l'Internet sont aujourd'hui plus significatifs que ceux réalisés via d'autres moyens (par exemple l'EDI). Tous moyens confondus, seules 16,7 % des entreprises recourent à la commande en ligne.

4) Type de présence sur Internet

Type de présence sur Internet	Taux d'entreprises	
	Oui	En projet
Présentation de l'entreprise	30,4 %	0,7 %
Catalogue interactif des produits	18,6 %	1,6 %
Commande en ligne des produits et services	7,5 %	1,4 %
Paiement en ligne des commandes	1,8 %	0,9 %

Les résultats laissent apparaître que le niveau d'interactivité des sites web des entreprises reste très faible. Seules 18,7 % de l'ensemble des entreprises interrogées proposent un catalogue interactif de leurs produits et seules 7,5 % de celles–ci permettent d'effectuer une commande en ligne. L'aspect paiement apparaît encore plus marginal en ne concernant que 1,8 % de l'ensemble des entreprises.

A la vue de toutes ces données, on constate que les applications gourmandes en bande passante n'ont pas encore trouvées leur place dans ce marché. Les besoins ne sont donc guère importants.
L'idée d'une solution ADSL ne peut–être envisageable, selon nous, que si la "politique Internet" de ces PMEs venait à se dynamiser, ce qui n'est que rarement le cas actuellement. En effet, la plupart d'entre–elles, au vu de leur degré d'utilisation d'Internet, peuvent se contenter largement d'une solution du type RNIS. Ceci est confirmé par le fait que ces PMEs présentent un profil d'utilisation des ressources d'accès très linéaire, connaissant peu de pointes d'utilisation similaire à ce qui a été observé chez Kids' Computer .

Sources

[1]	[AWT 2000]	***PME : Accès Internet et services télécoms,*** Agence Wallonne des Télécommunications, 2000, (http://www.awt.be/cgi/dem/dem.asp?dem=dem-fr-025)
[2]	[MOUGENOT 2000]	Mougenot Sylvain , L'ADSL Asymetric Digital Subscriber Line (en VO), ISMRA,2000, (http://www.ensicaen.ismra.fr/~mougenot/ADSL/ADSL.html#3)

Annexe 3 : Notes sur l'implémentation

Remarque: Le code source du prototype se retrouve entièrement sur la disquette livrée avec le mémoire.

Dans cette annexe, nous apporterons très brièvement, à titre d'information, quelques précisions sur les classes les plus importantes utilisées dans l'implémentation de notre prototype. Celui–ci a été développé en Java, en utilisant les packages officiels de la distribution de chez Sun (jdk1.3).

Ainsi, les diagrammes à bâtonnets de l'interface **Graphical Report** ont été réalisés en utilisant les classes 2D de Java (plus précisément les packages java.awt.geom et java.awt.font)

>**Le package OutilPM** est constitué de composants graphiques Swing "personnalisés" (BoutonTools, LabelTools...), ainsi que d'autres classe outils que nous réutilisons dans notre code.

Parmi ceux–ci, on trouve :

–La classe ***ConfigPparMonitor***

```
class ConfigPparMonitor{
  String label;
  String letype;
  String lafen;
  Vector levecteur;
}
```

Un objet de cette classe représente un *monitor*. Ses champs d'instances sont :

- un label, représentant l'élément de l'ASAM sélectionné auqel est associé le monitor
- un type, représentant le type de Ppoint pris en compte
- une fenêtre de temps (Window size)
- un vecteur reprenant les différents Ppars composant le Ppoint ainsi que la valeur des seuils associés.

–La classe ***ConfigPerf***

```
class ConfigPerf
{
  String label;
  String letype;
  String lafen;
  Vector levecteur;
}
```

Un objet de cette classe représente une *collecte de données de performance*. Ses champs d'instances sont :

- un label, représentant l'élément de l'ASAM concerné par la collecte
- un type, représentant le type de Ppoint de l'élément
- une fenêtre de temps(Window size) associée à l'élément
- un vecteur reprenant les différents Ppars composant le Ppoint ainsi que l'ensemble des valeurs de compteurs collectées pour cet élément, et pour ses Ppars durant un certain intervalle de temps.

