

Identification de sources acoustiques mobiles par une méthode temporelle : CLEANT

R. Cousson (UMRAE, Bron)
Q. Leclère (LVA-INSA Lyon)
M.-A. Pallas (UMRAE, Bron)
M. Bérengier (UMRAE, Nantes)

- Introduction
 - Objectifs et contexte
 - Imagerie acoustique par formation de voies
- Formalisme de la méthode CLEAN-T
- Applications expérimentales
 - Pendule
 - Véhicule
- Conclusions et perspectives

Contexte de l'étude

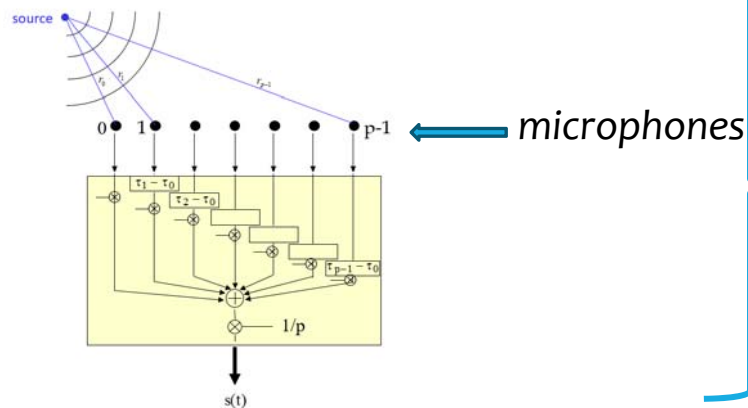
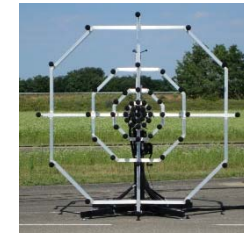
- **Caractérisation des sources de bruit au passage d'un véhicule**
 - Analyse du véhicule en conditions réelles
 - Localisation, séparation, quantification des contributions sonores

- **Etat de l'art : Méthodes d'imagerie acoustique, initialement élaborées pour des sources fixes, adaptées à des sources mobiles sous hypothèses restrictives**
 - Hypothèses insuffisantes pour le contexte routier
 - Performances dégradées

- **Spécificités du contexte routier**
 - Mesures de courte durée
 - Signaux reçus fortement non-stationnaires, effet Doppler
 - Sources géométriquement proches

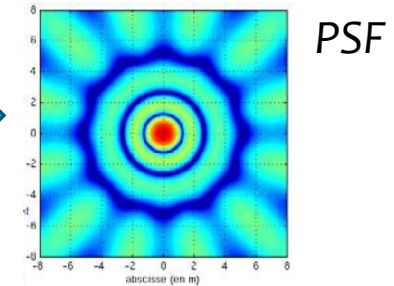
Principe pour sources fixes

1. Mesure antenne microphonique
2. Formation de voies (FV)



Filtrage spatial
(traitement temporel ou fréq.)

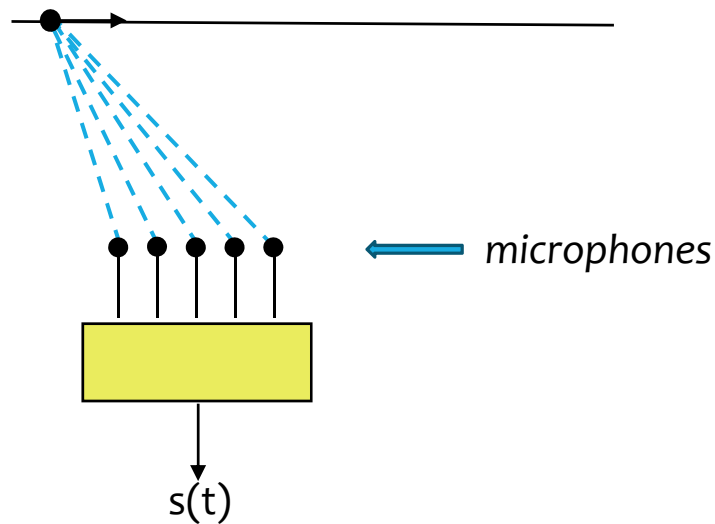
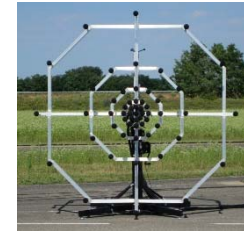
Cartographie (ex. source ponctuelle)



3. Déconvolution
 - Domaine fréquentiel

Principe pour sources mobiles

1. Mesure antenne microphonique
2. FV avec suivi de sources



Filtrage spatial variable
avec t
(traitement temporel)

PSF variable

3. Déconvolution fréquentielle
➤ par PSF moyenne / par section temporelle

Rappel : déconvolution CLEAN
Principe de CLEAN
Formation de voies avec suivi de sources
Algorithme CLEAN

