

# Estimation du niveau de bruit

Appliqué aux micro-électrodes

## Objectifs :

Observer et quantifier l'évolution du niveau de bruit à travers le temps, les patients et les électrodes.

## Mesures :

- Pics dans le spectre du signal brut
- Médiane de l'enveloppe du signal filtré
- Valeure rms du signal filtré
- Largeur de la distribution normale des points

# Estimation du niveau de bruit

## Stratégie

- Estimer le bruit sur toutes les chaînes
- Prendre des segments de N minutes (N=1 par défaut)

# Estimation du niveau de bruit

## Mesure 1 : pics dans le spectre du signal brut

- Estimation de la densité spectrale de puissance en utilisant la méthode de Welch :

```
[pxx,f] = pwelch(signalbrut, [], [], n, SamplingFreq, 'onesided', 'power');
```

- Conserve que les fréquences inférieures à 8kHz.
- Recherche des pics dans le spectre ayant une certaine amplitude par rapport à la ligne de base :

```
[PKS,LOCS] = findpeaks(10*log10(pxx), 'MinPeakProminence', 12); # requiert matlab récent
```

- Cette "ligne de base" peut être estimée en lissant la densité spectrale de puissance :

```
pxxdBSmooth = movingaverage1d(pxxdB,smoothWinLength);
```

- La fonction retourne le gain en dB des pics et leurs fréquences respectives :

```
[peaksdB,fPeaks] = findspectralpeaks(x, Fe, nfft, minPeakProminence, fMax)
```

# Estimation du niveau de bruit

## Mesure 2 : Médiane de l'enveloppe

- Traduit "l'épaisseur" du signal filtré
- Filtrage du signal pour garder la gamme de fréquences associée aux potentiels d'action (ex: 300-3000 Hz) :

```
[b,a] = butter(8,(2/Fe)*[300,3000])  signalFiltre = filtfilt(b,a,signal);
```

- Calcul de l'enveloppe du signal filtré en utilisant la transformée de Hilbert.
- Soustrait d'abord la moyenne du signal avant de la rajouter après avoir calculé l'enveloppe.

```
env      = abs(hilbert(x-mean(x)));  
yupper   = env+mean(x);  
ylower   = mean(x)-env;
```

- Calcul de la médiane de l'enveloppe :

```
medEnv = median(abs([yupper,ylower]));
```

- Problème quand il y a une composante continue ? (ce n'est pas le cas du signal filtré)

## Estimation du niveau de bruit

### Mesure 3 : Valeur RMS (Root Mean Square) du signal filtré

- Filtrage du signal pour garder la gamme de fréquences associée aux potentiels d'action (ex: 300-3000 Hz) :

```
[b,a] = butter(8,(2/Fe)*[300,3000])  signalFiltre = filtfilt(b,a,signal);
```

- Calcul de la valeur RMS :

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n}(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2)}$$

# Estimation du niveau de bruit

## Mesure 4 : Largeur de la distribution normale des points

- Filtrage du signal pour garder la gamme de fréquences associée aux potentiels d'action (ex: 300-3000 Hz) :

```
[b,a] = butter(8,(2/Fe)*[300,3000])  signalFiltre = filtfilt(b,a,signal);
```

- Modélise les points du signal filtré par une loi normale de moyenne  $\mu$  et d'écart type  $\sigma$
- Calcule la valeur limite telle que 90% des points sont compris dans l'intervalle [-limit,+limit] :

