

EXERCICE N°1 : LA TNT

Ces dernières années, l'évolution des technologies a permis des progrès dans les systèmes de transmission de l'information. En 2005, la télévision numérique terrestre (TNT) apparaît et s'étend progressivement à tout le territoire. En 2011, la France abandonne totalement la télévision analogique. La TNT a permis le développement de chaînes de télévision supplémentaires qui, en 2016, basculent entièrement en haute définition (TNT HD).

Certains téléviseurs disponibles actuellement commencent à préparer la prochaine étape avec la ultra haute définition et l'arrivée, d'ici 2025, de la TNT ultra HD.

Document 1 : La haute définition HD et l'ultra haute définition (ultra HD)

La HD, actuellement diffusée sur la TNT est une HD dite entrelacée, au format HD 1080i/25 : l'image est constituée de 1080 lignes de 1920 pixels chacune et le flux vidéo [...] est équivalent à 25 images par seconde. La TNT classique a une résolution de 480 lignes de 720 pixels chacune.

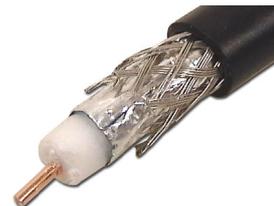
Dans le HD dit progressif, aussi appelé HD 1080p/50, ce sont 50 images complètes par seconde qui sont transmises dans le flux vidéo. C'est ce format qui est utilisé sur les disques Blu-Ray par exemple. Selon les experts, ce format permet d'obtenir une meilleure qualité perçue de la vidéo, notamment pour les scènes rapides et le sport. La HD 1080p/50 pourrait devenir la norme à terme. En effet, certains estiment que la HD entrelacée 1080i/25 n'est qu'un format de transition en attendant la migration complète de la chaîne de production (captation, archivage, etc...) et de diffusion vers la HD 1080p/50. Toutefois, sa diffusion nécessite plus de débit. [...]

D'après : CSA Rapport sur l'avenir de la plateforme TNT, Janvier 2013

Document 2 : Extrait d'une notice de câble coaxial pour relier une antenne à une télévision

Câble d'antenne TV 17VATC classe A :

- Câble coaxial de 100 m utilisable pour la réception TV.
- Haut niveau de blindage qui le protège très efficacement contre les parasites et interférences électromagnétiques.
- Atténuation $\alpha = 0,17 \text{ dB.m}^{-1}$ pour une fréquence de 800 MHz lors du raccordement de l'antenne ou de la parabole au récepteur (télévision, démodulateur satellite).

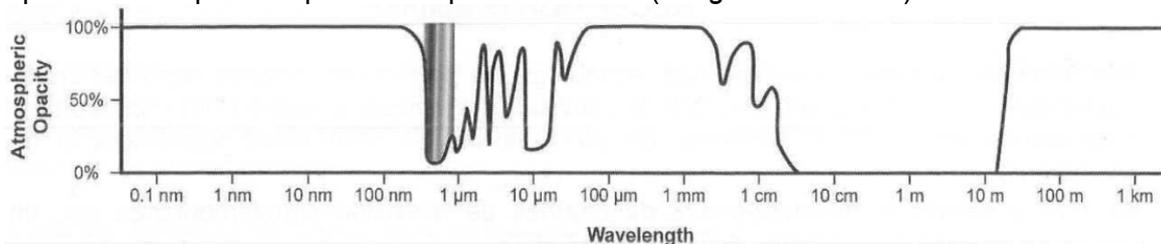


$$A_{dB} = 10 \times \log \left(\frac{P_{\text{entrée}}}{P_{\text{sortie}}} \right)$$

Données :