Formalisme de CLEAN

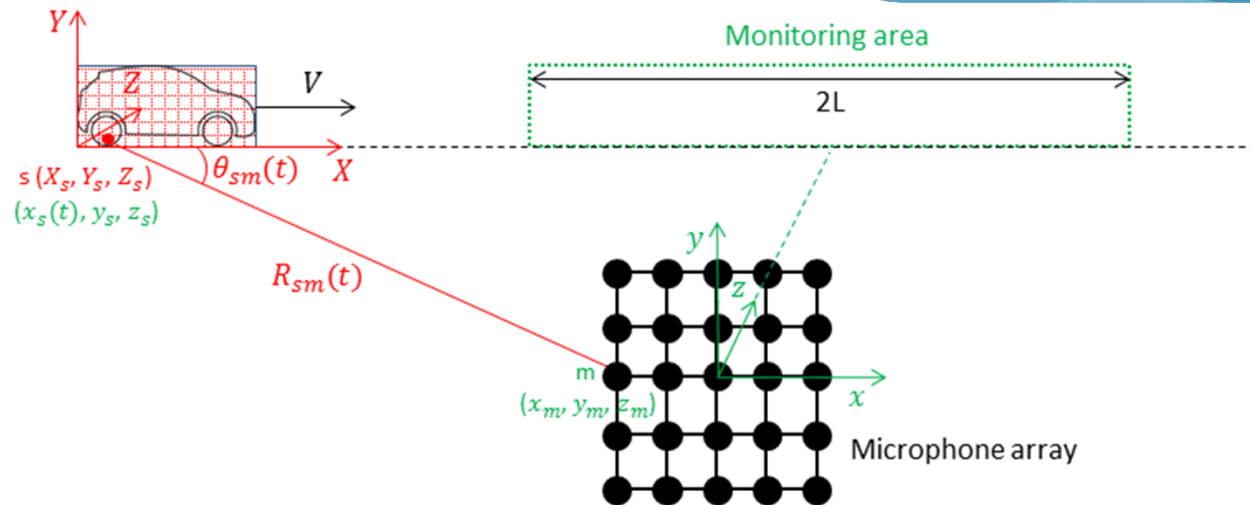
- Développée pour sources statiques
 - Initialement en astronomie (Högbom 1974)
 - Diverses adaptations et développements en acoustique (ex : Sijtsma 2007)

Principe :

- Appliquée à la cartographie FV à la fréquence f (« *dirty map* »)
- Soustraction itérative des sources dominantes en tenant compte de la PSF (*hyp. sources ponctuelles décorrélées*)
- Construction de la « *clean map* » des sources (*nettoyées de la PSF*)

- CLEAN-Time domain
- Retirer les sources dominantes de manière itérative
- Les « maps » *clean* et *dirty* sont des matrices de **signaux temporels** reconstruits
- La « map » *dirty* est initialisée par le signal temporel en sortie de FV avec suivi de sources

FV avec suivi de sources



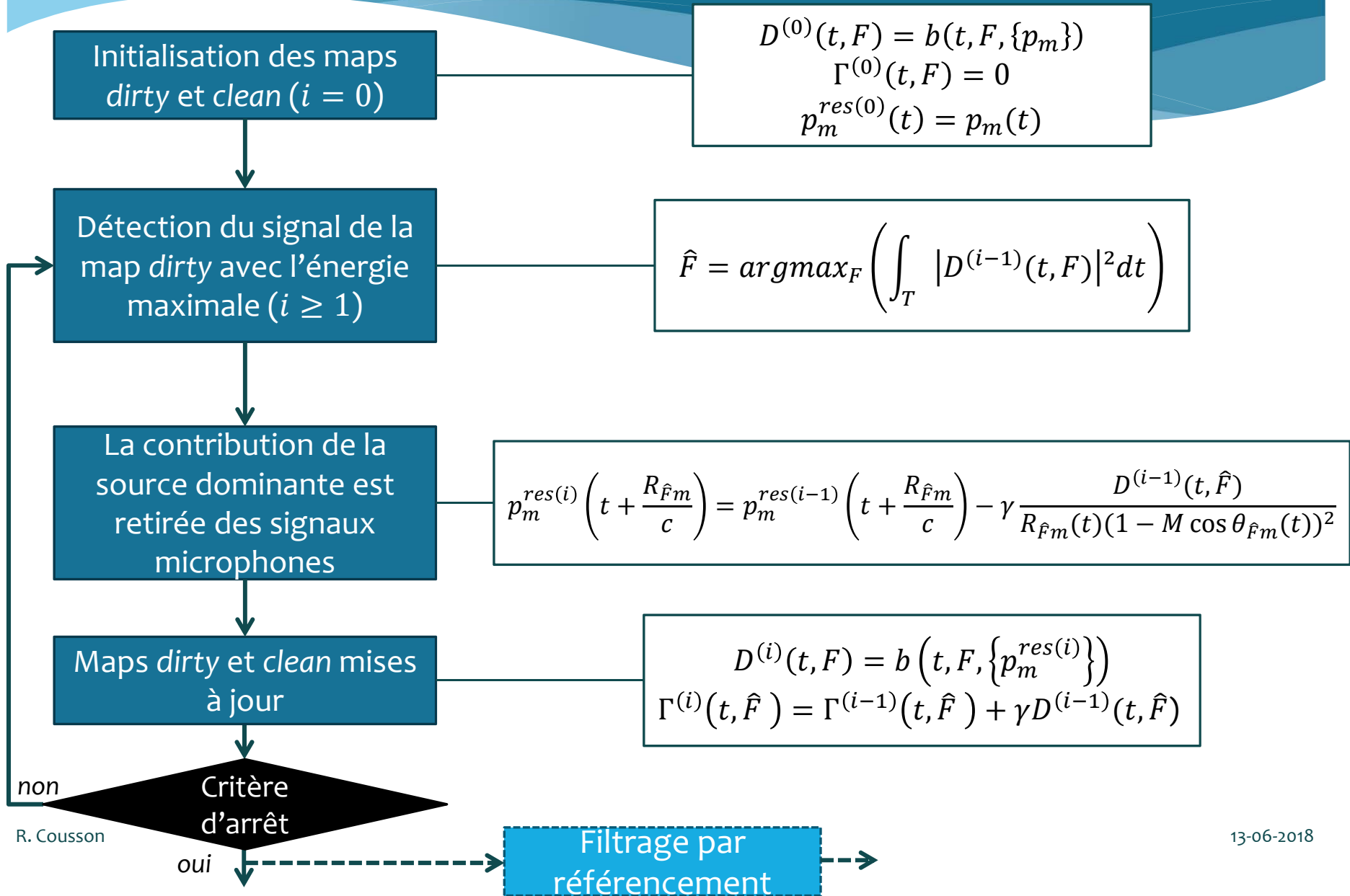
$$p_m \left(t + \frac{R_{sm}(t)}{c} \right) = \frac{Q(t)}{R_{sm}(t)(1 - M \cos \theta_{sm}(t))^2}$$