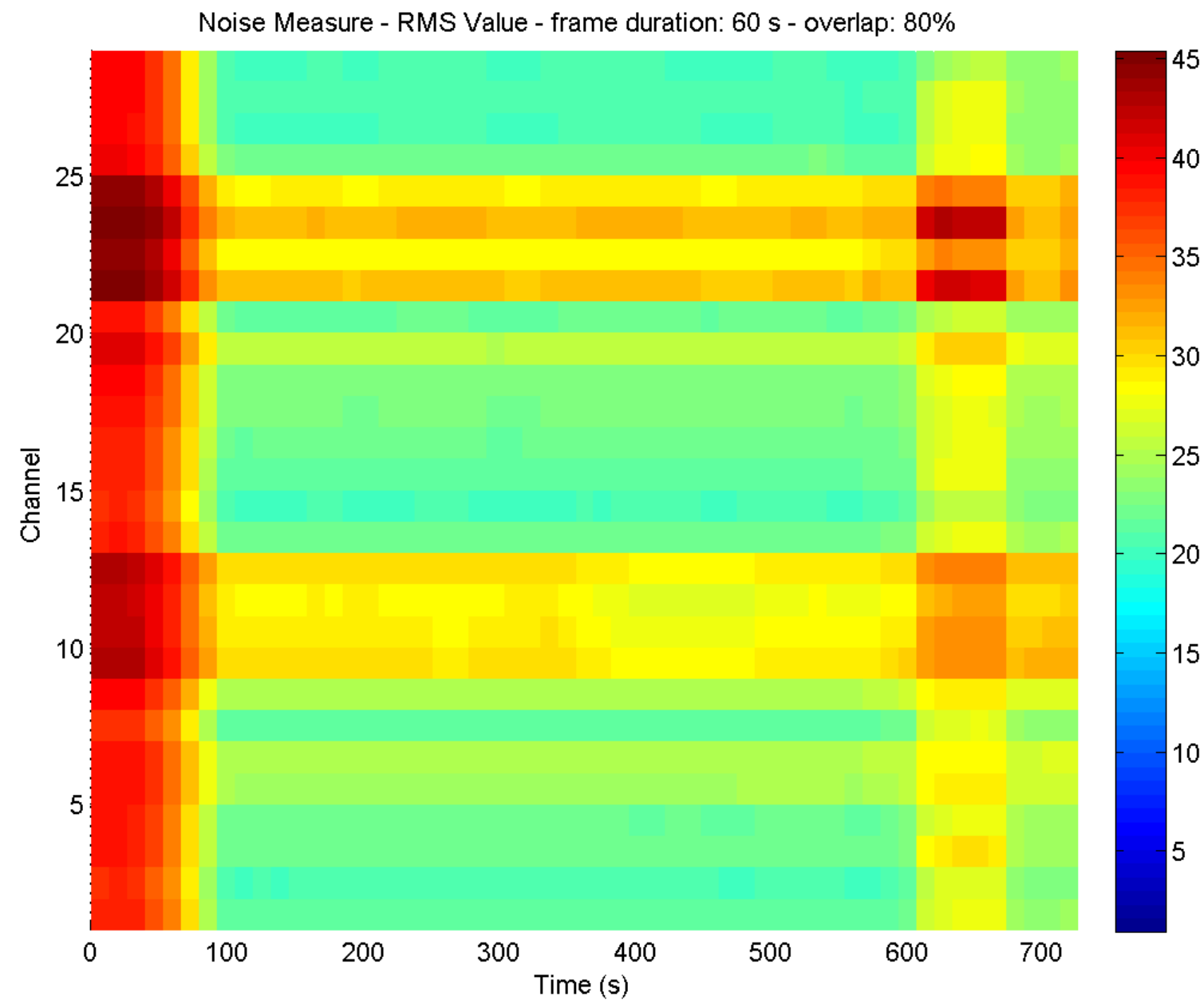
```
limit = norminv(0.95, mean(signalFiltre), std(signalFiltre)).
```

# Estimation du niveau de bruit

## Evolution des différentes mesures au cours du temps

1 seul signal - fenêtres de 1 minute - overlap: 80%

Valeur RMS :

