

Métrologie: maîtriser les évolutions, les performances, la disponibilité des réseaux

Luc Saccavini

INRIA – D2T (Direction du Développement Technologique)

Zirst / 655, avenue de l'Europe

F-38330 Montbonnot Saint-Martin

Didier Benza

INRIA – Centre de recherche de Sophia Antipolis - Méditerranée

2004 route des Lucioles

F-06902 Sophia Antipolis

Bernard Tuy

RENATER

151 boulevard de l'Hôpital

F-75013 PARIS

Résumé

L'augmentation continue des performances des réseaux, quel que soit le média support (fibre, paires torsadées, câble, ondes électromagnétiques) a permis de gagner plusieurs ordres de grandeur sur les débits en une dizaine d'années. Ce phénomène n'est pas nouveau, mais il s'accompagne actuellement d'une augmentation de l'ubiquité de ces mêmes réseaux. La conjugaison de ces évolutions fait apparaître de nouveaux usages et transforme les usages antérieurs. Par ailleurs, les utilisateurs expriment de plus en plus fortement un besoin de qualité de service applicative (QoE¹). Cela va conduire les opérateurs de réseau et les prestataires de services à mettre en place de nouvelles méthodes de mesures capables de prendre en compte ces exigences et à généraliser la contractualisation des services rendus (SLA²) à l'usager.

Ces services, plus nombreux, plus ubiquitaires, rendent la ressource réseau très critique que ce soit en terme de disponibilité ou de qualité de service. Schématiquement, on demande au réseau plus de débit, moins de pertes et d'aléas, partout et tout le temps. Cela entraîne des évolutions importantes des technologies et protocoles utilisés impliquant de surveiller de nouveaux paramètres du réseau. Une évolution de la métrologie réseau est donc nécessaire pour permettre à l'administrateur de cette ressource de bien qualifier l'état de son réseau en fonction de cette nouvelle donne technologique et applicative.

Mots clefs

Métrologie réseau ; réseau IP ; évolution réseau ; métrique IPPM ; performance ; disponibilité ; qualité de service ; SLA.

1 La métrologie réseau - pour quoi faire ?

Les administrateurs réseaux supervisent leurs équipements afin d'être informés en temps réel des pannes qui surviennent sur ceux-ci. Il s'agit d'intervenir au plus vite lorsque des défaillances se produisent afin de rétablir le service. Il est bien évident que ce besoin doit être couvert par les applications de supervision du réseau, mais ce mode de supervision en mode « pompier » est loin d'être satisfaisant car il ne répond pas aux besoins de supervision des performances.

Un monitoring moderne peut être décrit comme un cercle vertueux, ou un cycle PDCA³ : on améliore de façon itérative la mise en évidence et la prévision de problèmes de performances. On cherche à détecter de façon pro-active des déviations par rapport à un état normal.

¹ QoE : *Quality of Experience* / Qualité applicative ressentie par l'utilisateur

² SLA : *Service Level Agreement* / Contrat de service

³ PDCA : *Plan – Do – Check – Act* / Planifier - Agir - Vérifier - Corriger

La métrologie réseau intervient dans les toutes premières phases de la planification, dans les choix d'instrumentation du réseau ou dans la sélection des méthodes de mesures adaptées aux différentes situations. Elle offre depuis quelques temps un choix important de métriques normalisées, parmi lesquelles celles qui sont pertinentes devront être choisies en regard des applications critiques dont on veut détecter les dégradations de performances avant qu'elles n'impactent l'utilisateur final. On peut ainsi définir un « état normal » du réseau et fixer des seuils de détection d'anomalies et d'alarmes lorsque les mesures s'écartent significativement de cet état normal.

En termes de communication, qu'elle soit à usage interne, vers des homologues ou des prestataires, la capacité à présenter des tableaux de bord, des graphes et des historiques permet de gagner énormément de crédibilité et donc de temps lorsque des dégradations sont détectées et doivent être corrigées avant même qu'elles n'aient impacté les usagers.

