

3. Compression

Bonjour à tous et bienvenue dans cette troisième séquence du codage binaire. Nous avons vu précédemment comment représenter l'information sous forme de bits, que ce soit le texte, les nombres, les images et les sons. Maintenant nous allons parler de compression de données.

Alors, pourquoi faire de la compression ? Imaginons que nous avons un film Full HD sur un DVD par exemple, on va considérer uniquement la vidéo pour l'instant et pas le son. Alors 2 heures de vidéos c'est en fait 7 200 secondes. En général on met 24 images par seconde parce que simplement il faut que l'œil considère que les images sont suffisamment fluides. Donc on va avoir en gros 170 000 images. Si on est en full HD chacune des images fait 1920 pixels en largeur et 1080 en hauteur donc en gros 2 millions de pixels par image. Et enfin chacun des pixels, comme on l'a vu dans la séquence précédente, va être en général de 24 bits quand c'est des pixels en couleurs, 8 bits pour chacune des composantes de couleur. Donc en tout on va avoir 8 mille milliards de bits utilisés pour stocker l'intégralité des informations de la vidéo. Donc si on fait un calcul rapide, ça correspond à un téraoctet en fait. Un téraoctet c'est énorme. Si vous prenez votre ligne ADSL en général pour télécharger un téraoctet vous allez mettre une centaine d'heures parce que la ligne ADSL elle va à une dizaine ou une vingtaine de mégabits seulement par seconde. Donc si on veut faire de la vidéo à la demande par exemple, ça va être compliqué parce que s'il faut 100 heures pour que le film arrive chez nous, il va falloir attendre beaucoup, ça ne va pas vraiment être à la demande. Donc la question qui va se poser c'est : comment on fait concrètement pour stocker toute cette information, ce téraoctet de film pour le faire tenir sur un DVD, parce qu'un DVD en fait ça prend quelques gigaoctets et pas plus, et aussi pour le faire télécharger en vidéo à la demande ?

Alors on va faire différents niveaux, d'abord on va compresser les images. Alors les images parfois elles ont des zones répétitives. Par exemple ici j'ai mis un dessin technique sur la droite de la présentation, sur cette image on voit qu'il y a des zones qui vont être identiques. Par exemple il y a 2 zones hachurées qui sont hachurées exactement de la même façon, des lettres A qui sont dessinées de la même façon, des traits qui sont identiques avec la même épaisseur, etc. Il y a beaucoup d'informations répétitives, donc ça serait un peu bête de stocker ces différentes informations de multiples fois. Donc ce qu'on va faire quand on va stocker l'image c'est que, au lieu de stocker chacun des pixels, on va stocker de l'information et la répéter. Donc on va dire "je stocke l'information sur les hachures noires et blanches du bas et je vais la réutiliser plus tard sans la dupliquer". Donc ça va permettre de réduire significativement la taille de l'image parce que les informations répétitives ne sont stockées qu'une seule fois. C'est des choses qui sont faites dans des formats d'images très classiques comme par exemple GIF ou PNG qui sont très utilisés sur le web par exemple. C'est des techniques de compression qui s'appliquent très bien pour d'autres choses que les images, par exemple à du texte. Si on a plusieurs fois le même mot, on peut le stocker une seule fois et les autres fois on va faire référence au premier stockage. On peut le faire dans du son aussi, on pourra imaginer que si on a plusieurs fois le refrain exactement identique dans un même morceau, on pourrait le stocker qu'une seule fois.

Maintenant on va parler de compresser les photos. Précédemment on a parlé plutôt de dessin technique avec des choses très répétitives. Pour les photos c'est plus compliqué parce que les photos en général ça va être un ensemble de pixels qui ne sont pas très répétitifs. Alors à moins de prendre un mur qui est vraiment uniforme et éclairé de manière uniforme, en

général il y a toujours des petits détails qui vont changer. Si on regarde sur cette photo, on a des prairies, par exemple, au milieu de l'image qui sont relativement uniformes donc on pourra imaginer de les stocker de manière identique à ce qu'on vient de voir. En pratique, elles ne sont pas complètement uniformes ces prairies parce qu'il y a des petits buissons, des couleurs qui vont légèrement varier à cause du soleil ou de la teinte de l'herbe. Alors la question qui va se poser c'est : est-ce que ces détails sont importants ? L'œil l'humain ne va pas forcément voir tous les détails donc on pourrait dire qu'il y a des détails qu'on va supprimer. Donc on va faire de la compression en faisant de l'approximation avec des blocs de pixels. Donc on va considérer des parties de l'image et on va dire "ce bloc de pixels rectangulaire, au lieu de considérer tous les détails, on va dire "tous les pixels sont à peu près identiques" donc on va considérer qu'ils sont identiques. On va gagner de l'espace en disant "je supprime des détails pour factoriser l'information". C'est des choses très utilisées, par exemple quand on fait des formats d'images de type JPEG. Alors c'est la compression avec perte ici. Ça veut dire que l'image restituée va être différente de l'image originale, elle va être légèrement moins détaillée. Par contre, elle va être beaucoup plus petite parce qu'il y a énormément de détails qu'on n'aura pas besoin de sauvegarder donc ça va permettre de faire des images beaucoup plus petites en taille. En pratique, le résultat va être plus ou moins bon selon le taux de compression. Par exemple ici j'ai repris la même image, je l'ai compressée fortement. Là, l'image a été divisée par 10 en taille de fichier, mais par contre on voit à l'affichage qu'on a des petits rectangles qui apparaissent qui sont les zones où l'algorithme de compression a considéré que les pixels étaient identiques alors qu'en fait ce n'est pas vrai. Et là clairement on a compressé trop fortement et l'image n'est plus jolie. Donc il va falloir trouver un compromis, réduire la taille de l'image, mais pas trop supprimer de détails non plus.