Interpolation

$$b(t, F, \{p_m\}) = \frac{W \left(t + \frac{X_F}{V} \right)}{K_{Fm}(t)} \sum_{m=1}^{N_m} w_m \frac{p_m \left(t + \frac{R_{Fm}(t)}{c} \right)}{R_{Fm}(t)(1 - M \cos \theta_{Fm}(t))^2}$$

Normalisation Fenêtre temporelle Pondération des capteurs

Procédure CLEAN

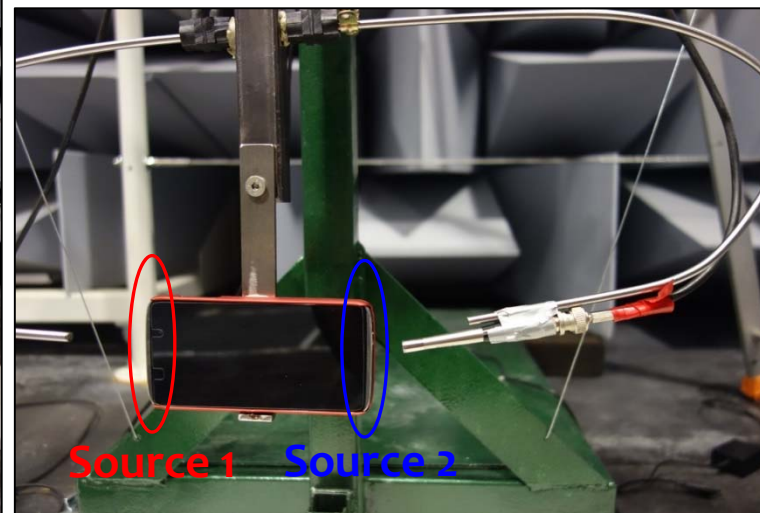
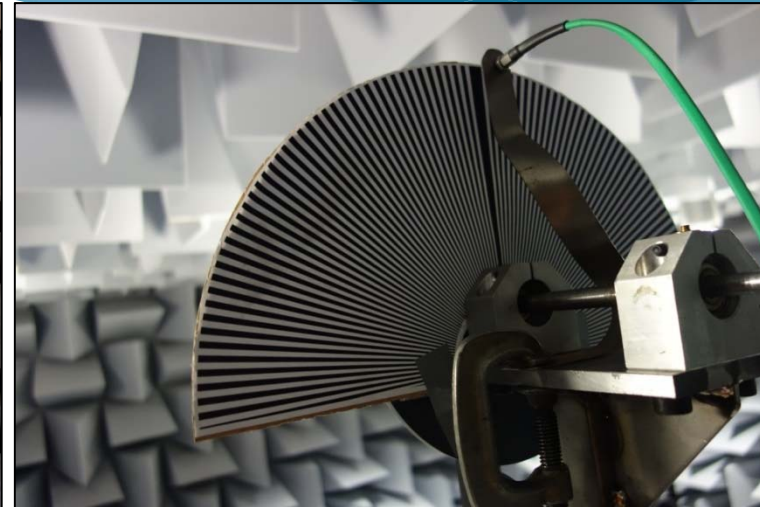
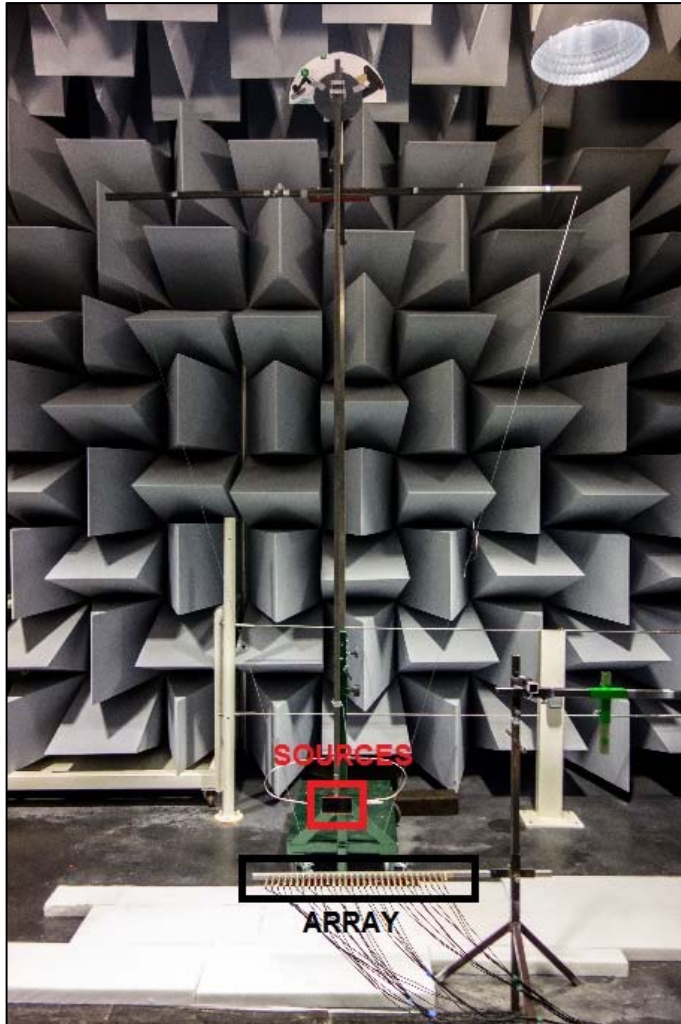


