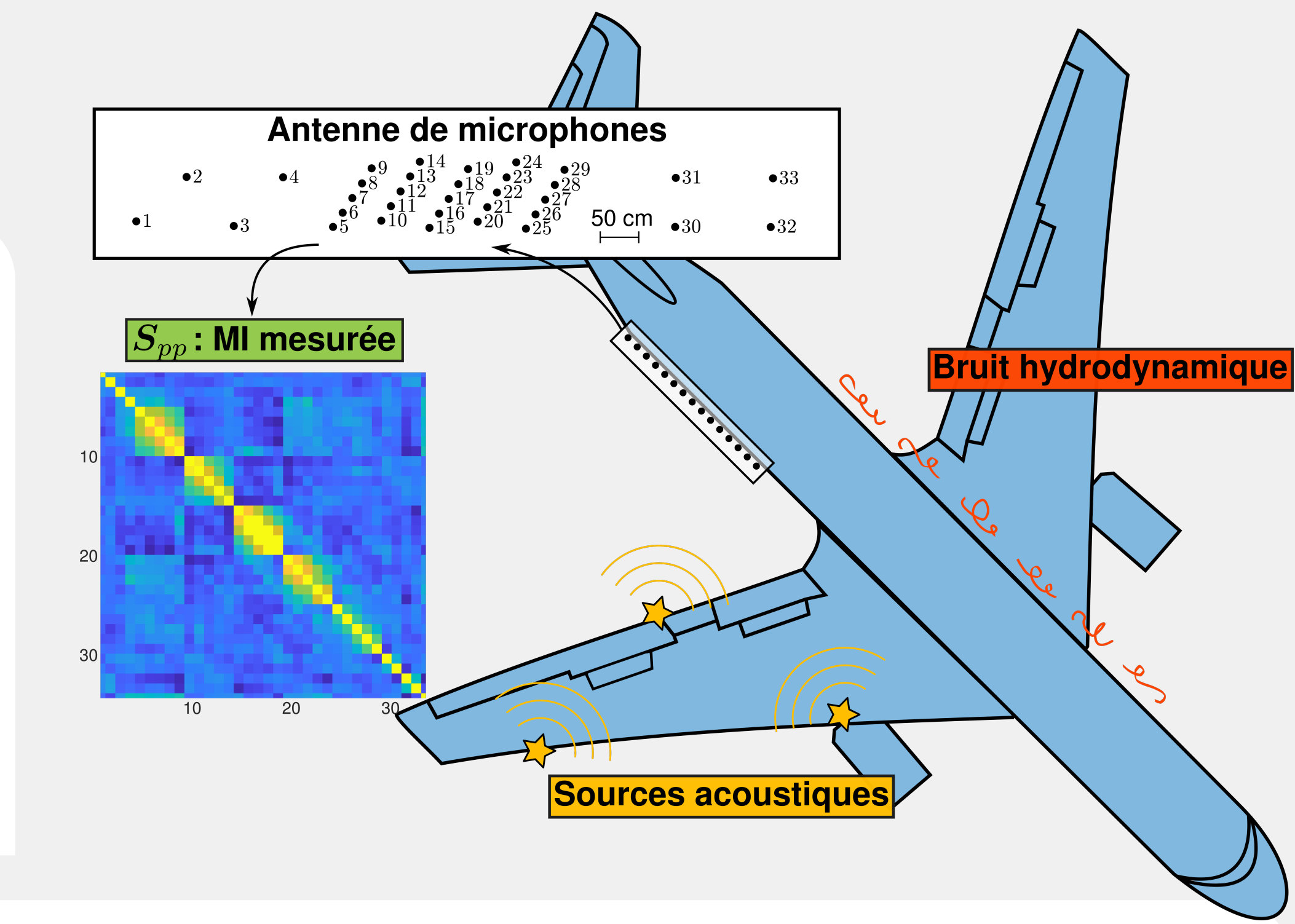


Débruitage de la matrice interspectrale pour l'étude des sources aéroacoustiques

A. Dinselmeyer^{1,2}, Q. Leclère¹, J. Antoni¹, E. Julliard³

Contexte

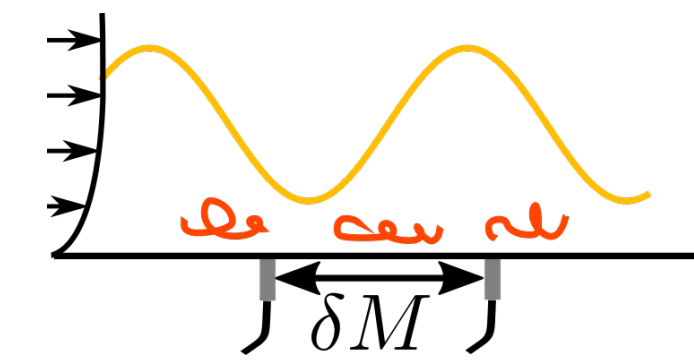
- **Mesures multivoies** en présence de **bruit** : veine d'essai, extérieur venté, milieu sous-marin...
- 2 types de fluctuations de pression :
 - la contribution des sources acoustiques (**signal**)
 - la turbulence de l'écoulement (**bruit**)
- **Matrice interspectrale** (MI) : intercorrélation des coefficients de Fourier
- **Contexte industriel** : étude des sources de bruit d'un avion de ligne (design moteur et profil)
 - ↪ mesures en vol à débruiteur



Objectif

Séparer la contribution des sources acoustique du bruit de couche limite turbulente.

Idee générale



- Exploiter les différences statistiques entre le bruit et le signal :
- bruit faiblement corrélé : **MI diagonale**,
 - signal corrélé, peu de monopoles équivalents décorrélés : **MI à rang réduit**.

Méthode proposée : Analyse Factorielle Probabiliste (PFA)

Faire une décomposition matricielle par de l'optimisation bayésienne :

