

---

# Rapport TP3

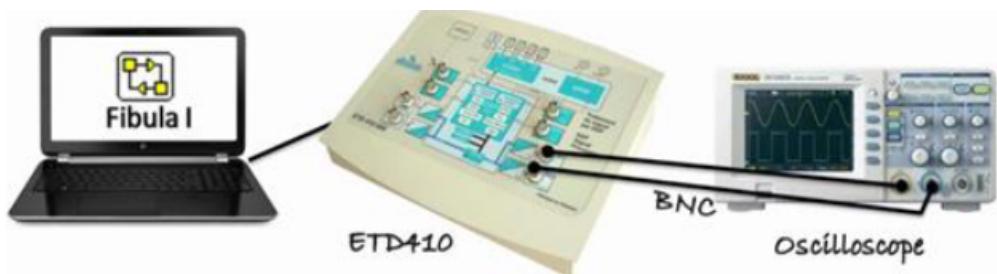
## Chaîne de transmission numérique

Travaux pratiques - R305

BUT Réseaux & Télécommunications

IUT Villetaneuse, 2ème année, troisième semestre

---



Wang Peng Chao  
Douicher Massi  
EAP Laurent

2022-2023

Enseignante : Mme OURIMI

<b>1. Objectif</b>	<b>3</b>
<b>2. Liste du matériel</b>	<b>3</b>
<b>3. Travail préparatoire</b>	<b>4</b>
<b>4. Expérimentation</b>	<b>6</b>
4.1 Figure 1	6
4.1 Figure 2	12
Etude de transmission en 8-PSK	16
Conclusion	18

# 1. Objectif

L'objectif du TP est d'étudier une chaîne de transmission numérique en utilisant différentes modulations notamment des modulations en bande décalée. L'ensemble est réalisé sur carte Didalab ETD 410 000.

## 2. Liste du matériel

Pour la réalisation du TP, nous avons utilisé lors de nos manipulations la matériel suivant:

- Un ordinateur pour l'utilisation du logiciel Fibula
- Une maquette didactique EDT 410 000.
- Des câbles coaxiaux.
- Un oscilloscope

On utilisera une maquette didactique ETD 410 000 qui permet à la fois de réaliser tous les codages nécessaires et de les générer vers le monde extérieur à l'aide des sorties DA1 et DA2 des convertisseurs AN de la carte. Il faut bien comprendre qu'il ne s'agit pas de simulation, et que tous les signaux sont calculés et susceptibles d'être observés à l'aide d'un oscilloscope pour le TP.

Puis, on télécharge le fichier ModNum.fib de l'ENT (pour cela, on clique sur le lien puis on télécharge la page web textuelle qui s'affiche). Par la suite, il faudra l'ouvrir avec Fibula.

On connecte le port USB de la maquette ETD 410 000 à celui de votre PC. On met la maquette sous tension. De ce fait, on lance le logiciel Fibula. Une fenêtre Fibula va s'ouvrir. La LED au-dessus du bouton doit être rouge indiquant ainsi la bonne connexion de la maquette. On ouvre le fichier ModNum.fib dans lequel on trouve tous les modules vous permettant de réaliser notre TP.

On ouvre également un nouveau fichier que nous enregistrons dans notre répertoire de travail. Puis dans ce fichier nous viendrons copier et interconnecter les blocs dont nous aurons besoin pour faire vos simulations à l'aide du fil de connexion.

### 3. Travail préparatoire

Dans ce TP nous allons revenir sur quelques modulations numériques connues : les modulations ASK, PSK.

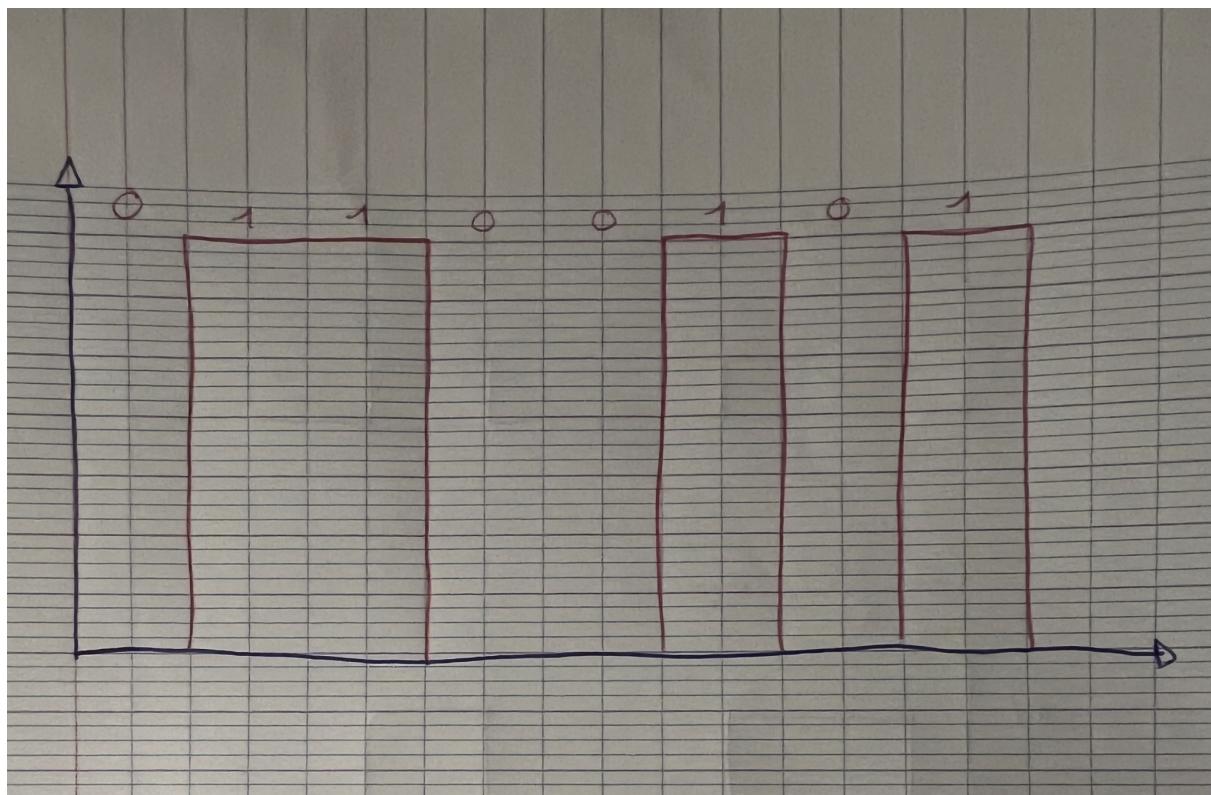
**Modulation ASK en bande de base (sans porteuse) :**

