

SIGNAL

Introduction

Si pour l'utilisateur final les échanges réseaux portent sur des fichiers, des messages ou du courrier instantané, au niveau d'un administrateur de réseau, ce qui circule se nomme une trame (frame en anglais). Cette structure basique correspond à l'unité d'échange sur un réseau, elle pèse quelques kilooctets au maximum (1518 octets pour une trame Ethernet, hors entêtes) et porte sur des informations techniques telles l'adresse IP, le numéro de port ou l'adresse MAC.

Mais en descendant à un niveau encore inférieur, ce qui circule réellement entre deux équipements est une suite de représentations électrique ou lumineuse d'informations binaires, dépourvue d'autre sens que le 0 ou le 1 qu'elles représentent. On parle du signal.

C'est ce signal qui constitue la base de toutes les techniques et évolutions du réseau. Il y a en effet une corrélation entre la force du signal et le débit autorisé, les modes de représentation de ces informations et le nombre d'équipements que l'on peut connecter, etc.

Posséder les notions de cette fiche, proches de la physique et de l'électronique, permettra d'aborder les problèmes de sécurité dans le Wifi, l'évolution des catégories de câblage en paire torsadée et la distance maximale entre deux équipements, ou encore la différence de débit autorisé entre les fibres monomode et multimode.

I Le signal et ses problématiques

On appellera signal l'information véhiculée par un média de transport (câble ou onde). Que ce soit sous forme d'impulsion (on parle de représentation numérique) ou de signal ondulatoire (on parlera de la forme analogique), il s'agit toujours de représenter les 0 et les 1 du binaire utilisés dans l'informatique. Dans les deux cas, le problème est de s'adapter aux possibilités d'un support de diffusion. Pour cela il faut s'appuyer en premier lieu sur les caractéristiques de ce média.

1.1 Bande passante

Tout support, qu'il soit hertzien, métallique ou optique, va transmettre des ondes dont la gamme de valeur peut varier des basses fréquences (quelques Hz) aux très hautes fréquences (plusieurs GHz). La fréquence représente le nombre de fois où l'on peut transmettre de l'information (un ou plusieurs bits à chaque fois) par seconde sur un média donné.

Pour qu'un média puisse véhiculer une information et qu'elle soit compréhensible à l'extrémité de réception, il faut que l'émission se fasse dans les limites acceptées par le support. On appelle bande passante les fréquences les plus basses et les plus hautes qu'un média est capable de supporter pour transmettre un signal sans déformation.

Exemples de bande passante :

- Pour la voix téléphonique : 300 à 3400 Hz

- Télévision coaxial : bande passante de 5 Mhz
- Réseaux locaux : fréquences jusqu'à 600 MHz
- WiFi : bande passante de 2,4 à 2,5 GHz

D'autres fréquences peuvent être véhiculées par un support, mais il n'est pas garanti qu'au moment de la réception on puisse retrouver l'information initialement émise.

Par abus de langage, on assimile bande passante et débit, le second découlant directement de la première (voir plus loin).

1.2 Perturbations : atténuation, bruits, paradiaphonie

Tout signal que l'on transmet subit une altération à mesure qu'il s'éloigne de la source d'émission. On parle d'atténuation ou d'affaiblissement, qui dépend à la fois de la puissance initiale du signal, de la technique (hertzienne, infrarouge, lumineuse) qui est utilisée et des caractéristiques du support. Du fait de cette atténuation, on limite les distances des câbles et supports pour assurer une transmission sans erreur. Des matériels spécifiques permettent, pour prolonger les distances, de régénérer le signal à un niveau initial : ce sont des répéteurs.

La fibre optique est un câblage de transmission idéal car, en dehors de l'atténuation, elle ne subit aucune autre forme de modification.

Tout le reste est plus ou moins perturbé par son environnement. Les bruits sont des perturbations extérieures au signal qui viennent en modifier les caractéristiques : le signal sera ainsi perturbé par l'agitation des électrons du câble, par un environnement électromagnétique fort, par une chaleur excessive, et des erreurs de réception peuvent en découler.