- Paramètres : vitesse, distance, rapport signal sur bruit
- Performances en
 - Localisation des sources
 - Quantification des sources
- Sensibilité aux incertitudes des paramètres d'entrée (vitesse et distance)
- Comparaison aux performances de méthodes de référence

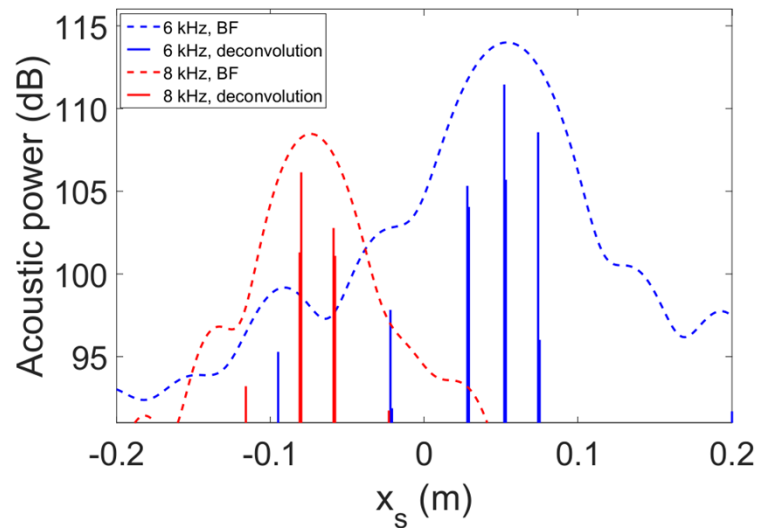
Pendule (mouvement pseudo-linéaire)
Véhicule léger

Applications Expérimentales

Pendule : montage

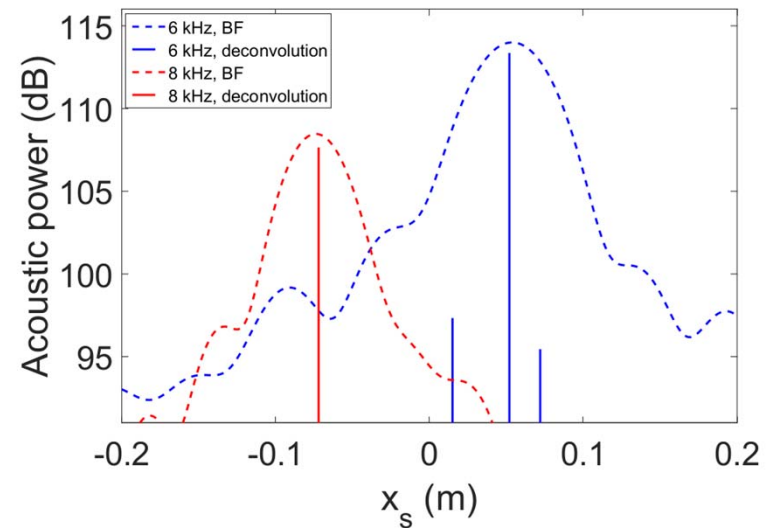


Méthode de référence CBF (135s)



- FV Source 1
- Déconvolution Source 1
- FV Source 2
- Déconvolution Source 2

CLEANT (370s)