En termes de débogage, la production de graphes et d'éléments factuels pertinents (*i.e.* avec les bonnes métriques) permet très rapidement de concentrer les efforts sur l'élément défaillant. Elle peut, par exemple, permettre de savoir très rapidement si un problème de performance est lié au réseau ou à l'application.

L'externalisation de services hors-sites et l'utilisation des liens MAN ou WAN comme des extensions du LAN est une tendance forte dans nos organismes qui doit conduire l'administrateur réseau à mettre en place une métrologie de réseaux qu'il n'opère pas lui-même.

Dans la suite de cet article nous allons donc examiner les évolutions perceptibles des technologies et des usages. Nous en déduirons ce qui est susceptible de permettre, d'induire ou de requérir des évolutions dans la métrologie des réseaux. Le but final de la démarche étant de garantir une bonne qualité de service applicative.

2 Évolutions des technologies du réseau

L'évolution des technologies réseau peut se considérer sur de multiples aspects. Sans chercher à être exhaustif, nous examinons ceux qui nous semblent les plus significatifs.

2.1 Évolutions des capacités et de l'ubiquité du réseau

Comme le montre le Tableau 1, les débits nominaux des technologies réseau disponibles ont fortement augmenté ces dernières années.

Technologies	1999/2000	2009/2010	2020
Ethernet filaire	1 Gb/s	100 Gb/s	$\geq 1 \text{ Tb/s}$?
Ethernet sans fil	11 Mb/s	100 Mb/s	$\sim 1 \text{ Gb/s}$?
xDSL/Câble/FTTH	1 Mb/s	50 Mb/s	$\sim 1 \text{ Gb/s}$?

Tableau 1: Évolution des débits suivant les technologies réseau

Ces augmentations de performance sont essentiellement dues aux progrès des composants électroniques. Nous avons tous en tête les célèbres « lois de Moore » dont la plus connue, énoncée en 1975, conjecturait un doublement du nombre de transistors dans les microprocesseurs tous les 24 mois. Vérifiée par les faits depuis plus de trente ans, on peut se demander si cette conjecture est encore projetable et pour combien de temps. Des éléments de réponse peuvent être trouvés dans les documents de prévision de l'ITRS⁴. Comme, par exemple, dans la prévision montrée dans la Figure 1.

⁴ ITRS : International Technology Roadmap for Semiconductors, <http://www.itrs.net>