Il existe aussi un phénomène de débordement d'un signal provenant d'un câble voisin appelé paradiaphonie. C'est pour cette raison que les paires sont torsadées dans le câblage des réseaux locaux : le phénomène de débordement est dirigé selon un angle moins perturbateur.

Pour protéger le média de diffusion de ces perturbations, on pourra le blinder en l'enrobant d'un treillis de plomb (Shield) ou d'un feuillard métallique (Foiled). On aura aussi soin d'éloigner au maximum le câblage des sources potentielles de perturbation (aimants, câbles électriques, chaleur ou froid...).

Pour prendre en compte ces perturbations, on calculera le débit maximum d'une liaison en appliquant la formule de Shannon :

Débit = [Bande Passante] * Log2 (1 + S/N)
ou S/N est le rapport entre le signal émis et le bruit environnant.,
exprimé en dB
Pour la téléphonie, on donne Débit = 3100 Hz * Log2 (1+1000) = 30 Kbps

1.3 La bande passante et le débit

La bande passante d'une voie de transmission correspond aux possibilités d'échange d'un média. Une bande passante large (gamme de fréquence importante) permet une meilleure qualité et de plus hauts débits, mais sur des distances plus limitées. Il est en effet difficile de maintenir un signal à

haute fréquence sur de longues distances. La quantité d'information transmise par unité de temps est appelé débit et s'exprime généralement en Kbps ou Mbps sur les réseaux. Trois débits sont à considérer, qui vont de ce que l'on pourrait faire à ce qui est effectivement transmis :

- Le débit théorique, débit maximum ou débit crête : il s'agit de la valeur optimale de transmission, en supposant que la ligne est parfaite, que le transfert n'est pas perturbé, où l'on ne prend en compte que le signal et non le contenu informatif. Ce débit n'est jamais réellement atteint.
- Le débit réel ou débit efficace : il s'agit du volume réellement envoyé d'informations, en décomptant toutes les pertes dues à diverses perturbations, à une mauvaise réception, à un défaut d'écoute, etc. On tourne généralement autour de 70% du débit théorique, et à des valeurs moindres pour les transmissions hertziennes plus complexes à garantir.
- Le débit utile : il s'agit de la quantité de données utiles, en décomptant tous les éléments de signalisation (bits start et stop), tous les en-têtes de paquet rajoutés par les couches du modèle OSI, etc. Difficile à calculer, il est généralement confondu avec le débit réel.



II Techniques de transmission

Lors des premières mises en place de réseaux informatiques (étendus), l'information était essentiellement transmise sous forme analogique (c'est à dire de manière analogue à sa valeur réelle). Dès le départ, les réseaux locaux ont eu recours à un signal numérique.

Analogique vs Numérique

 L'inconvénient de l'analogique est que le signal peut prendre une multitude de valeurs (signal continu, sinusoïdal) et que toute perturbation risque d'en brouiller la lecture (schéma ci-contre).

L'avantage de la numérisation est qu'un signal n'est plus une suite continue de valeurs possiblement infinies, mais un ensemble de valeurs finies (exprimées en valeurs de tension : $\Omega \times \text{volts}$). Ces informations pourront être transmises sous forme binaire. Alors, une perturbation pourra être réparée par des techniques d'extrapolation pour reconstituer les éléments binaires manquants.

Numérisation d'un signal

Il aura fallu attendre la production de convertisseurs analogique / numérique (CAN ou Digital to Audio Converteur / DAC) de qualité pour que la transmission numérique puisse gagner les réseaux étendus.

Le rôle de ces composants est de procéder :

- à un échantillonnage du signal analogique (extraction de valeurs à intervalles réguliers). Pour que le signal numérique soit convenable, le théorème de Shannon indique que la fréquence d'échantillonnage doit être au moins double de la bande passante du média. Elle s'exprime en Hz.

$$F_{\text{échantillon}} = 2 \times [F_{\text{max_media}} - F_{\text{min_media}}]$$

- à une quantification (valorisation) de ces échantillons selon une grille de correspondance (parmi un ensemble de valeurs possibles, selon la taille de représentation de l'information). On exprime cette valeur en bits. Pour représenter 10 valeurs différentes, l'information devra avoir une taille d'au moins 4 bits ($2^3 < 10 < 2^4$).

