

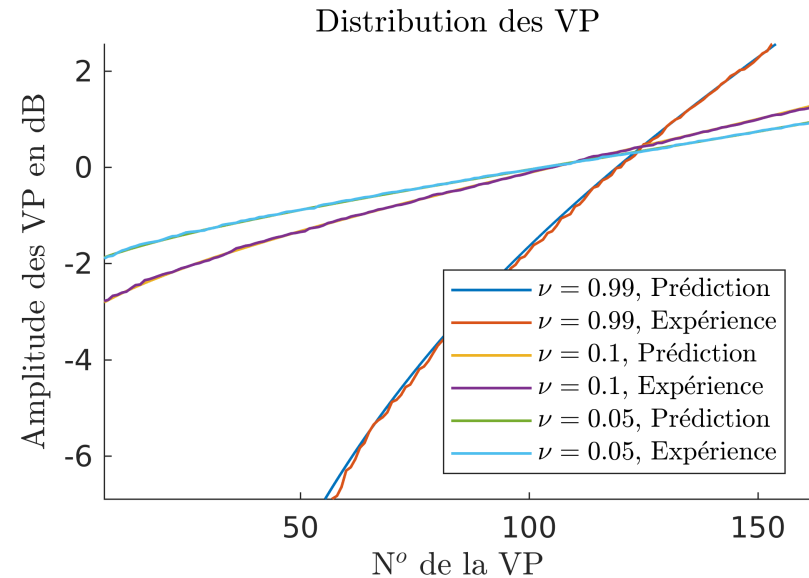
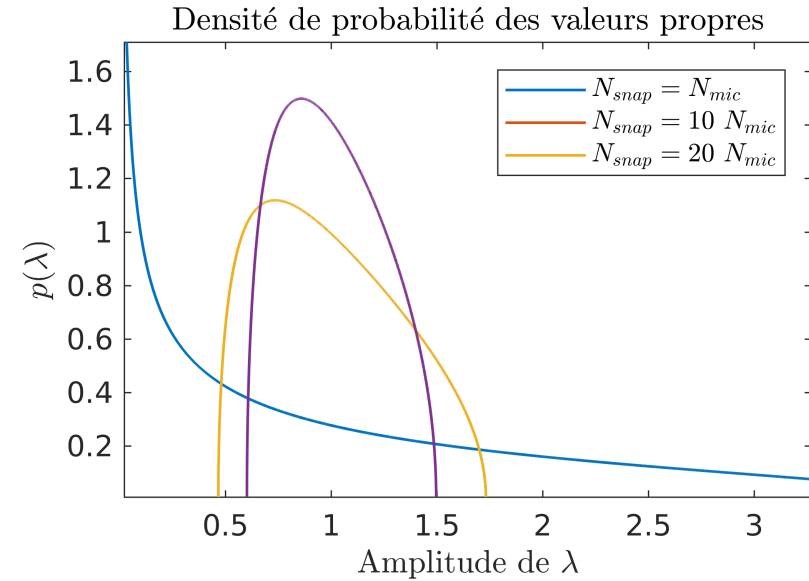
## I. Objectifs

- Comparer méthode débruitage :
  - Alternating projection + Hald + Dougherty
  - SLRD
  - EM (dont impact de l'initialisation) + MCMC
- Étudier code MCMC Jérôme
- État de l'art not. débruitage avec mesure de bruit de fond
- Continuer NASA4

## II. Distribution des valeurs propres d'une matrice de bruit

Voir l'article<sup>1</sup> "Eigenvalues of the sample covariance matrix for a towed array" de Gerstoft et al.

Une matrice interspectrale de bruit gaussien a des valeurs propres sont distribuées selon une densité de probabilité de Marcenko-Pastur<sup>2</sup>, si le nombre de snapshot est supérieur au nombre de microphone ( $0 \leq \nu \leq 1$ ).



1. <http://noiselab.ucsd.edu/papers/Gerstoft2012.pdf>

2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Marcenko-Pastur\\_distribution](https://en.wikipedia.org/wiki/Marcenko-Pastur_distribution)

93Pastur\_distribution

### III. Comparaison méthode de débruitage

3 familles de méthodes de débruitage sont comparées sur des matrices interspectrales synthétiques.

Le code permet de faire varier la fréquence pour la matrice de propagation, le nombre de monopole sources  $N_{src}$ , le degré de corrélation des sources, le SNR et le nombre de snapshots  $M_w$ .