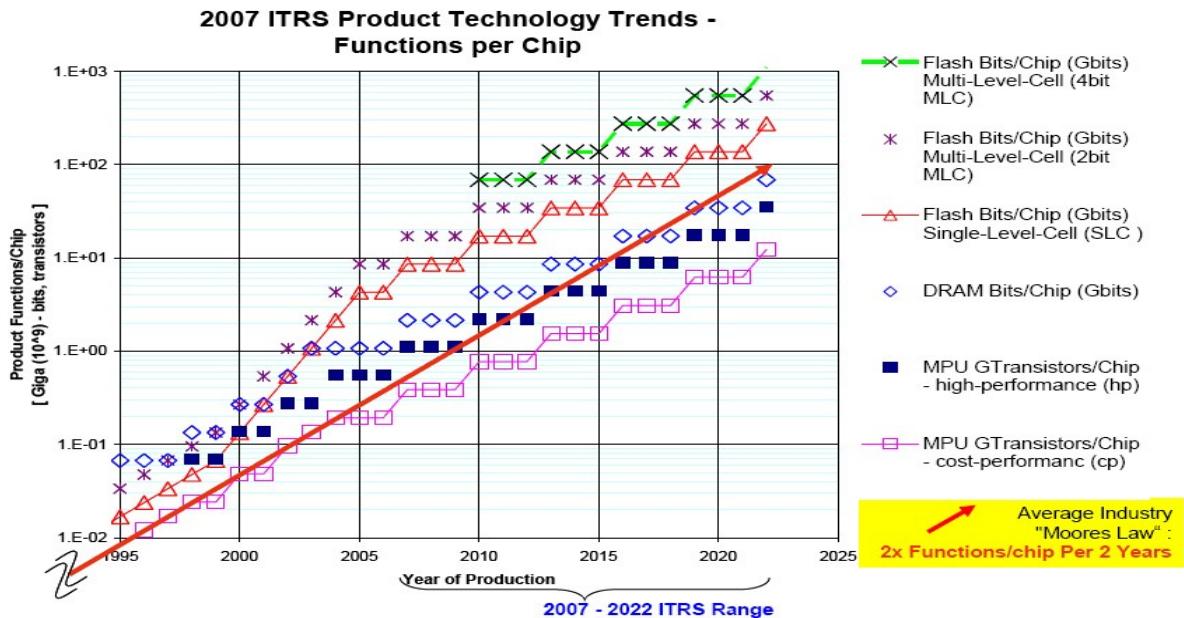


Figure 1: Tendances d'évolution technologique

Comme on peut le voir sur le tableau ci-dessus, les projections à 10 ou 15 ans montrent que les augmentations de densité de composants vont se poursuivre sur le moyen et long terme. Avec cette miniaturisation accrue les évolutions constatées vont continuer au même rythme, que ce soit en terme de puissance de traitement des systèmes ou de mobilité, du fait de la faible consommation induite par la miniaturisation.

Cette montée en débit s'accompagne d'une baisse relative simultanée des coûts des équipements et des coûts des offres de service des fournisseurs de capacité et d'accès. La conséquence de la conjugaison de ces deux évolutions est une augmentation de l'ubiquité du réseau. On dispose par exemple d'accès Internet dans de nombreux lieux commerciaux ou publics. Ces accès sont souvent considérés comme un accessoire important de l'objectif commercial principal du lieu (cafés, restaurants, galeries marchandes, etc).

2.2 Évolutions des protocoles de transport

L'augmentation des débits nominaux a rendu nécessaires des évolutions dans les protocoles de transport.

TCP a été initialement conçu dans un contexte de réseaux bas débit ($< 1 \text{ Mb/s}$) et avec des taux de perte de paquets bien supérieurs aux taux de pertes des réseaux actuels. Une des premières fonctions de TCP consiste à récupérer les pertes et les déséquilibrements de paquets IP. Une seconde consiste à effectuer un contrôle de congestion qui permet de limiter les pertes de paquets et d'équilibrer l'usage de la bande passante entre sessions TCP concurrentes.

Les dernières implémentations Linux de TCP, qui ont des contrôles de congestion de type CUBIC⁵ ou BIC⁶, permettent des montées en débit très rapides sur des liens Gb/s ou multi Gb/s. Leur sensibilité à la perte de paquets a aussi été réduite tout en préservant l'équité d'usage de la bande passante entre sessions concurrentes. D'autres améliorations de TCP ont été faites par la standardisation du protocole SCTP⁷, qui améliore TCP sur les aspects suivants :

- résilience : maintien de la session SCTP sur perte d'une des interfaces réseau participant à l'association (la notion d'association est spécifique à SCTP, elle consiste à utiliser plusieurs des interfaces réseau de chacune des deux machines pour transmettre les paquets)
- multi-flux : gestion spécifique de chaque flux d'une session SCTP

⁵ CUBIC : la loi d'évolution de la taille de la fenêtre d'émission TCP suit une courbe ayant la forme d'une cubique

⁶ BIC : *Binary Increase Congestion control*, la loi d'évolution de la taille de la fenêtre d'émission TCP, très proche d'une cubique

⁷ SCTP : *Stream Transport Control Protocol*

UDP peut être considéré comme un protocole dangereux s'il est utilisé dans un contexte WAN. En effet, comme il n'a pas de contrôle de flux, il peut briser l'équilibre dans la répartition de la bande passante entre applications. Il devrait donc être massivement remplacé par le protocole DCCP⁸ qui intègre des contrôles de flux (similaires à ceux utilisés par TCP).