**Pour une modulation ASK à 4 états :**

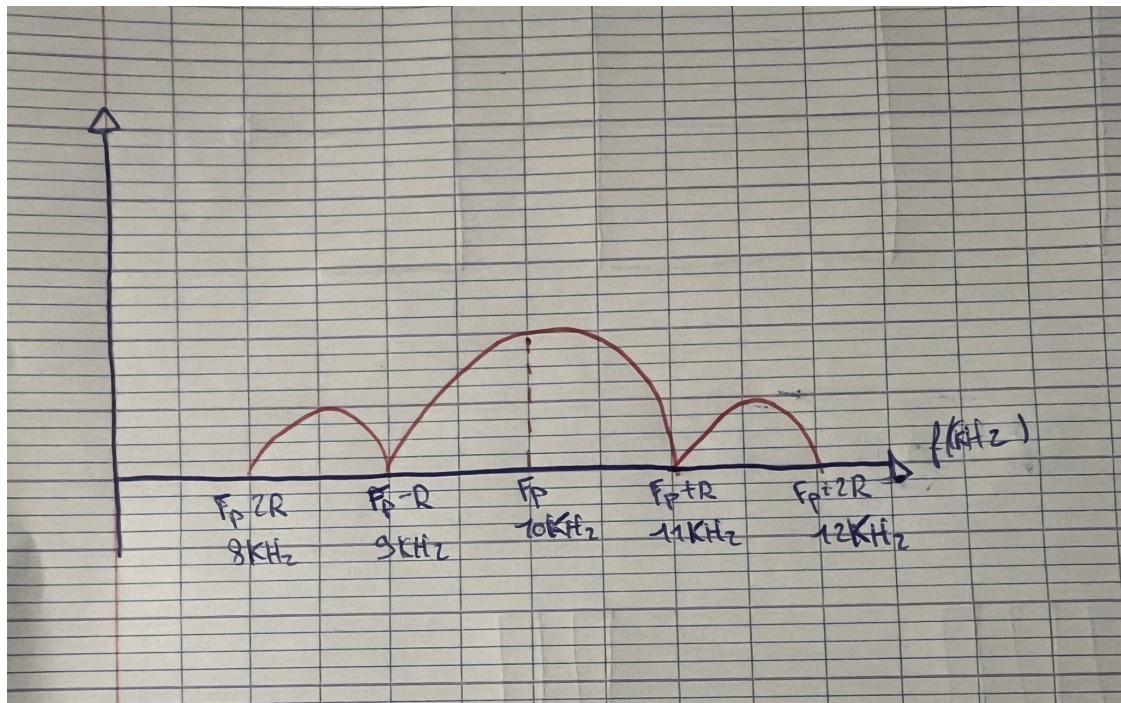
Le nombre de bits de codage est de 2 pour une modulation ASK à 4 états.

Soit la suite binaire suivante : 01100101

**Dessiner l'horloge bit et l'horloge symbole (pour plus de clarté vous pourrez ne dessiner que les fronts actifs de ces 2 horloges), le signal binaire et le signal transcodé en ASK-4**



Donner l'allure du spectre du signal après codage ASK-4 si la fréquence porteuse  $F_p = 10 \text{ kHz}$  et la rapidité de modulation  $R=1 \text{ KHz}$

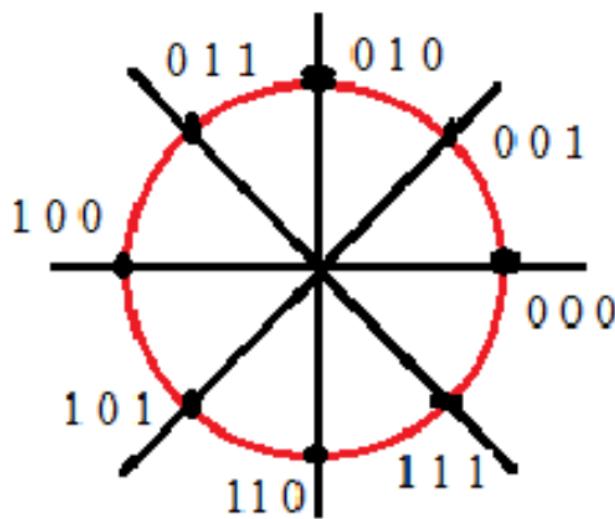


### Modulation PSK-8

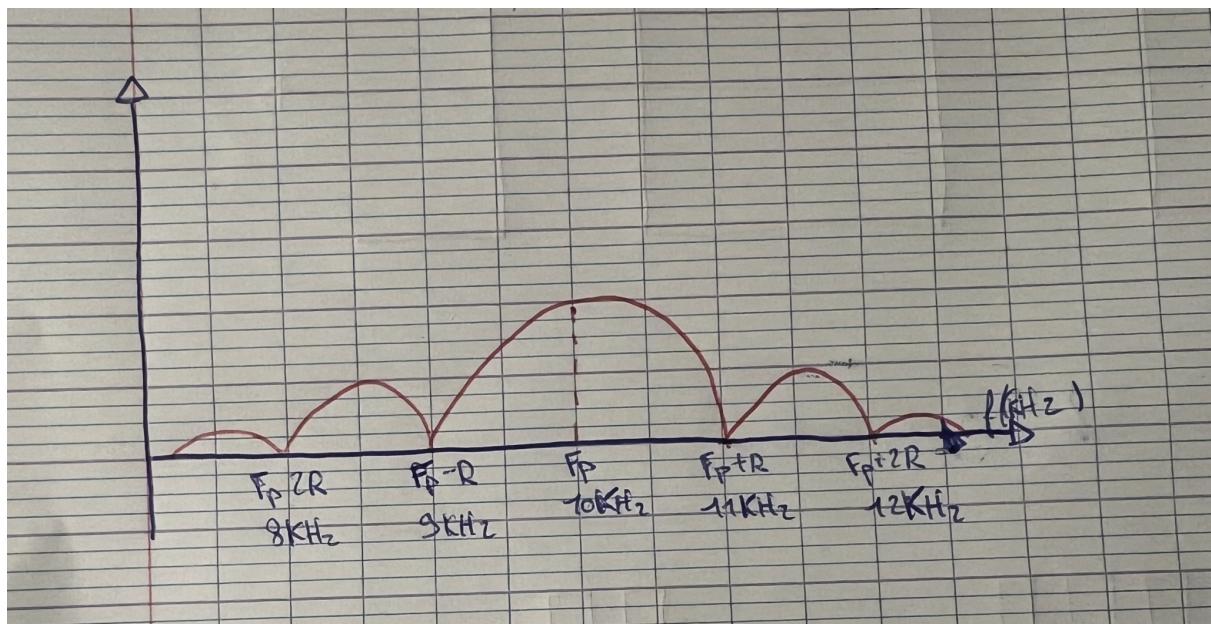
Pour une modulation PSK :

Le nombre de bits de codage est de 3 pour une modulation PSK-8.

Rappeler le diagramme de constellation (IQ) de cette modulation:



**Si la fréquence porteuse est  $F_p = 10 \text{ kHz}$  et pour la rapidité de modulation  $1 \text{ KHz}$ , rappeler l'allure du spectre du signal codé en PSK-8:**



## 4. Expérimentation

### 4.1 Figure 1

Pour la première réalisation de l'expérimentation, on utilisera une maquette EDT 410 000 pour nous permettre de réaliser tous les codages nécessaires pour la réalisation du TP et ainsi de les générer à partir des sorties DA1 et DA2.

Dans un premier temps, on effectue le montage en branchant nos câbles coaxiaux aux bonnes sorties. Les voies CH1 et CH2 de l'oscilloscope sont branchées sur les sorties DA1 et DA2 de la maquette.

