

# IP et Qualité de Service

■ Dominique INCERTI, incerti@cict.fr  
CICT – Université Paul Sabatier, Toulouse

*Le but de cet exposé est de faire le point sur les technologies liées au protocole IP et développées pour permettre au réseau Internet de fournir une certaine qualité de service à ses utilisateurs.*

*On proposera quelques définitions et généralités, on présentera les standards existants et en cours de développement, on s'intéressera aux implémentations de ces standards proposées par certains constructeurs, enfin on évoquera quelques expérimentations de réseaux à qualité de service actuellement menées ou prévues.*

## ■ Introduction

L'Internet et les technologies IP de couche 3 ont été développés dans le seul but de fournir un service d'acheminement de trames au mieux des possibilités du réseau. L'apparition de nouvelles utilisations souligne le besoin d'une plus grande qualité de service pour certains trafics, et par conséquent la nécessité pour le réseau de savoir traiter différemment les trames les unes par rapport aux autres. Des améliorations sont apportées dans ce but aux protocoles de couche 2 et 3 ainsi qu'aux mécanismes de commutation et routage utilisés dans le réseau.

## ■ Définitions, généralités

### Comment définir la qualité de service offerte par un réseau ?

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

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

Pour celui-ci, débit utile offert par le réseau à son application, délai de transmission de ses trames, variation maximale de ce délai de transmission (gigue ou "jitter"), taux instantané et moyen de pertes de trames pourront participer à la définition de la qualité du service. Ces paramètres pourront être définis pour caractériser soit la demande de service faite par l'application ou l'utilisateur soit la garantie de service donnée par le réseau pour un flot de données particulier. Le flot pourra être identifié d'application à application, de machine à machine ou de site à site.

La qualité de service demandée pour une certaine communication pourra être définie ponctuellement par un ensemble de valeurs affectées aux attributs mentionnés. Par ailleurs, des qualités de service standards pourront être définies qui spécifieront des valeurs pour ces attributs. On parlera alors de classes de service. L'application pourra alors demander une certaine qualité de service en se référant à la classe de service correspondante.

L'obtention de la qualité de service recherchée pourra être le résultat de réservations de ressources (mémoire et processeur dans les routeurs, bande passante sur les liaisons), de gestion de priorités de traitement entre les trames ou de l'utilisation d'autres techniques dans les matériels actifs du réseau.

Un engagement ou contrat de service sera passé entre l'application utilisatrice et le réseau, l'application s'engageant à se comporter d'une certaine manière par rapport au réseau (débit moyen et maximal d'émission, taille maximale de rafales...), le réseau s'engageant à fournir une certaine qualité de service. Ce contrat de service, implicite ou explicite, pourra être conclu de manière statique (par configuration manuelle, par exemple) ou de façon dynamique par une négociation entre l'application utilisatrice et le réseau.

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

Le gestionnaire du réseau, quant à lui, sera intéressé par la maîtrise de l'attribution des ressources du réseau en fonction de critères qui définiront la politique d'utilisation du réseau : priorité sera donnée par exemple à tel ou tel applicatif ou catégorie d'utilisateurs ou liste de serveurs et ce en fonction de l'heure de la journée et du jour de



la semaine. Le réseau dans son ensemble devra permettre de contrôler l'affectation des ressources parmi les utilisateurs, ce contrôle pouvant se conclure par une facturation. L'attribution des ressources pourra être faite à la demande de l'applicatif, sous réserve d'un contrôle de la validité de cette demande eu égard à la politique d'utilisation du réseau définie, ou par les matériels actifs du réseau qui seront alors chargés de discriminer parmi les différentes communications circulant sur le réseau et de leur attribuer des ressources en fonction de la dite politique.