Pour une description détaillée des protocoles de transport, on pourra consulter le support de cours du groupe métrologie qui est accessible en <http://gt-metro.grenet.fr/index.php/Cours>.

3 Évolutions de l'utilisation du réseau

Les évolutions technologiques qui ont permis cette croissance des réseaux en termes de capacité et d'ubiquité ont aussi fait progresser les capacités de traitement et de stockage des serveurs. Les terminaux d'accès des utilisateurs ont également vu leur puissance de traitement augmenter fortement et leur taille se réduire renforçant ainsi les possibilités et la demande d'ubiquité des réseaux.

3.1 Évolutions des usages

Compte tenu de la perméabilité dans nos usages existant *de facto* entre les sphères privées et professionnelles, nous avons volontairement balayé le spectre des usages nouveaux ou en fort développement sans tenir compte de ces aspects. La Figure 2 dresse une cartographie de quelques nouveaux usages emblématiques en fonction des critères suivants : les besoins en QoS⁹, en débit et en ubiquité

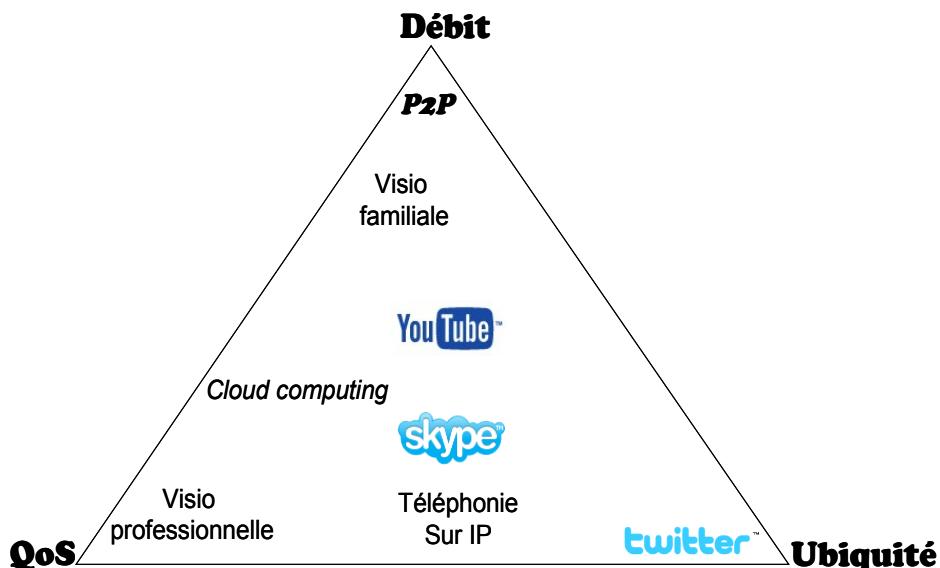


Figure 2: Classement des applications suivant leurs besoins

Il y a une dimension nouvelle qui est prise en compte, c'est la demande en ubiquité du réseau. Dans la liste des applications mentionnées ci-dessus l'application *Twitter* nécessite par exemple une connexion permanente au réseau. Cette connexion est permise par les téléphones mobiles (type *iPhone*) dont la connectivité à l'Internet est réalisée soit directement (Wi-Fi) ou via le réseau de téléphonie (3G). La convergence entre les mondes de la téléphonie et de l'Internet est en train de se concrétiser et les utilisateurs que nous sommes tous ne sont pas prêts à renoncer à cette avancée.

