



telecom
saint-étienne
école d'ingénieurs
nouvelles technologies

Systemes de Traitements Electroniques

Projet APP2

Sommaire

1. Caractérisation du signal audio analogique
2. Ajout d'une tension de décalage
3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?
4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)
5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?
6. Mise en forme du signal ?

Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission

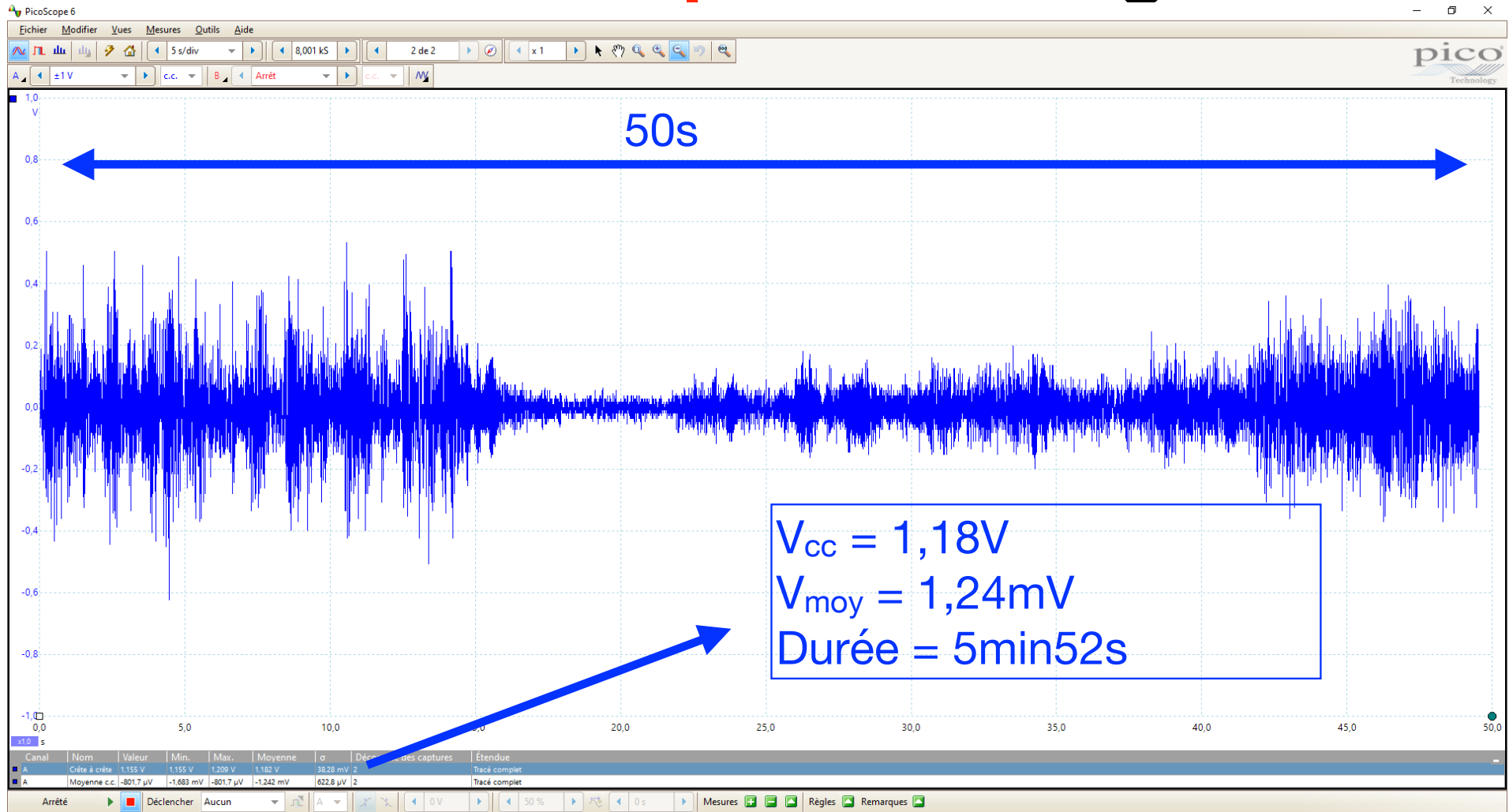


Première approche « naïve »

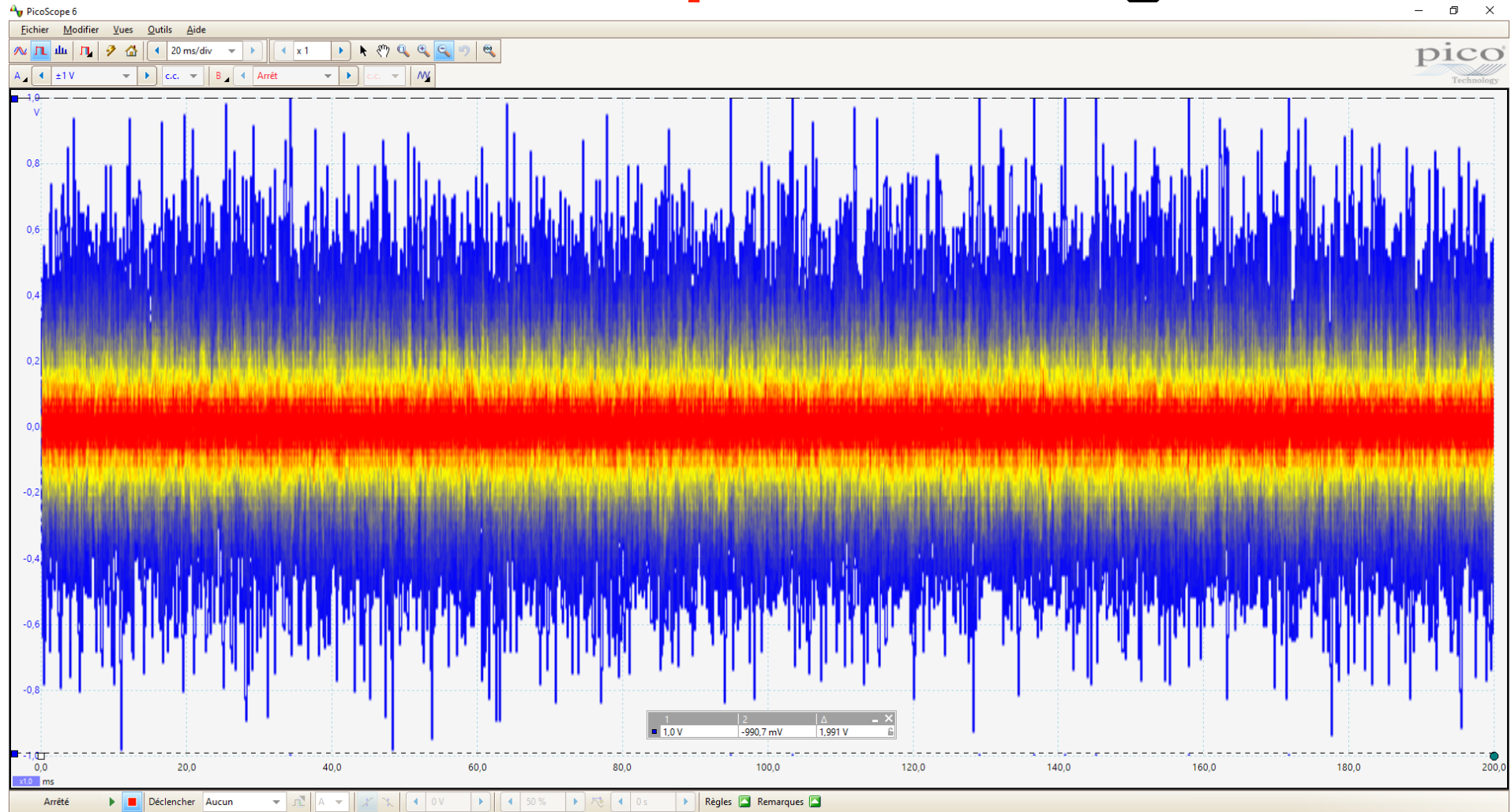
Sommaire

- 1. Caractérisation du signal audio analogique**
2. Ajout d'une tension de décalage
3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?
4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)
5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?
6. Mise en forme du signal ?

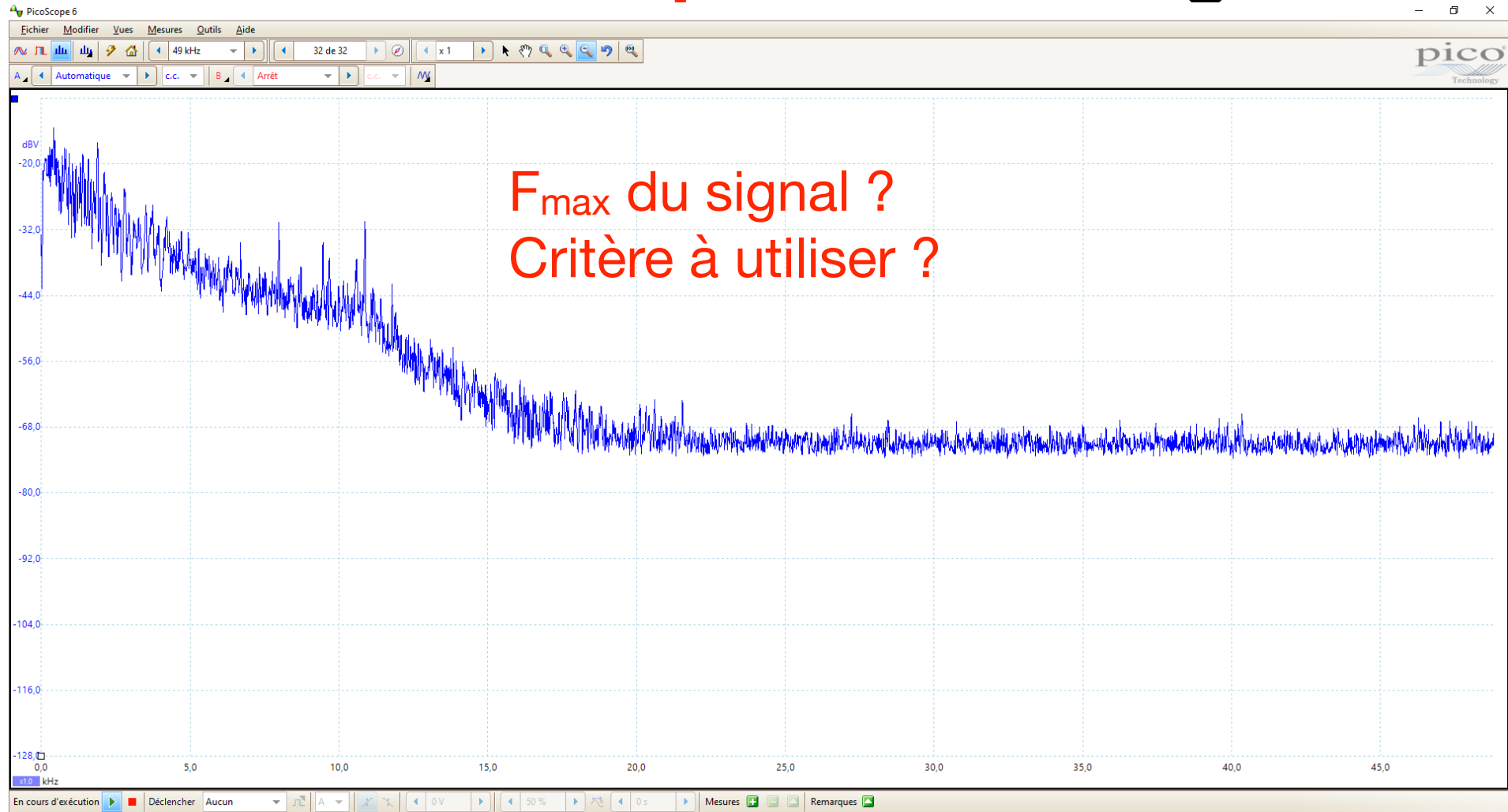
Caractérisation temporelle du signal audio



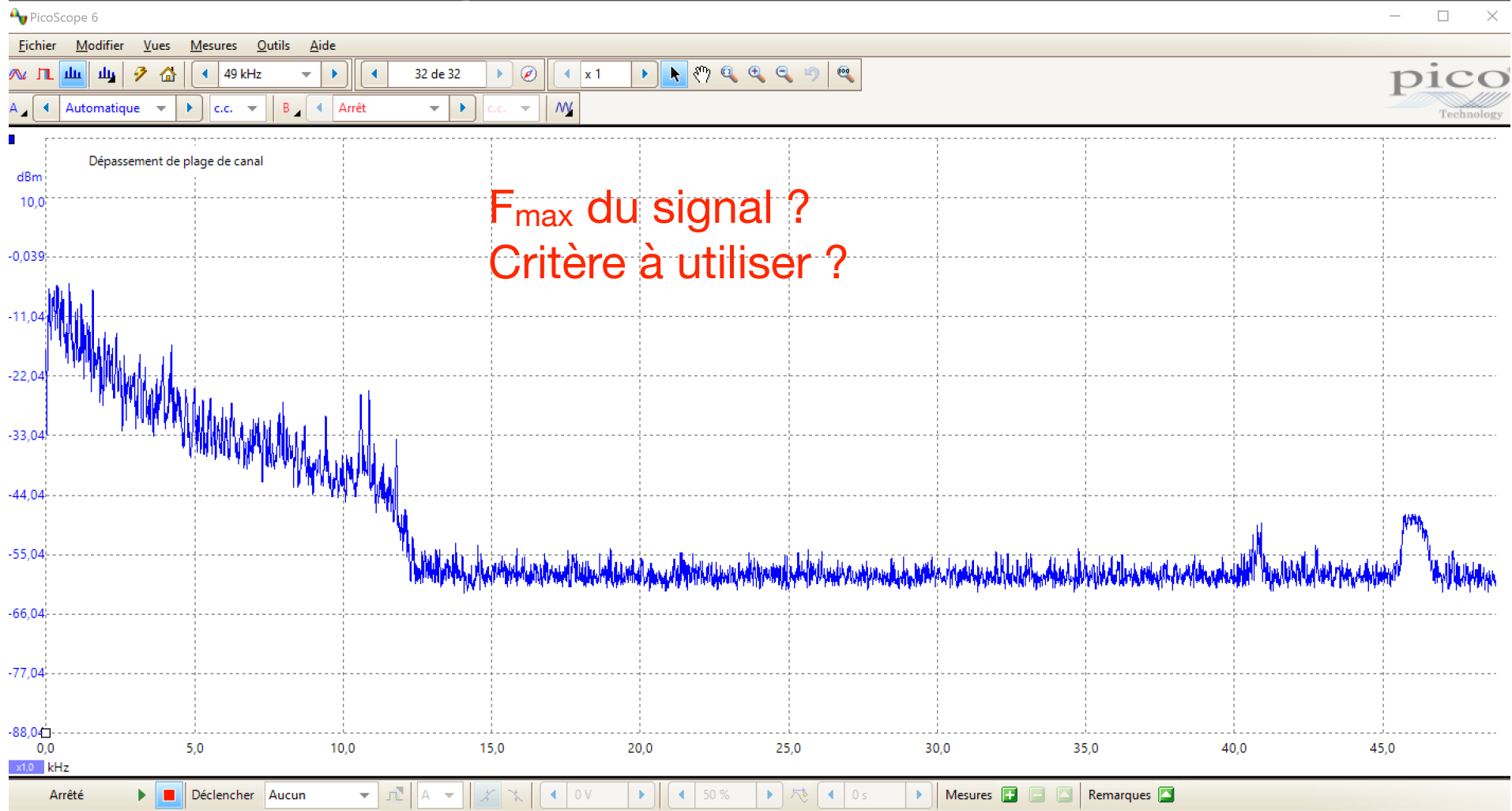
Caractérisation **temporelle** du signal audio



