



USTHB-Info |2023

# SÉRIE D'EXERCICES

## RÉSEAUX

### L3 ACAD

Par  
Dr. Khadidja CHAOUI



# Exercice N°1

Une image TV numérisée doit être transmise à partir d'une source qui utilise une matrice d'affichage de *450×500 pixels*, chacun des pixels pouvant prendre *32 valeurs* d'intensité différentes. On suppose que *30 images* sont envoyées par seconde.

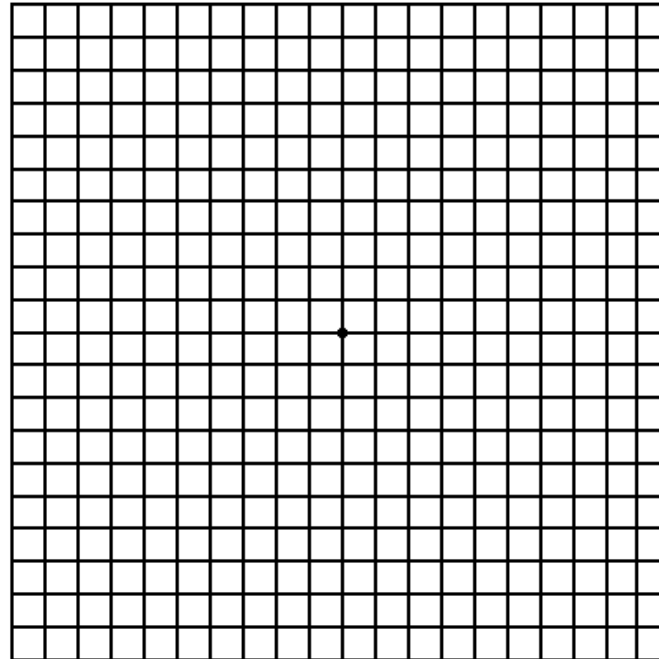
**Q1)** Quel est le débit *D* de la source ?

# Exercice N°1

Largeur 500 pixels

pixel  
avec 32 couleurs  
possibles

Hauteur 450 pixels

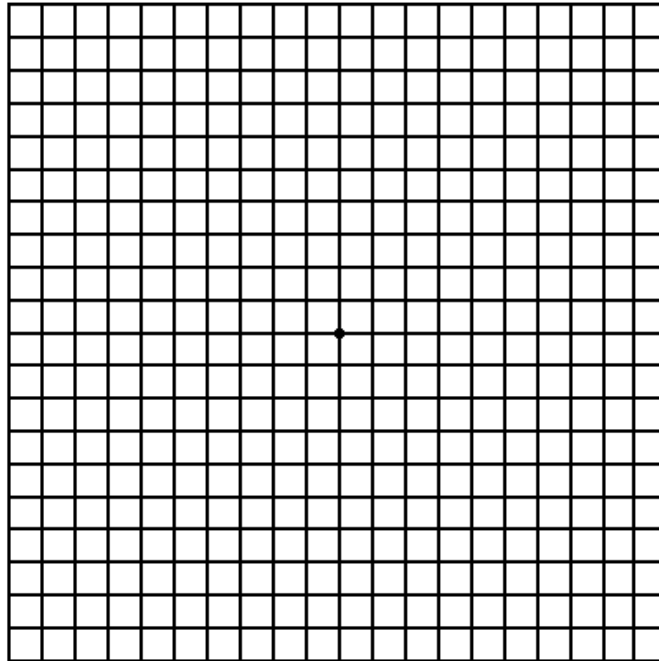


Transmission de 30  
Images à la seconde

# Exercice N°1

Largeur 500 pixels

pixel  
avec 32 couleurs  
possibles



Hauteur 450 pixels

Transmission de 30  
Images à la seconde

**Réponse :** 32 Valeurs codées (états).

On considère  $V=32$ , donc  $n = 5 \text{ bits}$ .

$R = \text{taille d'une image} \times \text{Nombre d'images} = 450 \times 500 \times 30$

$D = n \times R = 5 \times 450 \times 500 \times 30 = 33\,750\,000 \text{ bps}$  ;

# Exercice N°1

**Q2)** L'image TV est transmise sur une voie de largeur de bande **4,5 MHz** et un rapport signal/bruit de **35 dB**. Déterminer la capacité de la voie.