Les nouveaux usages comme la vidéo, la téléphonie sur IP ou les applications Pair à Pair, font peser sur le réseau des contraintes de natures différentes, voire contradictoires. La vidéo à la demande (*streaming*) demande plutôt de la bande passante (de quelques 100 kb/s à quelques Mb/s) sans contraintes excessives sur les temps de transit ou le taux de pertes de paquets. À l'inverse une application de téléphonie, par nature peu gourmande en bande passante (quelques kb/s) exige que les variations de délais et les pertes de paquets soient minimisées (idéalement zéro). La visio-conférence cumule ces deux dernières contraintes simultanément. Les applications de transferts de gros volumes de données (P2P ou autres)

⁸ DCCP : Datagram Congestion Control Protocol

⁹ QoS : Quality of Service / Qualité de Service.

s'accordent très bien d'une stratégie de « ramassage » de la bande passante disponible, sans contrainte particulière sur la qualité du service réseau.

Ces évolutions d'usages et leur multiplicité rendent les profils de comportement des utilisateurs plus variables. Ainsi, un même utilisateur qui termine une conversation téléphonique pour faire un glisser-copier d'un gros répertoire de fichiers va demander au réseau des qualités très différentes dans un laps de temps très court. Ces appels de services différenciés peuvent aussi être simultanés.

3.2 Évolutions des organisations

Trois facteurs principaux entrent en synergie pour provoquer une évolution rapide de nos organisations. Ces facteurs sont l'amélioration de l'infrastructure réseau (augmentation de la bande passante notamment), l'émergence d'une offre commerciale abondante allant de l'hébergement de plates-formes aux services numériques et enfin la demande en agilité (des SI, de l'offre de service).

Sur nos sites et campus universitaires de la communauté Enseignement et Recherche, les machines encore raccordées à 100Mb/s seront progressivement raccordées à 1Gb/s. Ces sites et campus sont raccordés à des réseaux de collecte (métropolitains ou régionaux), eux mêmes raccordés au réseau RENATER qui est construit depuis 2008 sur une infrastructure de liens à 10Gb/s. Cette très bonne connectivité incite par exemple des organismes répartis sur le territoire national à rechercher des économies d'échelle par la mutualisation (et la concentration sur quelques sites) des plates-formes de production de services numériques. D'autres structures cherchent à externaliser certains services pour lesquels l'offre commerciale existe et est bon marché.

Nous mentionnons deux offres nouvelles à titre d'exemple :

- La première est basée sur la virtualisation. Il s'agit de l'offre de *Cloud Computing* d'Amazon. Elle se caractérise par une grande modularité, un temps très court de mise à disposition et un coût raisonnable. Les offres de ce type peuvent intéresser de petites équipes (ex. besoin ponctuel de calcul, site web temporaire, maquettage, tests, etc).
- La deuxième offre est celle de Google qui s'est considérablement étendue et concerne un grand nombre de domaines applicatifs (édition/gestion de documents, agenda, etc).

Ces deux exemples d'offres de services nouveaux sont donnés comme une illustration des facteurs externes qui peuvent influer (et modifier) nos organisations. Il ne s'agit pas d'incitations à les utiliser. Ces offres présentent d'ailleurs un certain nombre d'inconvénients potentiels qu'il ne faut pas négliger de prendre en compte, comme la perte de confidentialité des données, la dépendance à des formats ou à des systèmes particuliers, etc.

La demande en agilité touche aussi bien les domaines de la production des services numériques que les infrastructures de recherche. Par exemple, le montage rapide de structures multi-partenaires peut impliquer des couplages ou dépendances entre systèmes d'information hébergés sur des sites différents. Dans le domaine de la recherche, le montage de grilles de calcul ou de recherche (type Grid'5000), l'accès à des ressources distantes (méso centre de calcul, grands instruments de recherche) peuvent nécessiter une reconfiguration rapide de paramètres réseaux.

On peut enfin mentionner la demande sociétale de réduction de l'empreinte carbone de nos activités. L'usage de la vidéo-conférence, qui limite les déplacements de personnes et les coûts associés, est en train de monter en puissance dans nos usages.

4 Conséquences de ces évolutions

4.1 Conséquences technologiques

Les conséquences de ces évolutions sont nombreuses. Par exemple, la montée en débit du raccordement des postes de travail à 1Gb/s peut poser des problèmes de congestion au niveau du raccordement d'un site ou d'un réseau de collecte (s'il est aussi raccordé à 1Gb/s) sur le réseau de niveau supérieur.