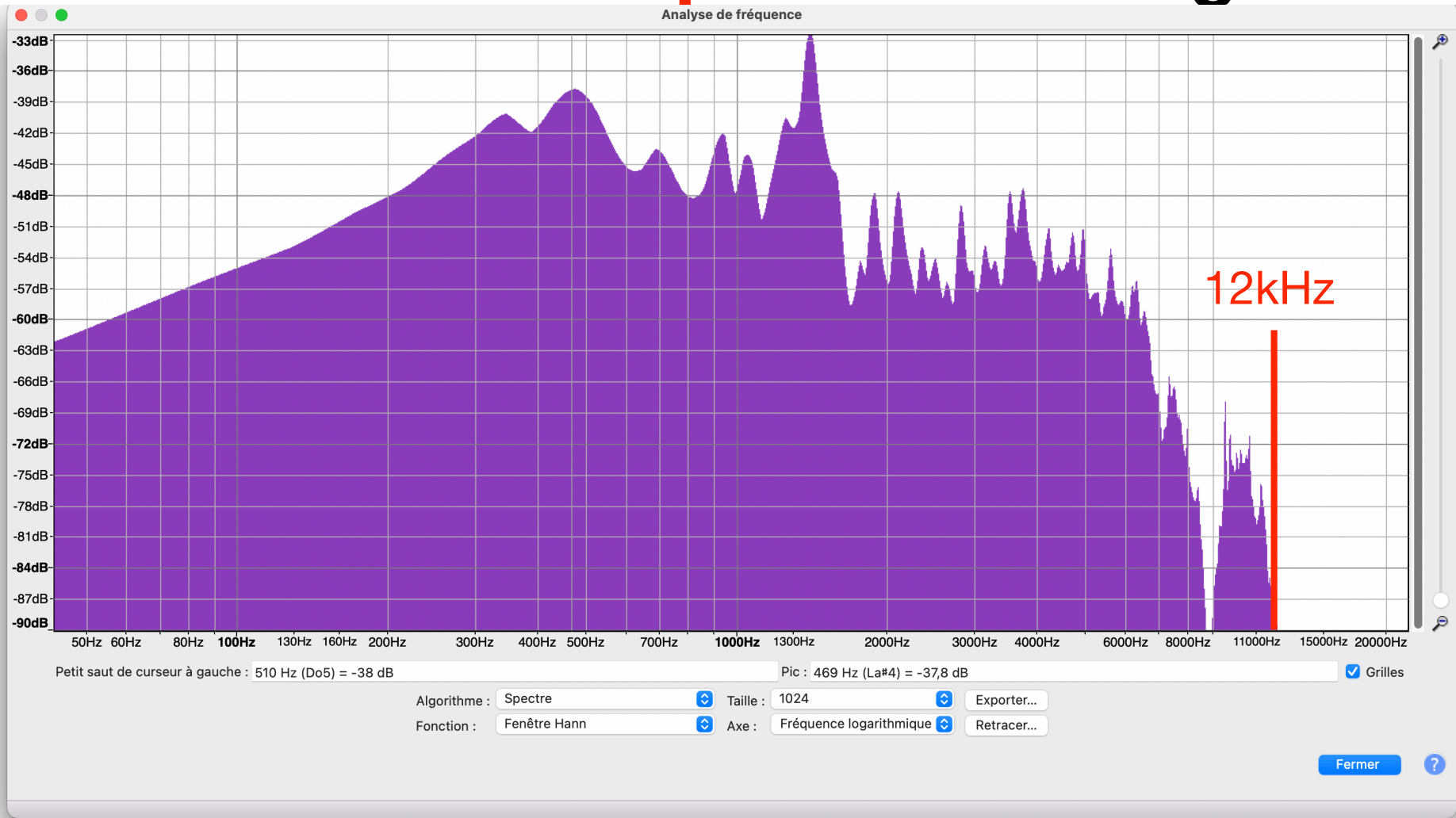
Caractérisation **fréquentielle** du signal audio



Caractérisation **fréquentielle** du signal audio



Caractérisation **fréquentielle** du signal audio



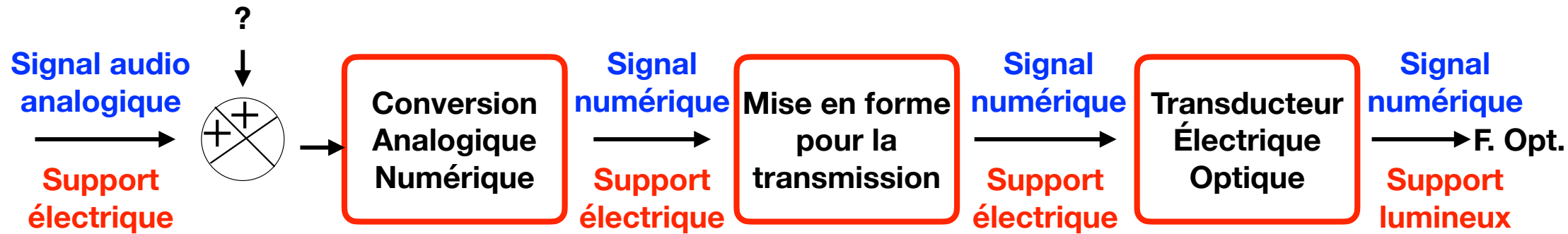
Cahier des charges

Signal audio analogique

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon ?
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage ?

Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission



Sommaire

1. Caractérisation du signal audio analogique
- 2. Ajout d'une tension de décalage**
3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?
4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)
5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?
6. Mise en forme du signal ?

Tension de décalage

A-t-on le choix ?

Tension de décalage déjà présente sur la **carte développement**

Entrées/sorties :

- BNC1 / jack
- BNC2

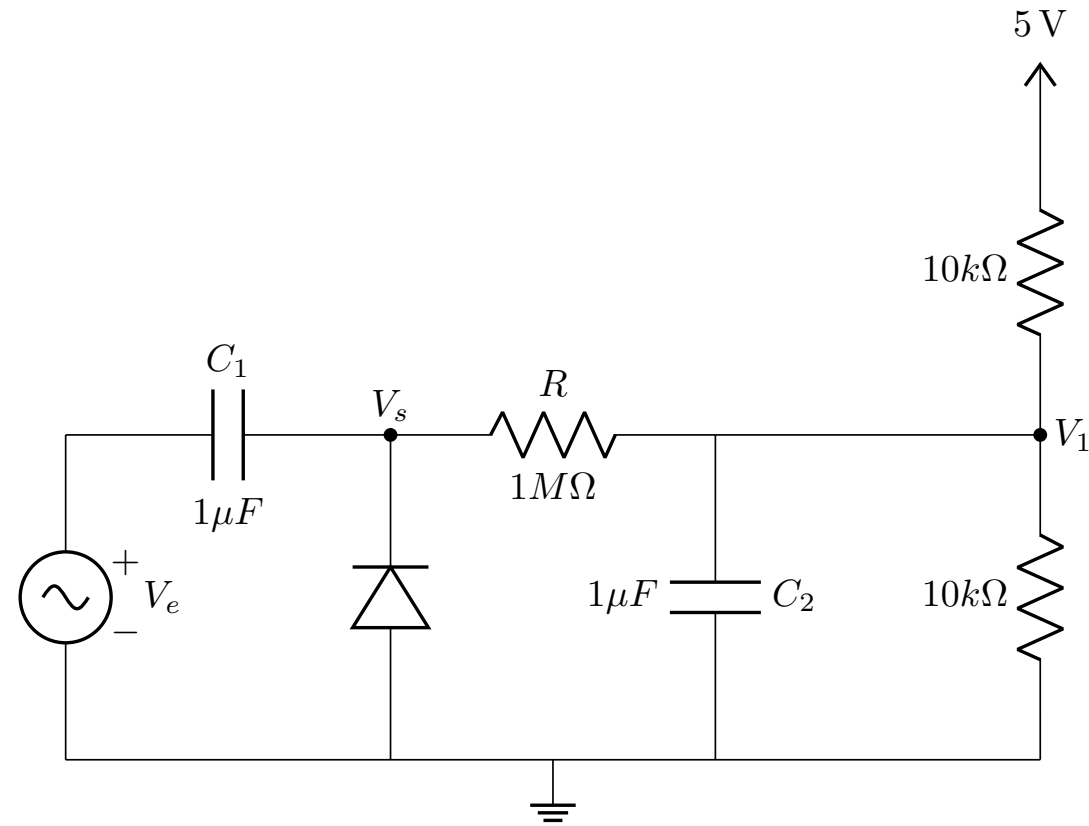


Tension de décalage

Raisonnement qualitatif :

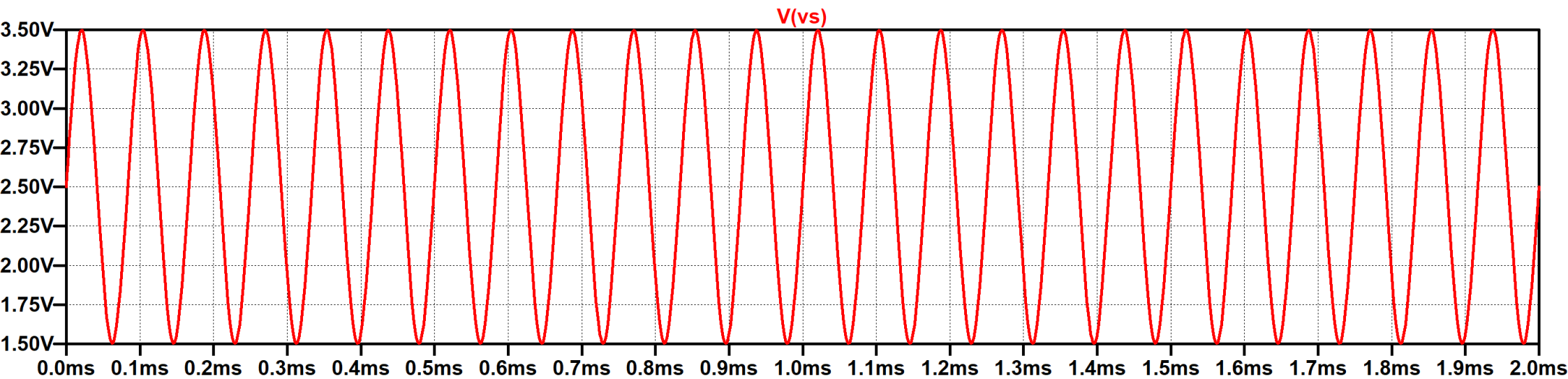
- Rôle de C_1 ?
- Valeur de V_1 ?
- Rôle de C_2 ?
- Rôle de la diode ?

Calculs :



Tension de décalage

Simulation LTSpice

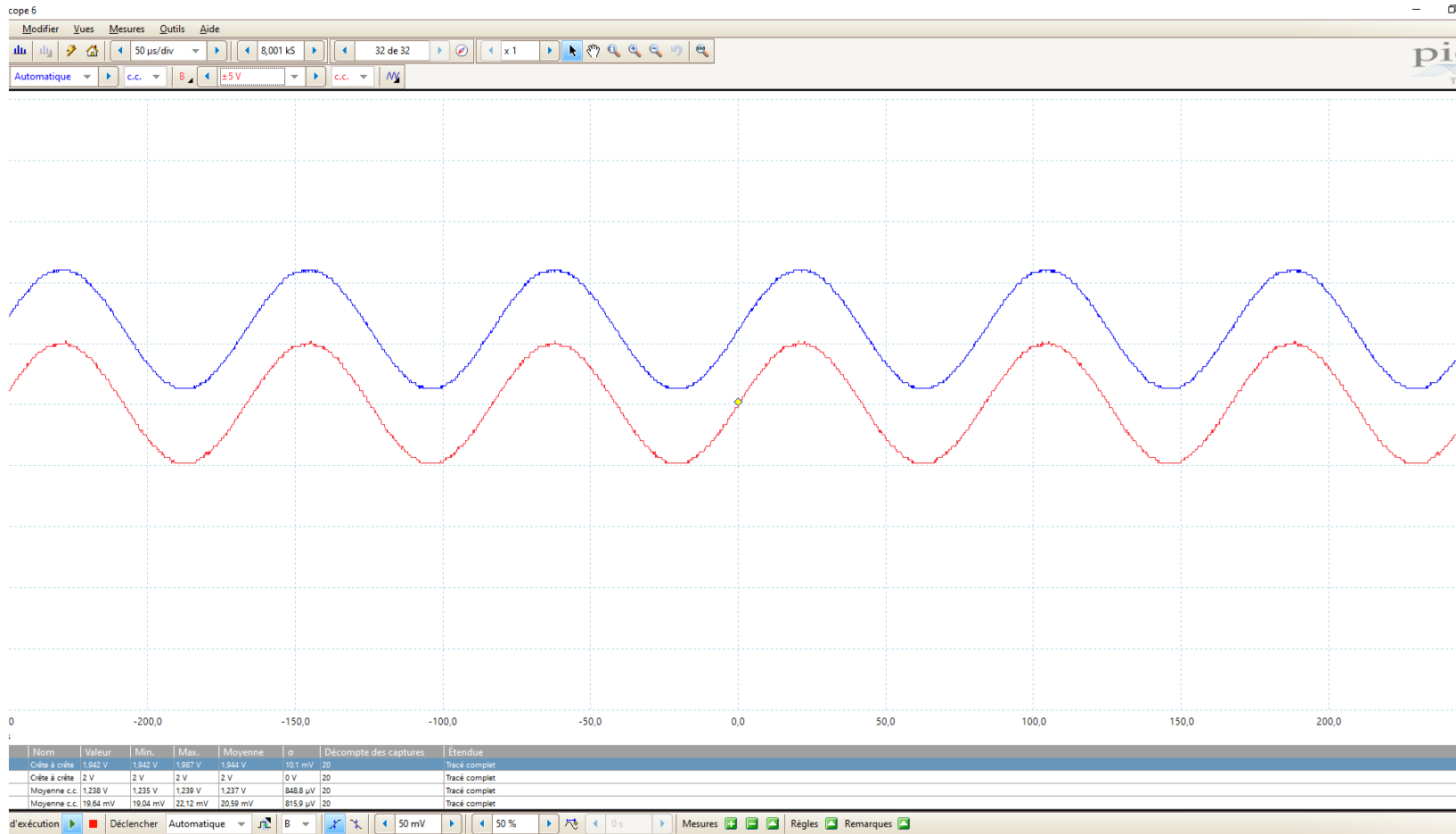


Entrée : signal sinusoïdal, $V_{\text{moy}}=0\text{V}$, $V_{\text{CC}}=2\text{V}$, $f=12\text{KHz}$

Montage fonctionnel ?