## Réponse

Appliquons la relation  $C = W \log_2(1 + (S/B)_W)$ .

Toutefois, il faut faire attention que dans cette relation S/B est exprimée en rapport de puissances et non en décibels :

$$(S/B)_{dB} = 35 \rightarrow 10 \log_{10}((S/B)_W) = 3130$$

Nous obtenons :

$$C = 4500\ 000 \times \log_2(1+3130) = 52\ Mbits$$

## Exercice N° 2

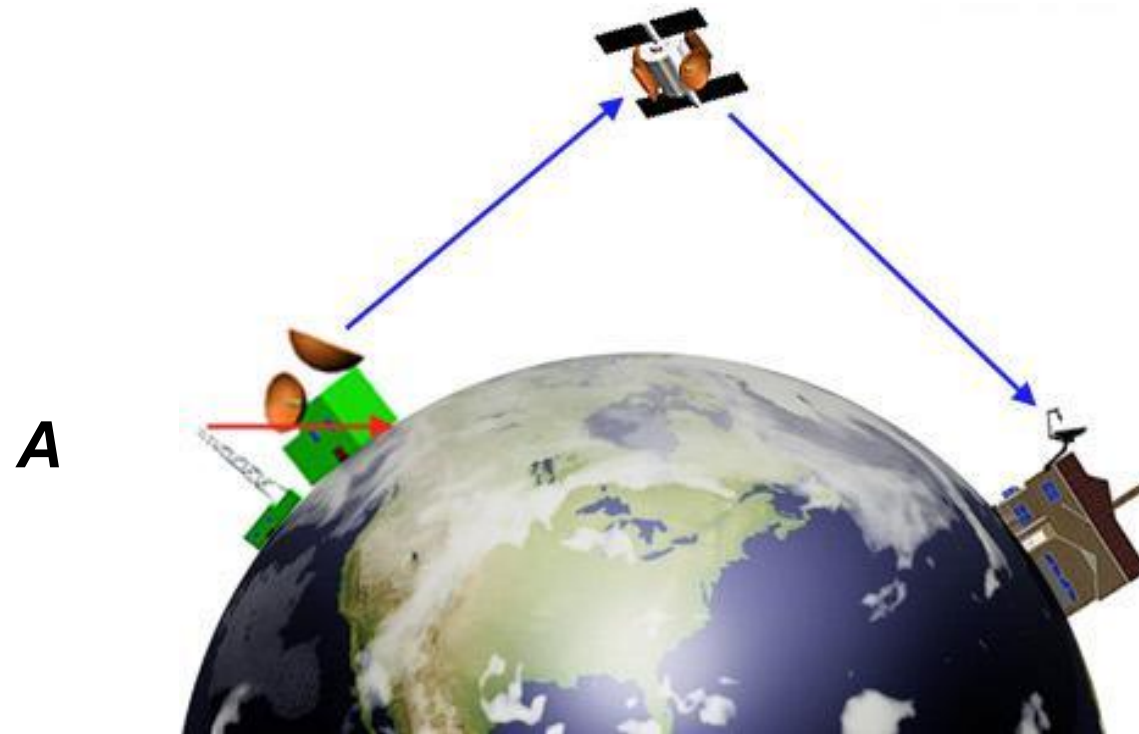
Deux stations s'échangent de l'information via un satellite de communication situé à *36000 km* de la surface de la terre.

La vitesse de propagation du signal sur le support de transmission (l'air) entre le satellite et une station terrestre est égale à celle de la lumière, c-à-d environ *300000 km/s*.

Supposant que l'une des stations émet un message vers l'autre station, d'une taille de *800 bits* et avec un débit binaire de *64 Kbit/s* :

# Exercice N° 2

*Satellite géostationnaire*





## Exercice N° 2

**Q1)** Calculer alors le temps de transmission de ce message.

## Réponse

Le temps de transmission est le temps nécessaire pour que l'*ETCD* injecte toute l'information sur le support :