Cette montée en débit du réseau le rend transparent aux applications. Elle rend aussi les serveurs plus vulnérables aux attaques en déni de service (DoS) et particulièrement aux attaques distribuées (DdoS). Les règles d'ingénierie devraient prendre en compte cette vulnérabilité et spécifier de raccorder un serveur à un débit inférieur à sa capacité de traitement.

Sinon on ouvre une « fenêtre de tir » définie par l'intervalle [puissance maxi de traitement du serveur, bande passante du lien], aux attaques DoS ou DDoS.

La mutualisation des plates-formes informatiques sur quelques sites et la fourniture par des tiers hors site des services augmentent l'éloignement entre le poste client et le serveur d'application. Du fait de la distanciation accrue entre les clients et les serveurs, la qualité de service rendue à l'utilisateur dépend d'un nombre de tiers plus important. Elle augmente aussi la dépendance au réseau des services numériques produits.

Pour terminer ce point on mentionnera aussi que la haute disponibilité des services numériques (visio-conférence, téléphonie sur IP, Web, Mail, etc) implique une haute disponibilité de toutes les infrastructures et notamment du réseau.

4.2 Conséquences organisationnelles

La contrainte de haute disponibilité du réseau entre l'utilisateur et les machines qui rendent le service met en évidence le caractère composite du « réseau ». Une première conséquence est la nécessité de contractualiser le plus précisément possible la relation avec les prestataires (débit, délai, QoS, taux de perte, disponibilité, données de métrologie, etc) et de se donner les moyens de vérifier que les contrats de services (SLA) sont bien respectés. Une métrologie réseau fine et pro-active, détectant les dégradations de la qualité du service rendu avant la rupture de service est la brique de base indispensable à la bonne exécution des contrats.

Certains des tiers dont dépendent les applications utilisées par les usagers ne sont pas partie prenante du contrat passé avec un prestataire de service (par exemple le fournisseur d'accès du prestataire ou un point d'interconnexion entre opérateurs). L'examen des offres de services, la rédaction des contrats de services et la métrologie réseau et applicative doivent intégrer ces éléments. Prenons par exemple le cas d'un achat de service de *cloud computing* : il y a bien un contrat avec le FAI¹⁰ principal et avec le fournisseur de service de *cloud computing*, mais rien n'est (ni ne peut être) contractualisé avec les fournisseurs des réseaux intermédiaires.

Les deux exemples précédents montrent que l'éloignement entre utilisateur et le serveur fournisseur du service, qui se conjugue avec l'impossibilité de garantir techniquement et contractuellement une qualité de service réseau (QoS) et applicative (QoE) **de bout en bout** rend la métrologie réseau et applicative indispensable.

En ce qui concerne le réseau local du site, la variabilité des performances qui lui sont demandées nécessite de mettre en place des Classes de Services afin de protéger les flux critiques comme, par exemple, la téléphonie. La métrologie doit aussi tenir compte d'une très grande variabilité dans les débits demandés. Dans l'idéal, elle doit s'appuyer sur les nouvelles métriques IPPM (voir plus loin) afin de montrer, avec le bon niveau de finesse, la qualité ce qui se passe sur le réseau et pouvoir être comparées avec les mesures réalisées sur d'autres réseaux.

Une dernière conséquence que nous ne faisons qu'évoquer, car elle sort du champ de cet article est l'évolution de nos métiers. Elle est à prendre en compte au moins par les aspects formation.

5 Comment faire évoluer la métrologie réseau ?

Comme on l'a vu dans les paragraphes précédents, les évolutions constatées et prévisibles des technologies et des usages augmentent la dépendance au réseau. Elles augmentent aussi le niveau d'exigence sur le service réseau fourni. Nous décrivons ici quelques pistes pour aider à l'administrateur réseau dans sa réflexion sur les évolutions qu'il doit donner à l'instrumentation de son réseau.