Tension de décalage

Mesure avec une sonde (Picoscope)



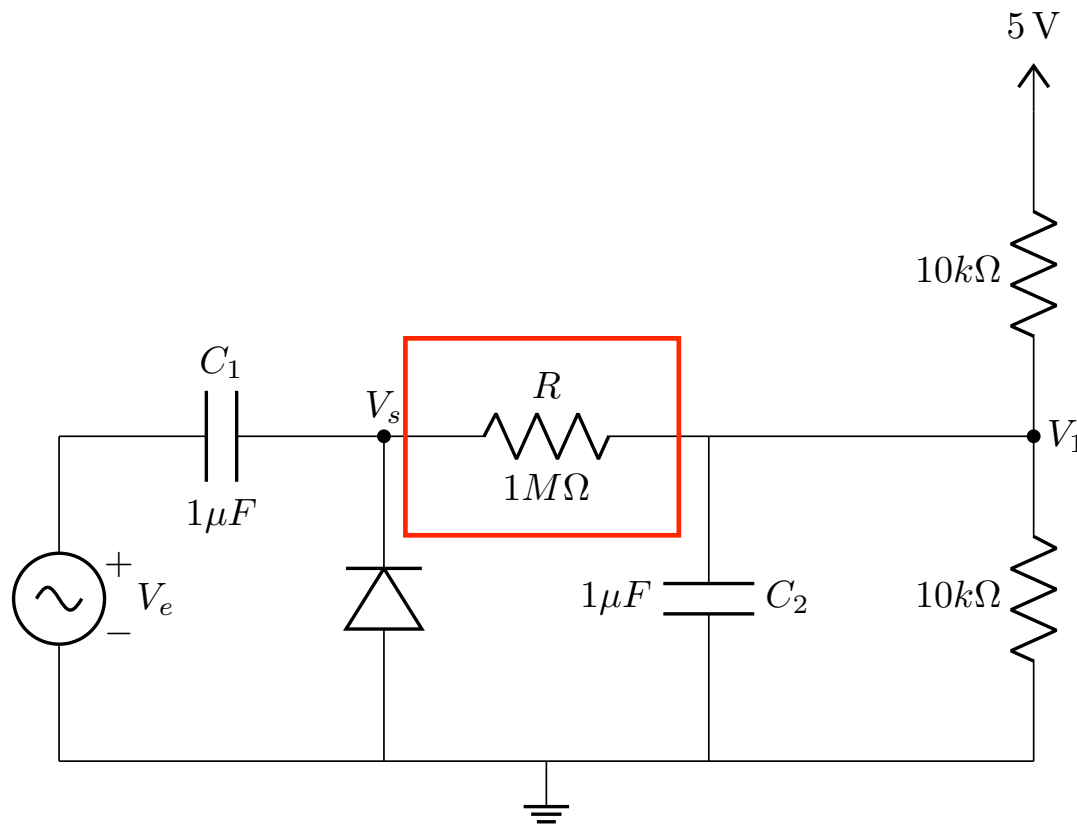
Entrée :
 $V_{CC}=2V$
 $V_{moy}=21mV$

Sortie :
 $V_{CC}=1,94V$
 $V_{moy} = 1,24V$
 \neq
 $V_{moy} = 2,5V$

Raison ?

Tension de décalage

Mesure avec une sonde (Picoscope)



Indice :
impédance d'entrée du Picoscope
 $Z_e \approx 1M\Omega$

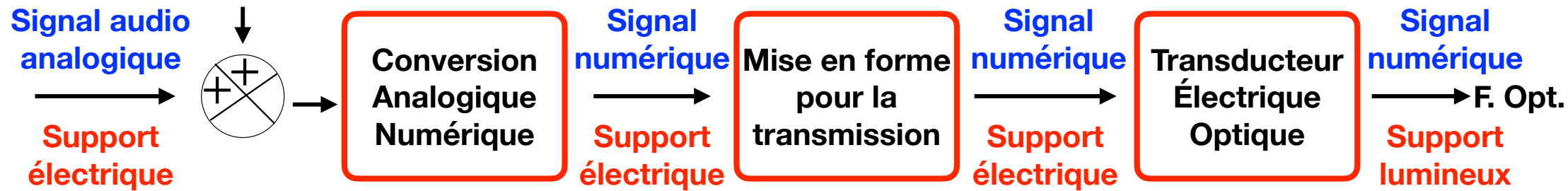
Cahier des charges

Tension de décalage

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon : $f_e \geq 2.f_{max} \rightarrow f_e \geq 24KHz$
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage :
- Plage de tension après décalage :

Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission



Sommaire

1. Caractérisation du signal audio analogique
2. Ajout d'une tension de décalage
- 3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?**
4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)
5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?
6. Mise en forme du signal ?

Project Global Ressources

RefMux

- BandGap ?
- Vdd/2 ?
- P2[4] et P2[6] ?
- Influences de ce réglage ?
 - AGND : masse des blocs analogiques
 - RefLo -> RefHi : plage de **tension d'entrée** des blocs analogiques
- Réglage adapté ?
 -
 -

Global Resources - pdproject1	
Power Setting [Vcc / SysClk fre]	5.0V / 24MHz
CPU_Clock	SysClk/1
32K_Select	Internal
PLL_Mode	Disable
Sleep_Timer	512_Hz
VC1= SysClk/N	4
VC2= VC1/N	2
VC3 Source	SysClk/1
VC3 Divider	1
SysClk Source	Internal
SysClk*2 Disable	No
Analog Power	SC On/Ref High
Ref Mux	(Vdd/2)+/(Vdd/2)
AGndBypass	(Vdd/2)+/-BandGap
Op-Amp Bias	(Vdd/2)+/(Vdd/2)
A_Buff_Power	BandGap+/-BandGap (1.6 BandGap)+/(1.6 BandGap)
SwitchModePump	(2 BandGap)+/-BandGap
Trip Voltage [LVD (SMP)]	(2 BandGap)+/-P2[6]
LVDThrottleBack	P2[4]+/-BandGap
Watchdog Enable	P2[4]+/-P2[6]

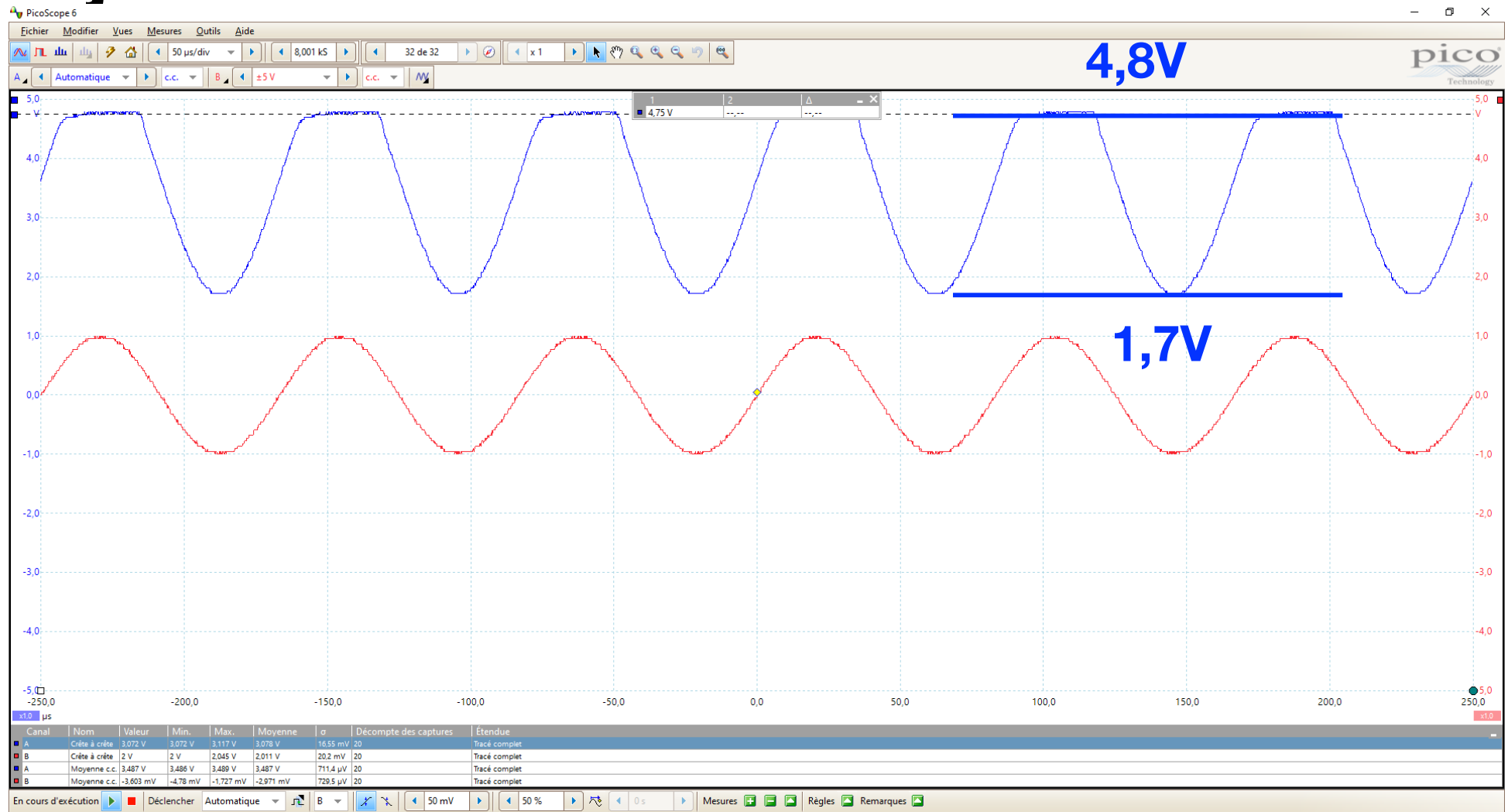
Project Global Ressources

RefMux

- $V_e = -1V \rightarrow 1V$
- Après décalage (2,5V) : $1,5 \rightarrow 3,5V$
- Amplificateur de gain 2
- Résultat?

Power Setting [Vcc / SysClk fre]	5.0V / 24MHz
CPU_Clock	SysClk/1
32K_Select	Internal
PLL_Mode	Disable
Sleep_Timer	512_Hz
VC1= SysClk/N	4
VC2= VC1/N	2
VC3 Source	SysClk/1
VC3 Divider	1
SysClk Source	Internal
SysClk*2 Disable	No
Analog Power	SC On/Ref High
Ref Mux	BandGap+/-BandGap
AGndBypass	(Vdd/2)+/-BandGap
Op-Amp Bias	(Vdd/2)+/-(Vdd/2)
A_Buff_Power	BandGap+/-BandGap
SwitchModePump	(1.6 BandGap)+/-(1.6 BandGap)
Trip Voltage [LVD (SMP)]	(2 BandGap)+/-BandGap
LVDThrottleBack	(2 BandGap)+/-P2[6]
Watchdog Enable	P2[4]+/-BandGap
	P2[4]+/-P2[6]

Project Global Ressources



Project Global Ressources

RefMux

Erreur de raisonnement !

- $V_e = -1V \rightarrow 1V$
- Après décalage (2,5V) : $1,5 \rightarrow 3,5V$
- Amplificateur de gain 2
 - $(1,5 - AGND) * 2 + AGND = 1,7V$
 - $(3,5 - AGND) * 2 + AGND = 5,7V$
- Résultat?

Power Setting [Vcc / SysClk freq]	5.0V / 24MHz
CPU_Clock	SysClk/1
32K_Select	Internal
PLL_Mode	Disable
Sleep_Timer	512_Hz
VC1= SysClk/N	4
VC2= VC1/N	2
VC3 Source	SysClk/1
VC3 Divider	1
SysClk Source	Internal
SysClk*2 Disable	No
Analog Power	SC On/Ref High
Ref Mux	BandGap+/-BandGap
AGndBypass	(Vdd/2)+/-BandGap
Op-Amp Bias	(Vdd/2)+/-(Vdd/2)
A_Buff_Power	BandGap+/-BandGap
SwitchModePump	(1.6 BandGap)+/-(1.6 BandGap)
Trip Voltage [LVD (SMP)]	(2 BandGap)+/-BandGap
LVDThrottleBack	(2 BandGap)+/-P2[6]
Watchdog Enable	P2[4]+/-BandGap
	P2[4]+/-P2[6]

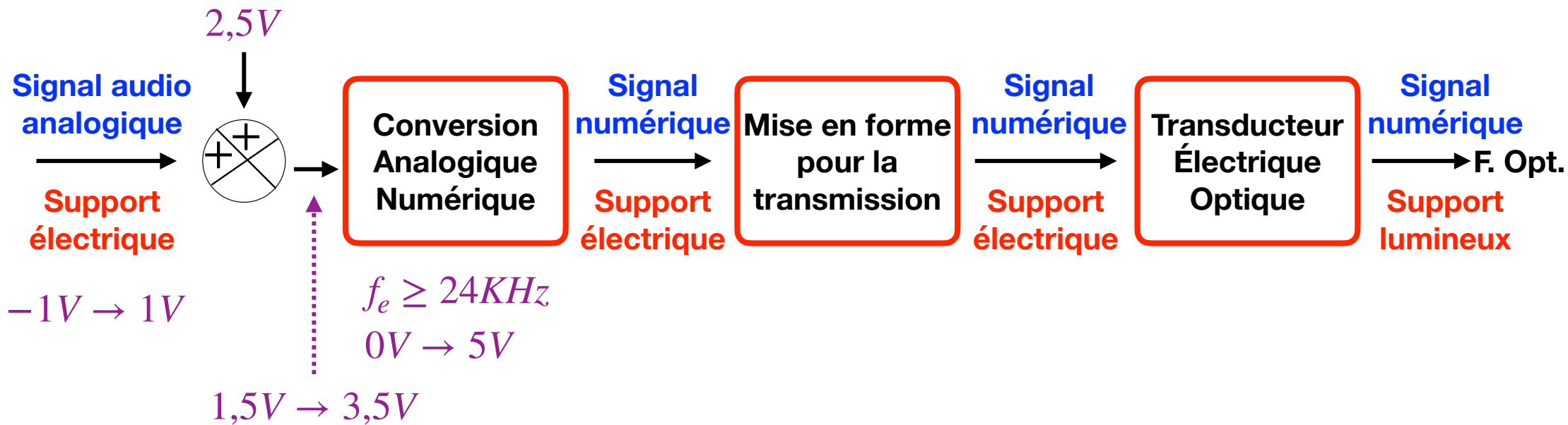
Cahier des charges

RefMux

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon : $f_e \geq 2.f_{max} \rightarrow f_e \geq 24KHz$
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage : $V_{offset} \geq 1V \rightarrow V_{offset} = 2,5V$
- Plage de tension après décalage : $1,5V \rightarrow 3,5V$
- Plage de tension en entrée du CAN : $0V \rightarrow 5V$