Ensuite, on connecte le port USB de la maquette à celui du PC. Cela fait, on télécharge le fichier biblio.fib pour l'ouvrir sur le logiciel Fibula.

On trouve dans une multitude de modules nécessaires à la réalisation de l'expérimentation, on fera simplement un copier / coller de ces modules dans un nouveau fichier qu'on ouvrira et que l'on compilera.

Pour notre première réalisation, nous allons suivre les instructions du sujet en réalisant le bloc d'émission ci-dessous. Il possède une fréquence d'échantillonnage de  $1e5\text{Hz}$  avec une rapidité de modulation de 1000 bauds. Il comprend un bloc ASCII permettant de convertir les caractères ASCII en symbole en choisissant 2 bit / symbole.

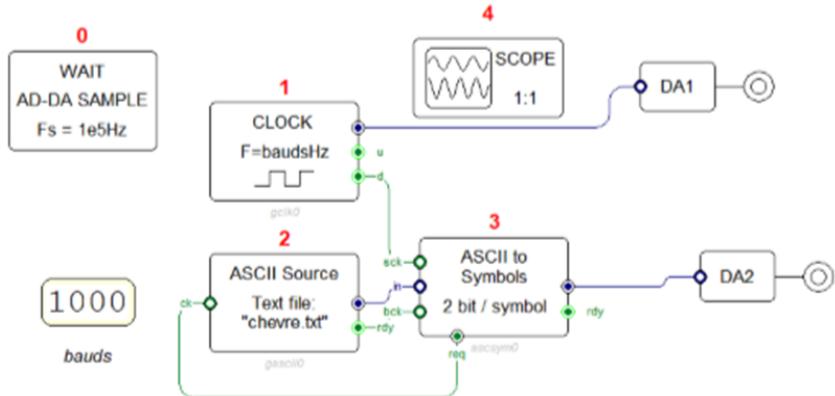
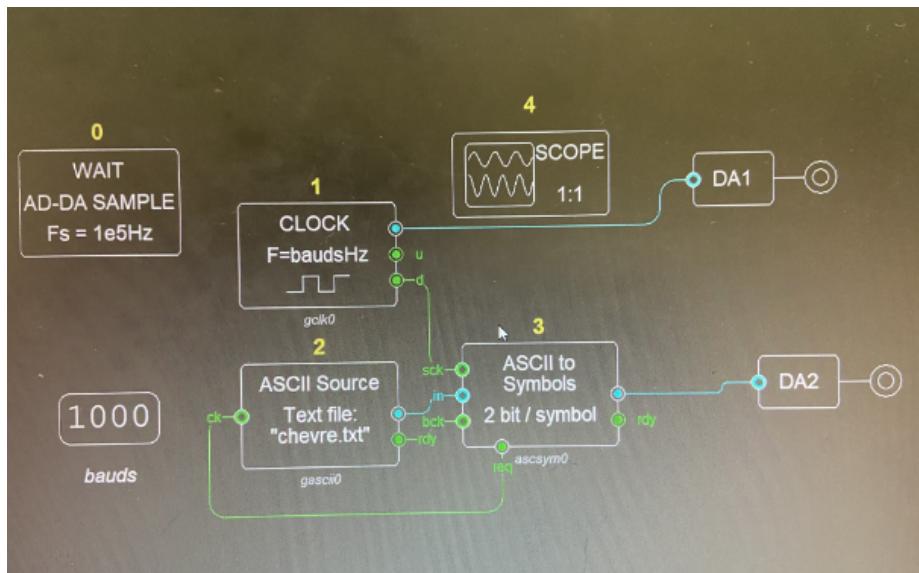


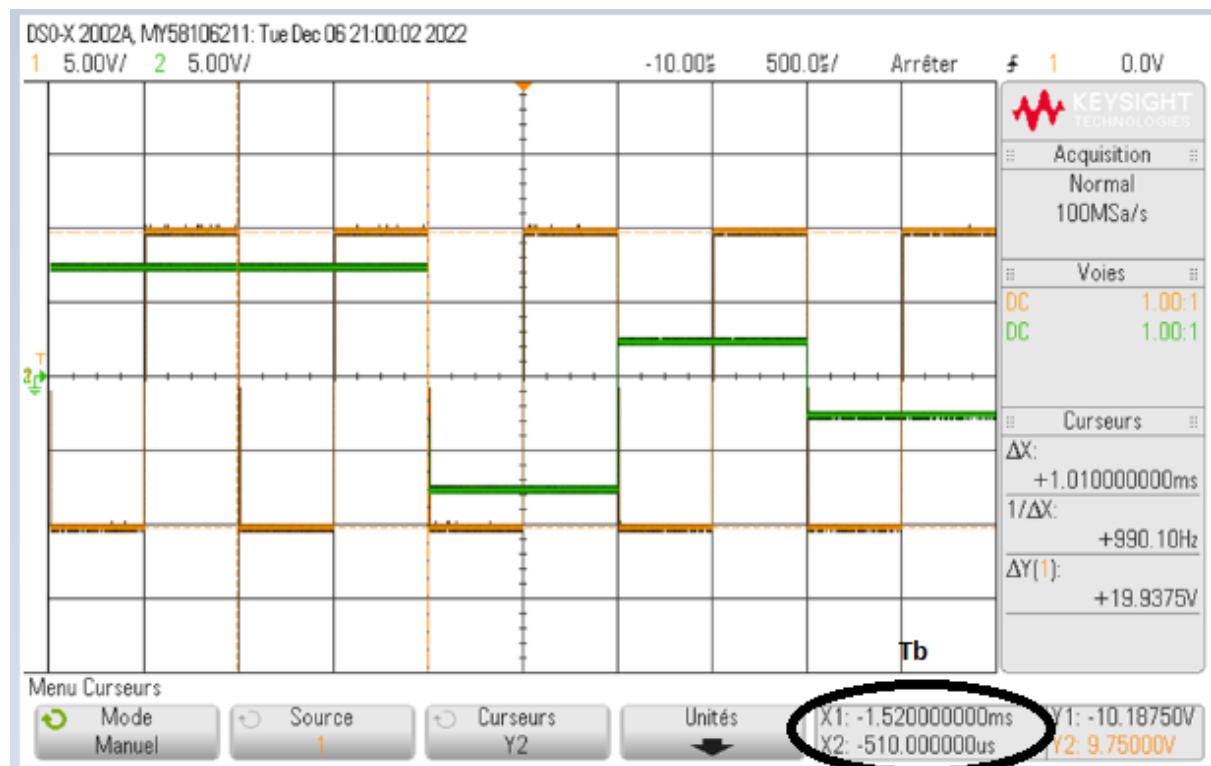
Figure 1 : Etude d'un signal binaire



Après avoir réalisé le montage et compilé le programme, on peut voir s'afficher sur l'écran deux signaux issus du programme. Le premier en voie Ch1 affiche le signal émis par l'horloge (clock), le deuxième en voie Ch2 nous affiche celui issu du bloc ASCII to Symbols.

On pense à régler le signal avec les curseurs pour pouvoir l'afficher correctement.

## Oscilloscope:



Désormais, nous pouvons relever la durée d'un symbole notée "Ts".

$$Ts = n * Tb$$

**n** est le nombre de bits utilisées pour former un symbole, on utilise deux bit par symbole d'après notre module sur le schéma.