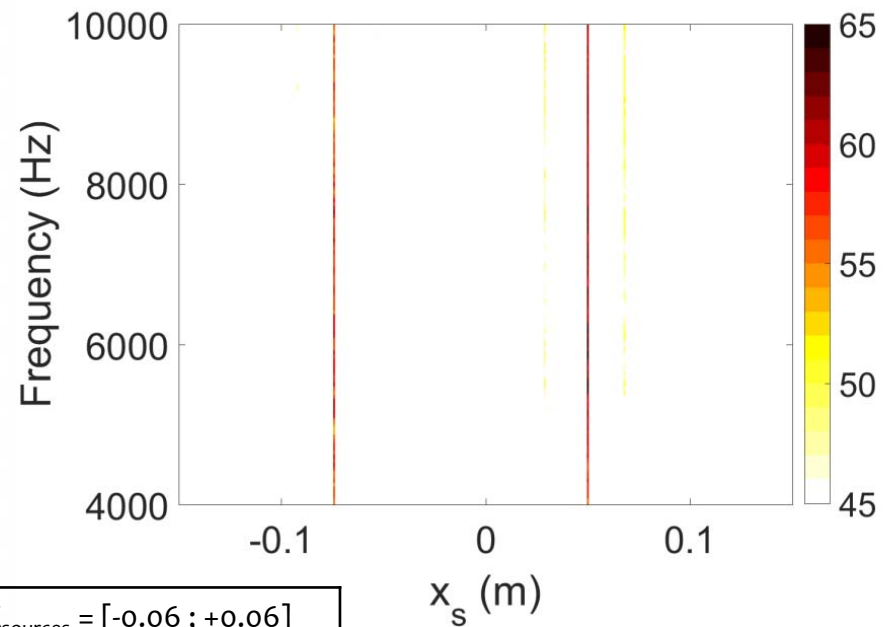
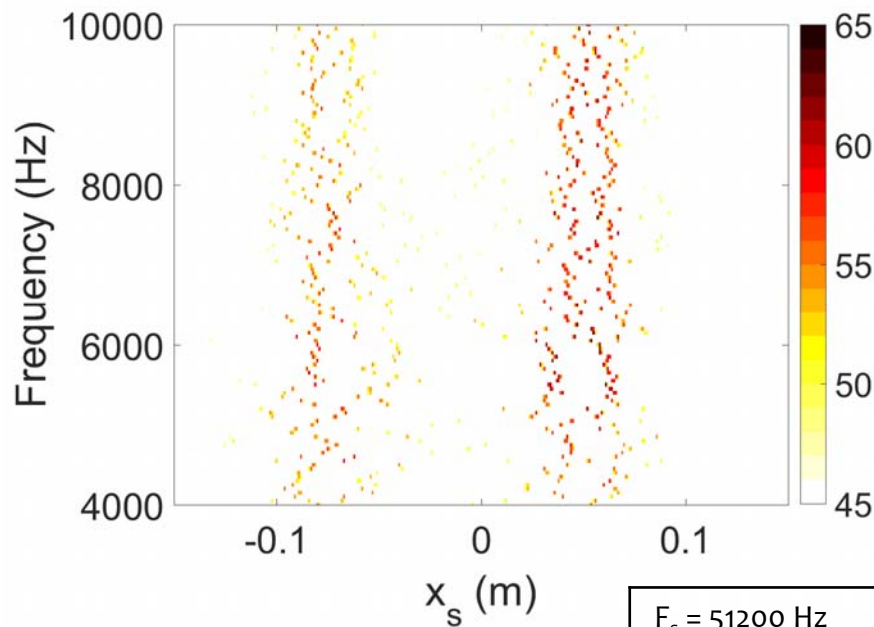


$F_s = 51200$ Hz	$X_{sources} = [-0.06 ; +0.06]$
30 capteurs	$f_{S1} = 8$ kHz
$d = 0.02$ m	$f_{S2} = 6$ kHz
$D = 0.5$ m	$T = 0.2$ s
$T_{signal} = 2$ s	$\gamma = 0.7$
$V = 3.5$ m/s	$N_{iter} = 7$

Méthode de référence

CBF (135s)

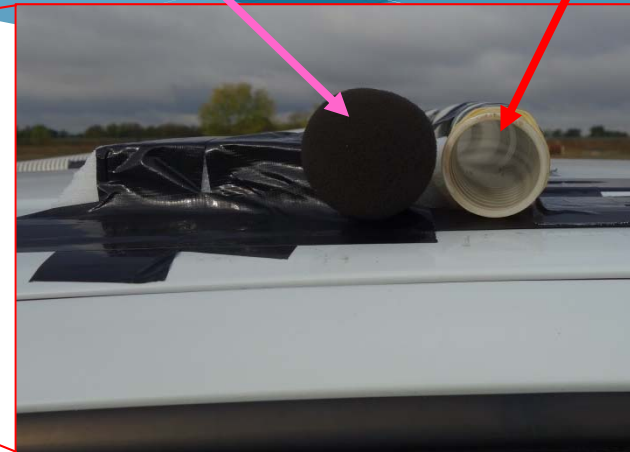
CLEANT (370s)



$F_s = 51200$ Hz	$X_{sources} = [-0.06 ; +0.06]$
30 capteurs	
$d = 0.02$ m	
$D = 0.5$ m	$T = 0.2$ s
$T_{signal} = 2$ s	$\gamma = 0.7$
$V = 3.5$ m/s	$N_{iter} = 7$