- Célérité de la lumière dans l'air ou dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Atténuation en décibel d'un signal de puissance P à travers une chaîne de transmission
- Coefficient d'atténuation (en dB.m^{-1}) pour une fibre optique de longueur L
- Octet : 1 octet = 8 bits
- Absorption des fréquences par l'atmosphère terrestre (*Image de la NASA*) :

$$\alpha = \frac{A_{dB}}{L}$$



*Wavelength = Longueur d'onde ; *Atmospheric opacity = Opacité atmosphérique

1. Propagation des ondes radio

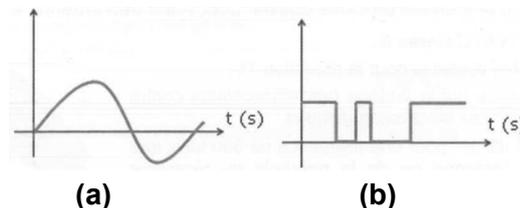
1.1. On considère la transmission d'une information par un signal de fréquence 800 MHz. Justifier le choix de cette fréquence.

1.2. Les chaînes de télévision émises par une antenne relais sont reçues en quasi-simultané par tous les récepteurs situés à moins de 5 km de cette antenne.

Vérifier cette affirmation en explicitant le raisonnement suivi.

2. Atténuation du signal

2.1. Attribuer chacun des deux schémas (a) et (b) ci-dessous à un signal analogique et à signal numérique. Justifier.



2.2. On considère qu'au-dessus d'une puissance de 20 nW (nanowatt) reçue par le téléviseur, l'image affichée peut être considérée comme satisfaisante. L'antenne est reliée au téléviseur par un câble coaxial 17VATC de classe A.

Déterminer à quelle distance maximale de l'antenne d'une maison, un téléviseur peut-il se trouver si l'antenne reçoit un signal de puissance de 100 nW à 800 MHz ?

3. Débit et transmission d'une chaîne HD

L'affichage d'une couleur, pour un pixel d'un écran, fait intervenir les trois couleurs primaires : codage RVB (Rouge, Vert, Bleu). On suppose que ce codage utilise 3 octets pour chacun des pixels. Par exemple, le codage d'un pixel rouge est (255, 0, 0).

3.1. Donner, en le justifiant, le codage d'un pixel noir et celui d'un pixel blanc.

3.2. Déterminer le débit nécessaire pour transmettre les images d'une chaîne de télévision haute définition HD 1080p/50 en bits par seconde puis en Gigabits par seconde.

3.3. Préciser quelle technique permet d'envoyer trois chaînes HD sur un canal de 24 Mbit.s⁻¹ alors que ceci ne semble pas suffire pour une seule chaîne.

EXERCICE N°2 : HOME CINÉMA

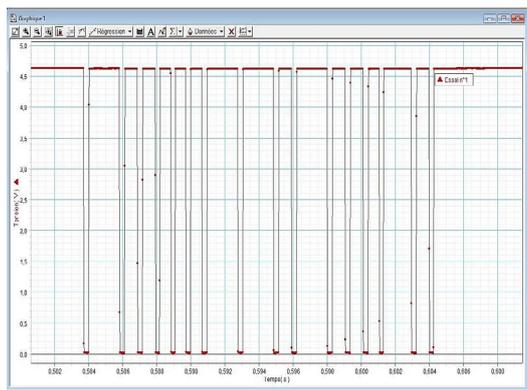
Depuis une vingtaine d'années, les systèmes home-cinéma sont de plus en plus utilisés à domicile. L'objectif est de reproduire le plus fidèlement possible l'image et le son du cinéma à la maison. Le choix pour le consommateur est parfois difficile, perdu au milieu de sigles et autres arguments commerciaux : HD, full HD, UHD, 4K, OLED, LCD, son 2.0, 5.1, TV connectée, etc... Dans cet exercice, on se propose d'étudier les principales caractéristiques d'un home-cinéma.

2. La télécommande

Pour piloter les différents appareils d'un home-cinéma, on utilise une ou plusieurs télécommandes équipées de diodes qui émettent des ondes électromagnétiques dans l'infrarouge.