Alors maintenant parlons de vidéo puisque c'était le l'objectif originel d'avoir une vidéo qui ne fasse pas un téraoctet, mais plutôt quelques gigaoctets. Quand on a une vidéo, comme dans les images on peut avoir des zones répétitives, dans une vidéo on va avoir des répétitions entre les images successives. Donc ici si on regarde les 4 images on voit que le fond a très peu changé. Il va être un petit peu décalé vers la gauche puisque le cavalier se déplace vers la droite, mais après le fond lui-même c'est le même. Ensuite le cheval, ses pattes ou peut-être sa queue ou sa tête ont bougé par contre le corps n'a pas forcément beaucoup bougé. Donc ça serait peut-être bête de stocker plusieurs fois l'information du cheval alors qu'en fait il est quasiment identique sur les différentes images. Le cavalier aussi n'a pas énormément bougé. Donc on a énormément de similitudes entre les images successives. Pour stocker une vidéo, on va stocker certaines images et pour les autres, on va regarder les similitudes entre les images et dire "l'image suivante, c'est la précédente avec telles modifications". C'est des choses qui sont faites dans des formats très courants comme MPEG, qui va stocker des images complètes de temps en temps, notamment au début de chaque plan et ensuite il va stocker uniquement les différences avec les images successives. Et ça permet de gagner énormément d'espace de stockage puisqu'il y a énormément d'informations qui ne sont plus dupliquées. Enfin on va parler de compresser le son. Alors pour compresser le son, on va utiliser des informations comme le fait que l'oreille humaine ne capte pas toutes les fréquences. Il y a énormément de plages de fréquences qui existent, mais l'oreille humaine ne va capter qu'entre 20 hertz et 20 kilohertz. Un son qu'on va mesurer avec un instrument va contenir des fréquences qui vont être inférieures ou supérieures à cette plage. Donc on va pouvoir les supprimer. Quand on va coder le son, on va supprimer ces fréquences qui ne servent à rien. On pourra éventuellement aussi considérer que des fréquences similaires sont identiques.

C'est des choses qu'on va faire dans des formats de fichiers assez répandus, par exemple MP3 utilise ce genre de technique. Et donc on va avoir le son qui va être codé de cette façon avec un ensemble de fréquences qui correspondent à ce que peut écouter l'oreille humaine, peut entendre l'oreille humaine. Le signal va être codé de cette façon et on pourra lui appliquer des effets comme par exemple de la réverbération ou d'autres choses en gardant ce codage sous forme de fréquences.

Alors qu'est-ce qu'il faut retenir de cette séquence ? Tout d'abord il y a différentes façons qui existent pour coder et décoder, compresser et décompresser les images et les sons et toutes les données multimédias plus généralement. Ces différentes techniques vont être adaptées, plus ou moins, aux différents cas donc par exemple pour le dessin technique, on ne va pas utiliser la même technique de compression que pour les photos, comme on l'a vu précédemment. On peut avoir de la compression avec perte ou sans perte qui va avoir des avantages et des inconvénients donc selon ce qu'on veut faire on va étudier la bonne. Et après l'ordinateur, c'est toujours pareil, il voit un ensemble de bits, il ne sait pas à quoi ça correspond, il ne sait pas au départ que c'est une image. C'est une suite de bits sans aucun sens, simplement quand on va lui donner cette information pour l'afficher on va lui donner un en-tête qui va décrire "c'est une image qui a été codée et compressée de telle façon". Et donc il va pouvoir la décoder, la décompresser et l'afficher en utilisant la bonne méthode, avec les bons pixels, les bonnes couleurs pour les pixels, etc. Et quand on va donner une image à l'ordinateur avec un scanner par exemple, de la même façon, on va expliquer à l'ordinateur comment prendre cette image et la coder et la compresser pour réduire sa taille, etc. A chaque fois il y aura un en-tête qui décrira comment est-ce qu'on a codé et compressé, donc en précisant la taille, la durée, le type de compression, le type de couleur, etc. pour les images ou le même genre de chose pour les sons.