

# MP24 : Signal et bruit

## Bibliographie :

- ☞ *Cours montrouge* [1]
- ☞ *Bruit thermique* Wikipédia [2]

## Rapports de jury :

**2017** : : *La mesure du bruit thermique d'une résistance est une très jolie expérience à la condition de comprendre les différents étages d'amplification nécessaires dans ces expériences. L'utilisation de boîtes noires non justifiée a été sanctionnée par le jury.*

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Origine du bruit - Bruit de quantification</b>	<b>2</b>
1.1	Nombre de bits . . . . .	2
1.2	Tension de différence en fonction du calibre . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Détection synchrone</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Bruit thermique d'une résistance</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Tableaux</b>	<b>4</b>

## Introduction

Définition du bruit : partie non désirable d'un signal. Il est présent dans tous les types de signaux : il est dû à tous les phénomènes que l'on ne maîtrise pas. On veut s'en débarrasser, mais pour cela il faut savoir au préalable la forme du signal que l'on veut distinguer de ce bruit.

Le physicien veut souvent faire une mesure en acquérant un signal. Seulement ce signal peut être perturbé par du bruit, donc on va essayer de voir comment quantifier ce bruit, sur un exemple de bruit apporté par le processus de mesure numérique, à savoir le bruit de quantification, puis sur un exemple de bruit créé par un processus physique, à savoir le bruit thermique d'une résistance. Enfin, on verra comment extraire un signal du bruit, sur une mesure pratique.

## Proposition de plan :

### 1 Origine du bruit - Bruit de quantification

#### 1.1 Nombre de bits

✓ **Manip 081.1 : Bruit de quantification : nombre de bits**

**En préparation :** On suit le protocole du cahier.

**En direct :** On fait la mesure en direct.

**Exploitation :** On en déduit le nombre de bits sur lequel code l'oscilloscope.

**ATTENTION :** Les oscilloscopes récents 2 voies affichent sur 8 carreaux mais codent sur 10.

#### 1.2 Tension de différence en fonction du calibre

✓ **Manip 081.2 : Bruit de quantification : signaux triangulaires**

**En préparation :** On trace la tension efficace de la différence entre les deux signaux (aux échelles différentes) en fonction du calibre.

**En direct :** On fait un point sur la droite.

**Exploitation :** On indique qu'il n'y a pas de raison que cela fasse une droite, mais cela montre l'importance du choix du bon calibre.

**Transition :** On a vu une source de bruit. De façon générale, on a beaucoup de sources de bruit, et on peut chercher à s'en débarrasser.

### 2 Détection synchrone

✓ **Manip 069.2 : Détection synchrone.**

**En préparation :** On fait les branchements et on montre que l'on retrouve bien l'amplitude du signal d'entrée (on connaît déjà la fréquence car on doit l'envoyer dans le multiplicateur.) Ou bien la fréquence ( $2f$ )

**En direct :** On fait la mesure et on discute le choix du passe-bas.

**Exploitation :** Technique utilisée pour beaucoup de systèmes.

**Transition :** Peut-on aussi utiliser le bruit d'un système pour remonter à des propriétés ?

### 3 Bruit thermique d'une résistance

#### ✓ Manip 082.1 : Bruit thermique d'une résistance

**En préparation :** On trace la DSP (calcul dans le cahier) en fonction de la résistance.

**En direct :** On fait un point en direct.

**Exploitation :** On en déduit la température.

Concernant les étages d'amplification, il s'agit d'avoir un bruit en entrée (pour pouvoir le comparer au bruit thermique) le plus faible possible. Il est préférable d'utiliser plusieurs amplificateurs plutôt qu'un seul, pour plusieurs raisons :

- On ne veut pas trop amplifier le bruit électronique. En utilisant trois amplis, le premier doit être particulièrement peu bruyant, et le bruit généré par les suivants pourra potentiellement compenser celui généré par le premier.
- Par conservation du produit gain-bande passante, si on avait un seul AO on aurait une bande passante très faible !

PS : (Il n'y a aucune différence entre le montage inverseur et non inverseur en terme de valeur efficace de bruit)

