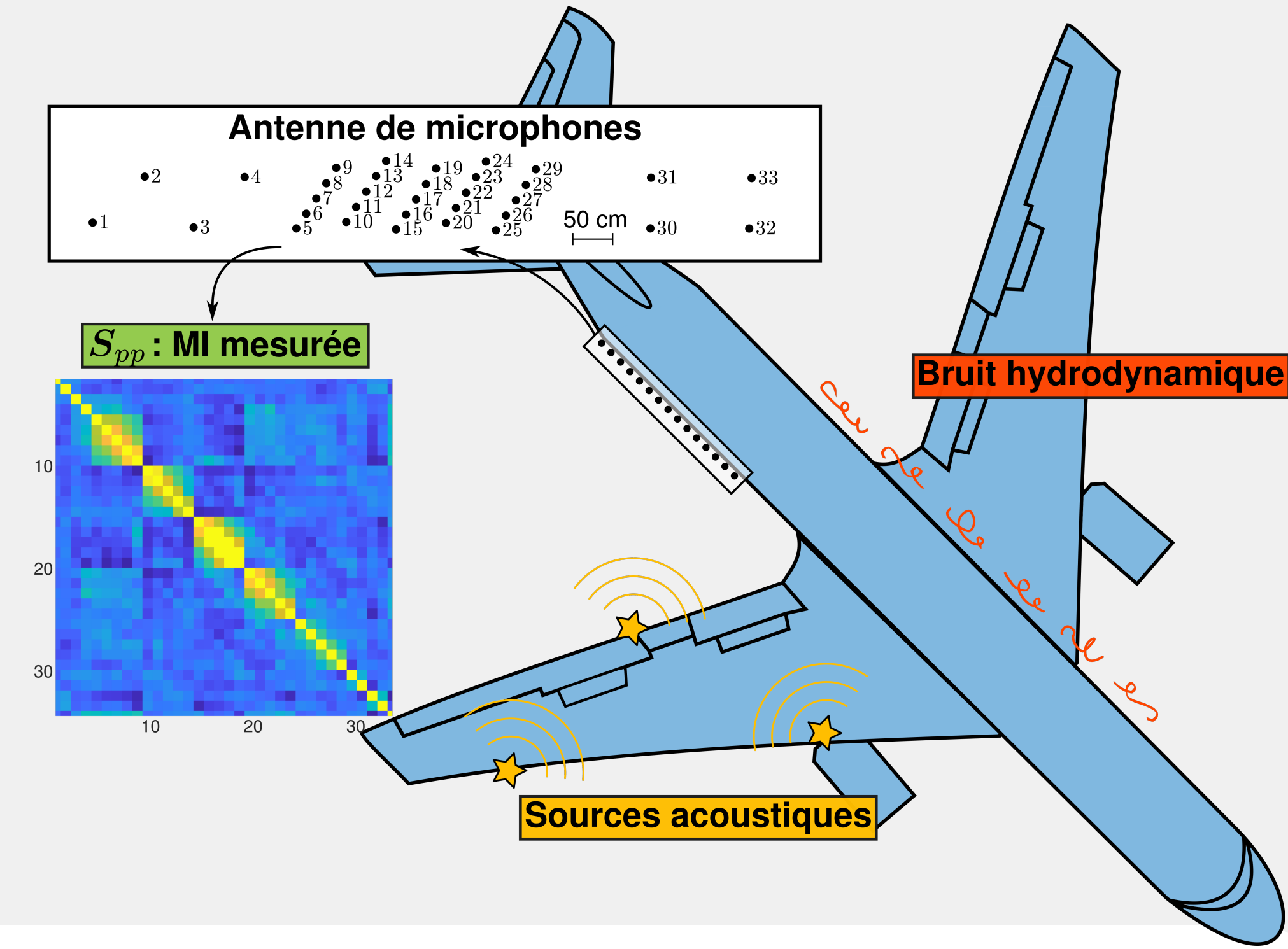


Débruitage de la matrice interspectrale pour l'étude des sources aéroacoustiques

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

Contexte

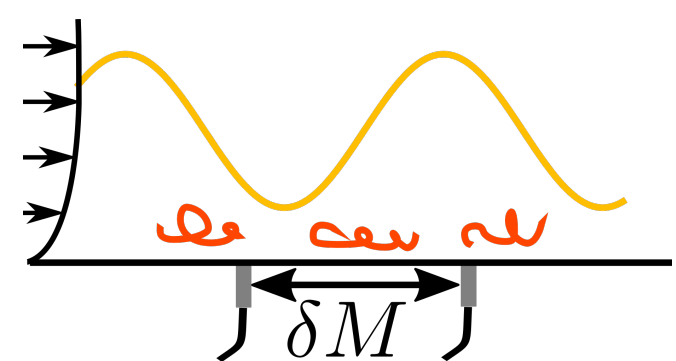
- **Mesures multivoies** en présence de **bruit** : veine d'essai, extérieur venté, milieu sous-marin...
- 2 types de fluctuations de pression :
 - la contribution des sources acoustiques (**signal**)
 - la turbulence de l'écoulement (**bruit**) } SNR très faible voire négatif
- **Matrice interspectrale** (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 débruiter