On parle de Modulation par Impulsion et Codage (MIC).

Aujourd'hui, les CAN (cartes sons, cartes graphiques, encodeurs MPEG,...) peuvent atteindre un codage à 192 KHz / 24 bits (extraction de 192000 échantillons à la seconde, représentation de chaque valeur sur 24 bits, soit 224 valeurs possibles).

De cette fréquence d'échantillonnage, on déduira le débit minimum nécessaire à la transmission d'une telle information :

$$\text{Débit} = F_{\text{échantillon}} \times \text{Taille}_{\text{échantillon}}$$

2.1 Transmission numérique

Pour transporter des informations sur un support, on doit se situer dans la bande passante du média. La solution d'une communication numérique est la première possibilité, celle des réseaux locaux notamment. Elle a supplanté les premières techniques analogiques.

Bande de base

Il est possible de donner toute la bande passante à une communication unique en signal numérique. On évite ainsi tout conflit potentiel, toute perturbation engendrée par le partage de bande passante, etc. On parle de transmission en Bande de Base ou Baseband. Les composants terminaux (carte réseau en particulier) peuvent être plus simples que des matériels susceptibles de démultiplexer un signal : ce qu'ils reçoivent est une information d'une communication unique.

Elle est essentiellement utilisée dans les communications en réseau local ou à bas débit, car un signal ne peut être maintenu longtemps à un haut niveau sans déformation. De plus, sur les longues distances, on cherche à optimiser la transmission en cumulant plusieurs communications sur un même média.

Avantage principal

Un signal (une impulsion) = un bit, donc les erreurs sont faciles à détecter et à reprendre (signal fort et unique). Dans ce cas, le débit du média est équivalent au débit de transfert.

L'appareil effectuant la traduction du signal (de l'ordinateur vers le réseau et inversement) est appelé convertisseur en bande de base (ou parfois modem bande de base). Toute carte réseau réalise ce travail.

Pour produire le signal numérique vers l'extérieur, on procèdera à un transcodage, puisque le signal véhiculé dans les ordinateurs a des caractéristiques qui ne pourraient être maintenues sur des distances dépassant le mètre.

Représentation électrique d'un signal numérique

Dans l'ordinateur, les 1 et les 0 sont représentés par la présence ou non d'une impulsion électrique. Ce type de représentation n'est pas utilisable sur un réseau, car l'impulsion serait vite déformée. Plusieurs représentations permettent le transcodage.

Signal binaire NRZ (Non Retour à Zéro)

Cette première représentation, la plus simple, consiste à associer aux valeurs binaires 1 et 0 une tension électrique opposée : 1 Ω +V et 0 Ω -V.



Signal Biphase (Codage Manchester)

Ce codage, utilisé sur la plupart des réseaux locaux, consiste toujours en un signal à deux niveaux, mais la représentation des 1 et des 0 consiste à inverser la phase. Deux codages Manchester cohabitent :

- Manchester Simple : un 0 sera représenté par un signal ayant la même phase que le signal d'horloge de l'émetteur, tandis que le 1 sera représenté par un signal en opposition de phase (lorsque l'horloge monte, le signal binaire descend)



- Manchester différentiel : le problème de la représentation précédente est que le calage du signal se fait par rapport à l'horloge de l'émetteur. Le moindre problème lors de la transmission (déphasage surtout) et le récepteur n'est plus capable de comprendre le signal. Le Manchester différentiel consiste donc à produire une opposition de phase par rapport au caractère précédemment émis lorsque l'on envoie un 1 : si on avait un signal montant et qu'on envoie un 0, le signal sera encore montant, si c'est un 1 qui est émis, le signal sera descendant.



Le codage Manchester est bien adapté aux câbles coaxiaux qui ont une bande passante assez large.

Autres représentations

- Le codage bipolaire d'ordre 2 qui oppose les tensions des 1 impairs et pairs et représente le 0 par une tension continue de 0 volts
- Le codage HDB3 (Haute densité binaire d'ordre 3) qui reprend le précédent en améliorant la reconnaissance des 0 successifs. Ce codage est utilisé sur le RTC.
- Les représentations multivalentes, qui ne se contentent plus de deux tensions mais de 2^n tensions pour représenter n valeurs binaires en une seule fois.