①

②

③

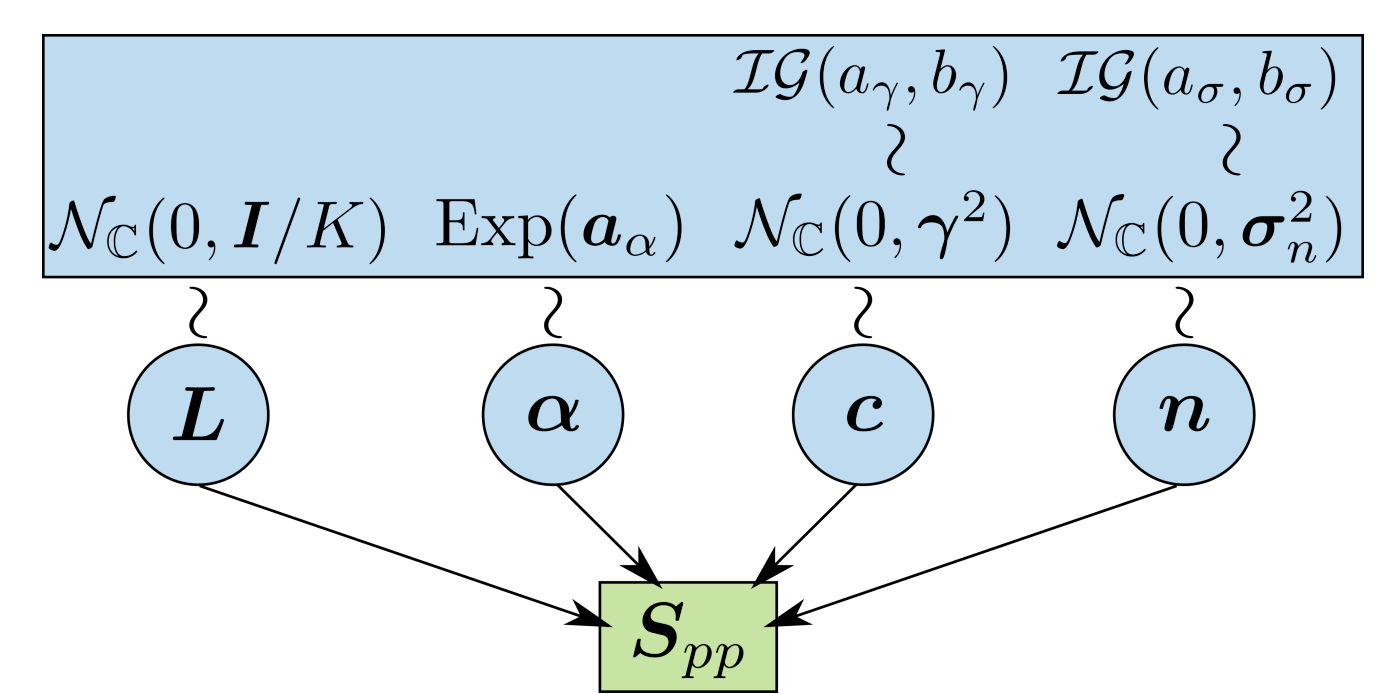
④

Choisir un modèle statistique
 $M(\theta)$

$$S_{pp} = L[\alpha]S_{cc}[\alpha]L' + \begin{bmatrix} \sigma_n^2 \end{bmatrix}$$