Microphone

Source maîtrisée



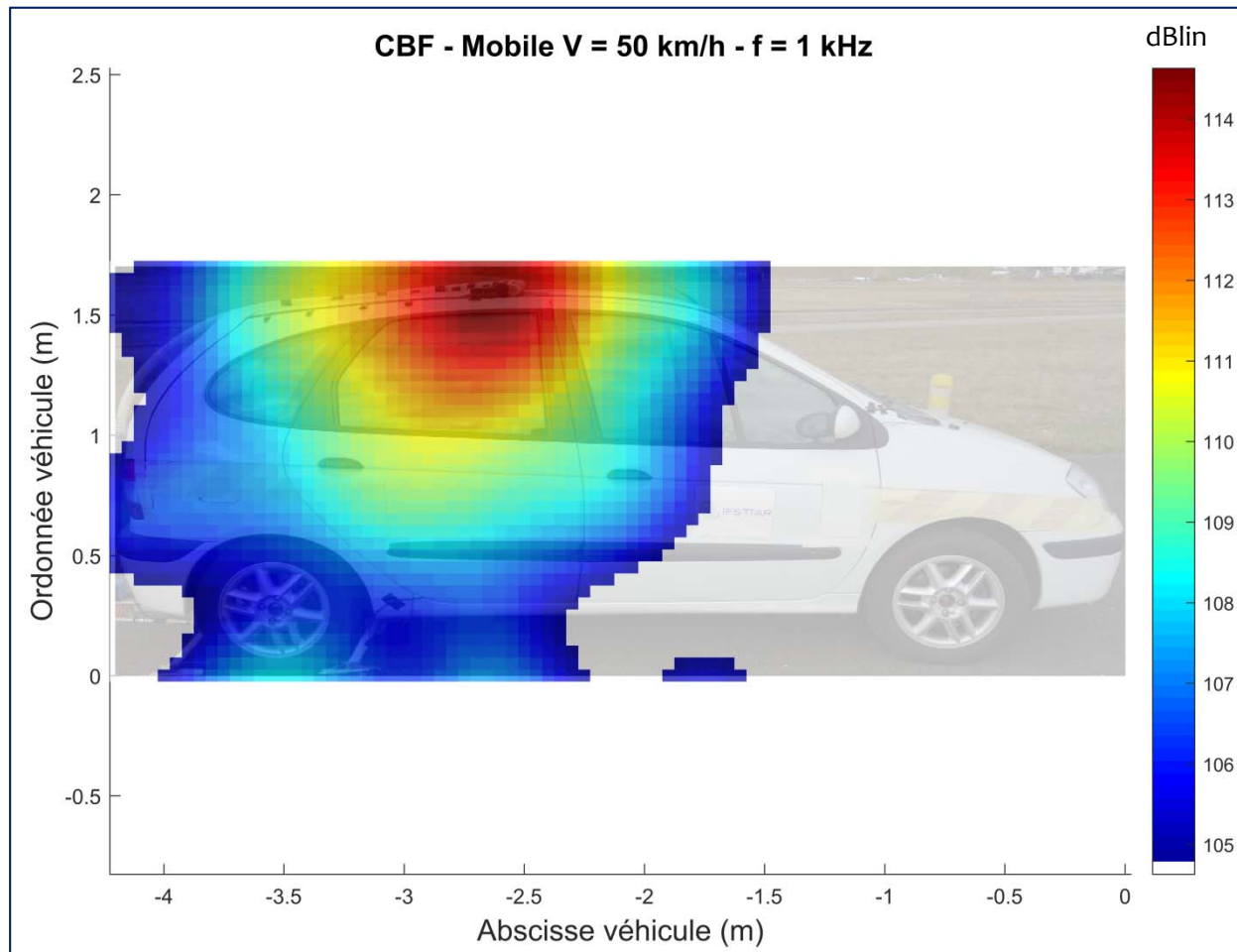
Autres mesures embarquées :

- Microphones roulement
- Accéléromètres moteur
- Microphone moteur

VL : résultats (FV classique)