Codage par bloc

Pour limiter les risques de propager un signal uniforme (que des 1 ou que des 0) sur une longue période, le codage par bloc transforme une représentation binaire en une autre un peu plus longue mais qui rajoute des changements de valeur (on parle de transition).

Ainsi, plutôt que de transmettre 0000, on transmettra 11110, forçant à ce qu'un caractère soit

différent des autres. Un dictionnaire préétabli indique les représentations à utiliser pour envoyer un bloc de x bits.

Cet ajout de caractère offre en outre des valeurs supplémentaires qui pourront servir pour la signalisation (on code deux fois plus de valeurs sur 5 bits que sur 4 bits).

Sur les réseaux Ethernet en 100 base T, le codage est en 4B/5B, c'est à dire que les caractères d'un octet sont décomposé en deux blocs de 4 bits (4B), chacun étant transmis sous la forme d'une combinaison de 5 bits (5B) ajoutant au moins une transition.

Les réseaux Gigabit Ethernet utilisent le codage 8B/10B.

2.2 Transmission analogique

Lorsque les échanges se font plus massifs, que l'on doit augmenter les débits, les distances, ou que les communications sont plus nombreuses, on réalisera une transmission analogique. Elle est notamment utilisée dans les liaisons distantes.

Modulation

Les techniques de modulation vont jouer sur les caractéristiques d'un signal analogique représenté par la formule :

$$a \sin (\Omega t + \phi)$$

En faisant varier l'une ou l'autre des caractéristiques par rapport à un signal de référence (la porteuse), on peut ainsi représenter les valeurs 0 ou 1 du message. Un signal différent de la porteuse représentera alors un 1 (dans les illustrations suivantes).



Un matériel qui transforme un signal numérique (à l'intérieur d'un réseau) en signal analogique (sur une ligne externe) est appelé modulateur-démodulateur ou **modem**. On utilise cette technique pour transmettre un signal sur de longues distances. Le terme modem est abusivement utilisé pour tout composant chargé de relier un réseau local à un réseau longue distance.

Améliorer le trafic, c'est permettre de faire plus de choses en un même temps, et ce de meilleure manière.

Transmettre des données provenant d'équipements multiples sur des voies de communication limitées en nombre implique le partage de ces voies.

Pour cela, les techniques de communication utilisent deux systèmes complémentaires :

- Le multiplexage qui joue sur une modulation du signal pour distinguer les différentes communications
- La commutation qui profite des temps libres dans une transmission pour y insérer d'autres échanges, et qui sera vue dans un autre chapitre.

2.3 Multiplexage

Le multiplexage est la fonction qui va permettre de cumuler plusieurs communications en même temps sur un support média, en réalisant des modulations qui s'appliqueront à chaque communication.

En s'appuyant sur les caractéristiques des signaux électriques (fréquence, phase et amplitude), les multiplexeurs sont capables de tirer le meilleur parti de la bande passante offerte par le média de diffusion. Il faudra bien entendu que la bande passante de ce média soit adaptée aux modifications apportées. Sur une portion de fréquence, on pourra alors véhiculer un signal numérique (bande de base dans la bande de fréquence de la portion).

Multiplexage en fréquence

Le câblage téléphonique supporte des fréquences variant de 300 à 3400 KHz. Cette fréquence correspond à peu près à celle de la voix humaine et aux possibilités de la paire torsadée utilisée. Mais dès que l'on arrive sur un Centre à Autonomie d'Acheminement, qui relie plusieurs abonnés au central téléphonique, des multiplexeurs se chargent de superposer les différentes communications en leur faisant subir une modification de fréquence pour les transmettre en parallèle, comme on leur ferait utiliser des couloirs situés à des étages différents.

L'information est ainsi transmise sur des canaux à haut débit en fibre optique supportant des fréquences jusqu'au GHz.

Cette modulation de fréquence est utilisée dans les transmissions ADSL ou la Boucle locale Radio.

Multiplexage temporel

Le principe de ce multiplexage est d'attribuer une portion de temps à chaque communication sur le réseau, à la manière des feux tricolores à un carrefour.