$D = 64 \times 1024 \text{ bits} \text{ -----} > 1 \text{ Sec}$

$800 \text{ bits} \text{ -----} > ?$

$$\text{Temps}_{Tr} = 800 / 64 \times 1024 = 12 \text{ ms.}$$

# Exercice N°2

**Q2)** Calculer le temps de transfert.

## Exercice N°3

**Q2)** Calculer le temps de transfert.

### Réponse

Le *temps de transfert* est le temps nécessaire à la transmission des données sur le canal et leur propagation jusqu'au récepteur :

$$\text{Temps}Tf = \text{Temps}Tr + \text{Temps}P.$$

Le *temps de propagation* dépend de la vitesse de propagation et de la distance parcourue par le signal, soit un allé-retour (Terre – Satellite)

$$\text{Temps}P = \text{Distance} / \text{Vitesse} = (36\,000 \times 2) / 300\,000$$

$$\text{Temps}Tf = 12\,ms + 240\,ms = 252\,ms.$$

## Exercice N°3

**Q1)** Un multiplexeur en fréquence transporte-t-il plus d'information pour une même bande passante, qu'un multiplexeur temporel ?

## Réponse

Non car contrairement à un multiplexeur temporel qui utilise la totalité de la bande passante pour le transport des données, le multiplexeur fréquentiel utilise une partie de cette bande comme plages de garde pour limiter les interférences entre les canaux multiplexés. Par conséquent il transporte moins de données.

## Exercice N°3

**Q2)** Une voie de transmission véhicule *16 signaux* distincts (états).  
Quelle est la quantité d'information binaire maximale pouvant  
être transportée par chaque signal ?

## Exercice N°3

**Q2)** Une voie de transmission véhicule *16 signaux* distincts (états).  
Quelle est la quantité d'information binaire maximale pouvant être transportée par chaque signal ?

### Réponse 3

Avec 4 bits on peut former 16 combinaisons différentes auxquelles correspondent les 16 signaux distincts. Donc la quantité d'information binaire transportée par signal est 4 bits.

$$\text{Valence} = 16 = 2^n \rightarrow n = 4$$



## Exercice N°3

Sur une voie de transmission, on constate que le nombre de communications par heure est de **1,5** et que chaque communication a une durée moyenne de **360 secondes**.

**Q3)** Quel est le trafic correspondant?

## Exercice N°3

Sur une voie de transmission, on constate que le nombre de communications par heure est de **1,5** et que chaque communication a une durée moyenne de **360 secondes**.

**Q1)** Quel est le trafic correspondant?

### Réponse

La relation à employer est la définition du trafic :

$$E = (N \times T) / 3600 = 1,5 \times 360 / 3600 = 0,15 \text{ Erlang}$$

## Exercice N°3

Sachant que pour cette voie de transmission, le nombre de transactions par communication est de **4000**, la longueur moyenne d'une transaction est de **12000 bits**, le débit binaire est **64 Kbits/s**.

**Q4)** Donner le taux d'occupation de la voie.

## Exercice N°3

Sachant que pour cette voie de transmission, le nombre de transactions par communication est de **4000**, la longueur moyenne d'une transaction est de **12000 bits**, le débit binaire est **64 Kbits/s**.

**Q4)** Donner le taux d'occupation de la voie.

Réponse

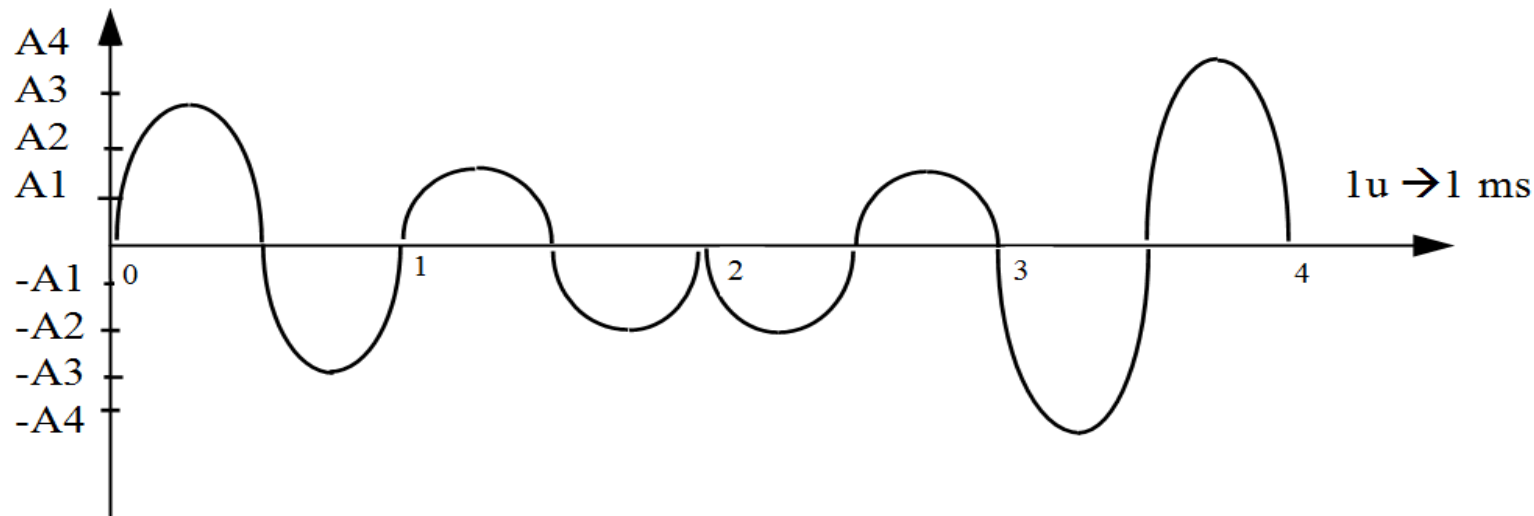
Le débit effectif est  $d = \frac{N_t P}{T}$