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

Choisir un modèle statistique $M(\theta)$

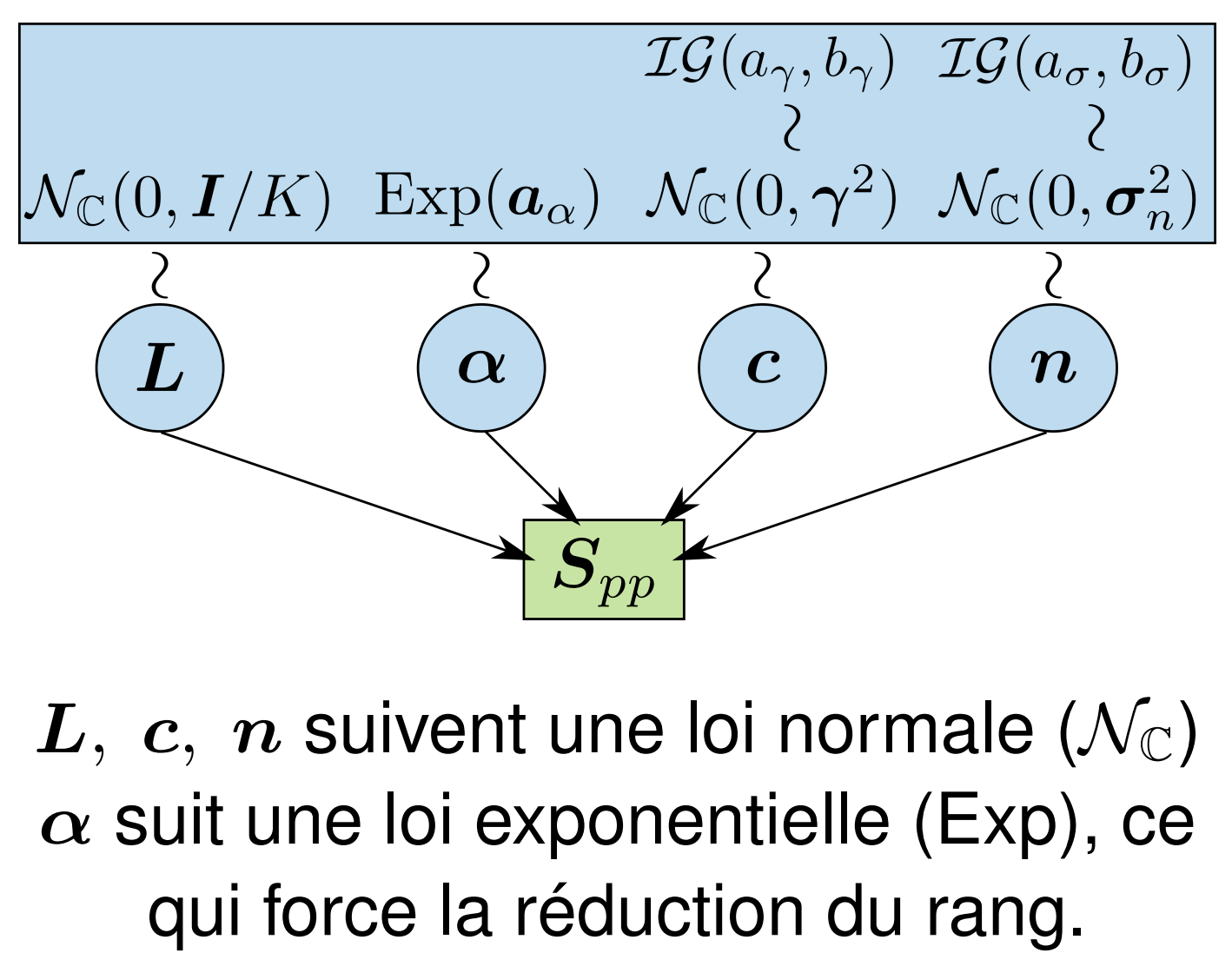
$$S_{pp} = L[\alpha] S_{cc}[\alpha] L' + [\sigma_n^2]$$