On prélèvera un échantillon de chaque communication toutes les $X \mu s$, mais avec un petit décalage dans le temps. Ainsi, aux temps T , $T+X$, $T+2X$, on échantillonnera la communication 0, et à $T+1\mu s$, $T+1\mu s+X$, $T+1\mu s+2X$ on échantillonnera la communication 1, etc. à l'autre extrémité de la communication, le démodulateur effectuera des prélèvements pour chacune des communications avant de les rediriger vers la bonne direction.

Multiplexage d'amplitude

Dernière possibilité de multiplexage, il s'agit d'amplifier chacune des communications avec des degrés différents. Le démultiplexeur, à l'autre extrémité, saura analyser chacune des crêtes comme correspondant à une communication et les rediriger vers les bons destinataires.

Multiplexage, débit et rapidité de modulation

En jouant sur ces possibilités, on pourra représenter, à un instant donné, plusieurs valeurs simultanément.

Définitions

On appelle valence [v] d'un signal le nombre de valeurs différentes qu'il peut représenter. Ce nombre est toujours une puissance de 2 (représentation binaire oblige).

On appelle rapidité de modulation [R] le nombre de modulations que l'on peut produire par seconde sur un média donné, exprimé en Hz ou en Baud. Elle correspond à la fréquence d'échantillonnage vue précédemment.

On appelle débit [D] le nombre de bits que l'on peut transmettre par seconde

On a le rapport suivant :

$$D = R \times \log_2(v)$$

Remarque : En transmission numérique, une seule communication binaire (deux valeurs) à un instant donne :

$$D = R \times \log_2(2) = R$$

Exemple

Soit un multiplexage en fréquence représentant deux communications. À chaque instant, on pourra représenter une valeur parmi 4 (bit de la première communication + bit de la seconde communication : 00, 01, 10 ou 11). La valence ici est de $4 = 2^2$.

Sur un média à 9600 baud (qui peut donc représenter 9600 états significatifs par seconde), le débit correspondant à notre multiplexage est :

$$D = 9600 \times \log_2(2^2) = 19200 \text{ bits/s.}$$

III Du signal à l'information

Nous avons vu jusqu'ici les problèmes liés au signal dans le cadre d'une transmission réseau. Mais les choses se compliquent lorsque l'on souhaite donner une organisation à ce signal, lorsque l'information qu'il transporte n'est plus une simple suite de 0 et de 1 mais un message (mot de 8 bits ou trame structurée) complexe à traiter et analyser.

Sans aller encore jusqu'à définir une sémantique des données transmises (adresse, port, protocole, etc), les technologies de réseau permettent tout de même de constituer une information structurée et interprétable dans sa forme (un octet). En outre, elles intègrent des fonctions permettant aux matériels d'établir une communication contrôlant les erreurs et défauts de transmission.

3.1 Transmission synchrone ou asynchrone

Lorsque les deux éléments voudront entrer en communication, il se peut qu'ils travaillent à des

rythmes (fréquence d'horloge) différents ou avec des cartes réseau à débit différent. Il faudra donc qu'ils se mettent en accord pour travailler dans des temps comparables de manière à ce que les bits émis à l'origine soient lus au bon rythme à l'arrivée. On parle de synchronisation.

En plus de cette synchronisation de débit, pour que la reconnaissance du signal puisse se faire, il est nécessaire que les machines soient en accord. Deux choix sont envisageables :

-  à tout moment, l'un des éléments peut décider d'émettre une information en direction de l'autre. Le récepteur recevra donc le message (caractère, donnée numérique...) par surprise. Ce qui risque de se passer, c'est que le début du flux d'information soit perdu ou que le récepteur ne s'aligne pas au rythme des bits émis et interprète mal le message : pour éviter ces écueils, on ajoute en tête un bit de début de caractère appelé **bit start**. Il permettra au récepteur d'avoir le temps de réagir et de déterminer à quelle fréquence (longueur du signal reçu) sont émis les bits pour se caler sur cette fréquence. En outre, on pourra ajouter en fin du caractère un ou deux **bits stop** indiquant qu'ici s'arrête la transmission. Chaque paquet d'information envoyé sera encadré de ces bits, alourdissant d'autant le message à transmettre. On le réservera à des communications avec des appareils lents (administration par port série par exemple). L'avantage de cette transmission asynchrone est que l'on peut établir une communication sans aucune contrainte.