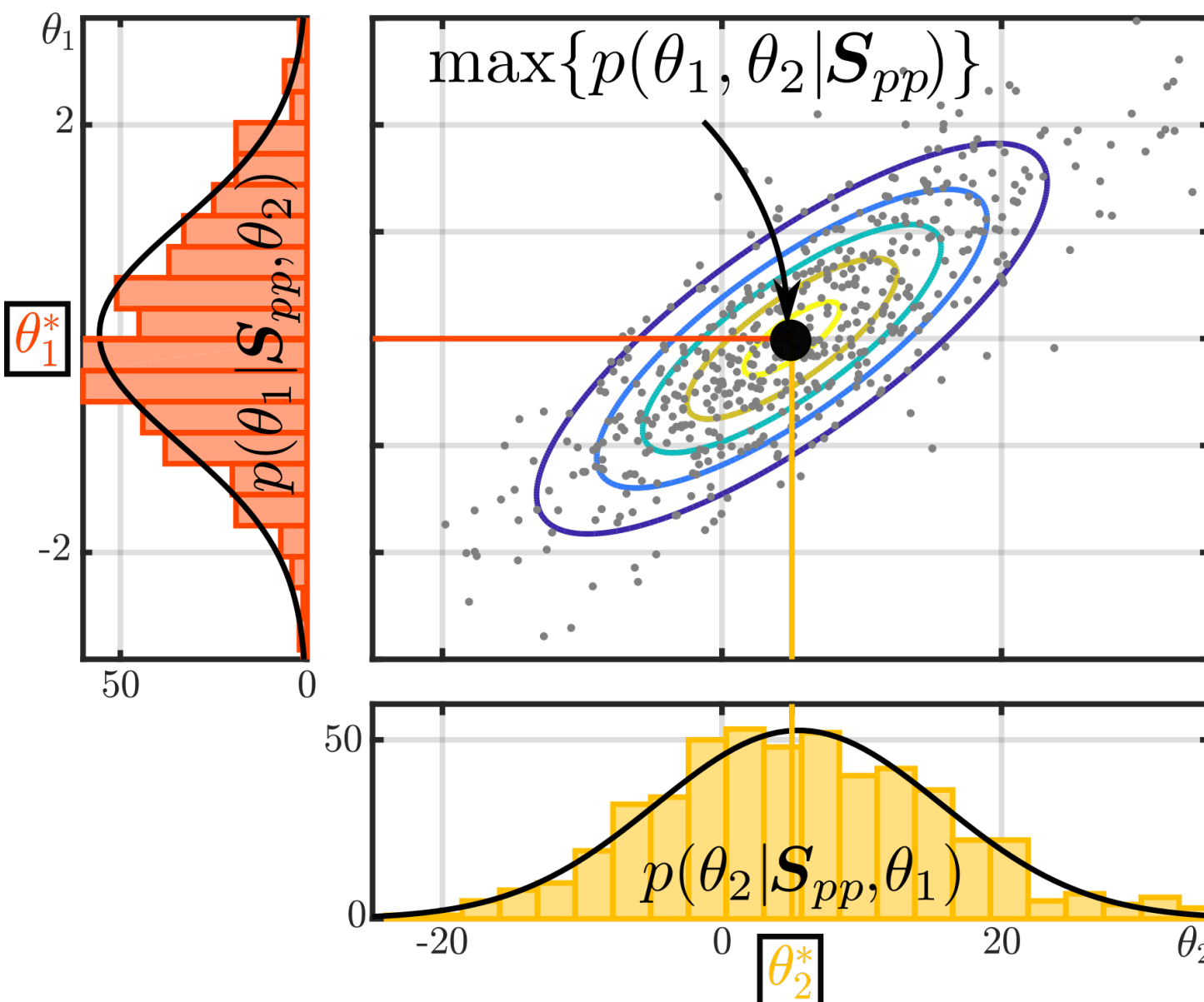
Matrice à rang réduit

Choix des distributions *a priori*

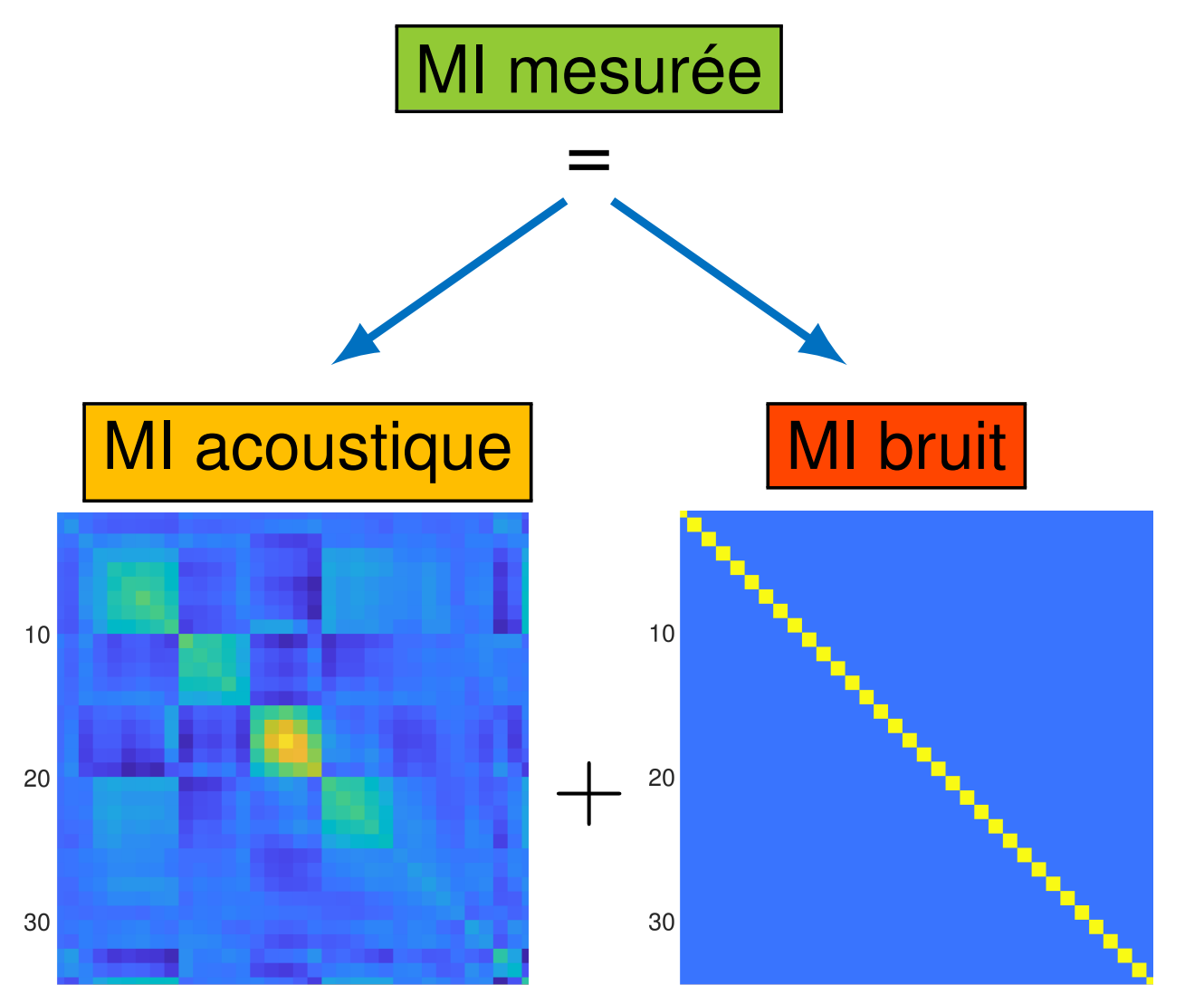


L , c , n suivent une loi normale (\mathcal{N}_C)
 α suit une loi exponentielle (Exp), ce qui force la réduction du rang