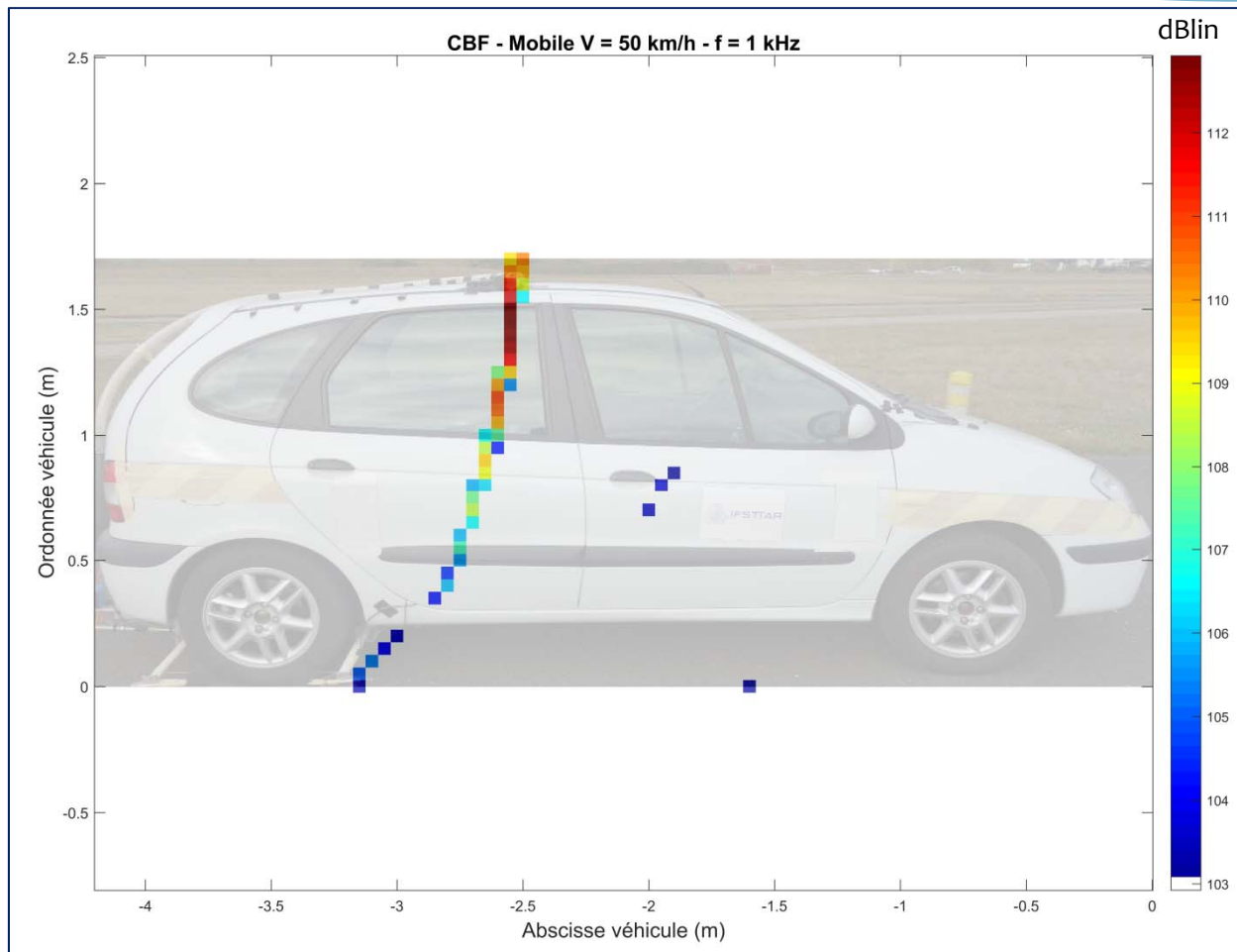
Vitesse = 50 km/h

Fréquence source = 1 kHz



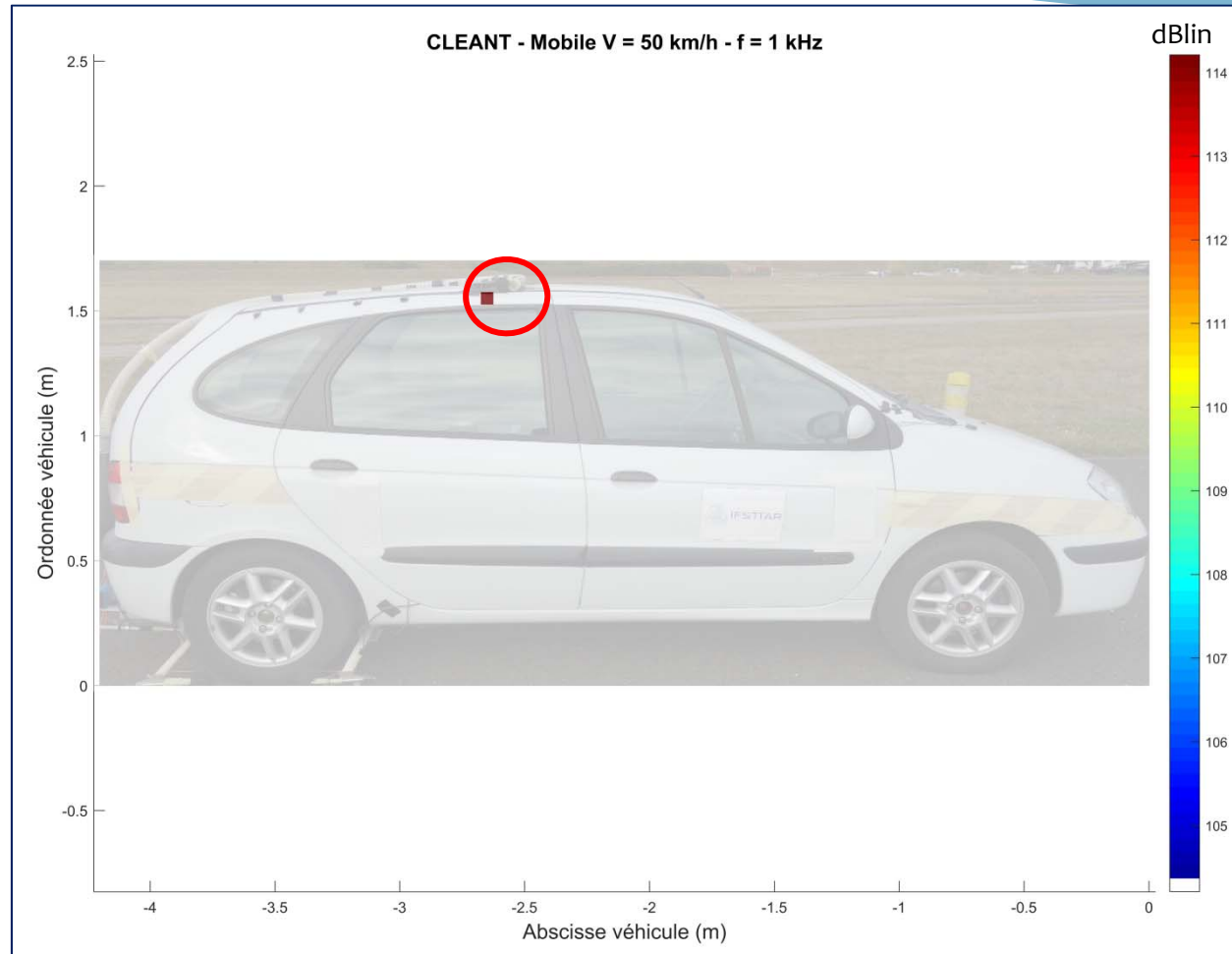
Vitesse = 50 km/h

Fréquence source = 1 kHz



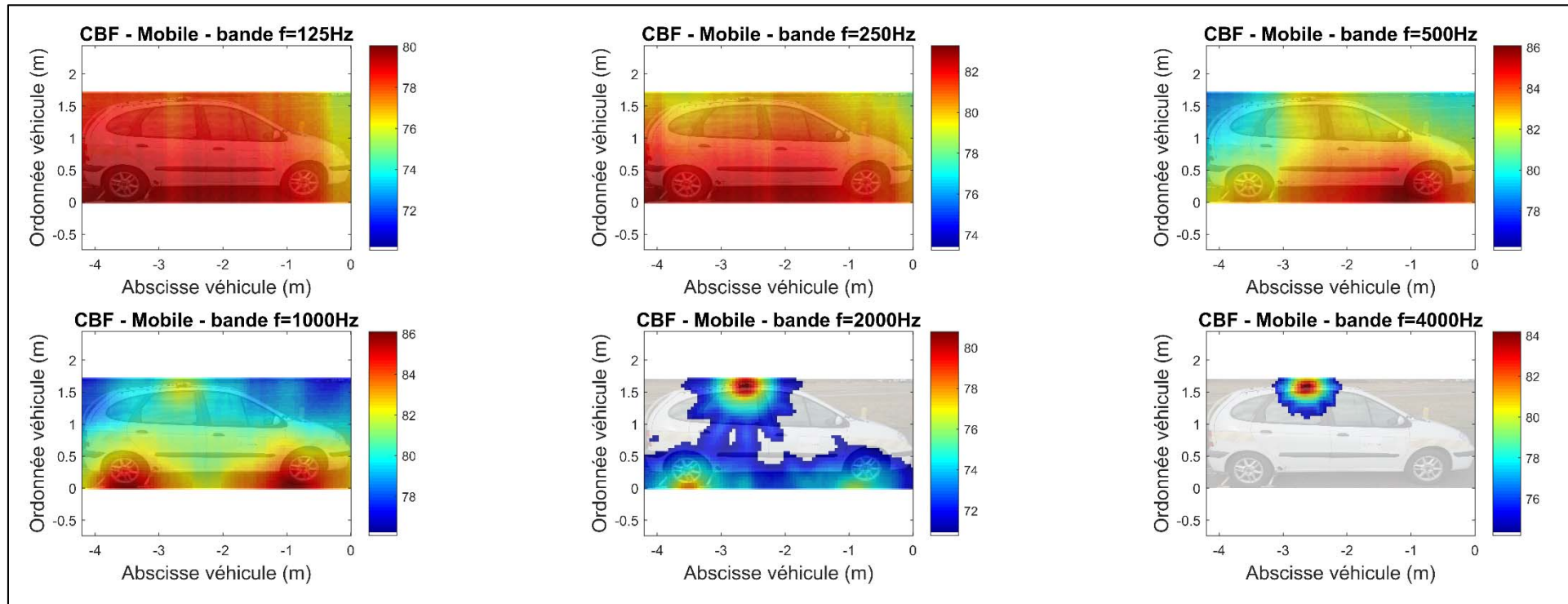