Les spectres de sources sont

$$\mathbf{Q} \sim \mathcal{N}(0, \frac{q_{rms}}{\sqrt{2}})$$

de dimension  $(N_{src} \times M_w \times N_{freq})$ .

Les sources sont ensuite corrélées :

$$\mathbf{Q} = \mathbf{Q}_{corr} \mathbf{Q}$$

avec  $\mathbf{Q}_{corr}$  la factorisation de Cholesky de la matrice de covariance des sources.

Les spectres de pression sont générés par une propagation des sources :

$$\mathbf{P} = \mathbf{G} \mathbf{Q}$$

Les spectres de bruits sont

$$\mathbf{N} \sim \mathcal{N}(0, \frac{n_{rms}}{\sqrt{2}})$$

avec  $n_{rms}(f) = \text{mean}(|\mathbf{P}(f)|) \times 10^{-SNR/20}$ .

Le bruit est ajouté au signal :

$$\mathbf{Y} = \mathbf{P} + \mathbf{N}$$

. Les interspectres sont calculés :

$$\mathbf{S}_q = \frac{1}{M_w} \mathbf{Q} \mathbf{Q}' \quad (\text{sources}) \quad (1)$$

$$\mathbf{S}_p = \frac{1}{M_w} \mathbf{P} \mathbf{P}' \quad (\text{signal}) \quad (2)$$

$$\mathbf{S}_n = \frac{1}{M_w} \mathbf{N} \mathbf{N}' \quad (\text{bruit}) \quad (3)$$

$$\mathbf{S}_y = \frac{1}{M_w} \mathbf{Y} \mathbf{Y}' \quad (\text{signal et bruit}) \quad (4)$$

La matrice à débruiter est  $\mathbf{S}_y$  et l'objectif est de retrouver  $\mathbf{S}_p$  à partir de  $\mathbf{S}_y$ .

L'erreur de reconstruction de la diagonale est quantifiée par :

$$err = \frac{\|\mathbf{d}_{ref} - \hat{\mathbf{d}}\|}{\|\mathbf{d}_{ref}\|} \quad (5)$$

avec  $\mathbf{d}_{ref} = \text{diag}(\mathbf{S}_p)$ .

Pour chaque méthode, on étudie la sensibilité à 4 paramètres :

- le rang de la matrice signal  $S_p$  : on fait varier le nombre de sources ou la fréquence
- le rang de la matrice de bruit : on fait varier le nombre de snapshots, pour un bruit diagonal
- le SNR : de -10 à 10 dB
- présence de bruit corrélé ou non
- × la norme nucléaire de la matrice signal → revient à faire varier les sources ou la fréquence, donc le rang de la matrice signal

Les paramètres inchangés :

- le nombre de microphones : 93 (en spirale)
- le propagateur : fonction de Green d'un monopole en champ libre

#### 3.1. Alternating projections

Le principe de ces méthodes est de diminuer le niveau de la diagonale jusqu'à ce que la plus petite valeur propre soit nulle.

- les 3 algos donnent-ils la même solution ?

##### 3.1.1 Variation du rang de $S_p$

Paramètres fixés :

- SNR : 10 dB
- rang de  $\mathbf{S}_n$  : plein.
- Bruit décorrélé : les éléments extradiagonaux sont annulés (toutes les VP de  $S_n$  sont donc égales).

On trace l'erreur en fonction du SNR pour chaque méthode :

$$err = \frac{||\mathbf{d}_{ref} - \hat{\mathbf{d}}||}{||\mathbf{d}_{ref}||} \quad (6)$$

avec  $||\bullet||$  la norme L2.

hypothèse : les méthode vont être impacté par le spectre en VP plutôt que par le RSB.

### 3.2. En fonction du rang

Les paramètres qui modifient le rang de la CSM sont :

- la fréquence d'étude,
- le nombre de source
- la corrélation des sources

On choisit donc de fixer la fréquence et la corrélation des sources.

En rang plein, enlever une VP equivaut à Hald and co (puisque le mieux qu'on peut faire c'est de mettre la plus petite VP à 0) ?

D'après Hald 2017, CVX fonctionne si le rang R est inférieur à  $M\text{-sqrt}(2.5 M)$  où M est la taille de la CSM (ie le nombre de capteurs).

### 3.3. En fonction du SNR

On fait varier le SNR de -10 à 10 dB.

Paramètres fixes :

-rang : 49 (49 sources décorrélées)

-freq : 3000 Hz

## IV. Perspectives

---

- Prise en main code MCMC