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

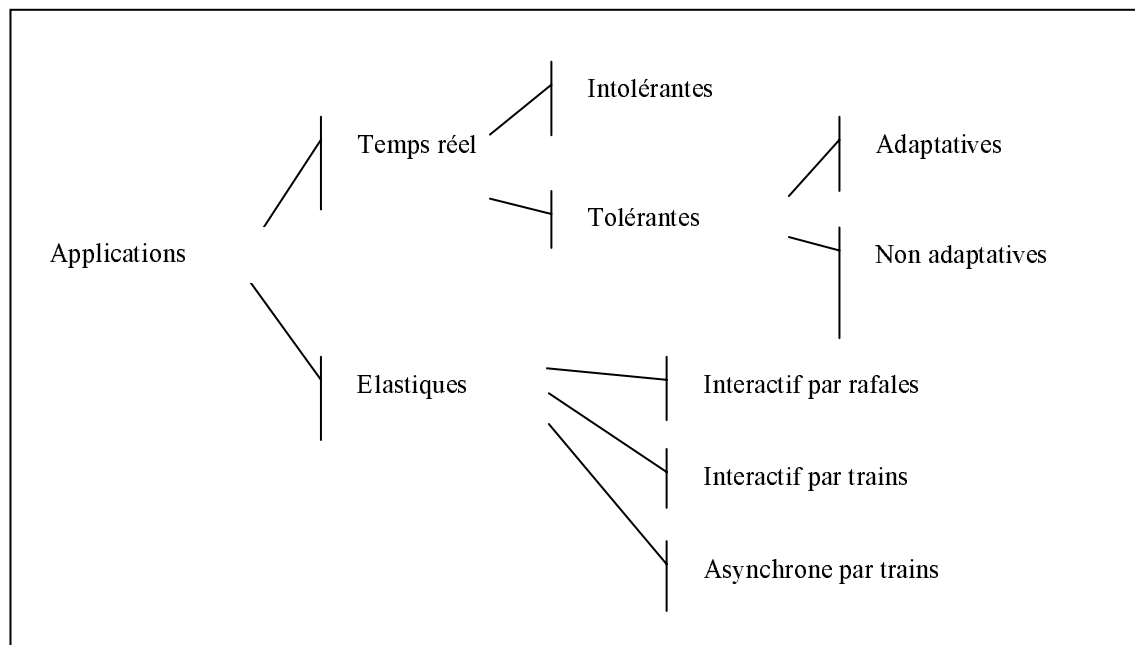
L'exploitant du réseau a un autre objectif qui ressort de la qualité de service offerte par celui-ci et qui y concourt. Cet objectif est de veiller à ce que les ressources dont dispose l'infrastructure, commutateurs, routeurs, liaisons, soient constamment utilisées au mieux. Ceci est d'autant plus vrai que ces ressources sont chères et la préoccupation correspondante se fera notamment sentir dans le contexte du réseau à grande distance avec ses liaisons coûteuses et ses routeurs très performants. On parle ici d'ingénierie de réseau.

### **Réseaux Privés Virtuels**

La notion de Réseau Privé Virtuel correspond au fait de permettre à un ou des utilisateurs d'utiliser un réseau commutant des trames ou routant des paquets tel que l'Internet, de la même façon et pour le même résultat que s'il utilisait un réseau de liaisons privées entre ses sites. Cette notion est directement liée à celle de qualité de service puisqu'il s'agit pour le réseau partagé de traiter certains paquets avec des contraintes très strictes en matière de débit garanti, temps de transit et gigue, ainsi que sur l'origine des trames transmises. Une variante de cette notion, plus souple, consiste à offrir à l'utilisateur une connexion entre deux ou plusieurs points, connexion équivalente à une connexion de niveau 2, avec garantie de sécurité stricte par rapport au reste du réseau (authenticité, étanchéité, intégrité), tandis que les garanties en matière de débit et temps de transit seront moins fortes voire inexistantes.

### **Taxonomie des applications**

Une taxonomie des applications a été proposée dans le cadre de l'approche "Integrated Services" (voir ci-dessous). Cette classification permet de fixer les idées quant au besoin et peut constituer un cadre de référence pour évaluer les offres de qualité de service faites. D'autres taxonomies existent.



Les applications sont ainsi définies et réparties :

- Applications temps réel
  - Leur caractéristique est que les données reçues après un certain délai ne sont plus utilisables par l'application réceptrice. Parmi celles-ci, on distingue :
    - Applications temps réel intolérantes : pour celles-ci, lorsque des données sont perdues, le service ne peut être rendu (contrôle de procédé, vidéo haute qualité, etc.).

- Applications temps réel tolérantes : l'application peut supporter une perte de données au prix d'une perte de qualité. Deux comportements de l'application sont distingués :
  - Applications temps réel adaptatives : l'application détecte la perte de données et s'adapte à celle-ci.
  - Applications temps réel non adaptatives : l'application ne détecte pas la perte de données.
- Applications élastiques
 

Elles peuvent toujours attendre des données arrivant en retard. Elles utilisent celles-ci immédiatement. On distingue trois catégories :

  - Interactif par rafales, par ex. Telnet,
  - Interactif par trains, par ex. FTP,
  - Asynchrone par trains, par ex. mail.

## La qualité de service dans le réseau local

La standardisation des réseaux locaux 802 (standard de couche 2 pour Ethernet, Token Ring et FDDI) a évolué de façon à permettre le support de différentes classes de service. Le standard 802.1p définit une extension de l'en-tête de la trame, extension de trois bits permettant de coder un niveau de priorité parmi huit. Cette information est utilisée par certains commutateurs pour différencier les trames et les mettre dans des files d'attente de priorités relatives différentes. Ceci permet de garantir un certain niveau de qualité de service au niveau du réseau local, garantie rarement absolue toutefois, du fait notamment du caractère non déterministe de la méthode d'accès Ethernet.

## ■ Les standards associés à la couche 3

Deux standards existent ou sont en cours de finalisation :

- "Integrated Services" (IntServ) définit des classes de service et propose d'assurer les qualités de service associées par la réservation de ressources dans le réseau. Un protocole de réservation de ressources dynamique, RSVP, est décrit.
- "Differentiated Services" (DiffServ) permet la définition de classes de service et définit la façon dont on identifiera des flots en bordure de réseau, on marquera les paquets de ces flots pour les associer à une classe de service, et enfin on leur appliquera un traitement approprié dans le cœur du réseau pour leur assurer la qualité de service requise par cette classe.