Signal émis par la télécommande :

Notice technique de la diode de la télécommande :



Modèle LTE5228A		
	Angle d'ouverture	40°
	Tension	1,2 V
	Fréquence émise	$3,10 \times 10^{14}$ Hz
	Intensité lumineuse	5 mW/Sr
	Dimension de l'optique	5 mm

2.1. Définir ce qu'est une onde progressive.

2.2. Quelle est la principale différence entre une onde mécanique et une onde électromagnétique ?

2.3. Justifier, à l'aide des documents fournis, que le rayonnement émis par la télécommande correspond bien à un rayonnement infrarouge.

2.4. Le signal émis par la télécommande est-il de nature analogique ou numérique ? Justifier.

Définition de l'image

La taille moyenne des écrans de télévision n'a cessé de progresser. À la fin du XX^{ème} siècle, les plus grosses télévisions à tube cathodique avaient un écran mesurant 92 cm de diagonale. Depuis l'arrivée des écrans plats (à technologie plasma, LCD ou actuellement OLED), cette diagonale peut atteindre plusieurs mètres.

Caractéristiques d'un écran numérique

Les deux principales caractéristiques d'une télévision sont la taille et la définition de son écran. Commercialement, on utilise la diagonale de l'écran (exprimée en cm ou en pouce) pour mesurer et comparer la taille des écrans de télévision.

Quant à la définition de l'écran, qui correspond au nombre total de pixels qui le composent, elle dépend des normes instaurées par les fabricants : SD, HD, Full HD et à présent Ultra HD (UHD) parfois appelé à tort « écran 4K » (la 4K étant une norme issue du cinéma). Chacune de ces normes correspond à un nombre bien déterminé de pixels sur la largeur et la hauteur de l'écran.

Normes des définitions d'écran

Normes commerciales	Nombre de pixels en largeur	Nombre de pixels en hauteur	Distance minimale du spectateur à l'écran
SD	720	576	4,5 × la diagonale
HD	1280	720	3,9 × la diagonale
Full HD	1920	1080	2,6 × la diagonale
UHD	3840	2160	1,3 × la diagonale

Le codage RVB

Le codage RVB consiste à représenter les couleurs à partir de trois couleurs de base : le rouge, le vert et le bleu.

Chaque pixel est codé sur 3 octets, un par composante de couleur.

Données :

- octet = 8 bits ;
- 1 pouce = 2,54 cm

Multiples de l'octet	1 ko	1 Mo	1 Go	1 To
Conversion en octet	10^3	10^6	10^9	10^{12}

3.1. Un client décide d'acheter une télévision de 65 pouces de diagonale et de placer son canapé à environ 2,50 m de la TV. Si l'achat d'une TV UHD est retenu, les conditions d'utilisation recommandées par le constructeur sont-elles respectées ?

3.2. Si le téléspectateur s'approche de l'écran, quel défaut apparaîtra sur l'image ?

3.3. Calculer la définition de l'écran de la TV UHD.

3.4. Calculer le nombre de couleurs différentes que peut générer un pixel de l'écran.

3.5. Vérifier que la taille d'une image au format UHD est d'environ 25 Mo.

3.6. Un film d'une durée de 1h 30 min est numérisé au format UHD. Il est composé de 25 images par seconde et le fichier audio attaché au film est de 10 Go.

Montrer que le fichier de ce film ne peut théoriquement pas tenir sur un seul Blu-Ray (double couche) de capacité totale 50 Go.

Téléchargement du film en streaming par internet

On peut visionner les films au format UHD en streaming (lecture d'un flux vidéo à mesure de sa diffusion, ne nécessitant pas le téléchargement). Ce service est directement accessible depuis les TV connectées à internet ou les appareils mobiles. Cependant pour « streamer » au format UHD il faut un débit minimum d'au moins 25 Mbit.s^{-1} pour un visionnage confortable (sans saccades).