Pour trouver  $Tb$ , on place nos curseurs sur le premier front descendant en s'a aidant de l'horloge et à la fin de l'horloge. En bas à droite sur l'oscilloscope, on constate que  $x_1 = 1,52$  ms et  $x_2 = 510 \mu s = 1$  ms, soit  $1 \times 10^{-3} s$

$$Ts = 2 * 1 \times 10^{-3} s = 0,002 \text{ bit/s}$$

Cela fait, nous pouvons calculer le débit:

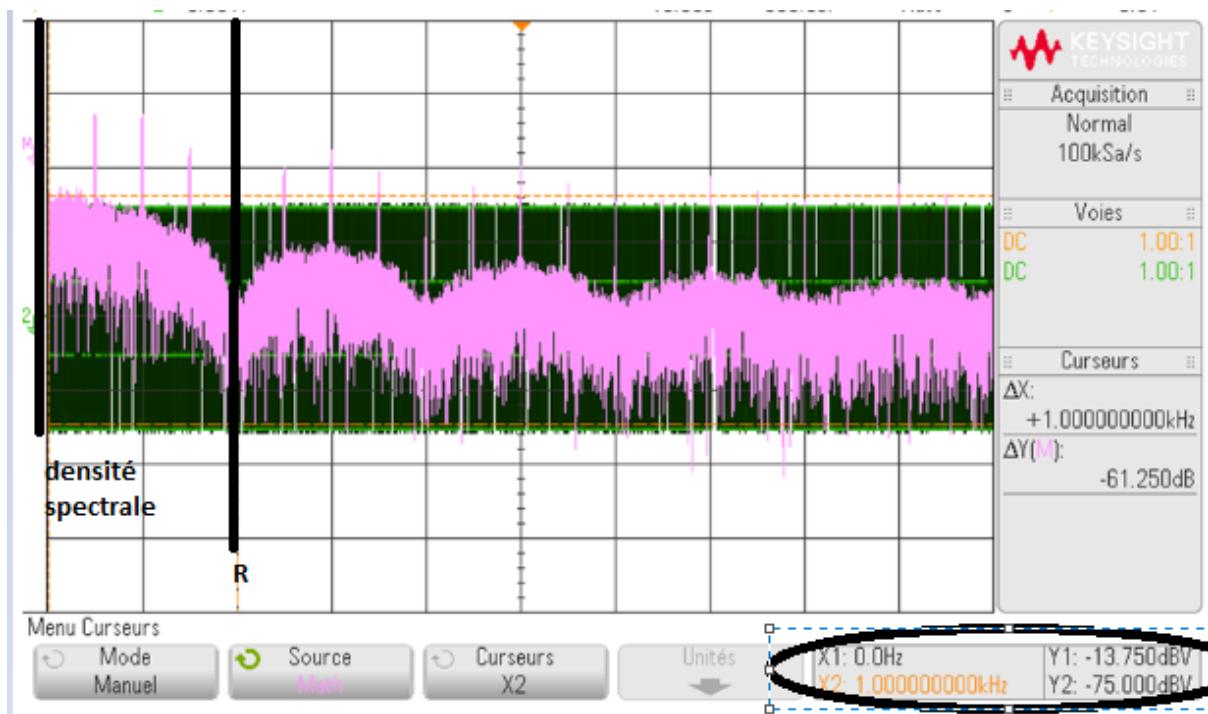
$$1/Ts = 1/Tb = \text{Débit}$$

$$\text{Débit} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}}$$

$$\text{Débit} = 1 \text{ kbit/s}$$

Nous avons pour le signal issu du bloc ASCII to Symbols un temps-bit de 0,002 bit/s et un débit de 1000 bits/s, soit 1 kbits/s.

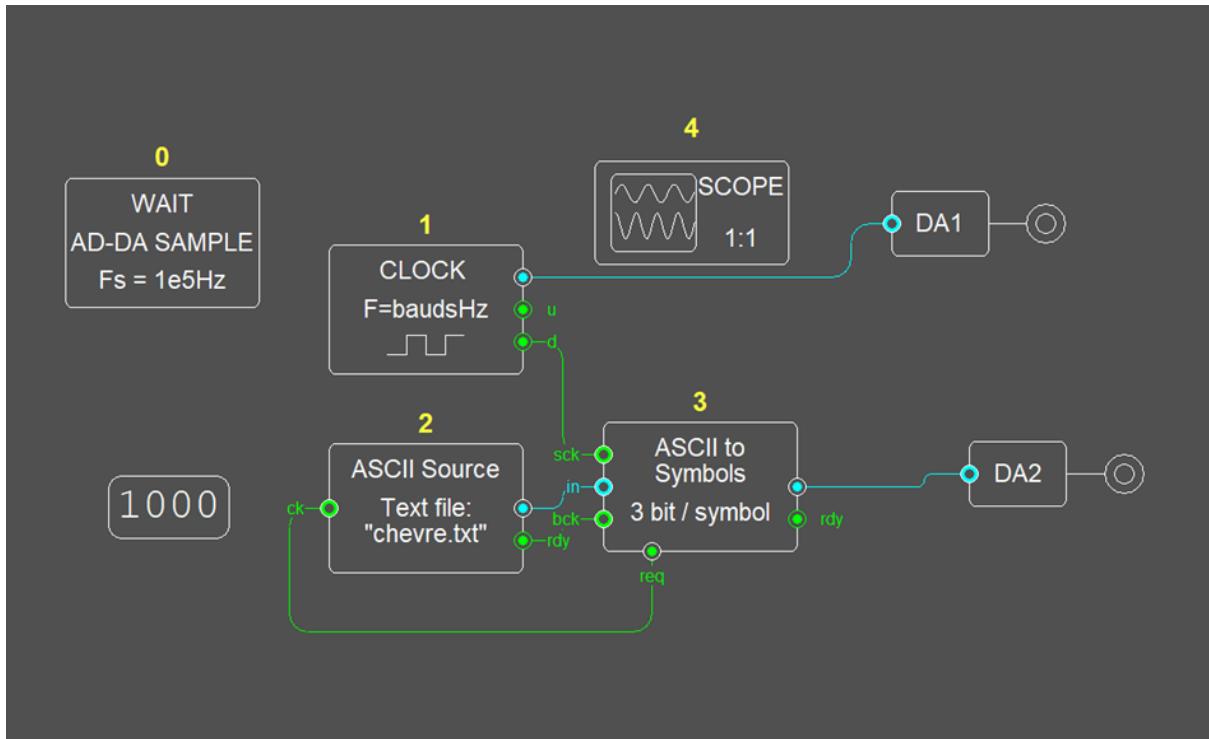
Cela fait, en configurant l'oscilloscope, on active math FFT de l'oscilloscope pour afficher le spectre du signal. On fait attention en réglant correctement notre spectre avec un calibrage adéquat en choisissant un span de 5 kHz et une fréquence centrale de 2,5 kHz et un calibre de 500 Hz/div pour obtenir le spectre suivant:



