

IntNum / TD Conversion Analogique Numérique

Exercice 1 / Données numériques

Les images couleurs sont composées de **pixels**, chacun codé en **Rouge**, **Vert** et **Bleu**. Chacune des couleurs est codée sur **8 bits**. Les formats des images utilisées dans le domaine de la vidéo numérique sont les suivants (plateforme de *streaming* par exemple) :

480p 720 x 480 pixels	720p 1280 x 720 pixels	Full HD 1920 x 1080 pixels	4K 3840 x 2160 pixels
------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

Ces images sont rafraichies à un rythme de **25 images/seconde**.

1. Sur combien d'octets sont codés chacun des pixels ?
2. Quelle taille, en octets, faut-il pour stocker une image en 4K sur un support physique ? Une image en 720p ?
3. Quelle taille, en octets, faut-il pour stocker une seconde de vidéo en 4K sur un support physique ? Une seconde de vidéo en 720p ?

Les débits en réception des différents moyens de communication actuels sont les suivants (valeur moyenne - décembre 2024) :

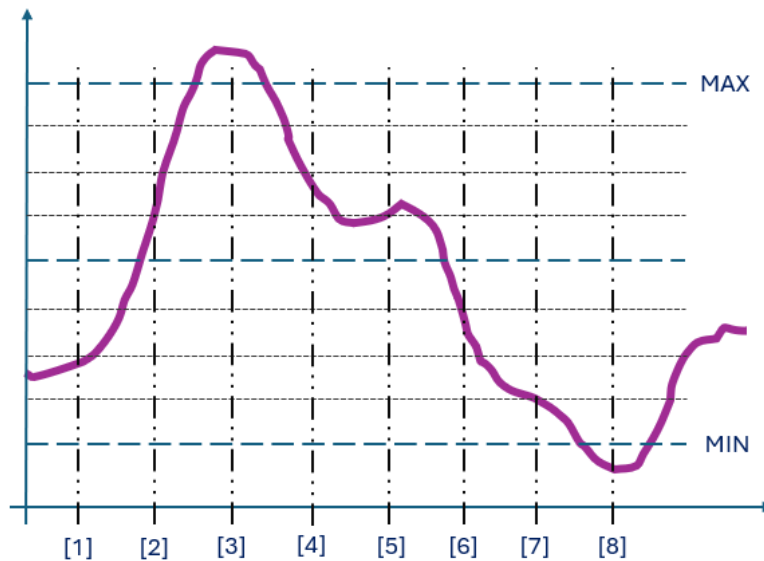
Fibre Optique 573 Mbits/s	Réseau 5G 500 Mbit/s
----------------------------------	-----------------------------

4. Dans votre colocation, vous êtes 2 et vous souhaitez regarder deux vidéos différentes. Quelle qualité vidéo pouvez-vous utiliser à l'aide de votre connexion par fibre optique ?
5. Une coupure de votre routeur vous oblige à passer chacun sur votre téléphone 5G. Quelle est la qualité vidéo maximale utilisable ?

On supposera dans cet exercice que les images sont **non compressées**. Il existe cependant des encodages permettant des réductions de 40% sans perte en moyenne (**FFV1**) à 90% avec perte (**H.264**).

Exercice 2 / Conversion analogique-numérique

Soit le signal suivant.



On souhaite l'encoder sur sur 8 niveaux entre les valeurs *MIN* et *MAX*. Les échantillons [i] sont pris à intervalle régulier

1. Combien de bits faut-il pour transmettre un échantillon ?
2. Graduer l'axe des ordonnées avec les valeurs obtenues en sortie du convertisseur analogique-numérique (valeurs binaire et décimale).
3. Quelles sont les valeurs binaires et décimales des 8 premiers échantillons ?

Exercice 3 / Transmission numérique

On souhaite transmettre des informations binaires sur une fibre. Le laser d'émission peut être piloté selon 4 niveaux d'intensité lumineuse. On ajoute également la possibilité de choisir 2 états de polarisation.

On supposera que le délai de changement de niveaux de luminosité et de polarisation n'est pas un facteur limitant de la transmission.