$$d = 4000 \times 12000 / 3600 = 13\,333,333$$

et le taux d'occupation est le rapport  $q = d/D = 0,20$ .

# Exercice N°4

Soit le signal analogique suivant, véhiculant le message binaire *011010001101* sur une ligne de transmission d'une capacité de *4000 bit/s*.

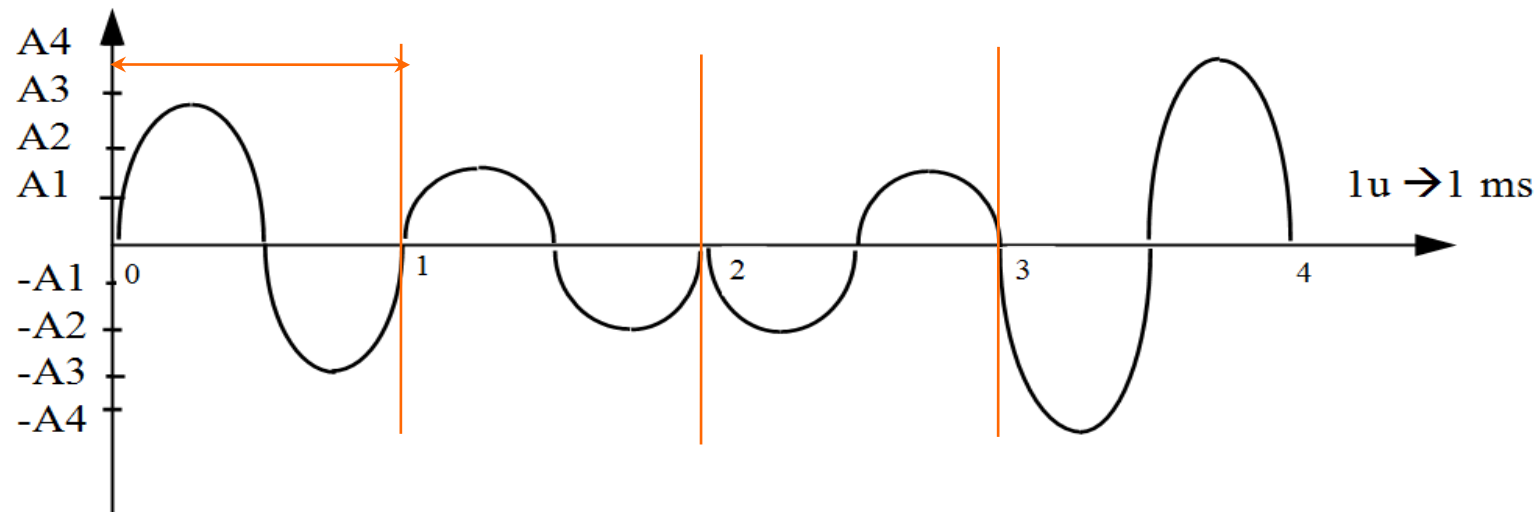


**Q1)** En déduire la valence du signal.

**Réponse :**

Rappel : La valence est le nombre d'états distincts utilisés dans le signal.