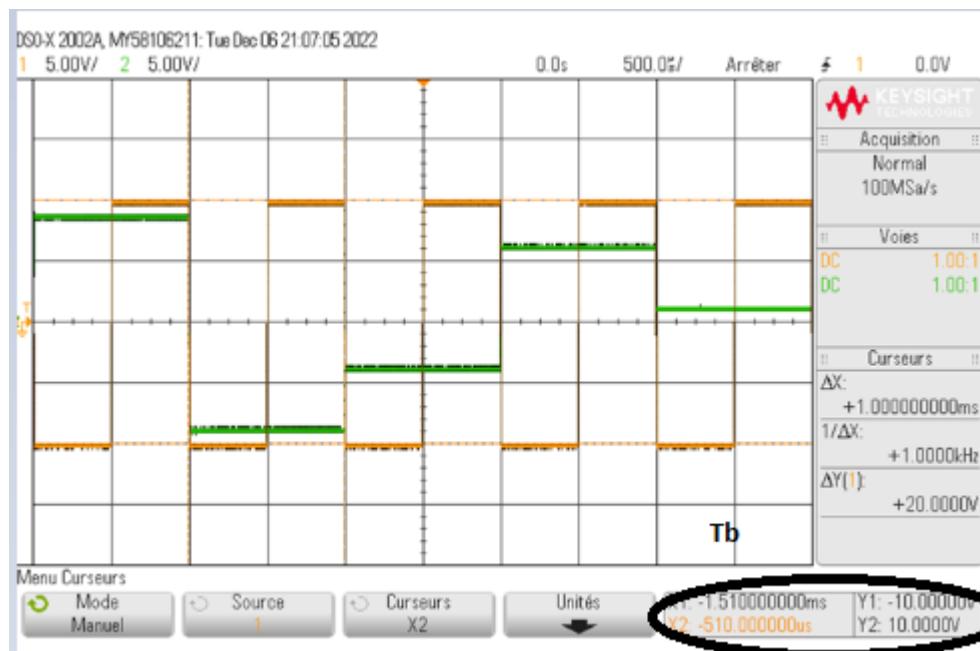
On constate sur le spectre du signal que la densité spectrale est de 0Hz et R de 1khz. En relevant avec le curseur de l'oscilloscope vertical pour l'atténuation et horizontal pour la fréquence. On obtient pour 0 Hz -13,750 dBV et à 1kHz -71 dBV. Donc, on note une atténuation de -58dB entre la densité spectrale et R.

On refait la même manipulation en prenant un nombre de bits par symbole de 3. Nous changeons le bloc ASCII en symbol en choisissant 3 bit / symbole.

### Schéma pour 3 bits:



### Oscilloscope:



Désormais, nous pouvons relever la durée d'un symbole notée “Ts”.

$$Ts = n * Tb$$

n est le nombre de bits utilisées pour former un symbole, on utilise trois bit par symbole d'après notre module sur le schéma.

Pour trouver Tb, on place nos curseurs sur le premier front descendant en s'aidant de l'horloge et à la fin de l'horloge. En bas à droite sur l'oscilloscope, on constate que  $x_1 = 1,52$  ms et  $x_2 = 510 \mu\text{s} = 1 \text{ ms}$ , soit  $1 \times 10^{-3} \text{ s}$

$$Ts = 3 * 1 \times 10^{-3} \text{ s} = 0,003 \text{ bit/s}$$

Cela fait, nous pouvons calculer le débit:

$$1/Ts = 1/Tb = \text{Débit}$$

$$\text{Débit} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}}$$

$$\text{Débit} = 1 \text{ kbits/s}$$

Nous avons pour le signal issu du bloc ASCII to Symbols un temps-bit de 0,003 bit/s et un débit de 1000 bits/s, soit 1 kbits/s.

Cela fait, en configurant l'oscilloscope, on active math FFT de l'oscilloscope pour afficher le spectre du signal. On fait attention en réglant correctement notre spectre avec un calibrage adéquat en choisissant un span de 5 kHz et une fréquence centrale de 2,5 kHz et un calibre de 500 Hz/div pour obtenir le spectre suivant:



On constate que la densité spectrale est de 0Hz et R de 1khz. En relevant avec le curseur de l'oscilloscope vertical pour l'atténuation et horizontal pour la fréquence. On obtient pour 0 Hz -11,875 dBV et à 1kHz -74.375 dBV. Donc, on note une atténuation de -63dBv entre la densité spectrale et R.

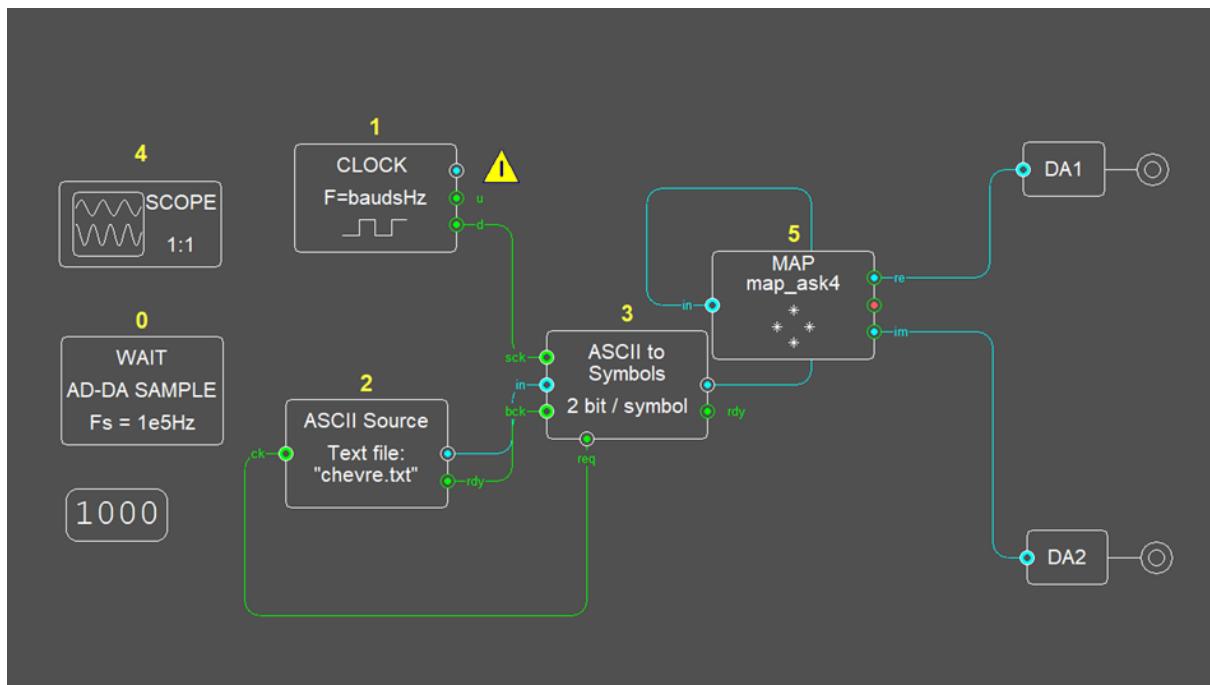
### Conclusion:

On peut conclure que lorsque l'on augmente le nombre d'états générés par ASCII to Symbols, le nombre de bit par seconde augmente, sauf le débit. Toutefois, l'atténuation du signal augmente significativement.

