

### 3. Principe de transmission de l'information

Bonjour à tous. Bienvenue dans cette troisième séquence de l'architecture des ordinateurs et des réseaux. Nous avons vu comment fonctionne l'ordinateur, comment il exécute des programmes, maintenant nous allons parler de communication réseau donc déjà voir comment on transfère de l'information sur un fil.

Communiquer sur un fil, par exemple entre un ordinateur et une imprimante par USB ou entre un ordinateur et un téléphone, on va regarder comment ça se passe concrètement. Alors en pratique les bits vont être envoyés les uns derrière les autres sur le fil. C'est-à-dire que l'émetteur va avoir un certain nombre de bits dans sa mémoire, il ne sait pas à quoi ça correspond, mais simplement il les envoie un par un et le récepteur va recevoir le premier, le stocker en mémoire ensuite le deuxième et le stocker derrière, etc. Donc c'est un envoi en série bit par bit. Parfois on n'envoie pas bit par bit, on envoie octet par octet etc. Ça dépend du câble et de la technologie, mais le principe c'est souvent le même c'est qu'on envoie, à la suite, les différents éléments de l'information. Donc pour envoyer sur un fil électrique, on va associer à chaque valeur du bit un potentiel électrique, donc par exemple on va dire un bit à 0, ça va être le potentiel électrique zéro alors qu'un bit à 1 ça va être le potentiel électrique 5 Volts. Donc on applique une tension côté émetteur, sur le fil, et le récepteur va mesurer la tension pour savoir s'il reçoit un bit qui est 0 ou 1 selon la tension qu'il mesure. Alors la question qui se pose immédiatement c'est : si jamais le récepteur voit pendant une milliseconde un potentiel de 5 Volts, est-ce que ça correspond à un seul bit 1 ou à plein de bits 1 successifs, les uns derrière les autres ? Là, un peu comme quand on décrit une image qui est codée en mémoire, il va falloir définir une convention à l'avance pour savoir comment elle est codée. Là on va se mettre d'accord à l'avance entre l'émetteur et le récepteur pour dire "si je transmets de l'information je vais transmettre par exemple un bit toutes les microsecondes et donc quand j'aurai une milliseconde à la valeur de 5 volts ça voudra dire qu'il y a 1000 bits, 1000 fois une microseconde qui sont passés sur le fil.

On a différents types de connecteurs filaires qui existent en pratique et qui vont en fait dépendre de ce qu'on va vouloir faire et aussi dépendre des technologies plus ou moins récentes. Alors les phénomènes importants qui vont se produire quand on transfère de l'information sur un fil c'est d'abord : plus on augmente la distance, plus il va y avoir une perte d'énergie parce que simplement le câble n'est pas parfait, il y a de l'énergie qui va être dissipée, qui va s'en échapper et du coup la qualité du signal va se détériorer. Également si on augmente la fréquence, c'est-à-dire le nombre de bits qu'on envoie successivement, on va avoir une perte d'information également parce que certains fils ne résistent pas forcément très bien à l'envoi d'informations très, très serrées les uns derrière les autres. Donc en gros plus on va vouloir envoyer rapidement des données, plus ça va éventuellement se dégrader au niveau de la qualité de la réception.

Donc différents types de connecteurs. Historiquement on a beaucoup utilisé le câble coaxial qui est-ce qu'on appelle le câble couramment chez les fournisseurs d'accès internet, qui ressemble aussi à l'antenne télé classique, qui est en fait un fil avec une grosse gaine d'isolation autour, qui est un câble qui est relativement facile à déployer, très bien isolé et qui permet d'aller à grande distance. En pratique on va beaucoup utiliser de nos jours plutôt des technologies plus récentes comme la paire torsadée qui est en fait une paire de fils qu'on va mélanger l'un avec l'autre. Et en fait on va en agréger plusieurs et les mettre dans le même

câble. Là, dans l'image de droite, on a un câble RJ45, donc le câble classique utilisé pour câbler le réseau informatique, éventuellement le téléphone aussi, où on a un ensemble de paires torsadées qui sont toutes mises ensemble dans le fil. Et donc ça, ça va permettre de transférer des informations sur une distance relativement limitée, pas forcément en supportant très bien les interférences parce que l'isolation est moins bonne que sur un câble coaxial par exemple. Donc si on fait passer ce câble-là dans la cuisine à côté d'un micro-onde par exemple on pourra avoir des problèmes d'interférences avec les micro-ondes envoyées par l'équipement. De nos jours on utilise beaucoup la fibre optique donc là c'est simplement un fil dans lequel on va faire passer de la lumière. Donc là ce qui est très bien avec la fibre optique c'est qu'il n'y a pas d'interférences électromagnétiques donc le signal va très bien se déplacer sur des centaines de kilomètres, voire des milliers de kilomètres. Par contre c'est plus coûteux à déployer et un peu plus compliqué à déployer aussi donc c'est quelque chose qu'on va réserver pour les grandes distances et pour les installations importantes, quand on a besoin de passer beaucoup de débit et être sûr que ça marche. En pratique, selon la distance ou le débit ou la fréquence des données qu'on veut faire passer dedans, selon la tolérance aux interférences dont on a besoin, on va choisir une technologie ou l'autre, mais après le principe est le même on fait passer des bits les uns derrière les autres, soit avec de la lumière, soit avec des tensions électriques.