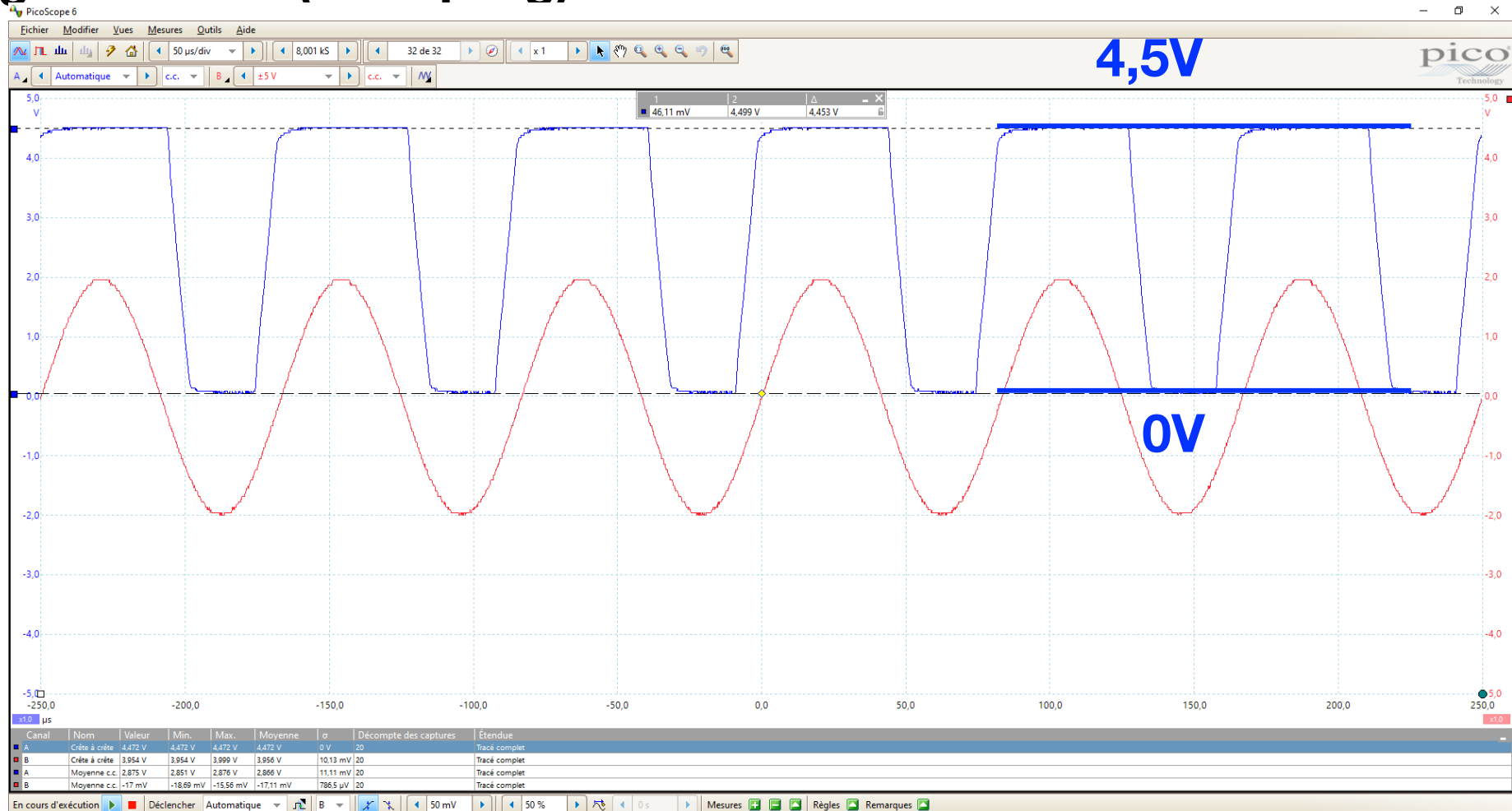
Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission



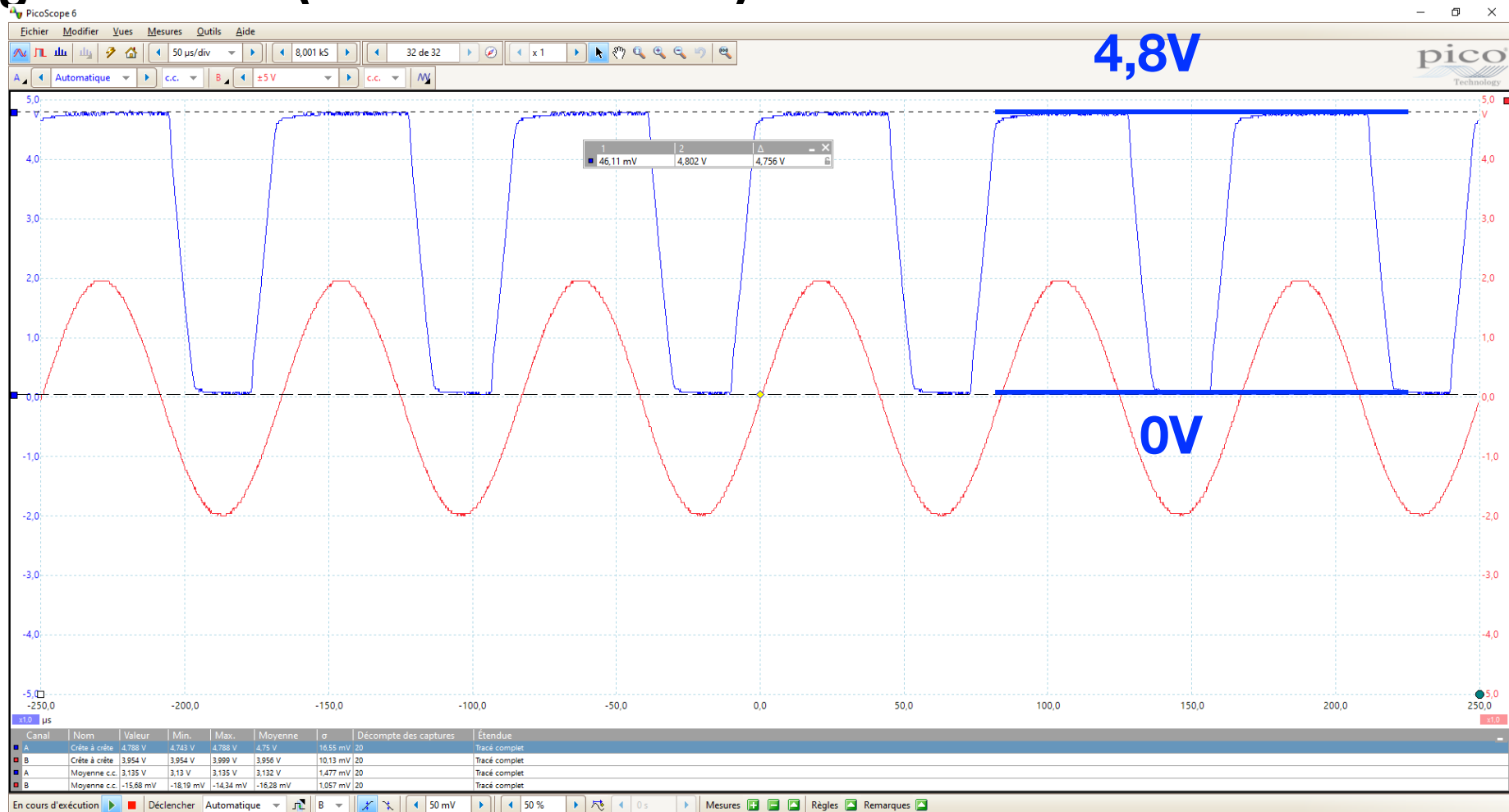
Conversion Analogique Numérique

Plage entrée ? (Mini-prog)



Conversion Analogique Numérique

Plage entrée ? (Alimentation ext.)

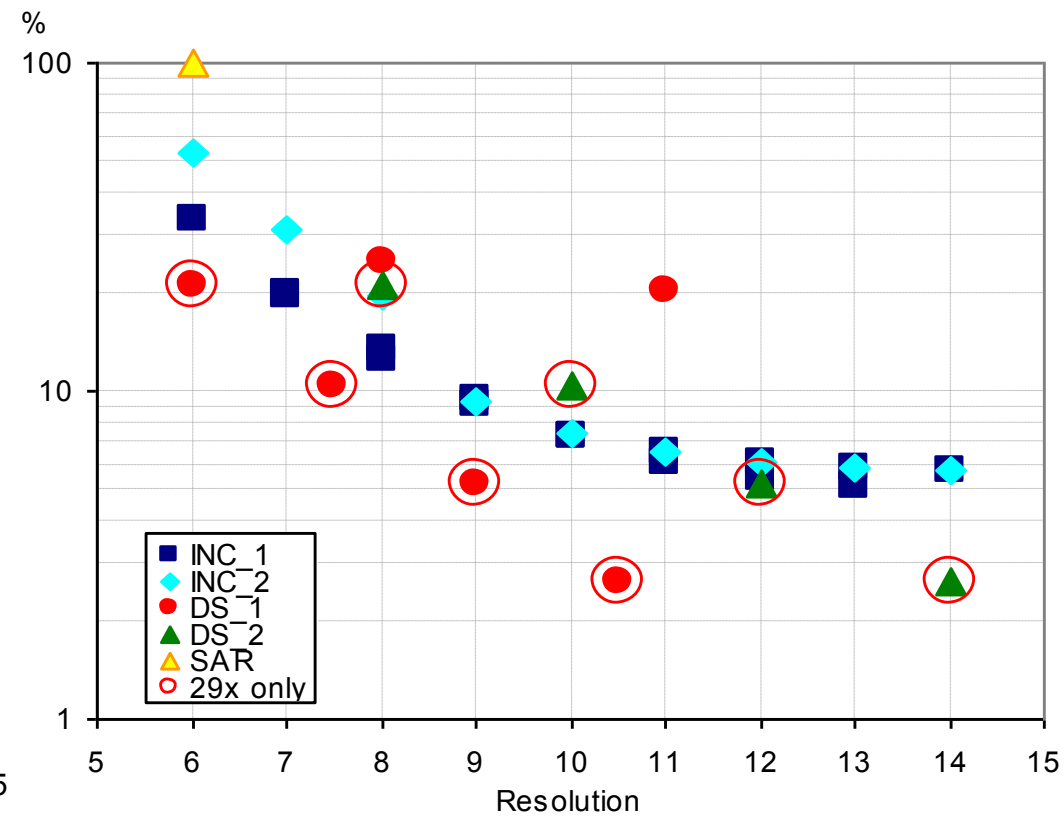
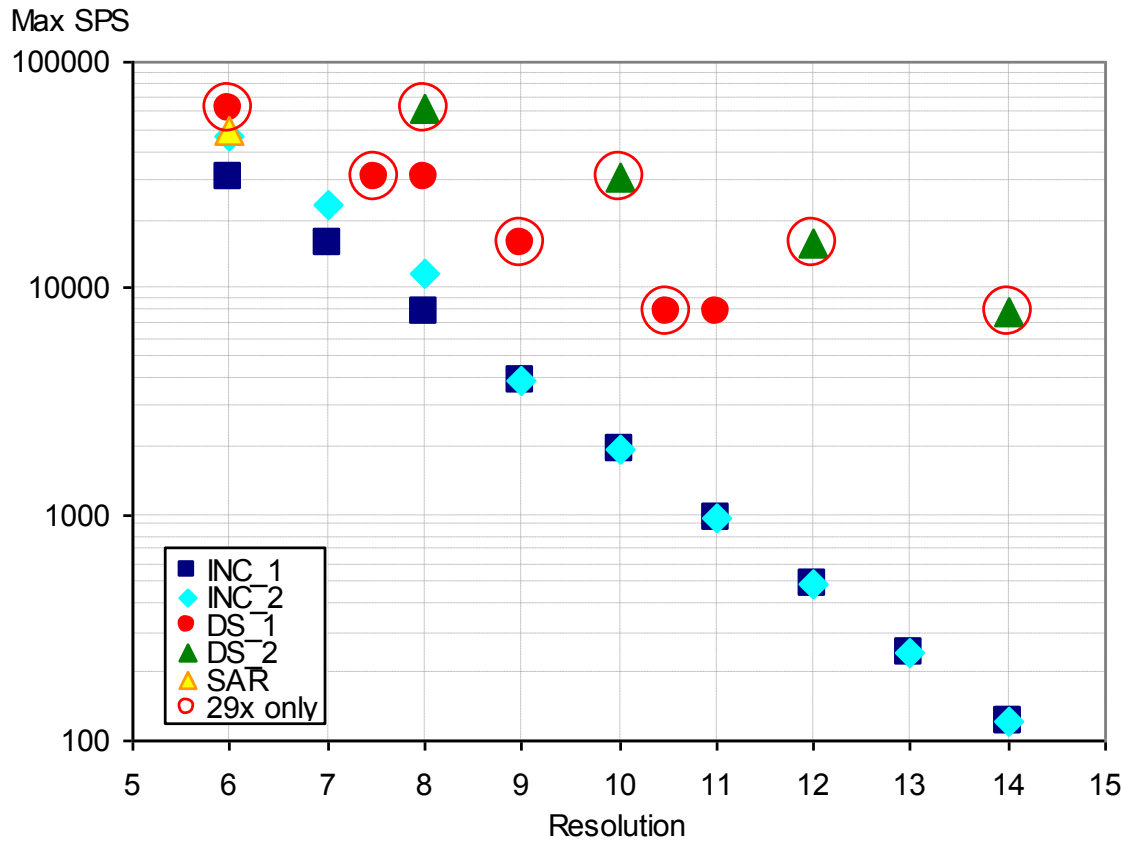


Sommaire

1. Caractérisation du signal audio analogique
2. Ajout d'une tension de décalage
3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?
- 4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)**
5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?
6. Mise en forme du signal ?