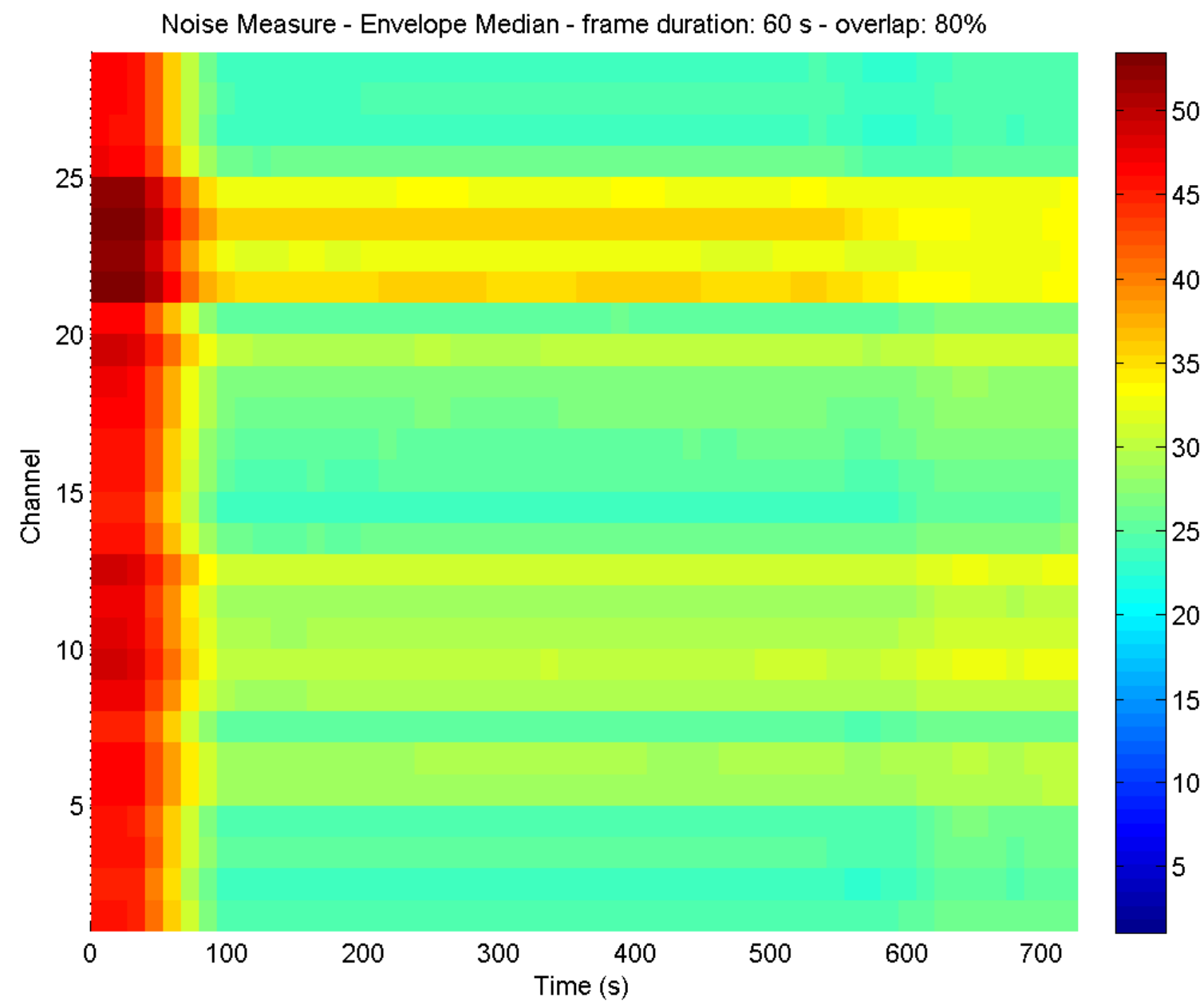


# Estimation du niveau de bruit

## Evolution des différentes mesures au cours du temps

1 seul signal - fenêtres de 1 minute - overlap: 80%

Médiane de l'enveloppe :