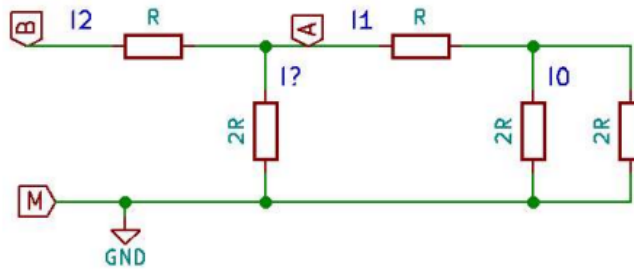
1. Quelle est la valence de ce mode de transmission ?
2. Quelle est la quantité de bits transmis par motif ?
3. Chaque motif reste un temps Δ_T sur la fibre. En déduire le débit binaire en bits/s puis en octets/s.

AN : $\Delta_T = 100 \text{ ns}$

Exercice 4 / Conversion numérique-analogique

Montage R-2R

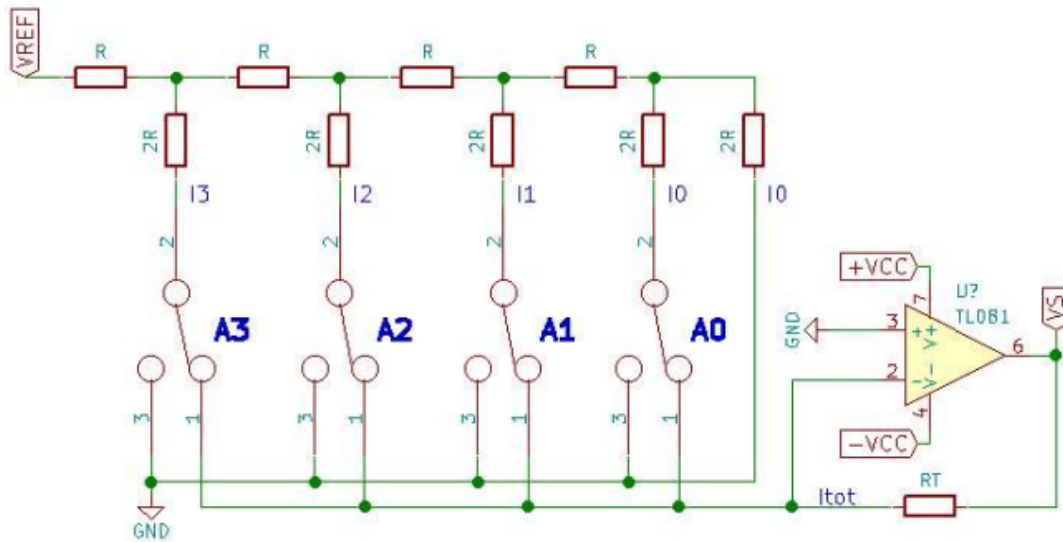
On s'intéresse à ce montage :



1. Que vaut le courant I_1 en fonction du courant I_0 (courant passant par la résistance $2R$) ?
2. Que vaut le courant I_2 en fonction du courant I_0 (courant passant par la résistance $2R$) ?

Montage complet

On s'intéresse à présent au montage suivant :



On supposera que lorsque $A_i = 0$, l'interrupteur i est en position 3 et que lorsque $A_i = 1$, l'interrupteur i est en position 1.

1. Quel est le type de montage autour de l'ALI ?
2. En quoi la structure vue précédemment peut nous aider ?
3. Que vaut alors le courant I_{tot} dans la contre-réaction de l'ALI en fonction des courants I_i ?
4. Que vaut alors le courant I_{tot} dans la contre-réaction de l'ALI en fonction du courant I_0 et des valeurs des A_i ?

IntNum / TD Signaux, images et FFT

Pour ce TD, nous utiliserons l'environnement **MatLab** de **Mathworks**. Il utilise un langage de script destiné au **calcul scientifique**, au même titre que le langage *Python* associé à des bibliothèques de type *Numpy* et *Matplotlib*.

Des fichiers contenant des exemples sont disponibles sur le site du LEnsE dans la rubrique *Année / Première Année / Interfaçage Numérique S6 / TD Interfaçage Numérique / TD Signaux, images et FFT / Codes Matlab*.

Exercice 0 / Interface de MatLab

1. Lancer l'application MatLab
2. Dans la fenêtre *Command Window* (au centre de l'interface), saisir l'instruction suivante :

```
1 v = linspace(0,1,101)
```

3. Que réalise cette instruction ? A quoi correspond la zone *Workspace* (à droite de l'interface) ?
-

Exercice 1 / FFT sur des signaux 1D

On se propose de tester le code *exercice1.m*.