Conversion Analogique Numérique

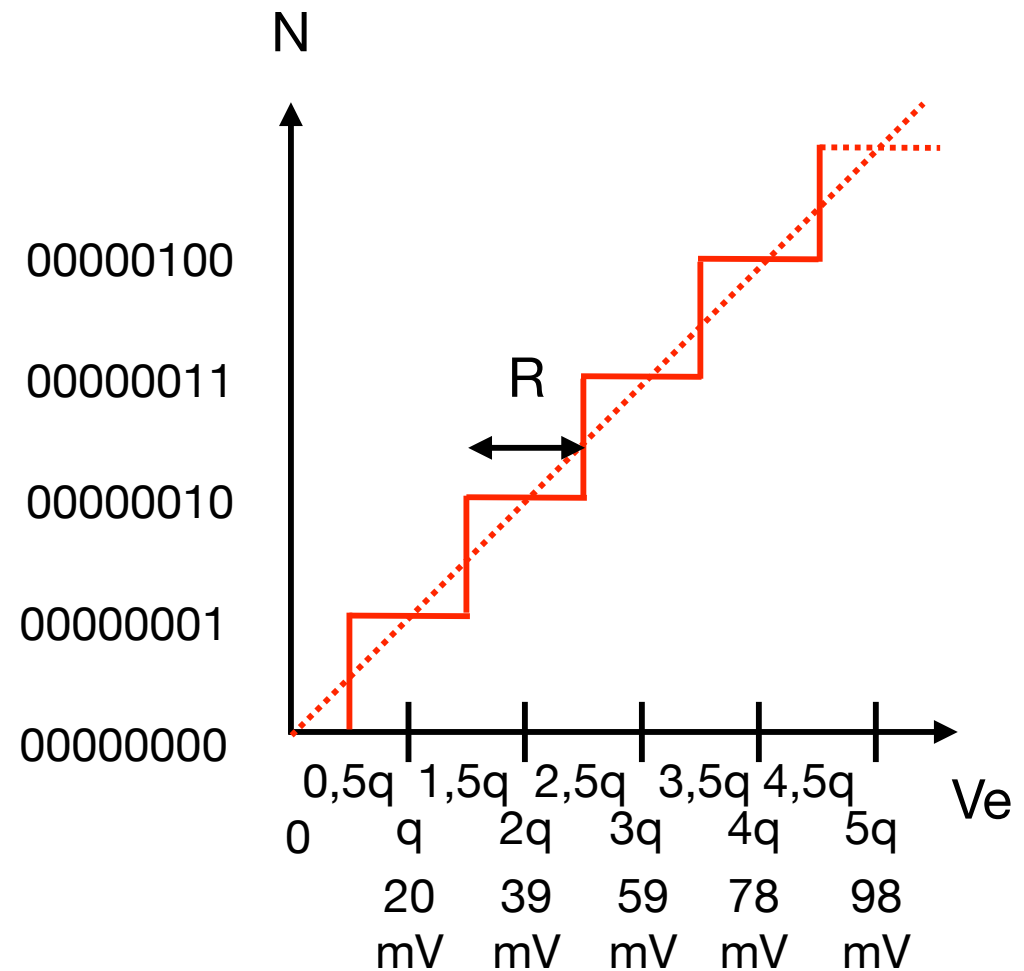
Choix du Convertisseur



Conversion Analogique Numérique

Choix du Convertisseur

- Quantum du CAN ?
- Format des données ?



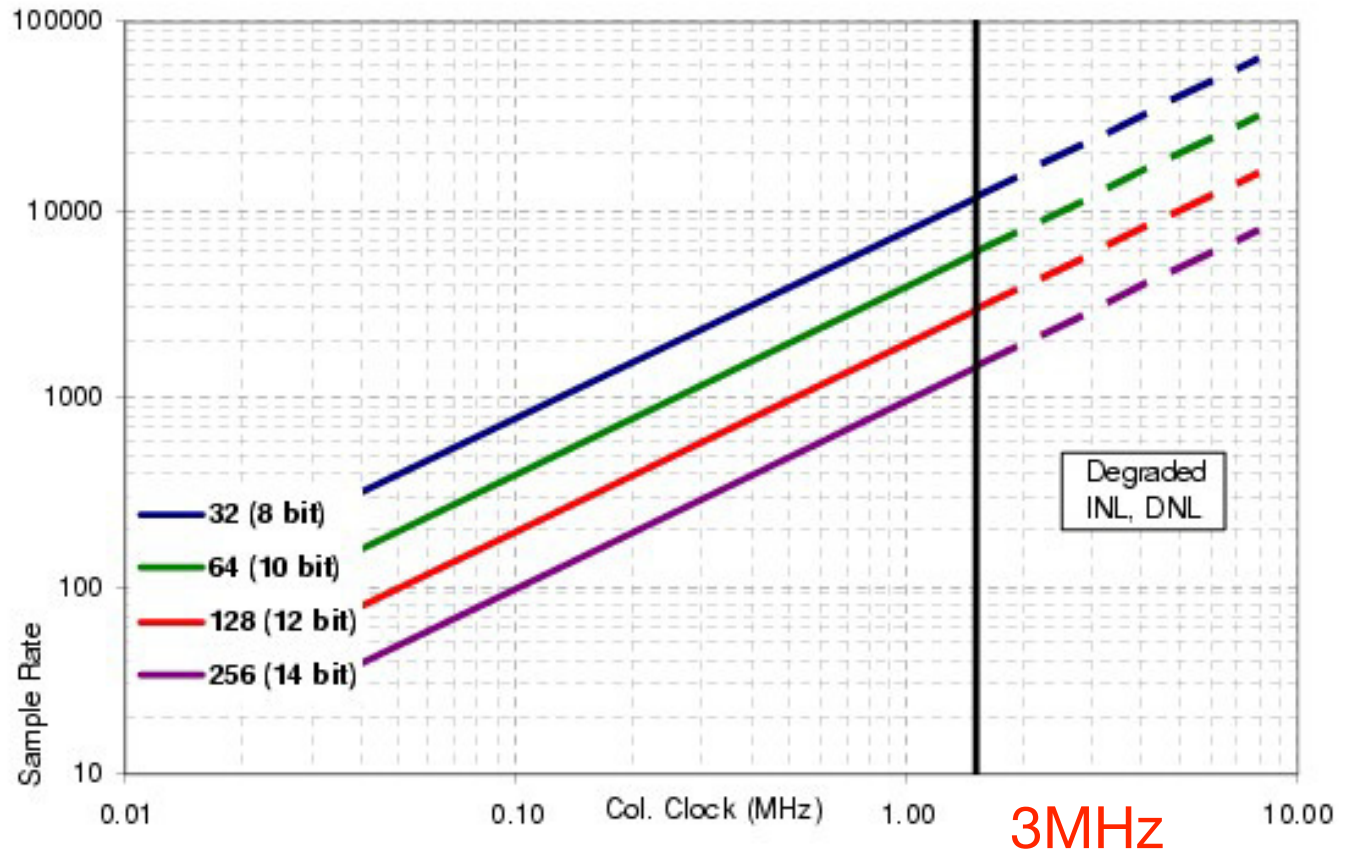
Conversion Analogique Numérique

Fréquence de l'horloge

$$f_e = \frac{f_{CLK}}{4 * 32}$$

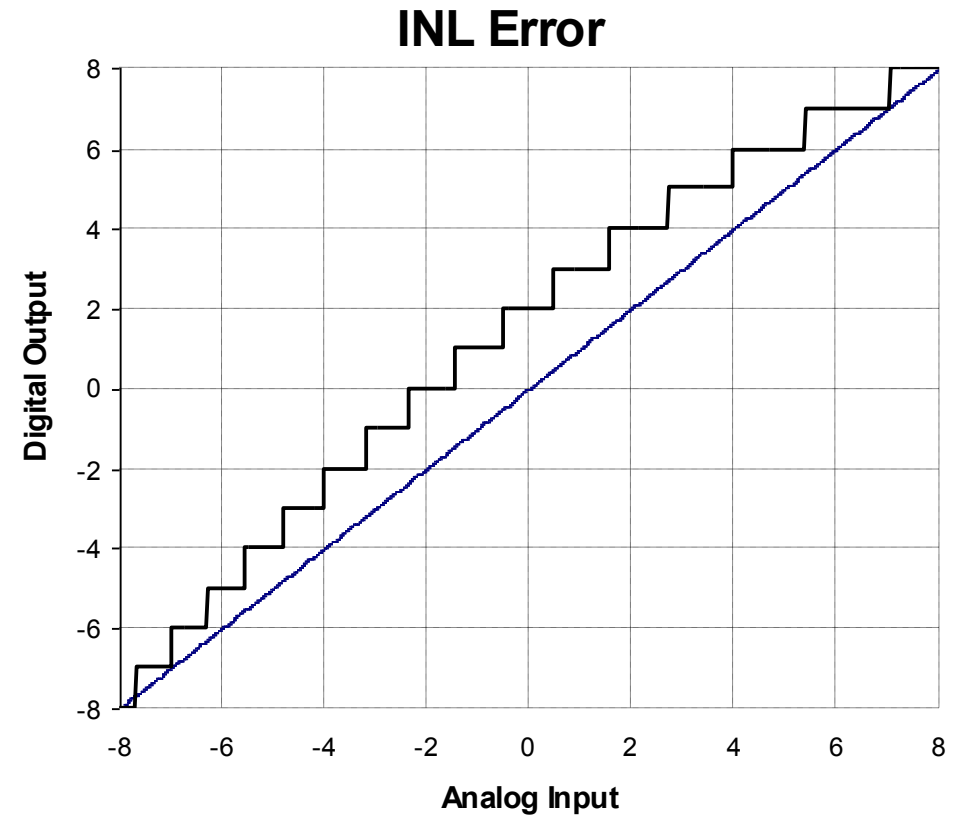
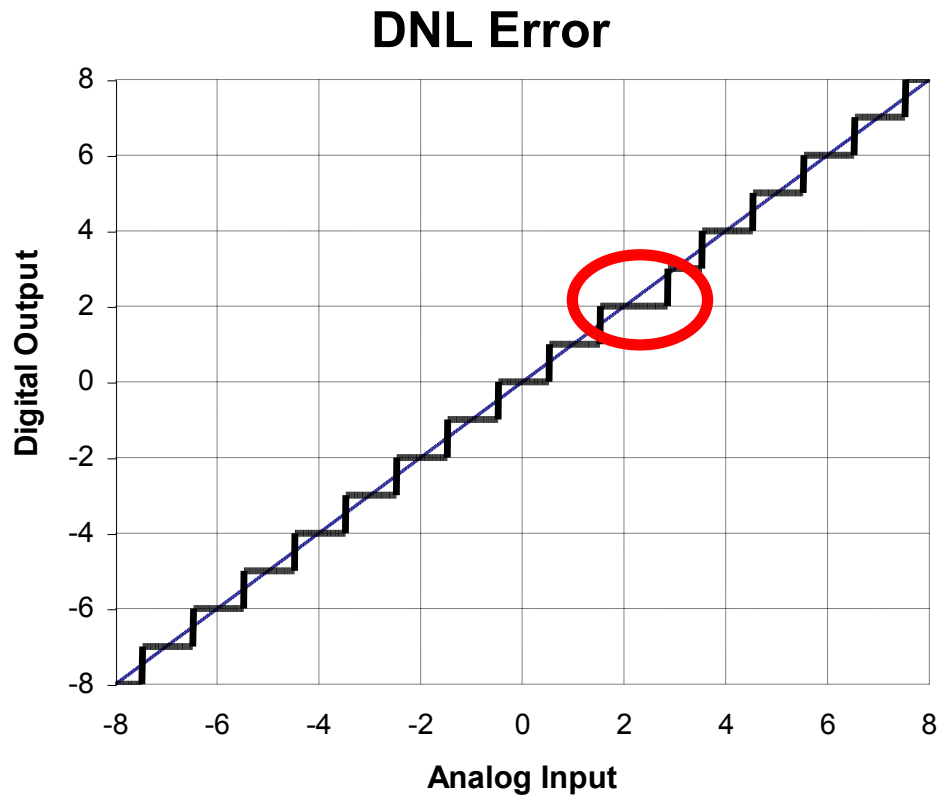
Source de l'horloge ?

VC1, VC2 ou VC3



Conversion Analogique Numérique

Erreurs DNL / INL



Conversion Analogique Numérique

Choix du Convertisseur

- Quantum du CAN ?

- $q = \frac{V_{PE}}{2^n - 1} = \frac{5V}{255} \approx 19,6mV$

- Résolution de la chaine d'acquisition ?

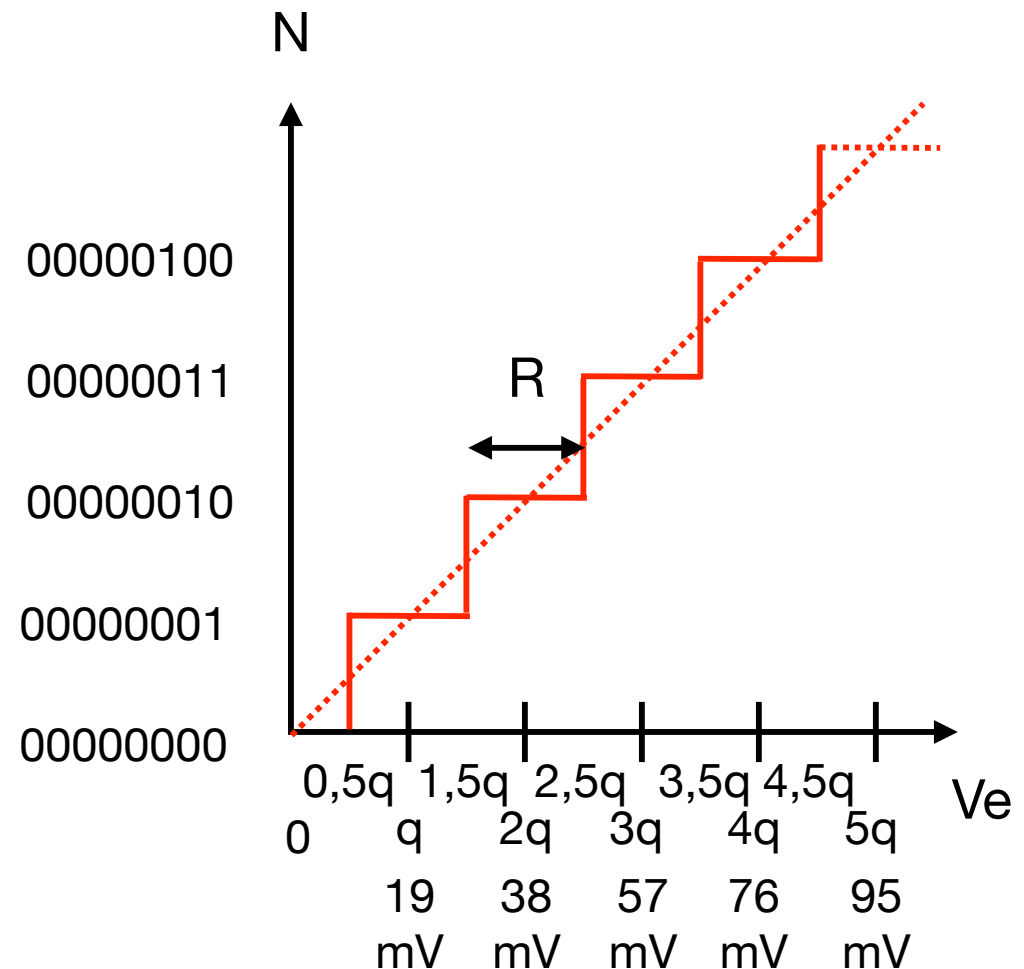
- $R = q = 19,6mV$

- Comment améliorer cette résolution ?