### Integrated Services

Cette approche est étudiée depuis 1993. Le document "Request For Comment" (rfc) 1633, "Integrated Services in the Internet Architecture : an Overview", décrit un modèle, propose une implémentation et présente le protocole RSVP, "Reservation Protocol".

#### Le modèle

Le modèle est basé sur la définition de classes de service et la réservation de ressources dans les différents éléments du réseau. Ces ressources permettent d'assurer une certaine qualité de service pour les flots identifiés ayant requis cette qualité de service.

#### Les classes de service

Les classes de service définies dans IntServ sont les suivantes :

- "Guaranteed" ; rfc 2212 ; débit et temps de transit étroitement définis ; à destination des applications temps réel non tolérantes.
- "Controlled-load" ; rfc 2211 ; performance équivalente à celle donnée par un réseau sans qualité de service non chargé, mais sans engagement sur les résultats ; pour les applications temps réel tolérantes.
- "Best-effort" ; service normal ; pour les applications élastiques.

#### Les réservations

Les réservations de ressources destinées à permettre d'assurer la qualité de service seront associées à des flots.

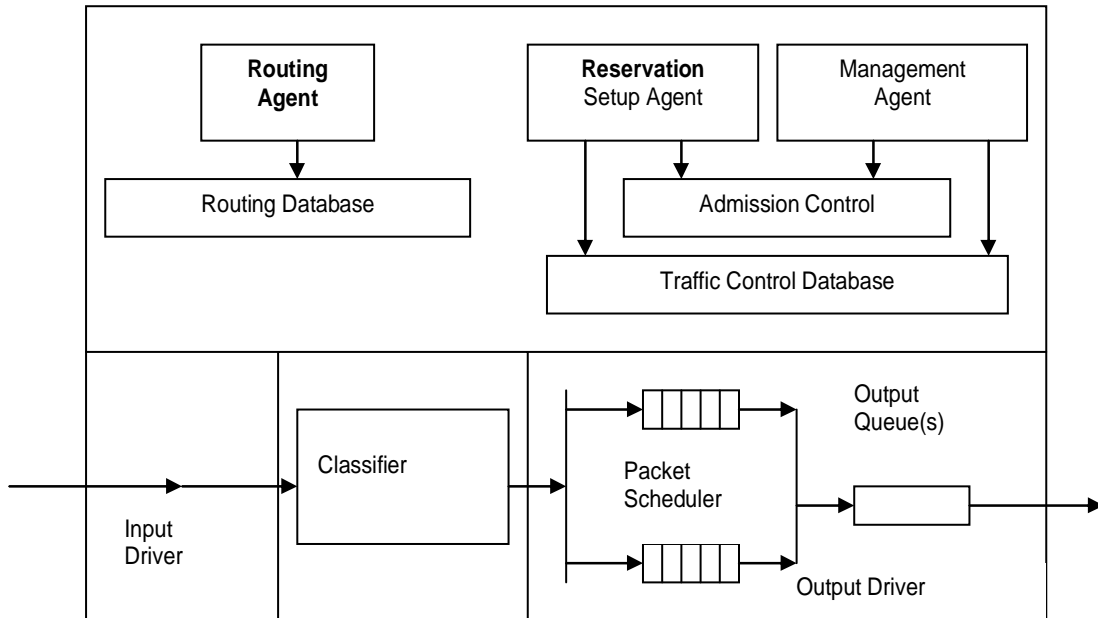
Un flot est associé à une suite repérable de datagrammes qui résultent de l'activité d'un même utilisateur et qui demandent la même qualité de service, par exemple un flux vidéo circulant entre deux postes de travail.



Les routeurs doivent donc maintenir des tables d'états associées à ces flots.

Les réservations peuvent se faire de façon statique (par ex. configuration manuelle) ou dynamique. Dans ce dernier cas, on devra utiliser un protocole de réservation de ressources et RSVP constitue une proposition de protocole de ce type.

### Les fonctionnalités



*Les fonctionnalités dans un routeur IntServ*

Le modèle d'implémentation d'IntServ dans un routeur fait apparaître de nouvelles fonctions pour celui-ci :

- "Reservation Setup Agent" ; ce processus, exécuté en tâche de fond, consiste à recevoir les messages de réservation de ressources, à contrôler la disponibilité des ressources nécessaires (Admission Control), à accepter ou refuser la demande en conséquence et à tenir à jour la table d'états liés aux flots ("Traffic Control Database").
- « Classifier » ; ce processus, inséré dans le chemin de données après le traitement effectué par le contrôleur d'entrée, consiste à détecter les paquets appartenant à des flots requérant une qualité de service particulière et à classer tous ceux-ci par classe de service.
- "Packet Scheduler" ; ce processus a pour but de mettre les paquets dans les files d'attente de sortie du routeur en fonction de la classe de service à laquelle ils sont rattachés et de la qualité de service requise.

### RSVP

La réservation de ressources dans le réseau peut se faire, on l'a dit, de façon statique ou dynamique. Une proposition de protocole de réservation dynamique est faite, RSVP.

Ce protocole est défini par le rfc 2205, "Resource Reservation Protocol V1", et son mode d'utilisation dans le cadre de IntServ par le rfc 2210, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services".