5.1 Réponses techniques

5.1.1 Utiliser les métriques IPPM

Le groupe de travail IPPM (*IP Performances Metrics*) de l'IETF¹¹ réalise un travail de standardisation des métriques permettant de qualifier les performances d'un réseau. Le RFC2330 décrit très précisément la terminologie, mais aussi les méthodes et les unités à utiliser pour la définition de métriques. D'autres standards définissent des métriques de connectivité (RFC 2678 et 2498), de délai uni-directionnel (RFC2679), de perte de paquets uni-directionnel (RFC2680), de temps d'aller retour (RFC2681), de variation de délai (RFC3393) et de changement d'ordre des paquets (RFC4737). En octobre 2009, le

¹⁰ FAI : Fournisseur d'Accès Internet

¹¹ IETF : *Internet Engineering Task Force*, <http://www.ietf.net>

RFC564 a étendu ces métriques aux cas de la diffusion multi-point (*multicast*) et des mesures sur des équipements intermédiaires (routeurs) en plus des mesures de bout en bout.

Comme on le voit, ces métriques permettent de mesurer des grandeurs auxquelles on ne s'intéressait pas auparavant, comme le déséquancement de paquets, qui peuvent pourtant fortement affecter le débit d'une liaison TCP vu de l'application. Elles permettent aussi de mesurer de façon plus détaillée et plus précise des grandeurs déjà surveillées. Ainsi le délai unidirectionnel donne une indication plus fine que le RTT¹² mesuré habituellement. La comparaison des temps de transit unidirectionnels dans les deux sens entre deux machines peut, par exemple, donner une indication de routage ou de charge réseau asymétrique.

Pour une description détaillée des métriques IPPM, on pourra consulter le support de cours du groupe métrologie¹³. On peut aussi mentionner un travail similaire de définition de métriques réseau fait par le *Network Monitoring Working Group* de l'OFG¹⁴.

L'usage de ces métriques apporte un saut qualitatif important dans la métrologie réseau et nous recommandons donc l'usage d'équipements qui implémentent ces métriques.

5.1.2 Instrumenter du réseau à l'applicatif et grapher les résultats

Instrumenter un réseau, c'est installer en des points remarquables (nœuds de concentration, points d'interconnexion vers l'extérieur, etc) des équipements permettant de mesurer certaines métriques. Ces équipements peuvent être dédiés (sondes) ou non (routeurs, commutateurs). Les mesures peuvent être passives (ex. collecteurs Netflow) ou actives (ex: injection de traffic). Il est important de se donner la capacité de faire des mesures actives (ex : délai unidirectionnel, perte ou déséquancement de paquets) pour bien qualifier l'état de normalité du réseau.

Cette instrumentation du réseau doit, on l'a vu, augmenter sa portée et aller au delà du domaine de responsabilité de l'administrateur du réseau. La plupart des gestionnaires de réseaux de collecte (métropolitains, régionaux) fournissent des données ou des tableaux de bord décrivant l'état de leur réseau. Il faut utiliser ces informations. Dans notre communauté, RENATER met des mesures à la disposition des usagers de son réseau¹⁵. Il s'agit à la fois de données opérationnelles telles que les incidents ou les maintenances en cours, mais aussi de données issues d'une instrumentation active du réseau réalisant des mesures sur quelques métriques IPPM à partir de la plupart des NRD. Au delà encore, on peut utiliser les sites de *looking glass* (sites réflecteurs de ping, de traceroute, etc) qui permettent de faire des mesures depuis des points extérieurs vers son propre réseau.

Cette instrumentation doit aussi sortir des couches basses du réseau (niveaux Ethernet et IP) et concerner les performances applicatives. Elle doit permettre de tester le bon fonctionnement des applications, par exemple avec des outils type Echoping¹⁶/Smokeping¹⁷. Ce dernier point est important car il constitue une mesure simple de QoE. Cela permet de disposer d'éléments concrets de comparaison avec un état « normal » lors de la résolution des problèmes remontés par un usager.