- **Ajout d'un amplificateur :**

- **Nouvelle résolution ?**

-



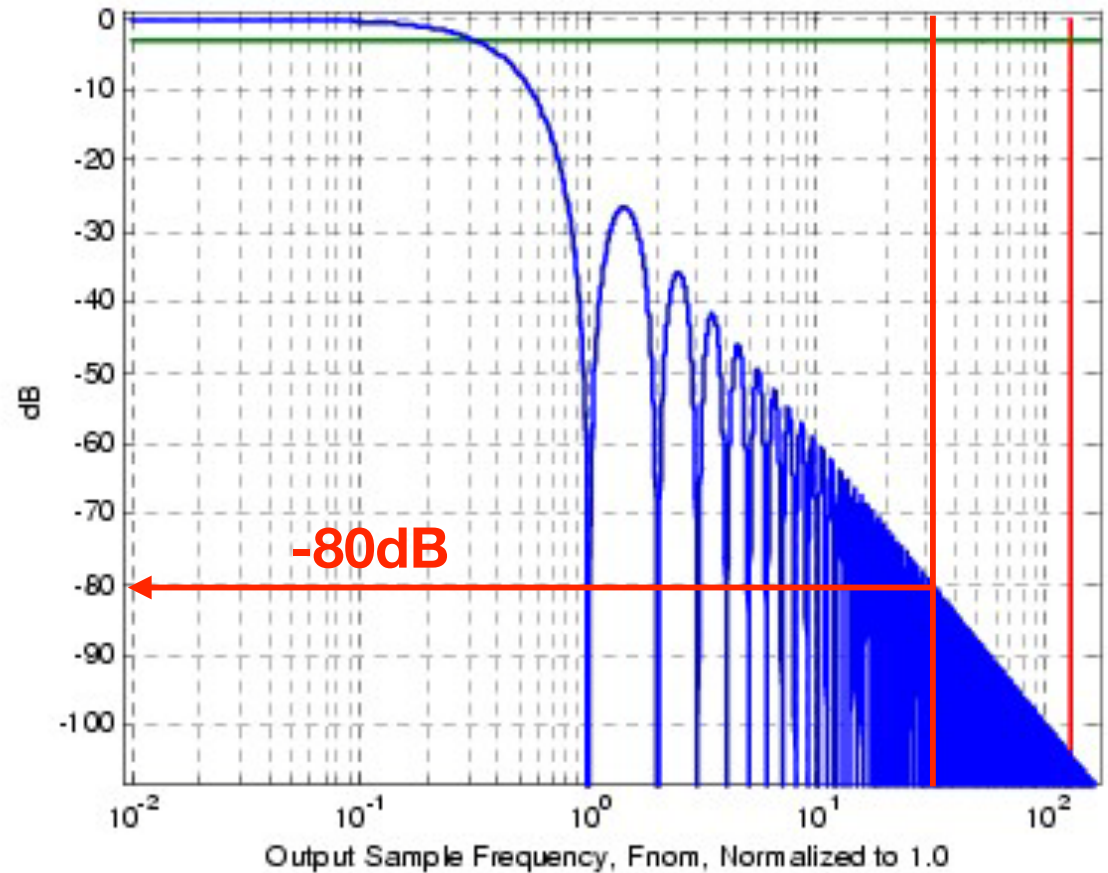
Conversion Analogique Numérique

Filtre anti-repliement ?

- utilisation d'un CAN Sigma-Delta
- sur-échantillonnage : $32 \cdot f_e$
- filtre décimateur passe-bas

- connaissance précise du signal analogique d'entrée

- **FAR facultatif**



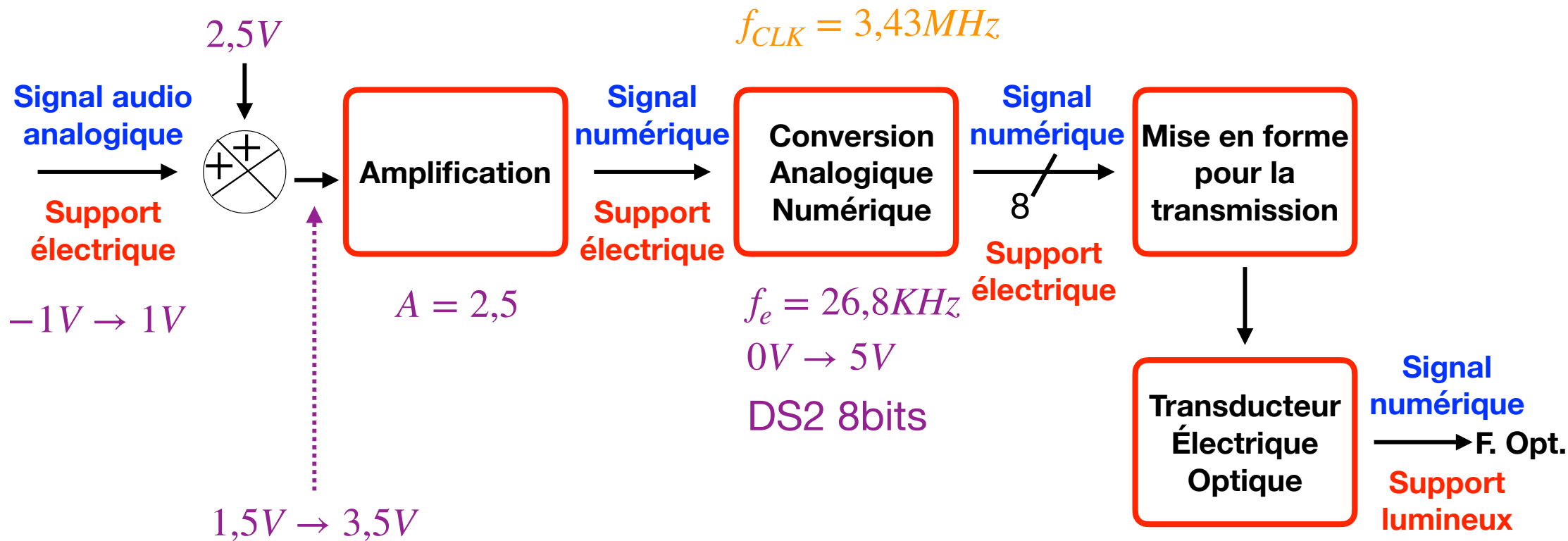
Cahier des charges

Convertisseur Analogique-Numérique

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon : $f_e \geq 2.f_{max} \rightarrow f_e \geq 24KHz \rightarrow f_e = 26,8KHz$
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage : $V_{offset} \geq 1V \rightarrow V_{offset} = 2,5V$
- Plage de tension après décalage : $1,5V \rightarrow 3,5V$
- Plage de tension en entrée du CAN : $0V \rightarrow 5V$
- Nécessité d'une amplification $A = \frac{5}{2} = 2,5$

Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission



Sommaire

1. Caractérisation du signal audio analogique
2. Ajout d'une tension de décalage
3. Plage de tensions analogiques acceptée par le PSoC ?
4. Choix du Convertisseur Analogique-Numérique (CAN ou ADC)
- 5. Nécessité d'une amplification du signal audio analogique ?**
6. Mise en forme du signal ?

Programmable Gain Amplifier

Choix des paramètres

$$V_{out} = A \cdot (V_e - V_{ref}) + V_{ref}$$

- choix de l'amplification ?
- choix de V_{ref} ?

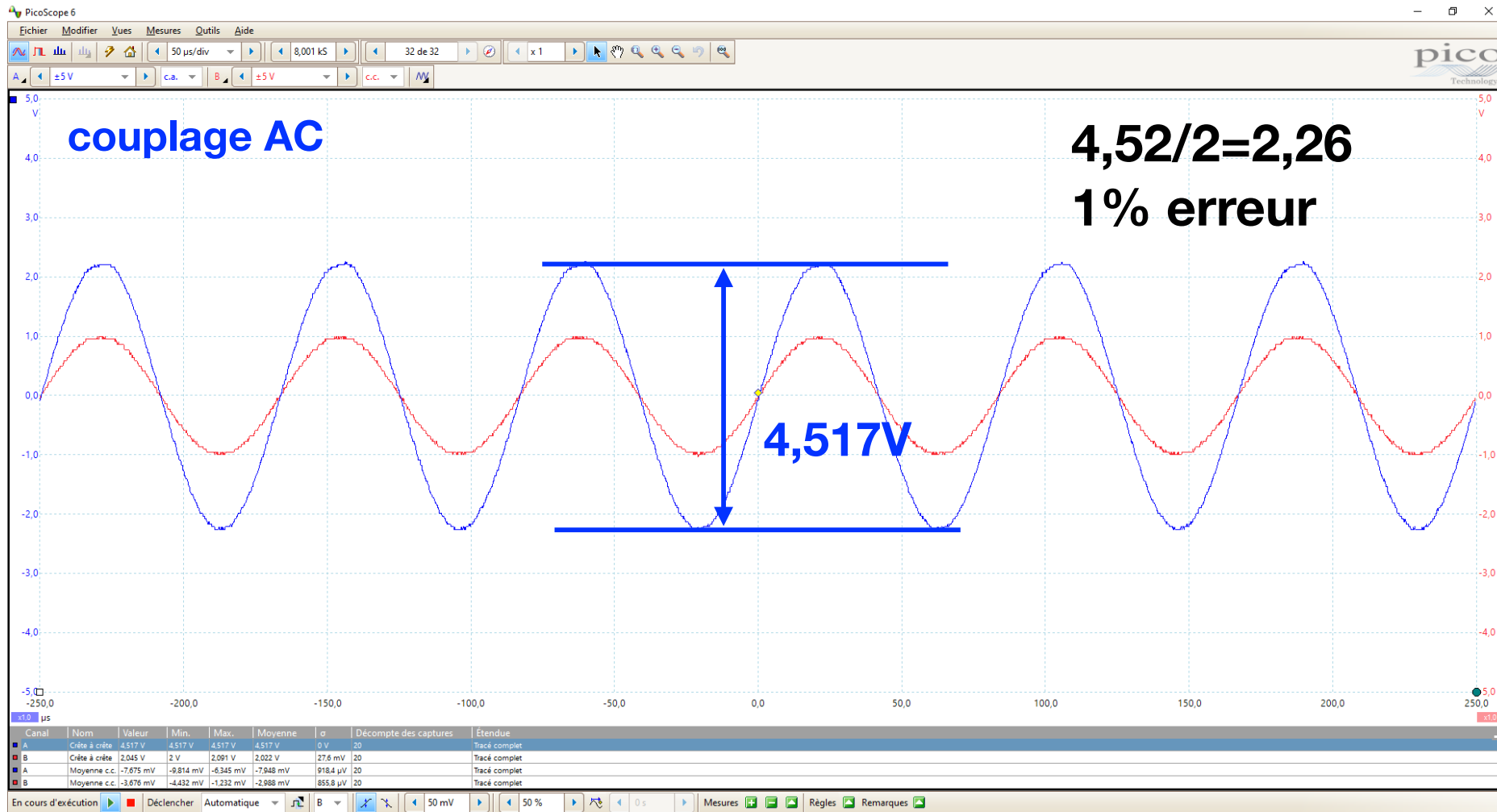
Name	PGA_1
User Module	PGA
Version	3.2
Gain	2.286
Input	48.00
Reference	24.00
AnalogBus	16.00

8.000
5.333
4.000
3.200
2.667
2.286
2.000
1.777

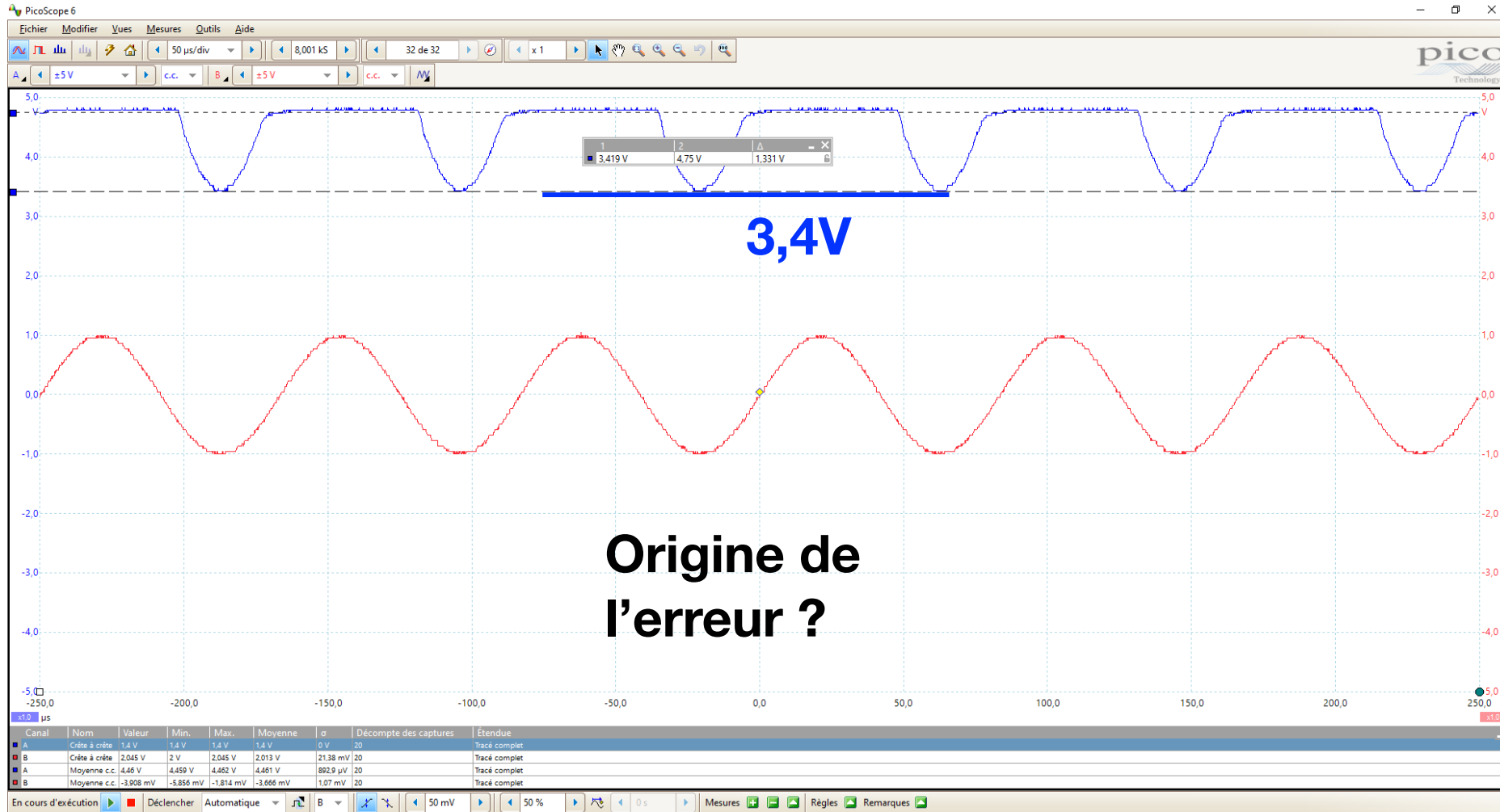
Name	PGA_1
User Module	PGA
Version	3.2
Gain	2.286
Input	AnalogColumn_InputMUX_0
Reference	AGND
AnalogBus	ACB01

AGND
VSS
ASC10

Programmable Gain Amplifier



Programmable Gain Amplifier



Programmable Gain Amplifier

Choix des paramètres

$$V_{out} = A \cdot (V_e - V_{ref}) + V_{ref}$$

- choix de l'amplification ?
- choix de V_{ref} ?