Bit start	caractère	Bit stop	Bit start	caractère	Bit stop	Bit start	caractère	Bit stop
------------------	-----------	-----------------	------------------	-----------	-----------------	------------------	-----------	-----------------

- L'autre possibilité est la synchronisation systématique de l'émetteur et du récepteur sur l'horloge d'un des équipements. On synchronise les deux appareils par un échange permanent pour s'entendre sur la fréquence d'émission. Lorsque le message est transmis, il faudra aussi ajouter, dans le message émis, des informations permettant de contrôler les erreurs éventuelles. On aura donc une séquence de bits appelés délimiteurs ou trame de synchronisation entre chaque groupe d'information. L'avantage de cette méthode, dite transmission synchrone, est que la synchronisation n'est pas effectuée à chaque caractère reçu mais au début de la communication, et à intervalles réguliers. Elle est généralement appuyée sur une onde porteuse qui définit les caractéristiques de base de la communication sur lesquelles vont se caler les échanges. Le débit sera cependant limité, puisque les deux systèmes doivent garder une synchronisation permanente. Le préambule des trames Ethernet joue ce rôle d'élément de synchronisation entre équipements terminaux.

Trame de synchronisation	Échange	Synchro	Échange
---------------------------------	---------	----------------	---------

Voir <http://www.commentcamarche.net/transmission/transmode.php3>.

3.2 Stockage et petits indiens !

Deux problèmes supplémentaires se posent lorsqu'il s'agit de transmettre des données formatées (caractères ou valeurs numériques).

- **Little-endians** ou **big-endians** : lorsqu'une donnée est stockée dans un registre de stockage, certaines machines prennent comme solution de stocker d'abord la partie de poids fort, puis celle de poids faible (big-endians) ou l'inverse. Lorsqu'une donnée est envoyée d'une architecture big (IBM, Motorola, HP) vers une architecture little (Intel, VAX), les informations numériques notamment seront complètement incompréhensibles ou erronées. Un accord de représentation sera nécessaire
- **Taille des caractères** : chaque architecture permet un stockage des informations sur 16/32

voire 64 bits. Il faut s'assurer de pouvoir rendre les éléments compatibles sans perte.

Des informations doivent être ajoutées ou des techniques de représentation universelle utilisées pour assurer la compatibilité entre deux systèmes.

3.3 Contrôle et correction d'erreur

Dans la mesure où les communications ne peuvent être parfaites et exemptes de toute déformation, la transmission d'un signal peut être complétée par des techniques de contrôle et de correction d'erreur.

Le contrôle est fait par un champ de parité (un bit à 0 ou 1) produit pour chaque bloc de données (un octet par exemple). Ce champ calculé sur les données émises est extrait à la réception. On recalcule la parité sur la partie données réceptionnée et l'on compare avec la parité reçue. Une différence indiquera une information erronée et nécessitera un nouvel envoi de l'information.

Bien entendu, ces informations viennent en surplus des données utiles.

IV Optimisation

En complément des fonctions électroniques de synchronisation et de détection d'erreur, la communication peut encore être améliorée par des fonctions d'optimisation permettant à la fois d'envoyer plus d'information dans un même temps (compression) et en n'acheminant pas des informations erronées (congestion).

4.1 Compression

Les fonctions de compression permettent de ne pas véhiculer des suites binaires particulières (suite continue de 0 par exemple) mais une information synthétique (nombre de 0 à la place).

La difficulté des algorithmes utilisés est d'empêcher que l'information synthétique soit confondue avec les données binaires de la trame.

Si, par exemple, on remplace une suite de X valeurs binaires 0 par quelques 0 suivis de la représentation binaire de X. Il faut être certain qu'aucune autre chaîne de bits non compressible ne puisse avoir la même représentation. Il faudra donc la faire précéder d'une autre information significative, qui elle même posera des problèmes d'ambiguïté possible.