RSVP est utilisé par une application pour demander au réseau d'assurer une certaine qualité de service pour un flot donné. Ce même protocole sera utilisé par les routeurs du réseau entre eux pour établir et maintenir les tables d'états liées au flot.

RSVP comme IntServ identifie des flots unidirectionnels et est conçu pour supporter les échanges multicast aussi bien que unicast. La réservation de ressources est initialisée par le site destinataire du flot.

L'émetteur du flot envoie régulièrement des messages de contrôle "path" vers le ou les destinataires. Chaque destinataire répond par un message "resv" dans lequel il indique les critères de la qualité de service qui lui convient. Les ressources nécessaires, si disponibles, sont réservées par les routeurs sur le chemin destinataire vers l'émetteur. Dans le cas d'un flot multicast, les différentes réservations concourantes sont agrégées. Dans le

cas d'absence de message "path" pendant un certain temps, les ressources réservées sont libérées. Les messages "path" et "resv" sont transmis comme des datagrammes ordinaires en "best-effort".

### Difficultés

Des difficultés restent à résoudre avant d'obtenir un fonctionnement optimal de RSVP :

- dans le cas d'un routage dissymétrique, les données peuvent suivre un chemin différent de celui le long duquel sont faites les réservations ;
- le routage des paquets IP, indépendant de RSVP, ne tient pas compte des ressources disponibles dans le réseau et n'est pas forcément optimal de ce point de vue ;
- la solution IntServ + RSVP générant des tables d'états par flots peut être difficile à étendre à grande échelle, pour des raisons de place mémoire et temps de processeur consommés dans les routeurs ; de même, les fonctions de classification et de scheduling des paquets peuvent constituer une charge supplémentaire lourde pour ces routeurs, notamment au cœur du réseau ;
- Policing et Admission Control ; des mécanismes doivent être étudiés et mis en place pour permettre la mise en œuvre dans un réseau IntServ d'une politique d'allocation de ressources ; du travail de standardisation sur ce sujet est en cours.

### Differentiated Services

Le rfc 2475, "An Architecture for Differentiated Services" décrit cette approche qui est à l'étude depuis 1997.

#### Le modèle

Le modèle proposé résout le principal problème rencontré par IntServ, celui de la difficulté de la montée en puissance qui doit accompagner l'accroissement de la taille du réseau envisagé. La solution consiste à rejeter dans les routeurs situés aux frontières du réseau toutes les fonctions de classification de paquets (marquage, "policing" v vérification du respect du contrat par l'émetteur v) et de mise en forme de trafic, tandis que les routeurs du cœur du réseau n'auront qu'à appliquer des comportements prédéfinis (Per-Hop Behaviour) à des agrégats de flots marqués dans ce but par les routeurs de frontière.

Dans le cœur du réseau, tous les paquets sont marqués, ces marques sont utilisées par des routeurs "DS-capable" pour déterminer le comportement qui doit leur être appliqué. Les différents comportements interviennent dans la gestion des files d'attente et dans les algorithmes de sélection de paquets à rejeter en cas de congestion d'une file d'attente. Le choix à faire par le routeur du mode de comportement en fonction de la marque présente dans le paquet est très rapide puisqu'il n'y a plus qu'un seul champ à analyser dans l'en-tête du paquet.

Le modèle DiffServ prévoit la notion de domaine DiffServ, ensemble de routeurs fonctionnant avec la même politique de services et les mêmes comportements par rapport aux agrégats de flots. Ces domaines comportent des routeurs frontières qui classifient les paquets et font une éventuelle mise en forme du trafic entrant, et des routeurs de cœur qui appliquent les comportements liés aux classes de service (Per-Hop Behaviour).

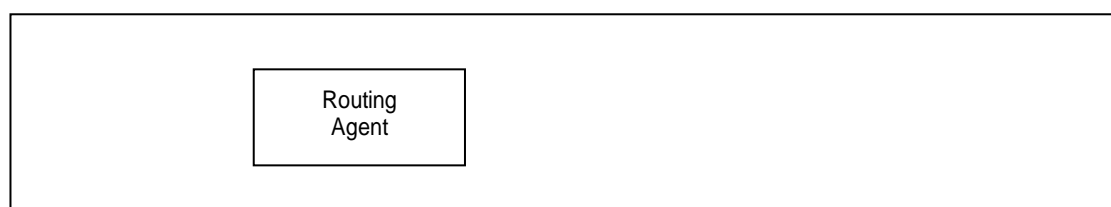
La création et le maintien de tables d'états associés aux flots de données sont confinés aux routeurs frontières, moins chargés que les routeurs de cœur de réseau. Les paquets peuvent recevoir une marque "DiffServ" soit dans le routeur d'entrée du domaine DiffServ soit dans la station émettrice. Le champ utilisé pour le codage du marqueur est le champ ToS, "Type of Service" de IPv4 (nouvelle sémantique "DS field", champ DSCP) ou le champ "Traffic Class" de IPv6.