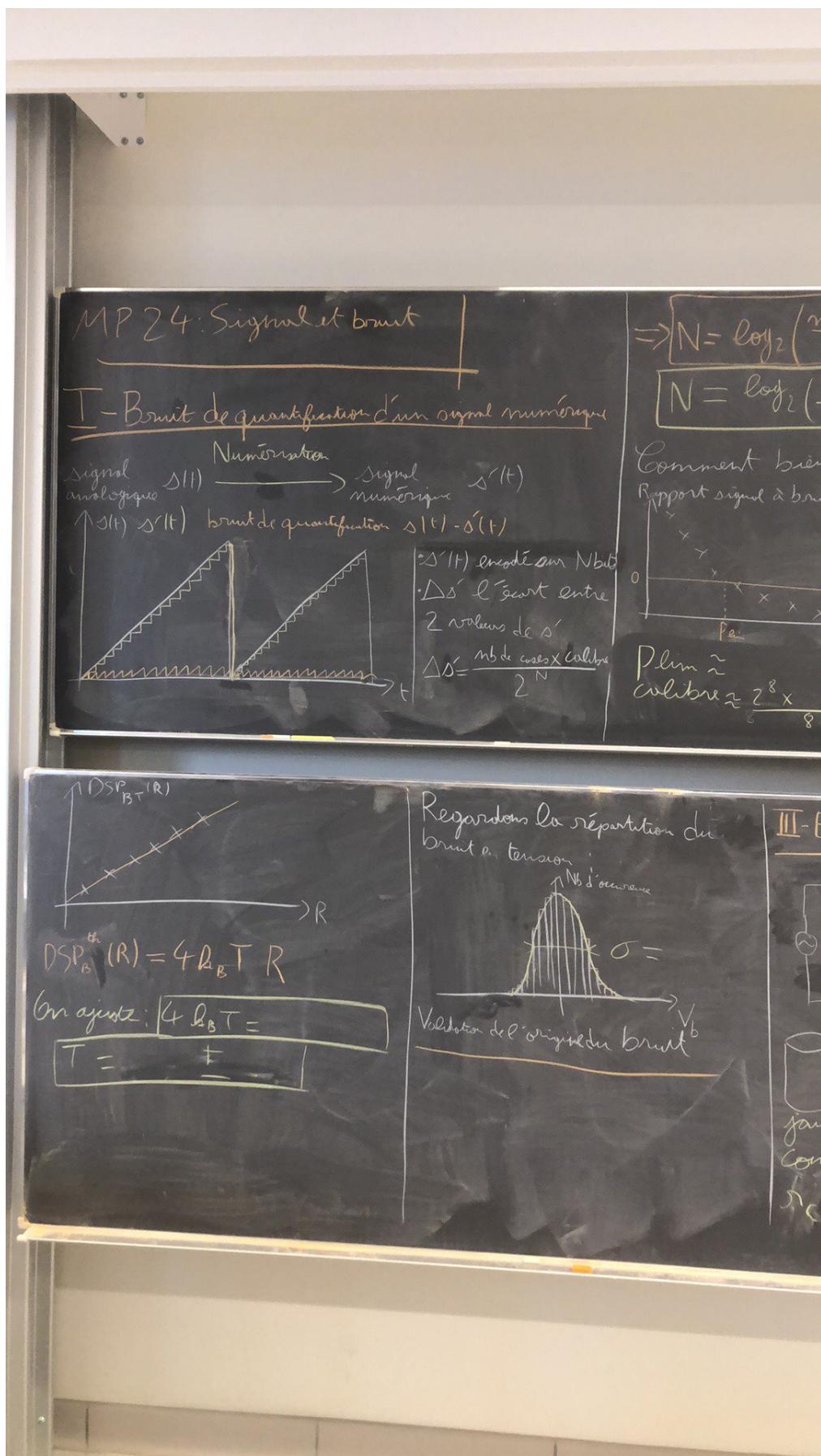
La chaîne d'amplification filtre les basses fréquences et notamment le bruit en  $1/f$  et les composantes parasites à 50 Hz, ce qui conduit donc, globalement à un système passe-bande.

Dans la suite, nous travaillerons à température ambiante, avec un système d'amplification dont la bande passante est de quelques MHz, ce qui signifie que le bruit thermique pourra être considéré comme blanc dans notre plage de travail.

### Conclusion :

Ouverture sur la PLL où on a besoin de la fréquence.

## 4 Tableaux



$\Rightarrow N = \log_2 \left( \frac{\text{valeur constante}}{\Delta s^-} \right)$

$N = \log_2 (8 \times 5V) =$

Comment bien numériser un signal  
Rapport signal à bruit :  $20 \log \left( \frac{S_{\text{RMS}}}{N_{\text{RMS}}} \right)$

bit/s  
0  
x x x x x x x x  
 $f_s$  → pas de quantification

Plein ≈  
calibre ≈  $2^8 \times \frac{1}{8} =$

II - Bruit thermique

DSP | Amplificateur | G<sub>0</sub> DSP  
R | | |  
D<sub>b</sub> | | |  
DSP(f) | | |  
| | |  
P<sub>noise</sub> = G<sub>0</sub>R<sub>b</sub>  
⇒ f  
Pour chaque R, on mesure D  
 $DSP_B(R) = \frac{DSP_{\max}(D)}{G_0(R)} - D$

III - Extraire un signal du bruit

$V_o = V_a + V_b$   
équation du mouvement  
 $\ddot{x}_b = -\frac{k}{m}x_b + \frac{F}{m}$   
 $\sigma_b = \sqrt{V_b}$   
du bruit

$V_a = kx_a$   
Amplificateur |  $V_{a, \text{voltat}}$  |  $V_{a, \text{bruit}}$  |  $\times$  |  $f_c \approx 1Hz$  |  $GKV_aV_b$   
jauge de contrainte |  $\Delta x \propto m$  | masse m | | |  
Amplitude bruit  $\propto R$  | Offset net  $\propto R$