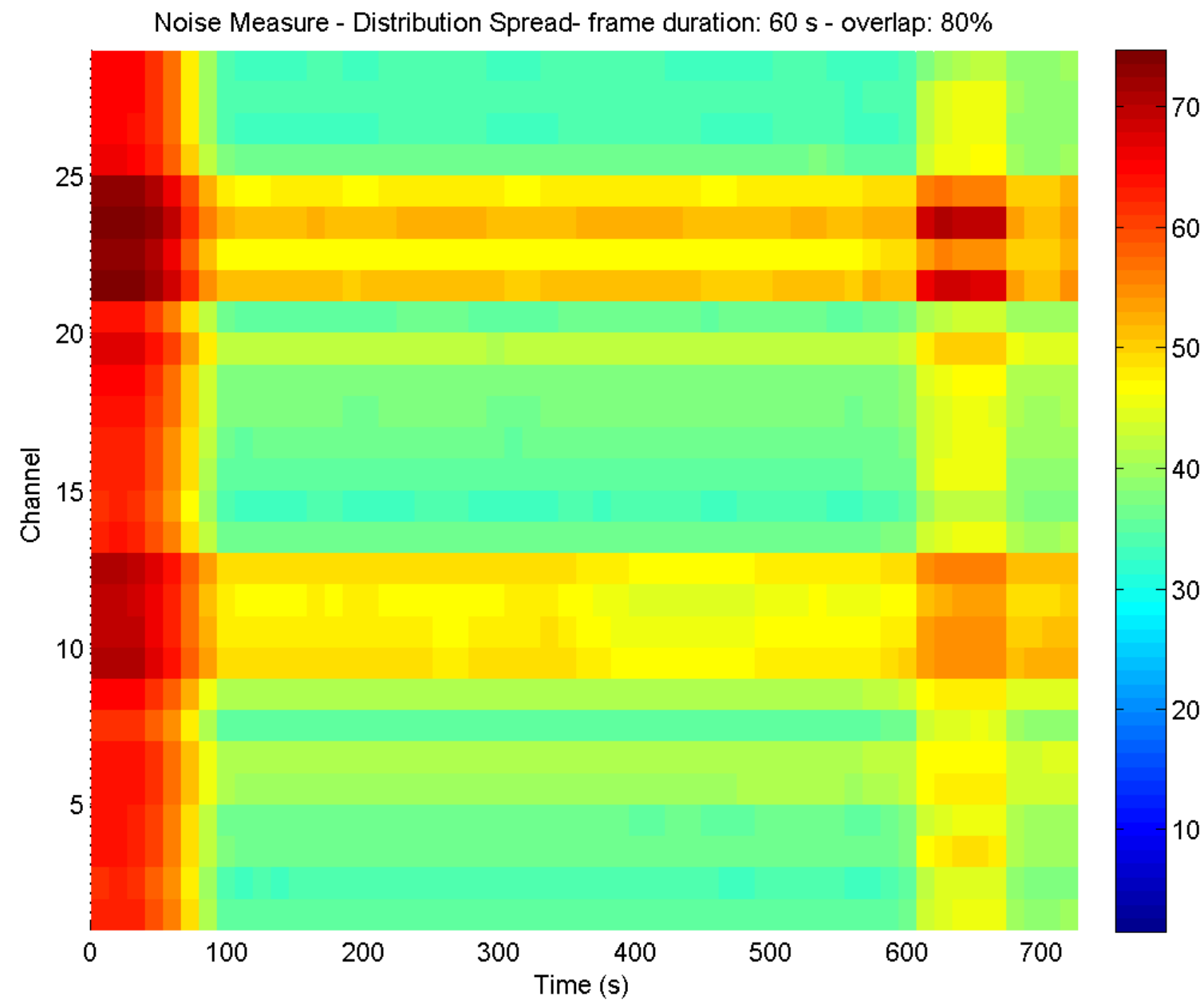


# Estimation du niveau de bruit

## Evolution des différentes mesures au cours du temps

1 seul signal - fenêtres de 1 minute - overlap: 80%

Largeur de la distribution :