1. Créer un script par la commande *New Script* (en haut à gauche de l'interface)
 2. Tester le script fourni.
 3. Quelle est la fréquence du signal y_{Sin1} ? Quelle est la période d'échantillonnage du signal ? Est-ce suffisant ?
 4. A quoi correspond le second graphique ?
 5. Générer un second signal sinusoïdal y_{Sin2} de fréquence 287 Hz et d'amplitude 3
 6. Tracer ces deux signaux sur un même graphique.
On se propose d'étudier un signal y_{SinSom} correspondant à la somme de ces deux signaux : $y_{SinSom} = y_{Sin1} + y_{Sin2}$
 7. Tracer le signal y_{SinSom} sur un graphique.
 8. Calculer la FFT de ce signal et tracer cette réponse en fréquence sur un nouveau graphique. Construire l'axe des fréquences.
-

Exercice 2 / FFT sur des images

On se propose d'étudier le script *exercice2.m* (associé à l'image *test_image.png*).

1. Tester ce script.
2. A quoi servent les différentes étapes de ce script ? Sont-elles très différentes de celles utilisées en *Python* ?
3. Appliquer la fonction *circular_mask.py* à la transformée de Fourier de l'image, avec un rayon de 30 pixels.
4. Générer l'image associée à cette nouvelle transformée de Fourier (*ifft2()* - voir l'aide de MatLab) et l'afficher.
5. Tester avec plusieurs tailles de rayon. Inverser également le masque. Expliquer l'impact du choix du masque sur l'image finale.

IntNum / TD Caméra et Images

Exercice 1 / Caméra CMOS

1. Faire un schéma représentant les éléments constitutifs d'un pixel d'une caméra CMOS.

On souhaite, à l'aide d'une caméra CMOS, visualiser un objet pouvant être contenu dans un carré de 4.5 cm de côté.

On veut pouvoir mesurer des distances à une précision de l'ordre de $100 \mu\text{m}$. On prendra une résolution de $S = 4$ pixels pour $100 \mu\text{m}$.

2. Quelle doit être la résolution minimale du capteur ?

On choisit une caméra dont les pixels font $3 \mu\text{m}$ de côté.

3. Quelle est la taille du capteur ?

L'objet sera placé à 10 cm de l'objectif. On souhaite à présent caractériser l'objectif à placer devant le capteur.

4. Faire un schéma de principe de l'objet et de l'image de l'objet (optique instrumentale). *On supposera que l'objectif peut-être modélisé par une lentille mince.*

5. Quel grandissement faut-il pour répondre au cahier des charges ?

6. Quelle focale faut-il choisir pour l'objectif ?
-

Exercice 2 / Opérations morphologiques - Erosion et Dilatation

L'**érosion** et la **dilatation** sont deux opérations de base en morphologie mathématique, utilisées pour le pré-traitement et l'analyse d'images.

L'**érosion** est une opération qui réduit les objets présents dans l'image. Elle consiste à appliquer un **élément structurant** (ou noyau) à chaque pixel et à ne conserver un pixel que si tous les pixels couverts par l'élément structurant correspondent à l'objet (opération booléenne ET).

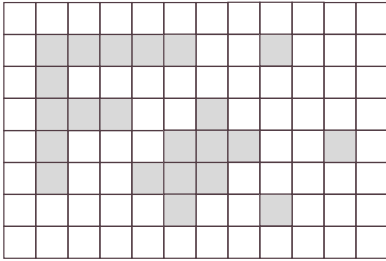
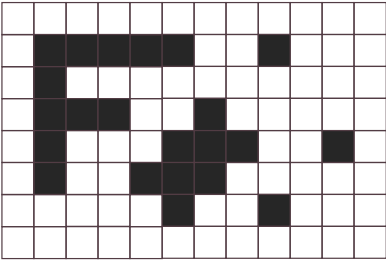
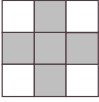
La **dilatation** est l'opération inverse de l'érosion. Elle élargit les objets dans l'image. Un pixel devient un pixel de l'objet s'il y a au moins un pixel de l'objet sous l'élément structurant (opération booléenne OU).

1. A partir des noyaux proposés dans les pages suivantes, réaliser l'opération morphologique d'érosion et de dilatation sur l'exemple donné.

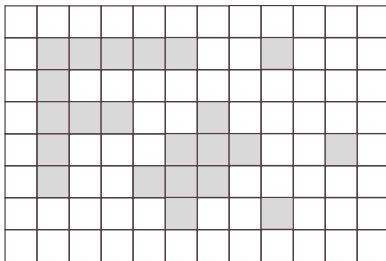
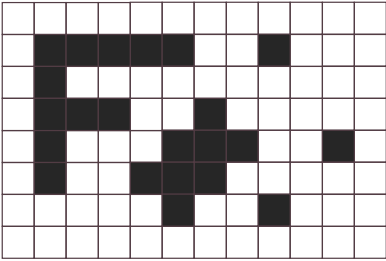
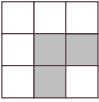
2. Quel noyau utilisé pour détecter des lignes verticales ? Tester sur les exemples fournis en annexe.