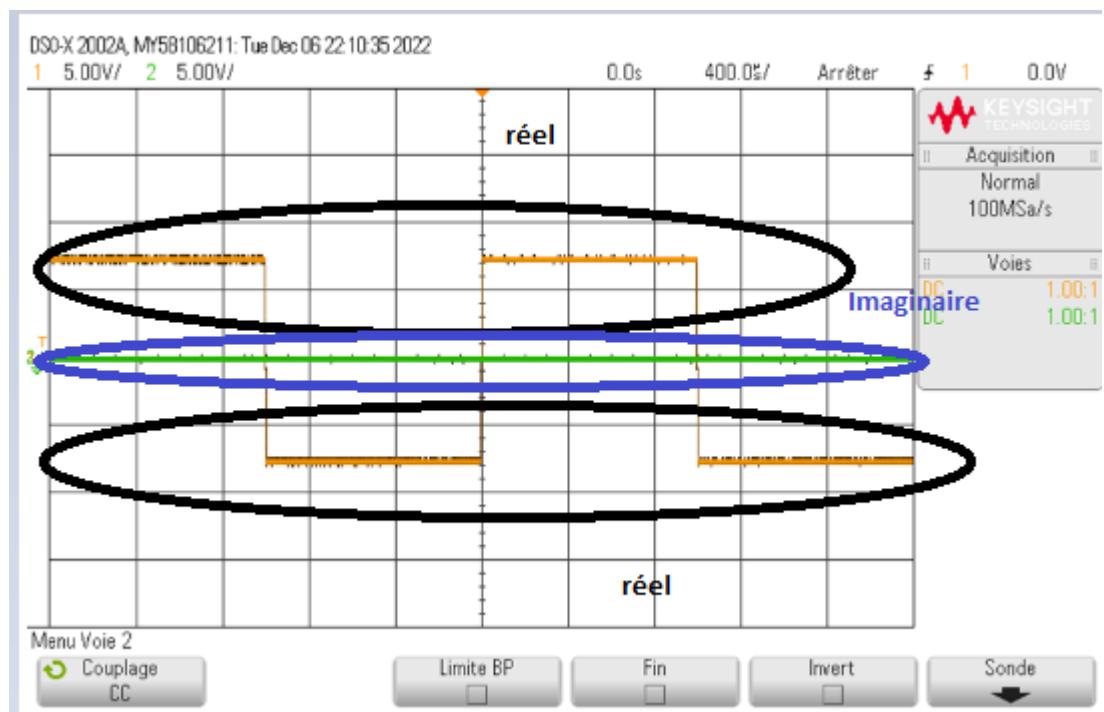
## 4.1 Figure 2

Dans cette partie nous allons ajouter le bloc MAP map\_ask4. Dans un premier temps, nous allons connecter les blocs DA1 et DA2 aux sorties du bloc MAP, puis on branche les 2 voies CH1 et CH2 de l'oscilloscope sur les sorties DA1 et DA2 de la maquette, et enfin compiler le programme

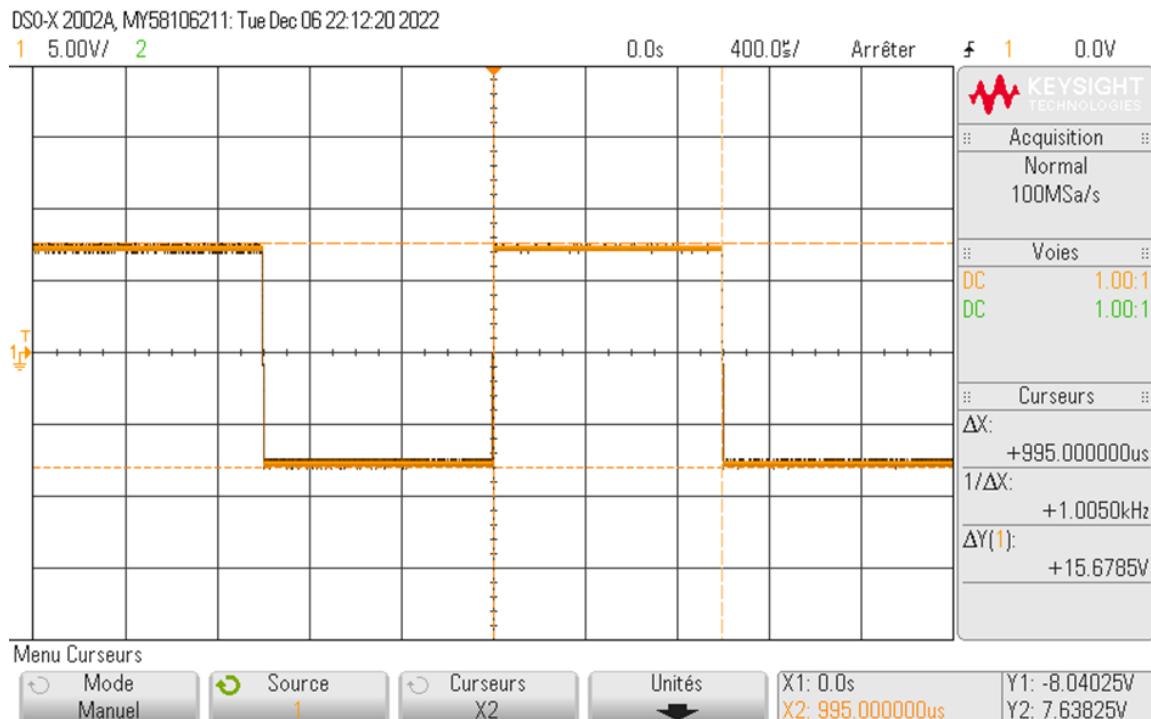
### Modulation numérique génération I et Q:



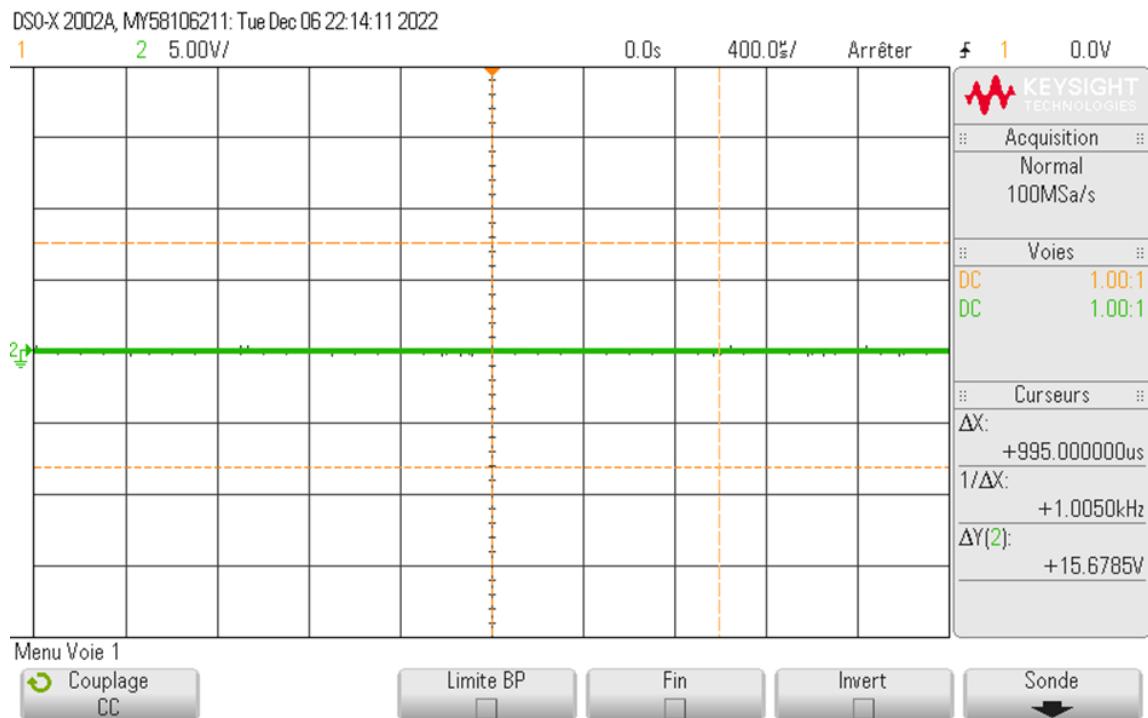
On constate que le nombre de bits par symbole est de 2 bits/symbole. Après avoir réalisé le montage et compilé le programme, on peut voir s'afficher sur l'écran deux signaux issus du programme. Le premier en voie Ch1 affiche la partie réelle, du signal le deuxième en voie Ch2 nous affiche la partie imaginaire.