Name	PGA_1
User Module	PGA
Version	3.2
Gain	2.286
Input	48.00
Reference	24.00
AnalogBus	16.00

8.000
5.333
4.000
3.200
2.667
2.286
2.000
1.777

Name	PGA_1
User Module	PGA
Version	3.2
Gain	2.286
Input	AnalogColumn_InputMUX_0
Reference	VSS
AnalogBus	ACB01

AGND
VSS
ASC10

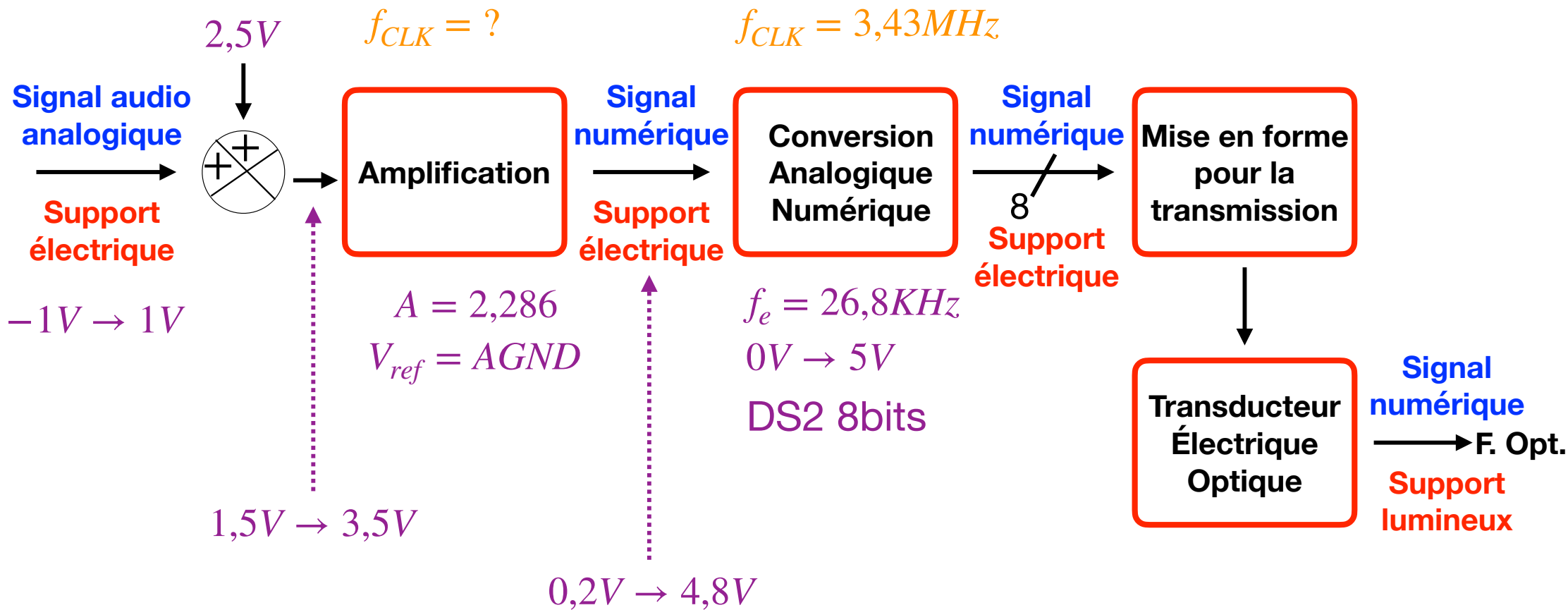
Cahier des charges

Convertisseur Analogique-Numérique

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon : $f_e \geq 2.f_{max} \rightarrow f_e \geq 24KHz \rightarrow f_e = 26,8KHz$
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage : $V_{offset} \geq 1V \rightarrow V_{offset} = 2,5V$
- Plage de tension après décalage : $1,5V \rightarrow 3,5V$
- Plage de tension en entrée du CAN : $0V \rightarrow 5V$
- Nécessité d'une amplification $A = \frac{5}{2} = 2,5 \rightarrow A = 2,286$ avec $AGND = 2,5V$

Transmission numérique audio par fibre optique

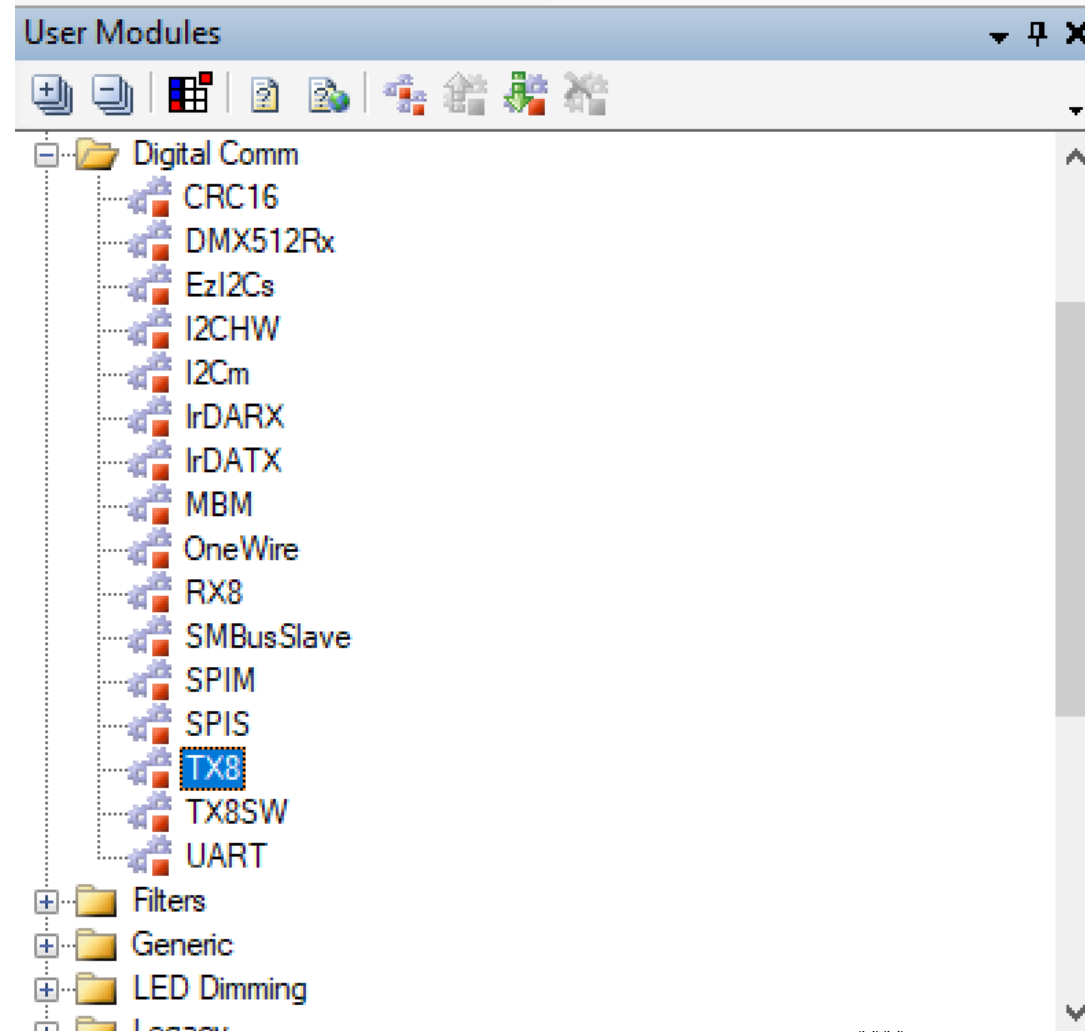
Chaîne d'émission



Mise en forme pour la transmission

Nécessité ?

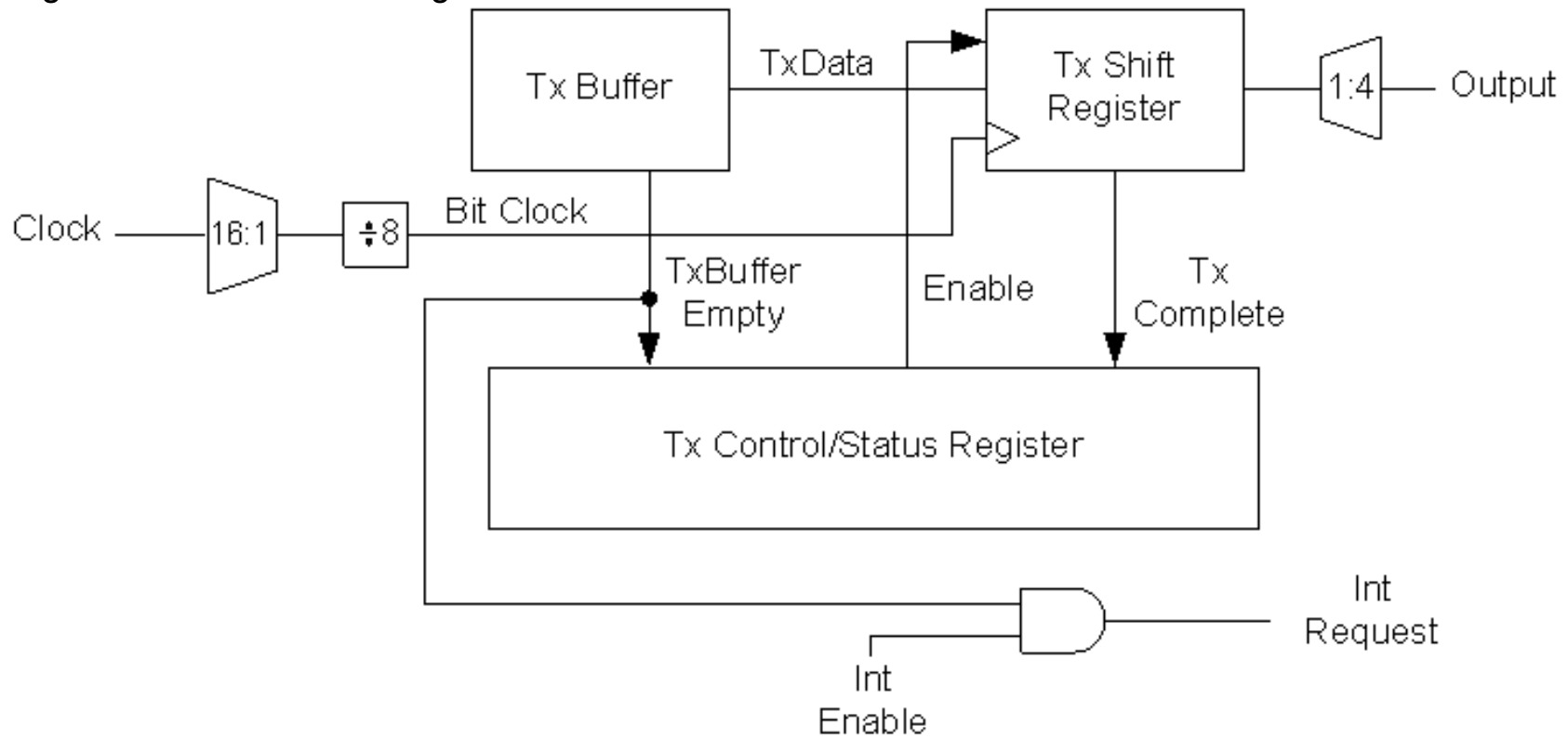
- Où est le signal après la conversion ?
- Sous quelle forme ?
- Peut-on y avoir accès ?
- Caractéristiques de la fibre optique ?
- Nécessité d'un bloc
- Choix du protocole ?
- Justification du CAN 8 bits ?