D'après le schéma, on détermine quel est la plus petite portion représentant un *état*.



On déduit que la durée  $t$  d'un état = 1ms.

Donc, il y a 4 états représentés par le signal analogique.

Par ailleurs, le nombre de bits du message (011010001101) = 12 bits.

D'où : le nombre de bits  $n$  par état =  
 $12 / 4 = 3$  bits/état

Donc, d'après la formule  $V = 2^n = 8$  états.

## Exercice N°4

**Q2)** Donner le procédé de modulation utilisé par le modem.



# Exercice N°4

**Q2)** Donner le procédé de modulation utilisé par le modem.

## Réponse

Il faut repérer dans le signal, s'il y a **variation** soit de l'**amplitude**, soit de la **phase**, ou de la **fréquence**.

Nous remarquons 4 amplitudes ( $A1, A2, A3, A4$ ) et 2 phases ( $0, \pi$ ).

Nous avons par ailleurs :

$$V = 8 = Nbrf_{re} \times NbrAmp \times NbrPhases = 1 \times 4 \times 2.$$

Donc cette modulation ne contient pas d'autres fréquences. Le procédé de modulation utilisé par le modem est une modulation combinée d'amplitude et de phase.

## Exercice N°4

**Q3)** Calculer le débit binaire de la transmission.

## Exercice N°4

**Q3)** Calculer le débit binaire de la transmission.

### Réponse

Le débit binaire  $D$  de la transmission est le nombre d'éléments binaires transmis à la seconde, nous avons la formule  $D=R \times n$  où  $R$  est la rapidité du signal.

$$R = 1/t = 1 / 10^{-3} = 1000 \text{ bauds}$$

$$D = 1000 \times 3 = 3000 \text{ bits/s.}$$

## Exercice N°4

**Q4)** Proposer une technique de modulation pour permettre un débit égal à la capacité de la ligne de transmission.

## Exercice N°4

**Q4)** Proposer une technique de modulation pour permettre un débit égal à la capacité de la ligne de transmission.

**Réponse :** La capacité de la ligne est le débit maximum que peut supporter la bande passante de cette ligne.

Si  $D_{max} = \text{Capacité} = 4000 \text{ bits/s} = R \times n$ .

Notons que la rapidité est un paramètre qui caractérise le modem et donc est censé être figé tant que c'est le même matériel qui est utilisée. Par conséquent, pour atteindre  $D_{max}$  il faut augmenter  $n$ .

$$n_{max} = D_{max} / R = 4000/1000 = 4 \text{ bits.}$$

Dans ce cas, la valence  $V_{max} = 2^n = 16 \text{ états.}$

$$V_{max} = Nbrfre \times NbrAmp \times NbrPhases = 16.$$

On propose donc une technique de modulation combinée d'amplitude et de phase : 4 amplitudes ( $A1, A2, A3, A4$ ) et 4 phases ( $0, \pi/2, \pi, 3\pi/2$ ).

**Q5)** Représenter alors le nouveau signal utilisé.

**Réponse :**

Nous proposons la modulation suivante, où chaque combinaison binaire sur 4bits lui est associée un état distinct.

Etat	Représentation	Etat	Représentation	Etat	Représentation	Etat	Représentation
0000	$A1, \varphi = 0$	0100	$A2, \varphi = 0$	1000	$A3, \varphi = 0$	1100	$A4, \varphi = 0$
0001	$A1, \varphi = \pi/2$	0101	$A2, \varphi = \pi/2$	1001	$A3, \varphi = \pi/2$	1101	$A4, \varphi = \pi/2$
0010	$A1, \varphi = \pi$	0110	$A2, \varphi = \pi$	1010	$A3, \varphi = \pi$	1110	$A4, \varphi = \pi$
0011	$A1, \varphi = 3\pi/2$	0111	$A2, \varphi = 3\pi/2$	1011	$A3, \varphi = 3\pi/2$	1111	$A4, \varphi = 3\pi/2$

En fonction de la modulation proposée, nous découpons le message initial en bloc de 4bits (un état). Nous obtenons que le signal à transmettre contient  $12/4 = 3 \text{ états}$  que sont : **0110-1000-1101**