–La classe ***general***

Cette classe va simuler le comportement du module Data Import qui est en interaction avec le module SNMP. Elle permet de "modéliser" la collecte des données de performance en provenance de l'ASAM.

–La classe ***config***

Un objet de cette classe représente une configuration de l'AWS. Comme cela a été dit au chapitre 7, le prototype utilisera une configuration statique.

> **Le package monitorman**

Implémente les fonctionnalités relatives au module "MonitorManagement"

> **Les package localization et TextReportGen**

Implémente les fonctionnalités relatives au module "Problem Localization"

> **Les package RepConfig, TextReport et graframe**

Implémente les fonctionnalités relatives au module "Reporting"

> **Le package bd**

Implémente les fonctionnalités relatives au module "Data management"

> **Le package viewconfig**

Implémente les fonctionnalités relatives au module "Show Pm Config"

Conclusion

De manière générale on peut dire que les technologies capables de s'imposer sont celles qui peuvent résoudre un problème . Le problème que tente de résoudre l'ADSL (et par extension les technologies xDSL) est de faire face à la demande croissante en termes de débit et de bande passante de la part des utilisateurs. Protégeant les investissements colossaux effectués dans le réseau téléphonique depuis son introduction, elles permettent d'offrir une bande passante importante à des prix concurrentiels, que ce soit pour les particuliers (par rapport au système analogique "dial–up" ou au RNIS), ou pour les entreprises (par rapport aux lignes louées traditionnelles).

Au début, les techniques xDSL, destinées à être déployées sur l'infrastructure à fils de cuivre existante, ont été proposées comme solution d'accès intermédiaire pour les utilisateurs privés avant l'installation généralisée d'infrastructures hybride fibre–câble coaxial (HFC) ou fibre jusqu'au domicile (FTTH). Il est à présent manifeste que l'installation d'une infrastructure HFC ou FTTH nécessitera un investissement bien trop lourd et une durée de mise en place beaucoup plus longue que ce qui avait été envisagé auparavant.

La réponse à la question posée au début du présent document, "pourquoi les techniques xDSL sont–elles apparues comme des techniques d'accès de choix qui devraient répondre à l'évolution de la demande ?", est fondée sur l'infrastructure considérée. La famille de techniques xDSL fournit en effet une grande diversité de méthodes d'utilisation des lignes permettant de répondre à différents besoins du marché sur des infrastructures actuelles et futures. Les techniques xDSL peuvent être mises en oeuvre dans le cadre d'applications pour utilisateurs professionnels, mais pour ce qui est des seules applications à large bande pour utilisateurs privés, les possibilités sont nombreuses.

Plusieurs facteurs sont essentiels dans la perspective du déploiement de l'xDSL plutôt qu'une autre solution d'accès. Ainsi, les arguments économiques en faveur de l'xDSL sont nombreux. On peut citer les suivants:

–<u>Coûts de mise en place/mise à niveau de l'infrastructure</u>: si on utilise la paire torsadée en cuivre existante et si on n'exige pas de logiciel client ou serveur spécial, la fourniture de services nécessite uniquement l'adjonction de deux modems xDSL par ligne d'abonné (un de chaque côté de la ligne).

–<u>Options de mise en oeuvre progressive</u>: la mise en oeuvre des techniques xDSL ne nécessite pas d'activer des groupes d'abonnés à un instant donné ni de mettre à niveau tout un commutateur. On peut faire en sorte que chaque ligne d'abonné soit prête à utiliser la technique xDSL indépendamment des autres lignes.