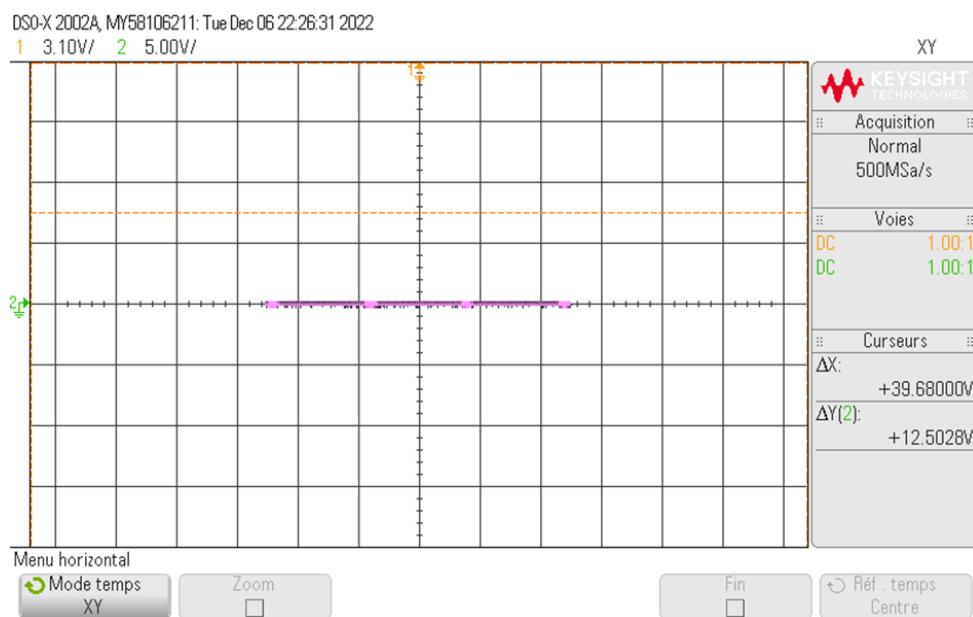
On constate un signal émis par le channel 1 (réel):



On remarque qu'il n'y a pas de signal émis dans le channel 2 (imaginaire):



En utilisant les paramètres de l'oscilloscope et plus précisément le mode XY, on relève la constellation. Nous pouvons constater une ligne droite (la constellation), la représentation polaire des états de la porteuse modulée. On remarque 4 points, correspondant à chacun de ses 4 états.



L'information informatique du signal codé ASK est transmise sur la sortie « re » (l'axe I) du bloc MAP. Ci-dessous, on relève « re » avec une persistance de 5s.

Pour trouver la valeur de l'efficacité spectrale, il faut utiliser la formule  $\eta = D/B$ , l'efficacité spectrale s'exprime en "bit par seconde et par hertz". La valeur D est le débit binaire (en bit/s) et B (en Hz) est la largeur de la bande occupée par le signal modulé.

Grâce au spectre du signal, on relève une bande passante de 1 kHz.

$$B = 1 \text{ kHz} = 1 \text{ 000 Hz}$$

$D = 4 \text{ bit/s}$  car on a 4 points sur la constellation

La formule de l'efficacité spectrale est :  $\eta = D/B$

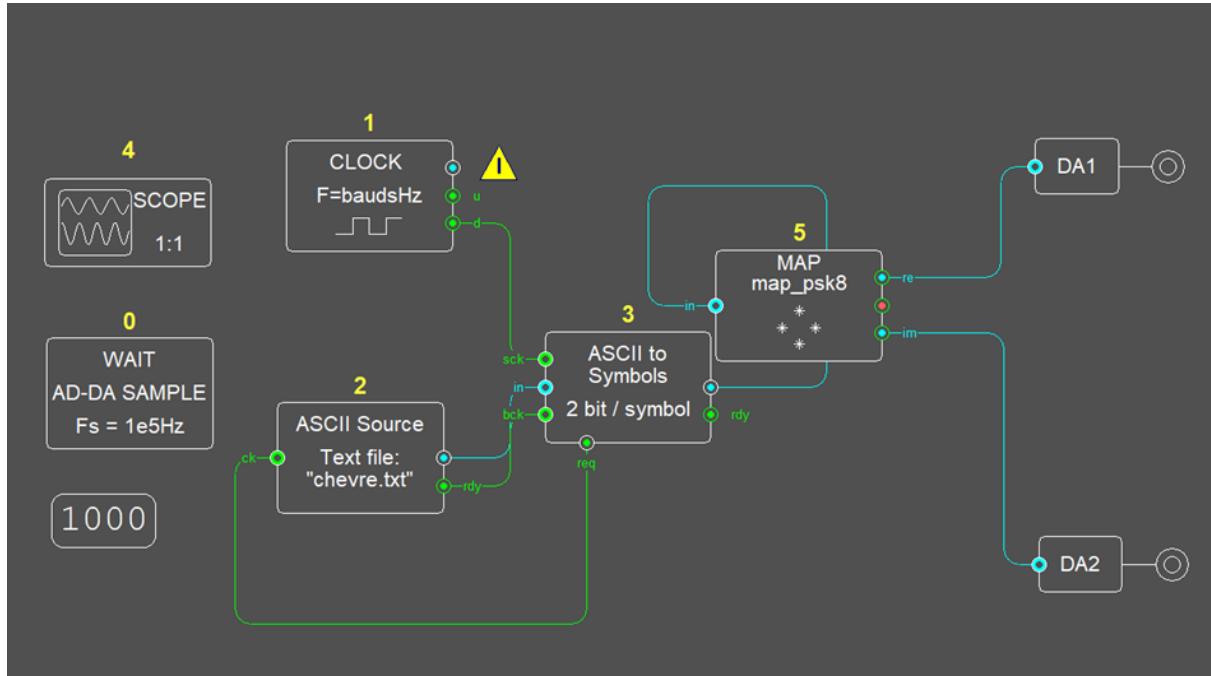
$$\eta = D / B = 4 / 1 \text{ 000} = 0,004 \text{ bit/s Hz}$$



On remarque que la transmission étudiée est en bande décalée car on applique une modulation ASK. La modulation par déplacement d'amplitude (ASK) est un type de modulation dans lequel l'amplitude du signal varie.