$(M \times K) (K \times K) (K \times M)$ Matrice à rang réduit

$(M \times M)$ Bruit décorrélé

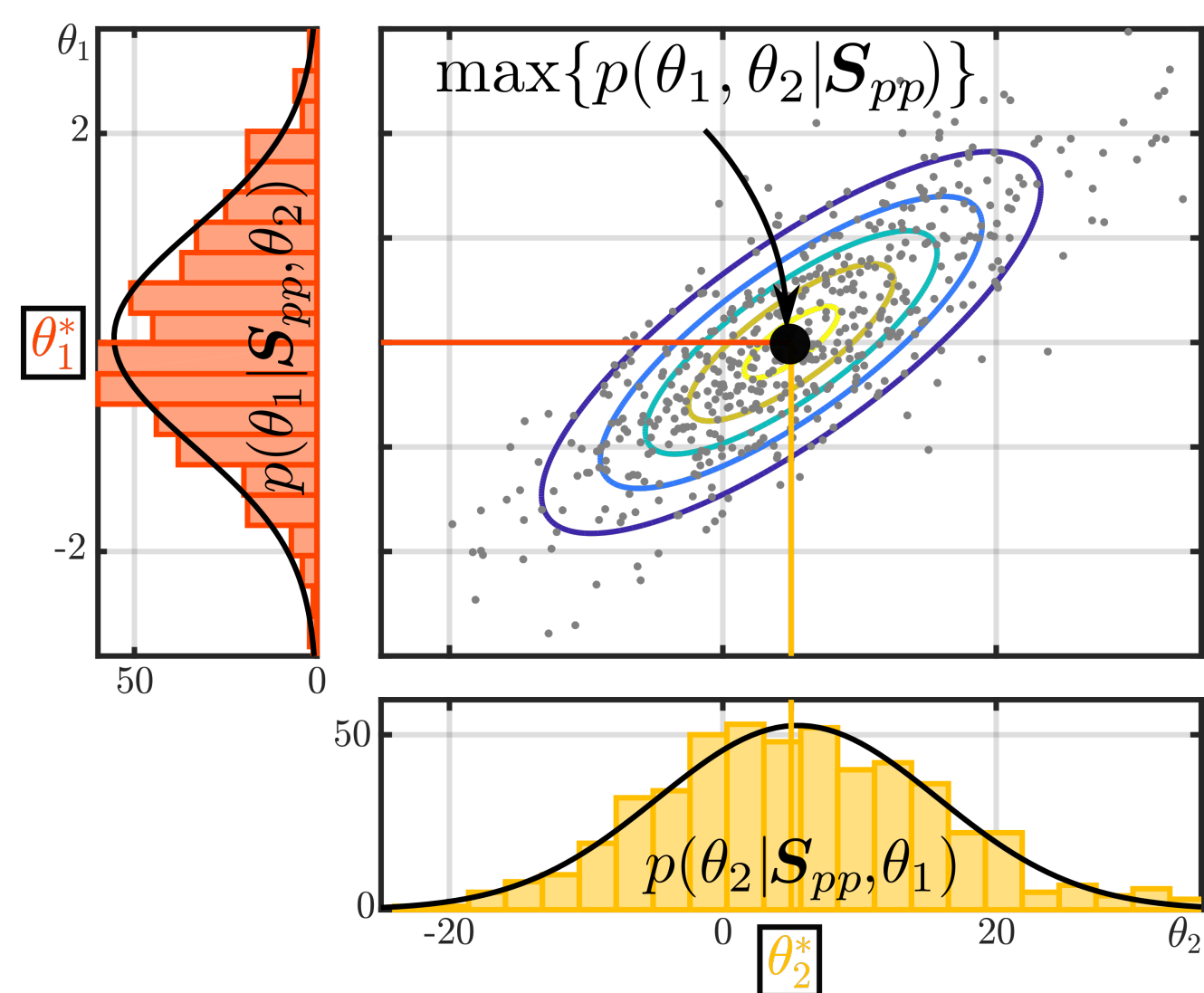
②

Choisir des distributions *a priori*



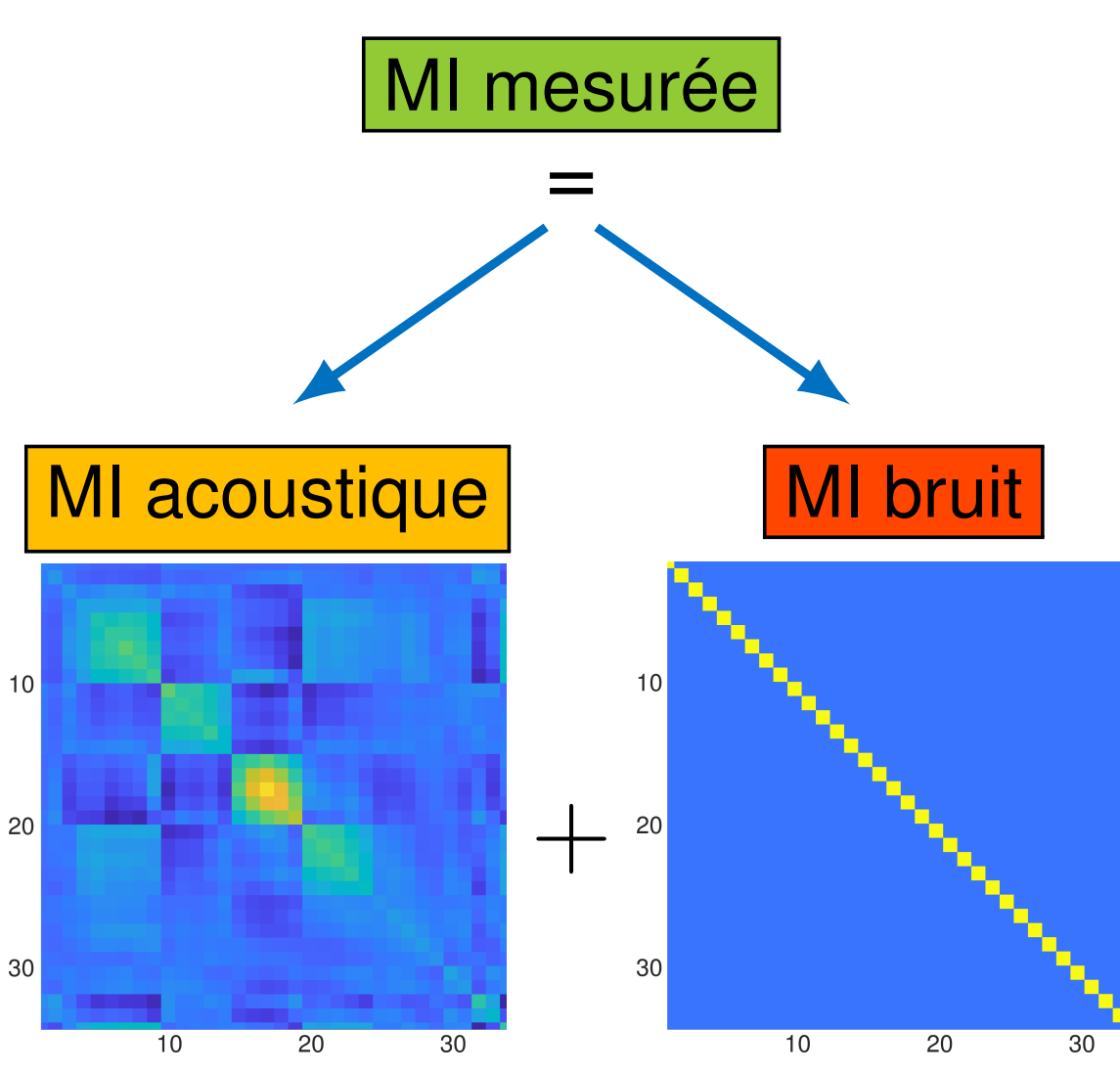
③

Maximiser la distribution *a posteriori*



④

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

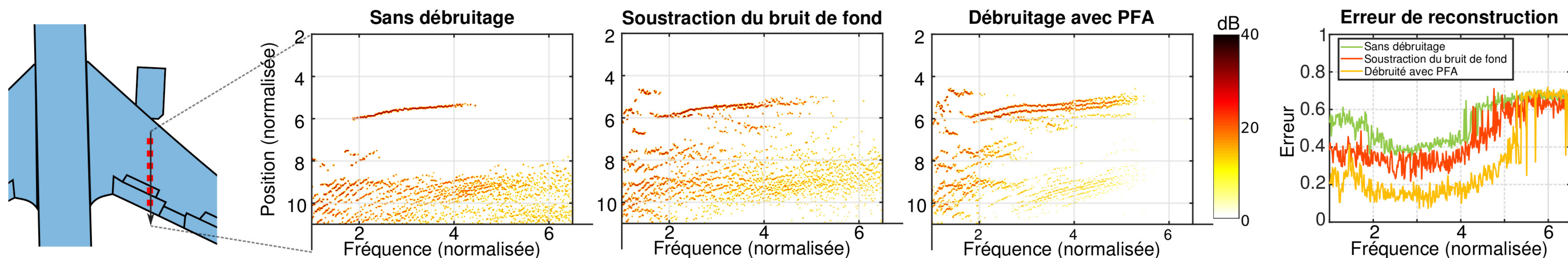
- On dispose : - d'une mesure de bruit de fond (moteurs coupés), - de P mesures à différents régimes moteurs.
- Hypothèse : même bruit de fond pour les P mesures, à un facteur près.
- Toutes ces données sont utilisées simultanément pour le débruitage.

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.dinsenymer@insa-lyon.fr

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