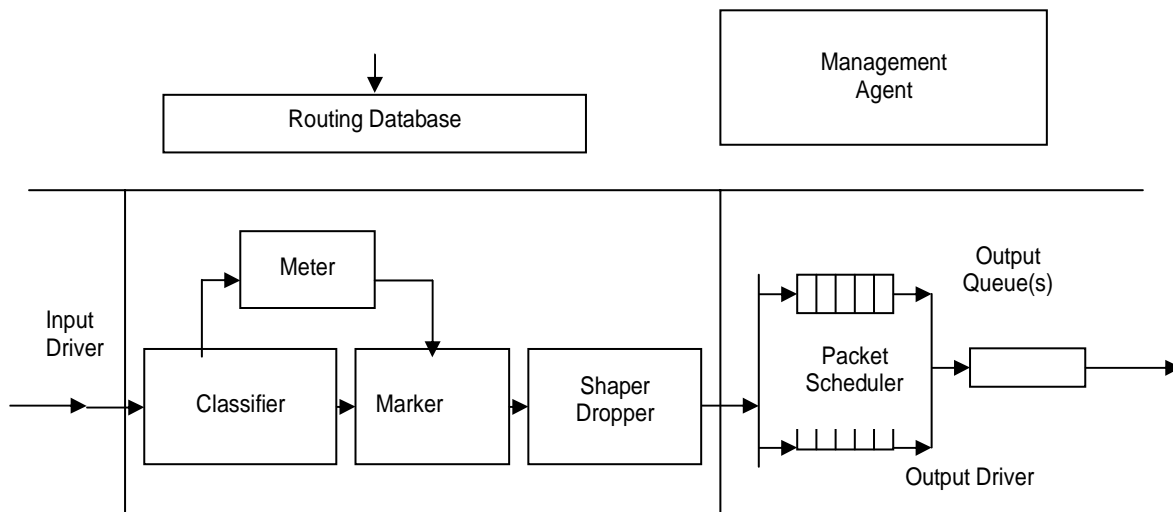
#### Service Level Agreements

Un "Service Level Agreement", SLA, est un contrat de service passé entre un utilisateur et un offreur de service. Il définit le type de service que l'offreur devra fournir à l'utilisateur et inclut un profil de trafic à respecter par l'utilisateur. Des SLAs analogues, dits de "peering", pourront être passés entre des domaines DiffServ contigus et permettront le respect d'une qualité de service de bout en bout d'une région DiffServ constituée de plusieurs domaines éventuellement gérés par des opérateurs différents.

#### Les fonctionnalités

Les routeurs d'entrée des différents domaines traversés par le flot devront vérifier la conformité du trafic par rapport au profil annoncé dans le SLA. Cette fonction sera assurée par un module de mesure dont les résultats permettront de marquer le paquet et, éventuellement, de remettre en forme ("shaper") le trafic, voire jeter ("dropper") des paquets pour mettre ce trafic en concordance avec le profil.





*Les fonctionnalités dans un routeur DiffServ de bord*

### **Les classes de service**

Le modèle DiffServ lui-même ne propose pas de définition de classes de service, mais deux propositions de modèles de classes de service ont été faites par ailleurs. Celles-ci sont reprises et décrites dans le document draft-nichols-diff-svc-arch-01, "A Two-bit Differentiated Services Architecture for the Internet". Les deux modèles proposés sont "Assured Forwarding service" et "Expedited Forwarding service".

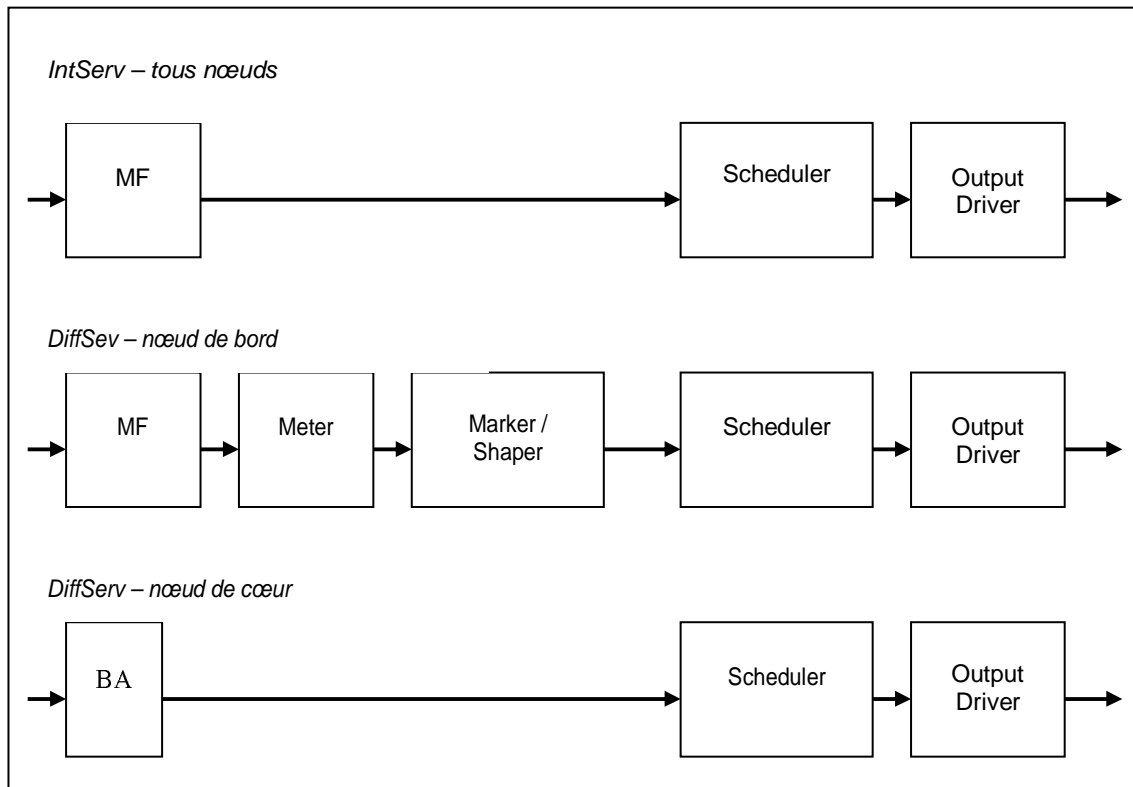
- Dans Assured Forwarding, seule une classe de service existe à côté de Best Effort : Assured. Dans cette classe, le réseau s'engage à ce que, dans la très grande majorité des cas, les paquets du flot qui se conforment au profil de trafic qui aura été négocié soient transmis dans les meilleures conditions. Le Per-Hop Behaviour est défini en conséquence. Les paquets de ce même flot qui ne respecteraient pas le profil négocié seront traités comme des paquets Best Effort.
- Dans Expedited (également appelé Premium), les flots qui demandent la qualité Premium seront traités prioritairement par rapport à tous les autres paquets. En contrepartie, ils ne pourront pas s'éloigner du profil de trafic négocié, et tous les paquets sortant de ce profil seront jetés à l'entrée du réseau. Le Per-Hop Behaviour est défini en conséquence.