Mise en forme pour la transmission

Bloc TX8

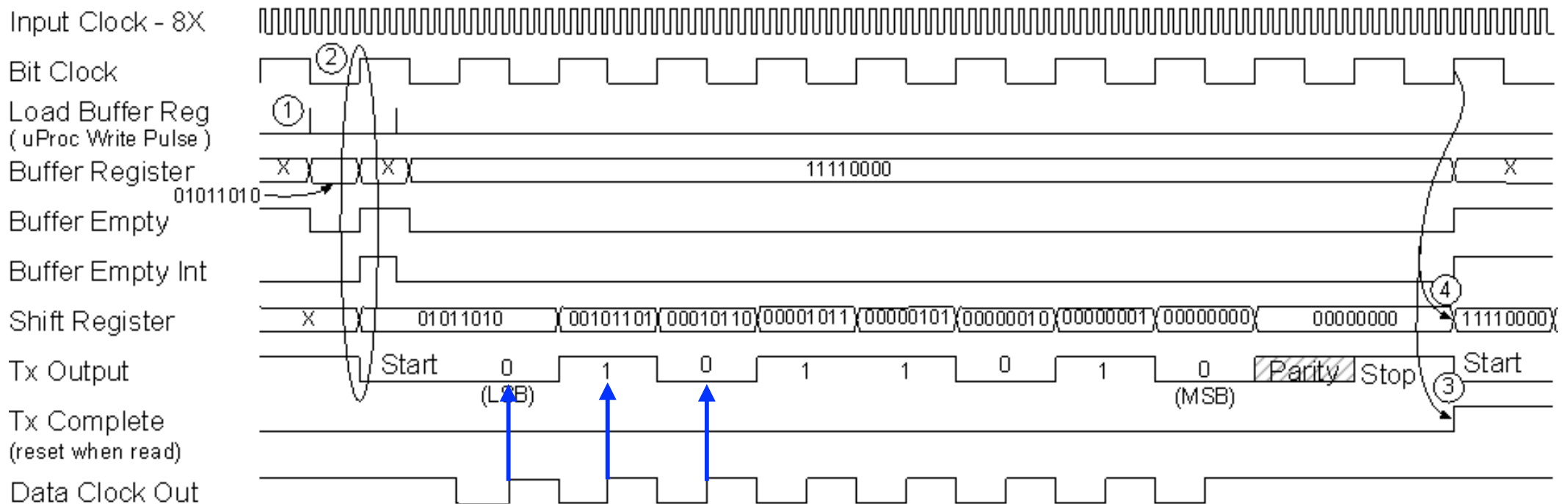
Figure 1. TX8 Block Diagram



Mise en forme pour la transmission

Bloc TX8

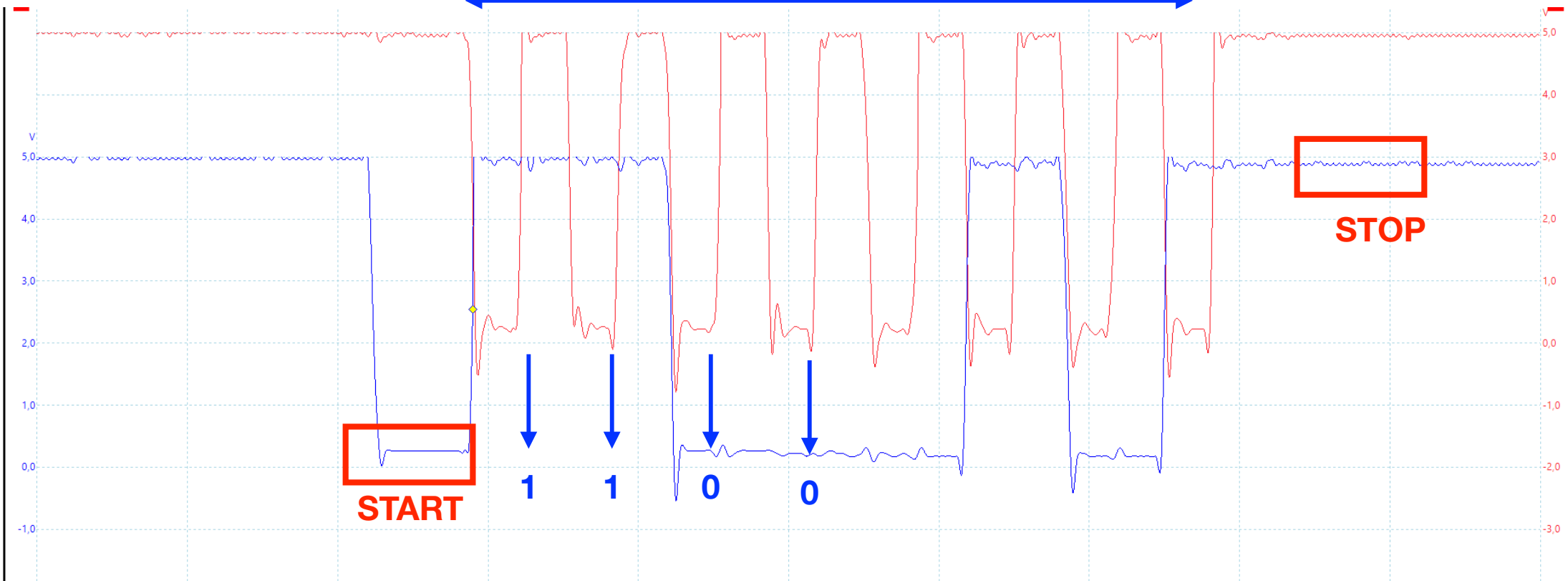
Figure 2. TX8 Timing Diagram



Mise en forme pour la transmission

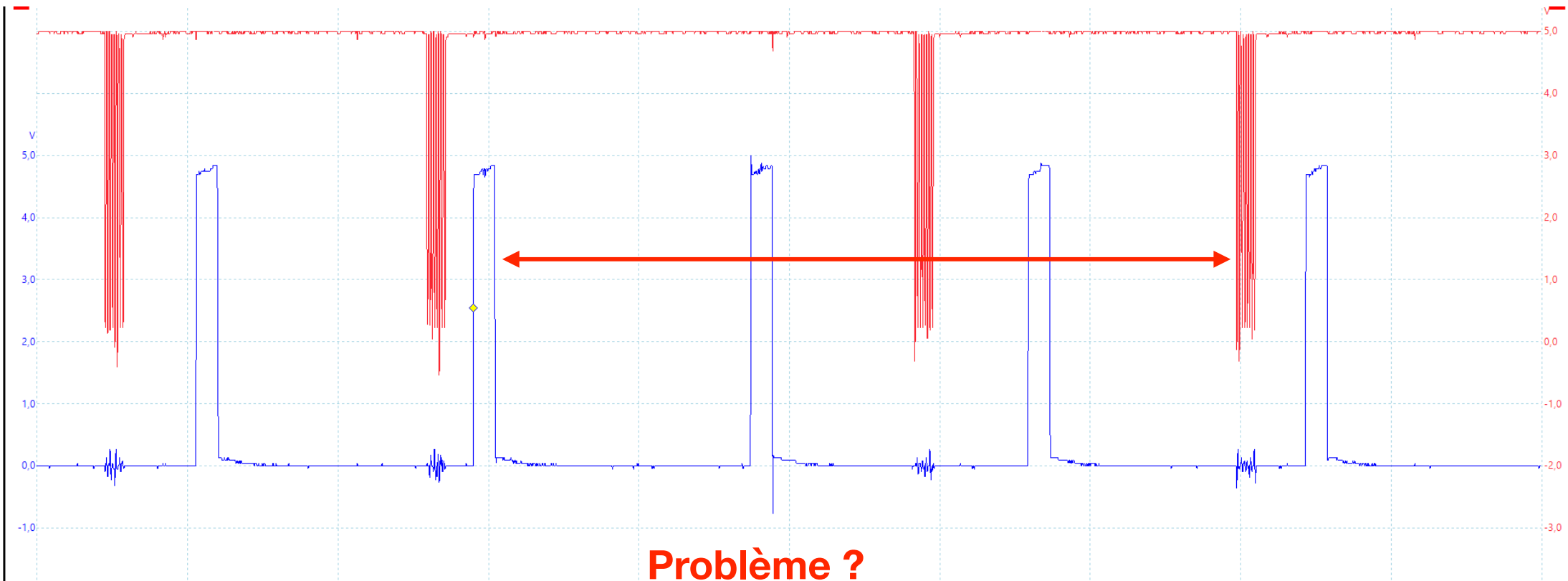
Bloc TX8

$8 \cdot T = 2500\text{ns} \rightarrow T_{\text{bit}} = 312,5\text{ns} \rightarrow D_b = 3,2\text{Mbits/s}$ (SysCLK direct)



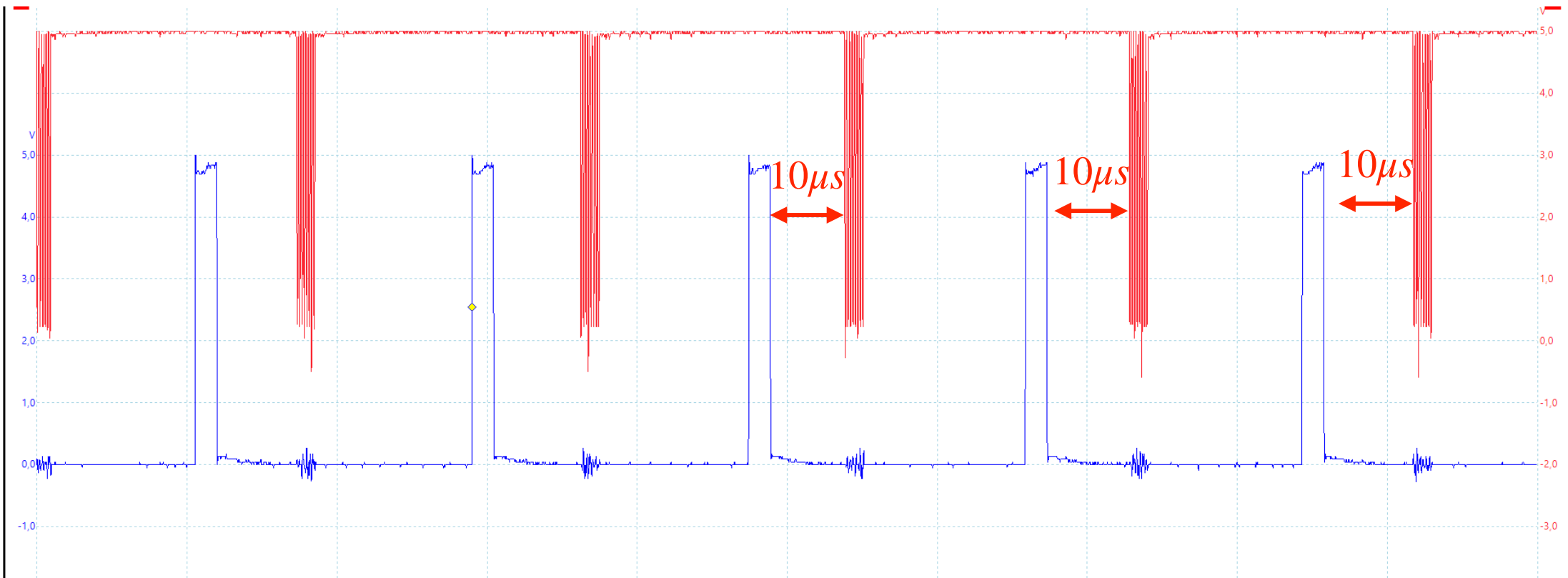
Mise en forme pour la transmission

Bloc TX8



Mise en forme pour la transmission

Bloc TX8



Solution ?

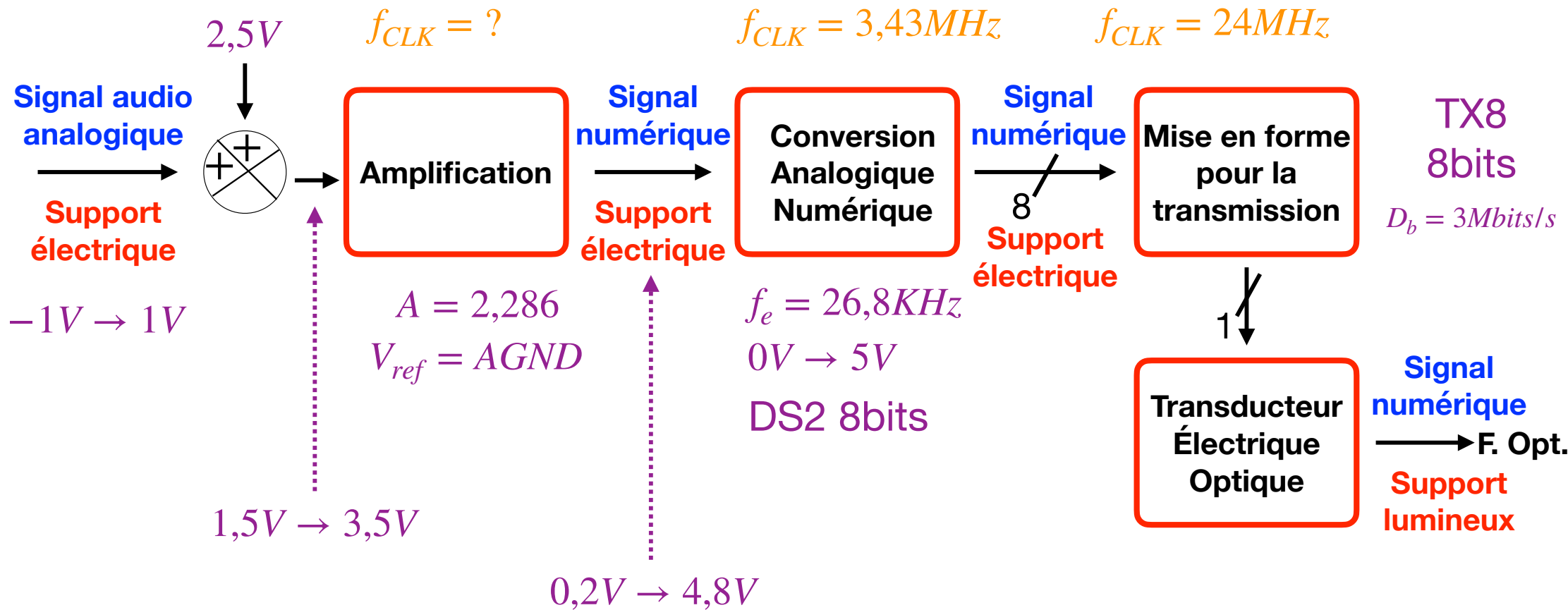
Cahier des charges

Convertisseur Analogique-Numérique

- Largeur du spectre : 0 à 12KHz
- Théorème de Shannon : $f_e \geq 2.f_{max} \rightarrow f_e \geq 24KHz \rightarrow f_e = 26,8KHz$
- Valeurs du signal : $-1V \rightarrow 1V$
- Nécessité d'une tension de décalage : $V_{offset} \geq 1V \rightarrow V_{offset} = 2,5V$
- Plage de tension après décalage : $1,5V \rightarrow 3,5V$
- Plage de tension en entrée du CAN : $0V \rightarrow 5V$
- Nécessité d'une amplification $A = \frac{5}{2} = 2,5 \rightarrow A = 2,286$ avec $AGND = 2,5V$
- Nécessité d'un bloc *serializer* 8bits : $D_b \gg 10 * f_e = 268kbits/s$

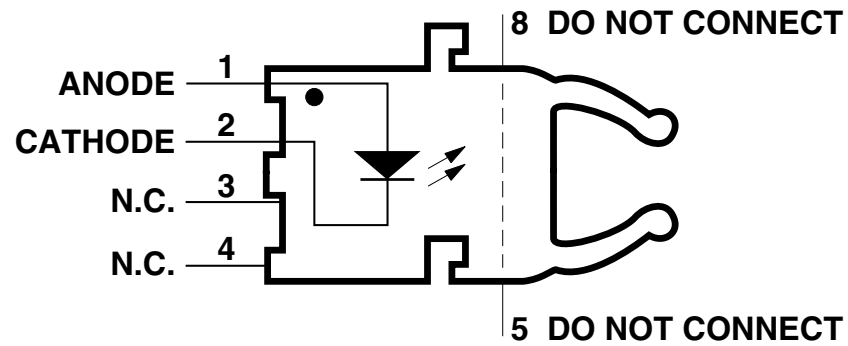
Transmission numérique audio par fibre optique

Chaîne d'émission



Transducteur électrique optique

A-t-on le choix ?



- 660nm
- $D_{b_{max}} = 5\text{Mbits/s}$