EROSION / Opération booléenne ET

CROSS

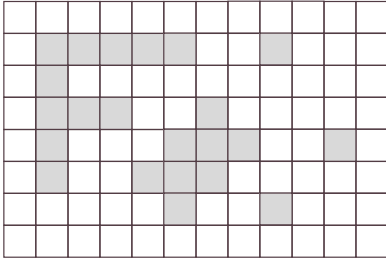
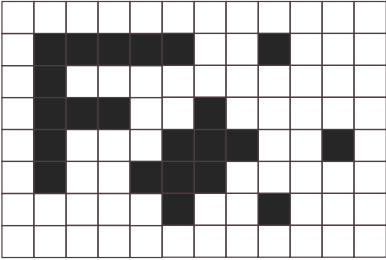
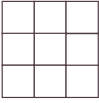


CORNER

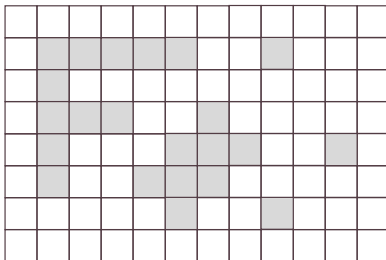
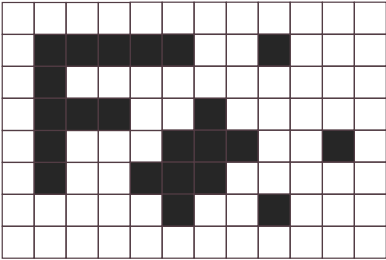
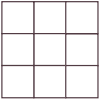


EROSION / Opération booléenne ET

KER ?

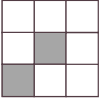
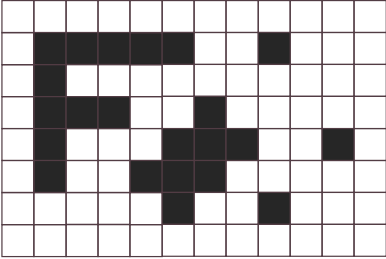
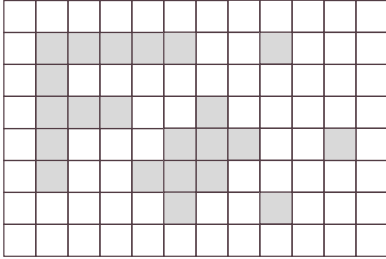


KER ?

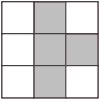
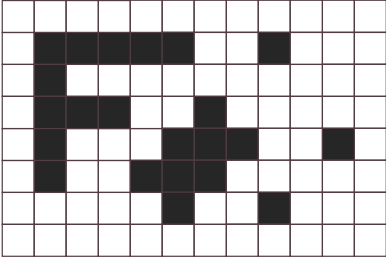
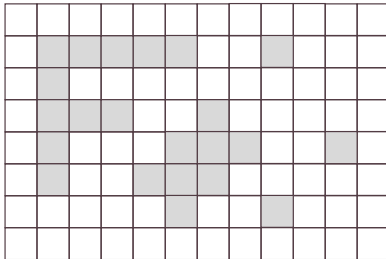


DILATION / Opération booléenne OU

KER 1

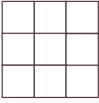
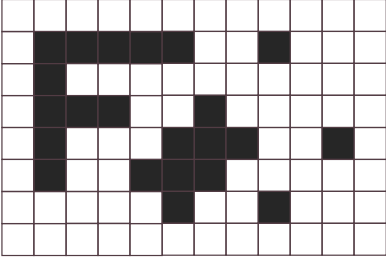
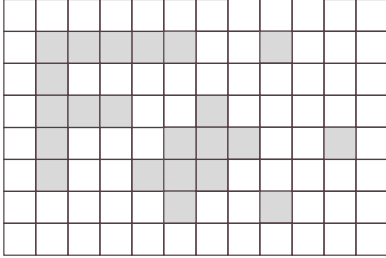




KER 2

DILATION / Opération booléenne OU

KER ?

KER ?