Le document draft-nichols-diff-svc-arch-01 discute également de la façon d'architecturer un réseau DiffServ pour offrir concurremment les deux modèles de classes de service Assured et Expedited.

## **■ IntServ et DiffServ**

Ces deux modèles prévoient la mise en place de fonctionnalités supplémentaires dans les routeurs.

### **Nouvelles fonctions des routeurs**



Dans le modèle IntServ, tous les routeurs sont équivalents et doivent implémenter les fonctionnalités d'Admission Control RSVP, de gestion de Traffic Control Database et de Classifier dans le chemin de données. Le Classifier de IntServ est dit Multi-Field, car il travaille sur plusieurs champs.

Dans le modèle DiffServ, les routeurs se partagent en deux types : les routeurs de bord et les routeurs de cœur.

Les routeurs de bord de DiffServ implémentent les fonctionnalités de Classifier Multi-Field, Meter, Marker, Dropper et Shaper dans le chemin de données.

Les routeurs de cœur de DiffServ implémentent une fonctionnalité de Classifier, mais cette fonctionnalité est plus simple que le Classifier Multi-field. Ce Classifier ne prend en compte que le champ DSCP indiquant le type de service, il est dit Classifier BA pour Behavior Aggregate.

### Différences fondamentales

- IntServ nécessite que tous les nœuds maintiennent une table d'états pour les différents flots. IntServ nécessite que les stations soient adaptées et supportent la signalisation (ou soient représentées par un proxy).
- DiffServ ne gère pas d'états, mais travaille au niveau de flots agrégés, donc avec une granularité plus faible et une précision moins grande pour chaque flot.

### Coexistence de IntServ et DiffServ

Une façon de profiter des avantages des deux solutions peut être de déployer des domaines IntServ et RSVP à la périphérie du réseau et un cœur de réseau constitué de domaines DiffServ coopérant efficacement entre eux en fonction de Service Level Agreements et constituant ainsi une région DiffServ.

Les routeurs de sortie du domaine IntServ RSVP vers la région DiffServ devront mettre en forme le trafic et marquer les paquets, tandis que les routeurs d'entrée DiffServ généreront les marques et que le réseau DiffServ transportera les messages RSVP de façon transparente. Des groupes de l'IETF travaillent à la standardisation d'une telle intégration.

## ■ QoS IP et ATM



De nombreux réseaux IP d'offres de service de l'Internet notamment sont construits sur des infrastructures ATM. Dans ces infrastructures, la qualité de service est garantie par la réservation de circuits CBR, VBR ou d'autres types pour les trafics qui demandent une certaine qualité de service. Un travail de standardisation est en cours pour définir comment doit se faire la correspondance entre les différentes classes de service ou priorités définies par les modèles IEEE 802.1p, IntServ, DiffServ et ceux régissant l'offre de qualité de service dans une infrastructure de réseau ATM.

## ■ QoS IP et MPLS

Le modèle Multi-Protocol Label Switching, MPLS est en cours de définition. Ce modèle est conçu pour permettre la construction de très vastes réseaux IP composés de routeurs et commutateurs de paquets ou cellules.