Maximiser la distribution *a posteriori*



Reconstruire la MI débruitée



L'échantillonneur de Gibbs

- Approxime la distribution jointe inconnue $p(\theta_1, \theta_2, \dots | S_{pp})$ à partir des distributions conditionnelles connues $p(\theta_1 | S_{pp}, \theta_2, \dots)$
- Méthode de Monte-Carlo par chaînes de Markov (**MCMC**) (explore la distribution à l'aide d'une marche aléatoire biaisée)

Bruit de fond et des régimes multiples

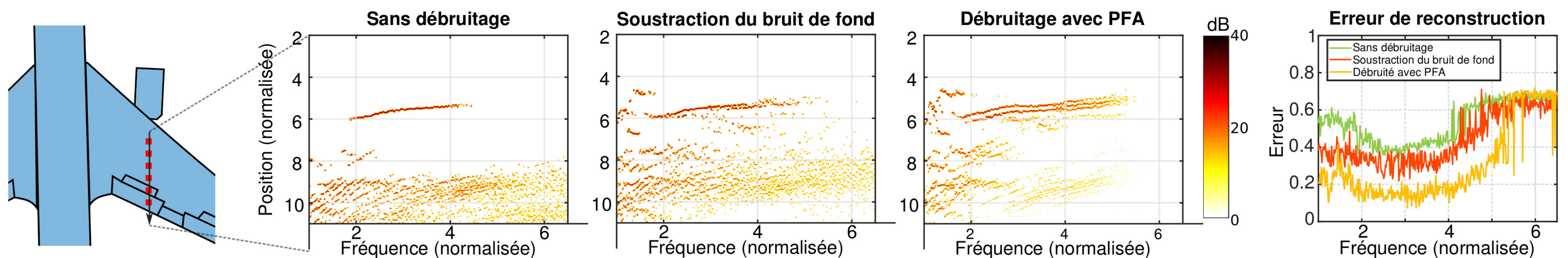
- On dispose : - d'une mesure de bruit de fond (moteurs coupés)
- de P mesures à différents régimes moteurs
- Hypothèse : même bruit de fond pour les P mesures, à un facteur près.
- Toutes ces données sont utilisées simultanément pour le débruitage.

Application à l'imagerie

- Étude du bruit de **jet supersonique**, not. des cellules de chocs (monopoles corrélés)
- Méthode d'**imagerie** : IRLS avec régularisation bayésienne, forçant la parcimonie des sources

- Erreur de reconstruction :

$$\frac{\|S_{pp}^{\text{mesuré}} - S_{pp}^{\text{reconstruit}}\|_1}{\|S_{pp}^{\text{mesuré}}\|_1 \|S_{pp}^{\text{reconstruit}}\|_1}$$



Analyse



- MCMC : - intègre des connaissances *a priori*
- fournit des intervalles de crédibilité
- PFA : - la MI conserve un sens physique
- réduit la dimension des données
- aucun paramètre à régler
- modèle flexible



- Sensibilité aux choix des *a priori*
- not. si le problème est mal conditionné
- Coût de calcul élevé

Perspectives

- Adapter l'échantillonneur pour qu'il soit :
 - plus robuste (moins sensible aux *a priori*)
 - plus rapide (meilleure convergence, coût de calcul réduit)
- Adapter le modèle à un bruit corrélé sur les microphones.

Contact : alice.dinselmeyer@insa-lyon.fr

¹Laboratoire Vibrations Acoustique, Villeurbanne ; ²Laboratoire de Mécanique des Fluides et Acoustique, Écully ; ³Airbus, Toulouse