–<u>Amélioration du temps de fourniture des services</u>: les installations xDSL sont fondamentalement "prêtes à fonctionner" si on les compare à d'autres infrastructures servant de support à des services à large bande pour utilisateurs privés.

–<u>Amélioration des "temps d'occupation" du réseau téléphonique</u>: les appels Internet occupent les ressources de réseau pendant des heures. Les technique xDSL permettent de libérer celui–ci par le réacheminement des appels xDSL, au niveau du centre de commutation, vers un réseau de transmission de données auxiliaire à haut débit

Cependant, les besoins du marché continuent à évoluer. Les technologies xDSL ne constituent évidemment pas la panacée universelle en terme d'accès large bande mais bien une étape charnière dans l'optique du haut–débit pour tous . En outre, elles n'ont pas encore déployé toute l'étendue de leurs possibilités (on pense au VDSL par exemple). Dans le contexte des techniques xDSL, qu'elles soient à deux paires, à paire unique, asymétriques, symétriques, ces techniques constituent toutes

des outils à utiliser pour la construction d'un service.

Nous avons montré que l'ADSL, ou plus généralement les techniques xDSL, pouvaient répondre aux besoins du marché au niveau technique. Mais qu'en est–il de la faisabilité économique du déploiement de ces technologies ? L'illustration du cas de Kids' Computer Club nous a montré l'avantage économique d'une telle solution. Mais qu'en est–il dans un cadre plus général ? Le marché, les offres vont–elles suivre ? Un marché concurrentiel peut–il se développer afin de soutenir la demande, ou bien les opérateurs vont–ils se désintéresser de ces techniques ? Ces questions sortent largement du cadre de ce mémoire : il faudrait procéder au développement de modèles économiques poussés afin d'étudier la faisabilité, la viabilité économique du déploiement des techniques xDSL, que ce soit pour les utilisateurs ou pour les opérateurs (transporteurs).

Ceci étant dit, que peut–on retenir de la gestion des données de performance ? L'architecture de PM que nous avons développée n'a évidemment pas la prétention de solutionner tous les problèmes liés à celle–ci. Elle ne fait que refléter les fonctionnalités qui nous ont semblées être à même de répondre aux besoins de l'opérateur . Une attention toute particulière a été portée à la présentation des données de performance de telle manière que le ratio données pertinentes à montrer à l'opérateur/ charge de travail de ce dernier pour les découvrir soit minimal.

Voici selon nous les points qui semblent importants à retenir concernant les logiciels de gestion de performance :

– Le logiciel ne doit pas demander trop de manipulation et doit être facile d'utilisation. En effet, les opérateurs doivent être formés et cela coûte cher. Si le logiciel est compliqué, il aura peu de succès.

– Le logiciel doit pouvoir présenter les données de manière compréhensible (il ne faut pas noyer l'opérateur sous une tonne d'informations) . Ce point est en pratique difficile à gérer pour l'ADSL car il y a énormément de données à traiter.

– Le stockage des données est aussi un problème dû, à nouveau, au volume des données collectées. Un traitement adéquat doit être appliqué aux données stockées dans la BD afin de maîtriser la taille de celle–ci.

Nous terminerons en soulignons que notre architecture n'est évidemment pas parfaite ; des améliorations pourraient y être apportées :

- Fournir des messages d'erreur plus détaillés sur les problèmes que l'opérateur pourrait être amené à rencontrer (réduction de temps d'apprentissage et du taux d'erreurs).
- Permettre à l'opérateur de désactiver temporairement la collecte de données de performances sur certains composants de son réseau en cas de surcharge de celui–ci, ou lorsqu'un autre processus doit être lancé prioritairement.
- Donner la possibilité à l'opérateur d'archiver des rapports (textuels ou graphiques) sous différents formats.
- Donner la possibilité à l'opérateur de communiquer rapidement et aisément les problèmes importants à l'ingénieur système qui sera a même d'y faire face. Cela permettrait d'améliorer la satisfaction subjective du système.