Le schéma général est similaire à celui de DiffServ, le but étant ici de router les paquets IP à plus grande vitesse. Le principe consiste à rejeter tout le traitement associé au routage des paquets dans les routeurs d'entrée du réseau MPLS et de marquer (par un Label) ces paquets de façon à ce que les routeurs et commutateurs du cœur de réseau n'aient plus qu'à considérer ce label pour retrouver la route à faire suivre au paquet dans une table adéquate dite de commutation (Forwarding Table). Ces tables sont constituées à priori dans tous les éléments du réseau, indépendamment d'un trafic potentiel, et maintenues au fil de l'évolution des tables de routage.

Ce modèle, actuellement accepté comme constituant le futur du cœur des grands réseaux IP, dont l'Internet, est très similaire à celui de DiffServ. Des travaux sont en cours pour évaluer la possibilité d'associer des éléments de qualité de service aux chemins pré-construits par MPLS de façon à ce que des paquets voyageant sur les mêmes routes IP, mais demandant des qualités de service différentes circulent sur des circuits MPLS affectés de qualités de service différentes tout en bénéficiant des hautes performances promises par MPLS.

## ■ Policy Based Networking

La gestion des ressources offertes par le réseau doit se conformer aux règles définies par la politique d'administration du réseau. Ces règles définiront notamment les priorités entre trafics, les règles de préemption éventuelles, les mécanismes assurant authenticité et intégrité des demandes de réservation, etc.

Des modèles d'administration centralisée et répartie, des agents d'administration (Policy Definition Point, Policy Enforcement Point) et des protocoles d'échange (Common Object Policy Services, COPS) sont en cours de définition et de standardisation pour permettre cette gestion.

## ■ Les offres commerciales

### Implémentations proposées par Cisco

Cisco a développé depuis quelques années dans le logiciel de ses routeurs un certain nombre de fonctionnalités liées à la qualité de service :

#### **Mise en forme de trafic**

L'ensemble de fonctionnalités appelé CAR, "Committed Access Rate", comprend les fonctionnalités suivantes :

- Classification (classification des paquets basée sur adresse MAC, adresse IP, numéro de port, champ IP Precedence, access lists étendues) ;
- Metering (basé sur l'utilisation d'un algorithme de Token Bucket) ;
- Marking, Re-marking, Policing (gestion du champ IP Precedence, rejet de trames).

Des fonctions spécifiques de mise en forme de trafic sont également présentes :

- Generic Traffic Shaping ;
- Frame Relay Traffic Shaping.

#### **Gestion de files d'attente**

- Class Based Weighted Fair Queuing, CBWFQ, permet un service équitable des files d'attente, avec une gestion de priorités liées à la valeur du champ IP Precedence.



- Weighted Random Early Discard, WRED, permettant de jeter des paquets de façon anticipée en cas de début de congestion, agit de façon équilibrée et prioritaire sur les différents flots en fonction du champ IP Precedence.

### **RSVP**

Le support de ce protocole est effectif depuis 1995.

### **IntServ et DiffServ**

L'existence de toutes ces fonctionnalités permet aujourd'hui à Cisco de fournir des implémentations de DiffServ et IntServ quasiment conformes aux standards existants ou en cours de définition :

- CAR, Metering, Marking, Policing et Traffic Shaping permettent la vérification de la conformité d'un flot par un routeur de bord de DiffServ ;
- CAR permet la classification multi-champs des paquets dans les routeurs de IntServ et de DiffServ de bord ;
- une version prochaine de CAR, testant le champ DiffServ DSCP, permettra la classification rapide des paquets en Behavior Aggregate de DiffServ cœur, actuellement faite sur un champ de syntaxe et sémantique IP Precedence ;
- des combinaisons correctement configurées de CBWFQ et WRED permettent d'assurer les réservations de ressources de IntServ et les comportements Per-Hop Behaviour de DiffServ pour les classes Assured Services et Expedited Services.

Pour ce qui est des performances obtenues :

- ces fonctionnalités sont fournies par le logiciel sur les routeurs d'entrée et milieu de gamme, promettant des débits de quelques Mbps à quelques dizaines de Mbps ;
- sur la gamme 7500, ces fonctions sont distribuées sur les cartes VIP, promettant un débit de 155 Mbps pour une carte VIP2-50 ;
- sur la gamme 12000, ces fonctions sont distribuées sur les cartes interfaces avec un support matériel, promettant d'atteindre le débit de la ligne sur toutes les lignes avec les Per-Hop Behaviour voulus de DiffServ.

### **Autres**

D'autres possibilités existent dans l'offre Cisco :

- établissement d'une correspondance automatique entre QoS DiffServ et QoS d'un réseau support ATM (non standardisé à ce jour) ;
- établissement d'une correspondance automatique entre QoS IntServ (RSVP) et QoS d'un réseau support ATM ;
- développement de Subnet Bandwith Manager pour gérer la bande passante partagée ou commutée sur un réseau local ;
- nombreux développements en cours autour de RSVP ;
- une version pré-standard de MPLS est disponible (Tag Switching) ;
- une version pré-standard de DiffServ au-dessus de Tag Switching est en bêta-test ;
- un système d'administration centralisée a été développé : QoS Policy Manager ou Policy Definition Point, organe de décision central fonctionnant sous Windows NT, Policy Enforcement Points dans les routeurs et commutateurs, protocole COPS entre eux, support de RSVP et DiffServ.
- Les commutateurs Cisco implémentent le standard 802.1p avec plusieurs files d'attente de priorités différentes.