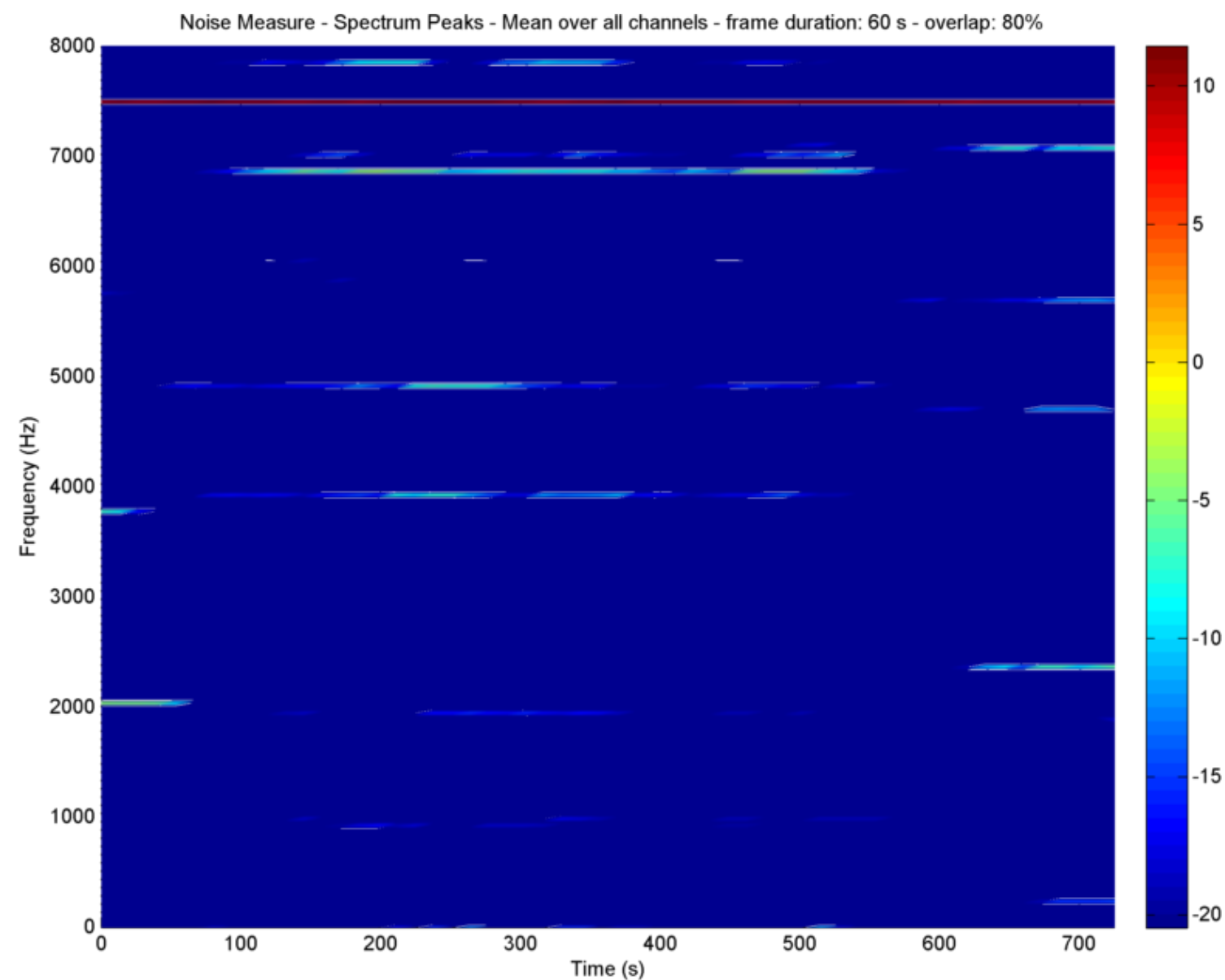


# Estimation du niveau de bruit

## Evolution des différentes mesures au cours du temps

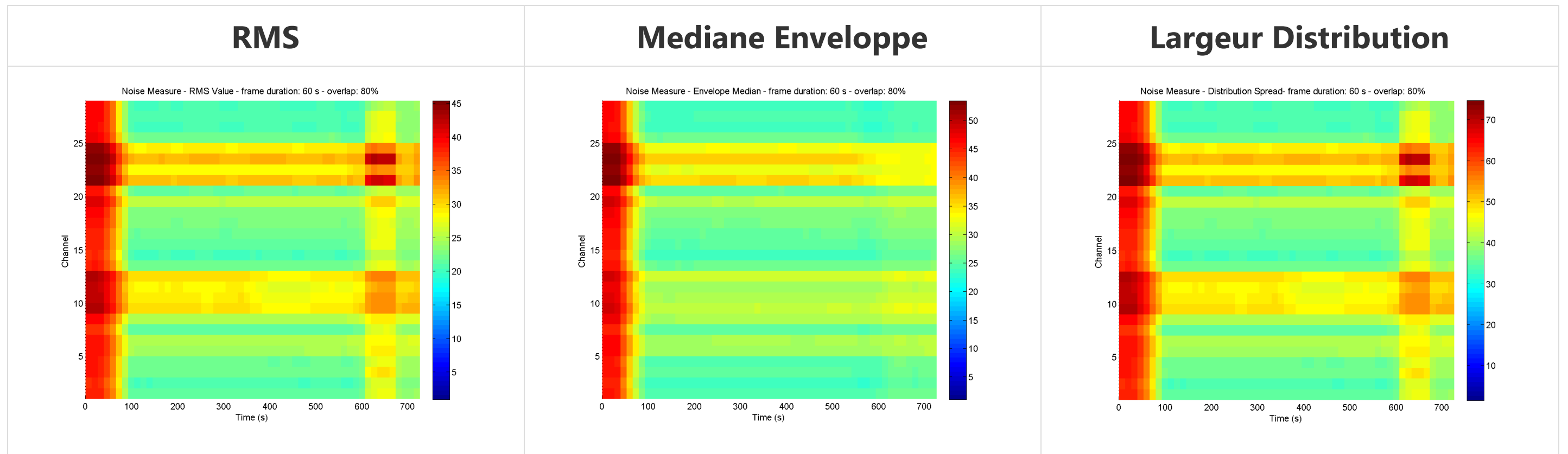
1 seul signal - fenêtres de 1 minute - overlap: 80% - minPeakProminence: 10dB

Pics dans le spectre (moyenne sur toutes les chaînes)



# Estimation du niveau de bruit

## Corrélation entre les différentes mesures de bruit



Coefficient de corrélation entre 2 matrices A et B :

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\sum_m \sum_n A_{mn}^2 \cdot \sum_m \sum_n B_{mn}^2}}$$

# Estimation du niveau de bruit

## Corrélation entre les différentes mesures de bruit

- Calcul pour un signal donné :

r	RMS	Mediane Enveloppe	Largeur Distribution
RMS	1	0.9269	1
Mediane Enveloppe	0.9269	1	0.9269
Largeur Distribution	1	0.9269	1

- Les mesures RMS et la largeur de la distribution normale sont équivalentes