## Etude de transmission en 8-PSK

Dans cette partie nous allons ajouter le bloc MAP map\_psk8 en retirant celui du ask4 . Dans un premier temps, nous allons connecter les blocs DA1 et DA2 aux sorties du bloc MAP, puis on branche les 2 voies CH1 et CH2 de l'oscilloscope sur les sorties DA1 et DA2 de la maquette, et enfin compiler le programme.



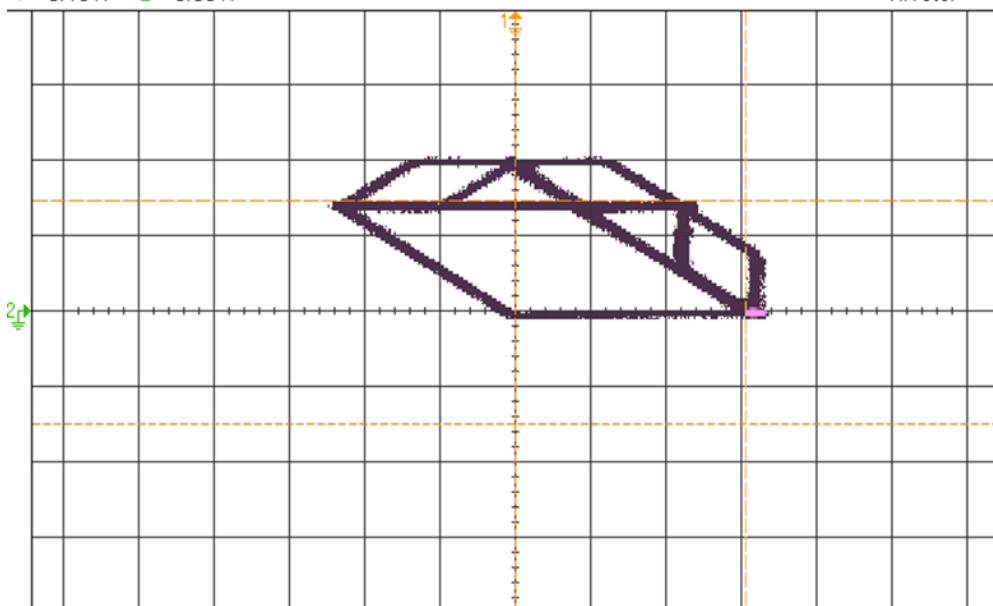
On constate que le nombre de bits par symbole est de 2 bits/symbole. Après avoir réalisé le montage et compilé le programme, on peut voir s'afficher sur l'écran deux signaux issus du programme en réglant l'échelle à 400 us. Cela fait, on visualise et relève la constellation en positionnant l'oscilloscope en mode XY

1 3.10V/ 2 5.00V/

Arrêter

XY

	KEYSIGHT TECHNOLOGIES
Acquisition	Normal 500MSa/s
Voies	DC 1.00:1 DC 1.00:1
Curseurs	$\Delta X$ : +9.49375V $\Delta Y(2)$ : +14.7918V



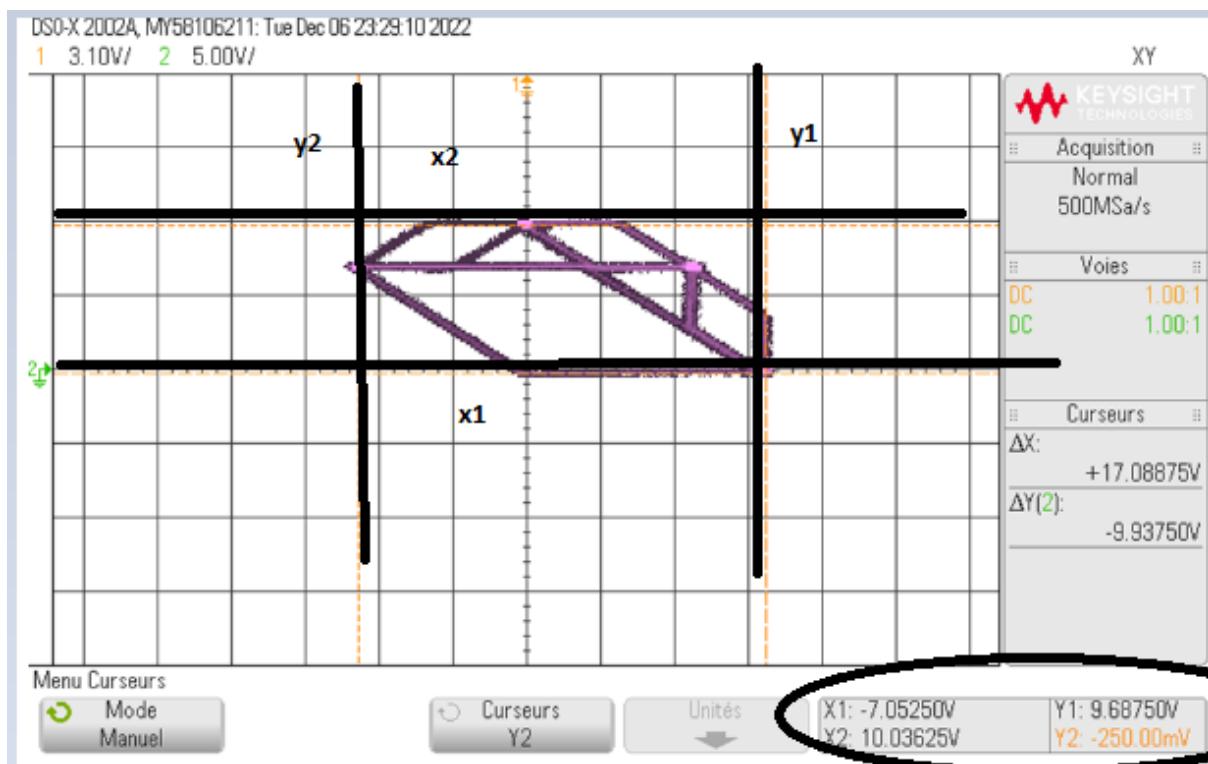
Menu Ecran

 Persistance  
Variable Temps  
5.0s Effac.  
Persistance Effac.  
Écran Grille  
Plne Intensité  
20%

La Modulation par déplacement de phase ou PSK (phase shift keying) est une modulation à déplacement de phase. Pour cette transmission en 8-PSK, on remarque 8 points sur nos constellations qui équivaut à des sauts de phase de  $2\pi/8$ , 8 qui correspond au 8 du PSK. De plus, on note l'amplitude des états à partir de n (nombre de bits utilisés pour former un symbole) = A (amplitude).

Cela fait, on peut déterminer l'ordre de grandeur de l'amplitude maximum admissible du bruit sur le canal de transmission:

Amplitude max: 10 V



## Conclusion

Durant cette réalisation du TP, nous avons pu étudier la transmission ASK 4 et PSK8. La mise en application de nos connaissances théoriques nous a permis d'interpréter les informations récoltées, de comprendre la différence entre ASK, PSK, mais aussi l'importance du nombre de bit par symbole.