### **3COM**

3COM agit en faveur du support de la qualité de service dans plusieurs de ses produits : dans les drivers associés à ses cartes d'interface réseau, dans ses commutateurs et dans ses routeurs.

#### **Cartes d'interface et drivers**

Après avoir commercialisé la solution FastIP qui permettait à des stations équipés de cartes et drivers 3COM de bénéficier de qualité de service dans un réseau de commutateurs 3COM, cette firme a développé le logiciel DynamicAccess. Ce logiciel, basé sur les standards 802.1p et IP ToS, permet à une application de sélectionner une classe de service pour ses échanges. Cette classe de service sera reconnue par tous les matériels adaptés à ces standards.

#### **Commutateurs**



Les commutateurs de niveau 2 3COM implémentent le standard 802.1p avec deux files d'attente de priorités différentes gérées par le matériel. Les qualités de service demandées sont fournies par une priorisation des différents flots de bout en bout.

### **Routeurs**

Les routeurs 3COM reconnaissent le standard 802.1p et le protocole RSVP. Les qualités de service demandées par 802.1p, IP ToS ou RSVP peuvent être mises en correspondance avec des classes de service de DiffServ ou d'un réseau ATM support. Quatre files d'attente sont gérées par le matériel. Les routeurs de cœur de réseau (CB 3500 et 9000) peuvent classer des flots en analysant les trames et positionner les champs IP ToS et DSCP de DiffServ.

### **Administration du réseau**

Une solution a été développée pour permettre la mise en place d'une politique de qualité de service dans le réseau : Transcend Policy Manager. Cette application interagit avec les commutateurs et routeurs de la marque pour faire appliquer la politique décidée. Elle peut interagir avec des matériels d'autres constructeurs par des échanges SNMP, CLI ou HTTP. L'application s'intègre dans le schéma Directory Enabled Networking et utilise les protocoles LDAP et COPS.

### **Microsoft**

Microsoft annonce la disponibilité d'interfaces de programmation 802.1p et RSVP dans son système d'exploitation Windows 2000, ce qui pourrait provoquer le début de l'utilisation massive de la qualité de service dans le réseau, à condition que l'infrastructure le permette.

## ■ IPv6

La notion de qualité de service dans le réseau a parfois été associée au protocole IPv6. Ce protocole a été conçu dès l'origine pour pouvoir transporter les informations nécessaires au déploiement de telles fonctionnalités, mais n'est pas lié par lui-même aux mécanismes qui permettent la qualité de service.

## ■ Expérimentations en cours

Une infrastructure DiffServ est en cours d'expérimentation dans le cadre du projet Next Generation Internet aux Etats-Unis. Cette infrastructure a été mise en place au-dessus de l'infrastructure ATM du réseau national vBNS et interconnecte des routeurs de Nortel Networks situés à Washington D.C. et en Caroline du Nord, à Raleigh et Chapel Hill. Des applications de télé-manipulation, télé-conférence et diffusion de vidéo sont utilisées concurremment sur le réseau WAN constitué. L'expérimentation inclut la mise en place d'un Bandwith Broker, élément gérant la réservation de ressources au niveau national et sa mise en application dans les divers éléments du réseau.

Des expérimentations de qualité de service sur un réseau exploité en Ipv6 sont en cours au CNET sur une infrastructure reliant Rennes à Lannion.

Il est prévu dans Renater 2 de faire une offre de classes de service IP dans les mois qui viennent.

## ■ Recommandations

En conclusion, pour un administrateur de réseau local ou de campus :

- On pourra recommander de s'équiper de commutateurs de réseau local qui traiteront le standard 802.1p et gérant au minimum deux files d'attente de priorités différentes, de s'équiper de routeurs qui traiteront 802.1p et IP TOS, implémentant IntServ, et gérant RSVP.
- La fonctionnalité DiffServ ne devra sans doute être recherchée que dans le cas du déploiement d'un réseau métropolitain ou régional important en nombre de routeurs.
- L'implémentation de fonctionnalités 802.1p et RSVP dans les stations de travail sera recherchée et surveillée.
- On se préparera à mettre en place un service centralisé de gestion de réseau qui permettra la définition et l'exécution automatique d'une politique de qualité de service.

## ■ Références

<http://www.urec.fr/metrologie/article-qos.html> UREC - C. Chassagne

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1633.txt> IntServ

<http://www.ietf.org/rfc/rfc2205.txt> RSVP

<http://www.ietf.org/rfc/rfc2210.txt> IntServ & RSVP

<http://www.ietf.org/rfc/rfc2475.txt> DiffServ

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-diffserv-framework-02.txt> DiffServ

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-diffserv-model-00.txt>

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-issll-diffserv-rsvp-02.txt>

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-issll-is802-svc-mapping-04.txt>

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-framework-04.txt> MPLS

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-mpls-arch-06.txt>

[http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/12cgcr/qos\\_c/qcintro.htm](http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/software/ios120/12cgcr/qos_c/qcintro.htm) CISCO