Les résultats de ces mesures de performance réseau ou applicative doivent être graphés et conservés sur une certaine durée afin d'établir une référence. Des seuils d'alarmes sur la dégradation de performances doivent être fixés afin d'être proactif sur la résolution des problèmes et de pouvoir intervenir avant même que l'usager ne détecte le problème. La corrélation d'une dégradation de performance applicative avec une dégradation du réseau sur une ou plusieurs métriques permet de se concentrer rapidement sur un diagnostic précis du problème. *A contrario*, l'absence de corrélation entre une dégradation applicative et des mesures pertinentes sur les réseaux permet de se concentrer rapidement sur la recherche d'un problème sur le serveur applicatif ou le poste client.

Pour se convaincre (et se rassurer) de la dynamique existant dans le domaine de la métrologie réseau, nous mentionnons deux programmes de recherches effectuées dans deux directions intéressantes :

- Métroflux : l'instrumentation fine de réseaux très haut débit (liens 10Gb/s de Grid'5000 - <https://www.grid5000.fr>)
- Perfsonar : l'instrumentation multidomaines : (projet européen Personar - <http://www.perfsonar.net>)

¹² RTT : Round Trip Delay

¹³ Cours Métrologie accessible en <http://gt-metro.grenet.fr/index.php/Cours>

¹⁴ OGF : Open Grid Forum, <http://www.ofg.org>

¹⁵ Métrologie de Renater 5 : <http://pasillo.renater.fr/metrologie/dispo.php?type=2>

¹⁶ Echoping : <http://echoping.sourceforge.net/>

¹⁷ Smokeping : <http://oss.oetiker.ch/smokeping/>

5.2 Réponses organisationnelles

Ces aspects sont :

5.2.1 *Le portail de métrologie :*

Le portail de métrologie doit rassembler toutes les données pertinentes du point de vue utilisateur (surveillance des services critiques, généraux ou métiers) en donnant aussi bien des états instantanés que les évolutions. À ce titre ce portail est un outil de communication factuel vers les utilisateurs et le management qui doit permettre d'apprécier le respect des contrats de services passés avec les prestataires internes ou externes. Ce portail est aussi pour l'administrateur réseau l'endroit où sont rassemblées toutes les données techniques et l'outillage spécifique lui permettant d'investiguer les problèmes rencontrés.

5.2.2 *La mutualisation des efforts*

La métrologie et l'instrumentation réseau est un domaine qui peut être difficile à appréhender. Il est sujet à une évolution technique constante. Faire le tour complet des outils existants, choisir le plus adapté à ses besoins, rester en veille technologique sur le sujet, échanger son expérience avec des collègues : toutes ces activités, un ASR (Administrateur Système et Réseau) ne peut les mener seul faute de temps disponible.

Mutualiser ses efforts est une bonne réponse, vraisemblablement la seule qui puisse être bien perçue par le management. Le groupe métrologie et performances réseau existe depuis 2005 et a comme objectif de faciliter cette mutualisation. Aujourd'hui ses deux principales réalisations sont un portail web et un support de cours sur la métrologie et les performances réseau. Nous invitons les ASR à rejoindre ce groupe (<http://gt-metro.grenet.fr>) que ce soit pour y trouver des ressources ou pour contribuer à des actions utiles pour tous (livre blanc, évolution du support de cours, etc).

6 Conclusion

La métrologie réseau doit donc élargir son spectre et aller bien au delà des mesures de débit, RTT, connectivité, pour répondre à la sensibilité des applications à d'autres paramètres clés caractérisant le fonctionnement du réseau. Elle doit aussi être "multi-vues" en espace (LAN, WAN), en acteurs (organisations, prestataires), en technologies (Ethernet, IP, TCP, HTTP...) pour être un outil efficace au service des administrateurs réseaux, systèmes, et applicatifs. La métrologie doit ainsi produire des mesures le plus facilement corrélables avec la qualité applicative perçue par les utilisateurs.