Débits moyens des différents modes de transmission de l'information

	Téléphonie mobile (propagation hertzienne)			Internet à domicile	
Modes	3G+	H+	4G	ADSL	Fibre optique
Débit (Mbit.s^{-1})	3,6	5	40	20	100

La compression de données

La compression de données ou codage de source est l'opération informatique consistant à transformer une suite de bits A en une suite de bits B plus courte pouvant restituer les mêmes informations en utilisant un algorithme particulier.

4.1. Parmi les modes de transmission évoqués dans les documents à disposition, quels sont ceux qui mettent en œuvre une propagation guidée ?

4.2. Quel est le mode de transmission à privilégier si on souhaite « streamer » un film au format UHD sur un home-cinéma ? Argumenter votre réponse.

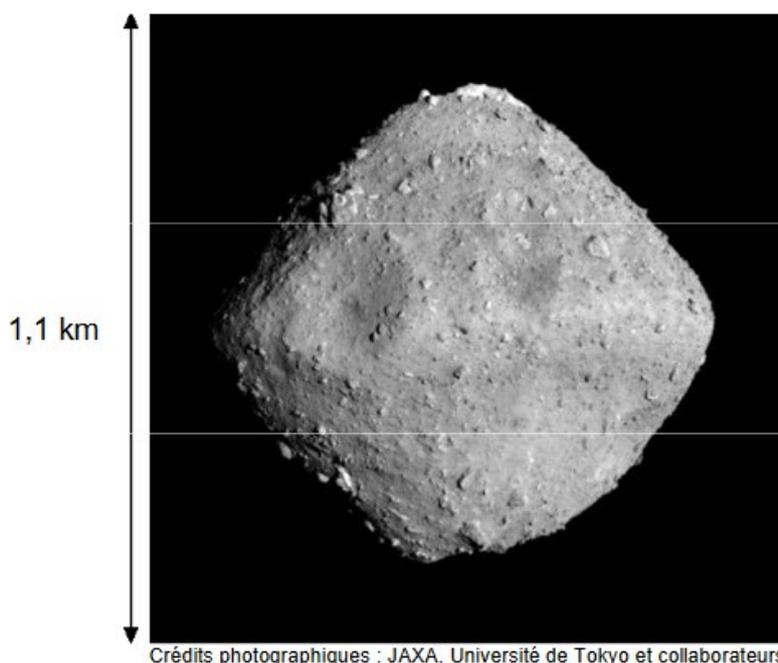
4.3. Montrer que les débits actuels ne permettent pas de regarder en streaming un film UHD de 3,385 To et d'une durée de 1h 30 min sans compression d'images.

4.4. Pourquoi est-il nécessaire de compresser les fichiers lors de leur transmission ?

EXERCICE N°3 : L'ASTÉROÏDE RYUGU

Hayabusa 2, « faucon-pèlerin » en japonais, est arrivée à bon port. Après avoir quitté la Terre en décembre 2014, la sonde japonaise a atteint le 27 juin 2018 l'astéroïde Ryugu, d'environ 900 m de diamètre, situé à 280 millions de kilomètres de la Terre. Objectif ? Collecter et rapporter sur Terre en décembre 2020 quelques milligrammes d'échantillons, matériaux très anciens témoignant de la formation du système solaire.

Photographie de l'astéroïde Ryugu et transmission des données La sonde Hayabusa 2 communique les données scientifiques avec la Terre en transmettant des signaux avec un débit de transmission de 32 kilobits par seconde. La photographie ci-après de l'astéroïde Ryugu a été acquise le 26 juin 2018 par la caméra ONC de la sonde, alors que celle-ci se trouvait à une distance de 20 km de l'astéroïde. Cette image représente un carré de 1,1 km de côté et possède une définition de 512×512 pixels, chaque pixel étant codé par 1 octet.



1. Est-il possible de distinguer un détail de dimension égale à 3 m sur la photographie ? Justifier.
2. Évaluer le diamètre moyen de l'astéroïde Ryugu à partir de sa photographie. Vérifier la cohérence du résultat avec les informations données au début de l'exercice.
3. Déterminer la durée nécessaire pour transmettre toutes les données de cette photographie.