4.1 gestion de la congestion

Lorsqu'un réseau est sous utilisé, l'acheminement de trames erronées n'est pas en soi un défaut insurmontable. Le récepteur final de l'information constatera l'erreur et pourra redemander ou non la retransmission des données. Cependant, à mesure que la charge réseau augmente, les paquets ainsi véhiculés viennent alourdir la tâche des matériels et l'encombrement des voies pour des informations que l'on aurait pu éliminer. Les matériels traversés par un flux réseau peuvent donc procéder à la destruction de chaînes invalides, en prévenant ou non l'expéditeur précédent de cette suppression. Ils

pourront aussi être amenés à mettre en veille un lien envoyant trop de mauvaises trames.

En cas de surcharge du réseau, les équipements peuvent procéder à une sélection des paquets à acheminer ou non au regard de critères de priorisation.

Enfin, la gestion de congestion peut aussi consister en l'échange d'informations entre matériels voisins pour gérer le débit d'émission, la taille des paquets, etc.

Ces fonctions de congestion nécessitent cependant une approche plus intelligente de l'information que le simple signal numérique ou analogique. C'est pourquoi des protocoles de bas niveau permettent aux équipements de produire un système de dialogue selon une syntaxe reconnue par les deux parties.

V Protocoles de bas niveau

Tout ne pouvant être réalisé au seul niveau du signal, des fonctions évoluées ont été ajoutées aux équipements réseaux pour qu'il assurent une communication sans erreur et synchrone. On se situe ici à un niveau supérieur, où l'information n'est pas qu'une série de valeurs binaires mais un ensemble d'informations intelligibles permettant de gérer la communication.

On pourra parler de signalisation, c'est à dire d'informations portant sur la transmission elle-même, et non sur les données et fonctions. Celle-ci est définie au niveau 2 du modèle OSI dans la mesure où l'information qu'elle traite à un sens intelligible.

Protocole de signalisation

Le rôle de la sous-couche supérieure du niveau 2 est d'assurer une liaison intelligente, une transmission sans erreur et synchronisée entre deux équipements directement reliés. Elle va définir un rôle actif aux matériels, en leur donnant la charge d'effectuer les fonctions suivantes :

- Maintien d'un lien de communication permanent : en cas de rupture de la liaison et en attendant son rétablissement, le système continue de préparer les échanges futurs
- Contrôle d'erreur sur les données et entêtes : pour s'assurer que les paquets d'information reçus ne seront pas réémis s'ils comportent des erreurs, avec la tâche de prévenir le prédécesseur qu'un paquet défaillant n'a pu être acheminé.
- Contrôle de flux (synchronisation entre les hôtes) : par l'envoi d'informations complémentaires pour que les équipements adaptent leur débit ou la taille des paquets de données
- Séquencement des échanges (numérotation et accusé de réception) : on s'assure ainsi que les paquets sont tous reçus et qu'il n'y a pas eu de perte.
- Fenêtrage (envoi de plusieurs paquets avant la réception des accusés de réception) : pour limiter les trames de contrôle qui alourdissent le trafic

Différents protocoles ont été développés correspondant à ces fonctions. Pour ce qui est des réseaux étendus, HDLC (High-Level Data-Link Control) est celui qui a été retenu dans une normalisation UIT-T/ISO à partir d'une mise en place par IBM sur ses réseaux SNA.

Conclusion

Bien que souvent négligée par les administrateurs qui se placent à un niveau au-dessus, la théorie du signal brièvement présentée ici est à la base de toutes les principales contraintes d'échange entre équipements : comment représenter une information, comment l'acheminer, comment garantir que deux équipements se comprennent et peuvent échanger sans se nuire, etc.

L'ensemble de ces principes est évidemment reporté à des niveaux supérieurs, jusqu'aux processus métier des entreprises qui nécessitent à l'identique un suivi dans l'accomplissement des tâches et des outils de contrôle, une bonne synchronisation des équipes, etc.

Ces éléments ont été remis au goût du jour lors de l'apparition des nouvelles technologies sans fils, avec leur besoin de synchronisation, leur définition de mode de communication entre deux équipements, les problèmes liés à la sécurité, etc.

From:

<https://wiki.sio.bts/> - **WIKI SIO : DEPUIS 2017**

Permanent link:

<https://wiki.sio.bts/doku.php?id=signal>

Last update: **2020/07/26 16:27**