Les communications par fil c'est pratique, mais ça a quand même beaucoup de contraintes notamment pour le déploiement vu qu'il faut tirer les fils dans les gaines des bâtiments etc. Également pour la mobilité puisque quand on est connecté au fil, on ne peut plus se déplacer beaucoup. Les technologies sans fil sont beaucoup utilisées de nos jours. Là on change complètement de technologie, on va en fait utiliser les ondes électromagnétiques pour transmettre de l'information donc que ce soit de la télévision, de la radio, de la téléphonie mobile, etc. La grosse différence c'est qu'on va pouvoir émettre depuis un émetteur vers beaucoup de récepteurs. Quand on envoie sur un fil, comme tout à l'heure, on a un seul récepteur connecté au bout du fil et il reçoit les informations. Quand on fait de la communication sans fil, on envoie des ondes et en fait elles vont se propager partout autour de nous et donc potentiellement plusieurs personnes peuvent les recevoir. Et en fait ça pose des problèmes parce qu'il va falloir être capable de dire "ce message que j'envoie, il est pour telle personne et pas pour les autres". Alors éventuellement les autres pourront le lire même s'il n'est pas pour eux, mais en tout cas il faut au moins qu'on soit capable de dire pour qui il est destiné initialement. Donc il va falloir faire de l'adressage, c'est-à-dire ajouter au message de l'information en disant "ce message est pour telle personne". Donc ça, ça pose des contraintes sur les protocoles qu'on va utiliser au niveau du réseau.

Pour finir quelques ordres de grandeur. Donc dans les quatre colonnes de gauche on a des colonnes qui sont des technologies filaires et dans les colonnes vertes à droite on a les technologies sans fil. On voit qu'on a énormément de différences au niveau des performances. La première ligne c'est les performances réseau en mégabits par seconde et la deuxième ligne en mégaoctets par seconde. La différence c'est simplement un facteur huit puisque je vous rappelle qu'un octet c'est huit bits. Et donc on voit qu'entre l'ADSL, qui est-ce qu'on a la maison et qui est de l'ordre de vingt mégabits par seconde, et une fibre optique haut de gamme actuelle où on est plutôt à cent gigabits par seconde, il y a plus d'un facteur 1000 donc on va pouvoir transférer des données sur fibre optique à travers la planète beaucoup plus rapidement que par ADSL entre le fournisseur d'accès et notre maison. En sans fil on a moins de différences entre les différentes technologies. En pratique, en sans fil la grosse différence

ça va être que les performances annoncées et les performances observées vont être très différentes parce que ça va dépendre de l'environnement. Quand on a des communications électromagnétiques, si on a des murs ou d'autres choses entre nous, entre le récepteur et l'émetteur, les performances vont se dégrader parce que la qualité de la réception va être détériorée par ces interférences entre nous. Et du coup les technologies vont avoir des performances différentes, mais en plus des performances qui vont dépendre d'où on se situe par rapport à l'émetteur.

Si on prend quelques exemples. Si on prend un PDF qu'on veut transférer par exemple de l'ordinateur vers une imprimante en USB pour l'imprimer, un PDF d'une centaine de kilo octets on va dire, donc un PDF relativement classique, on va prendre un dixième ou un centième de seconde pour l'envoyer en USB vers une imprimante. Si on le transfère par Wifi ou par 4G vers quelqu'un ça va être du même ordre de grandeur. Si on passe en fibre optique, là tout de suite ça va être beaucoup plus rapide, de l'ordre de quelques microsecondes parce que la fibre optique a un débit gigantesque. Si on prend un gros document, donc par exemple un film Full HD de quelques gigaoctets, sur fibre optique, là on va commencer à s'approcher de la seconde ou du dixième de seconde selon la qualité de la fibre, etc. Par contre sur ADSL, là ça commence à être plus lent, on va prendre plusieurs minutes pour le transférer donc ça commence à se voir, concrètement c'est moins instantané que précédemment. Alors enfin si on s'intéresse à un usage plus classique, par exemple si on veut faire de la vidéo à la demande, donc on veut faire du streaming vidéo Full HD, donc de l'ordre d'un million d'octets par seconde, un mégaoctet par seconde, ça si on le fait sur ADSL, si la ligne est bonne ça devrait marcher. Si par contre on le fait sur Wifi et 3G ça risque d'être compliqué sauf si vraiment la réception est très bonne donc si on est très bien placé par rapport à l'émetteur Wifi ou 3G. Alors ça va dépendre des conditions, mais bon ça risque d'être un peu compliqué d'avoir une vidéo de très bonne qualité sur ces types de connexions.