Vitesse = 50 km/h

Fréquence source = 1 kHz

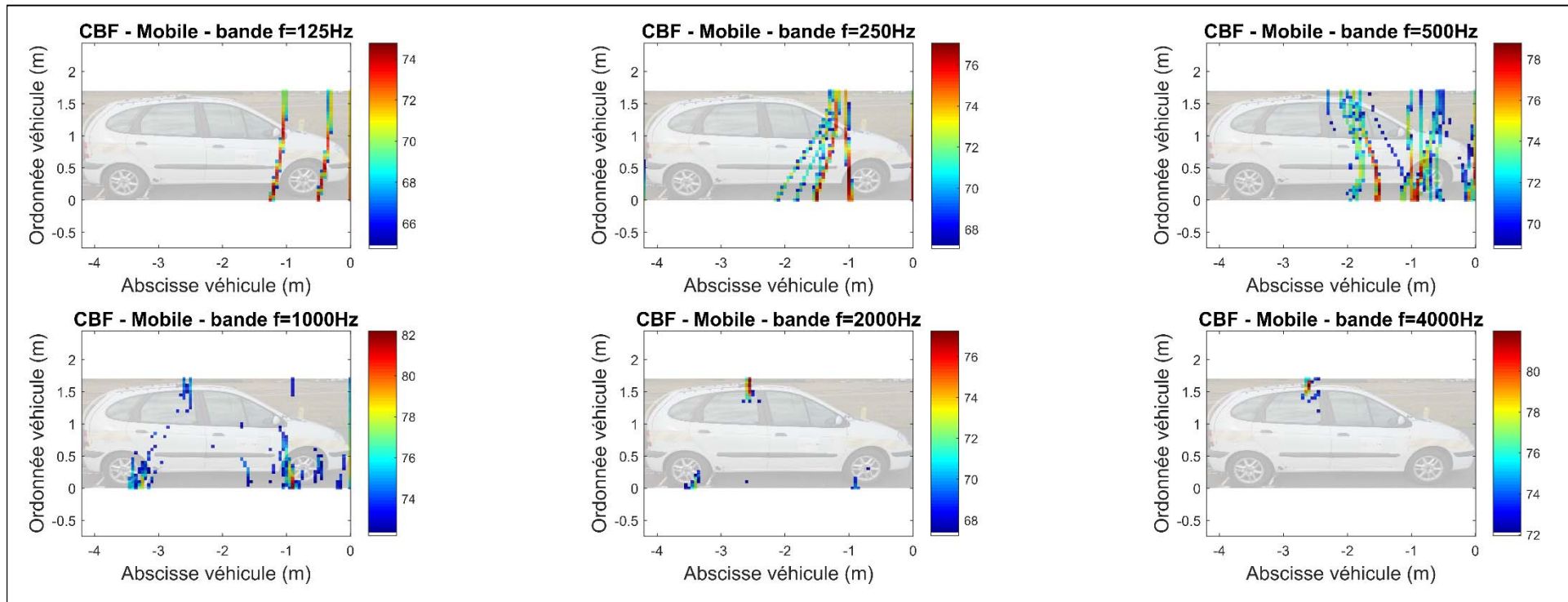


VL : résultats (FV classique)

Vitesse = 50 km/h
Analyse par octave
Source bruit large bande

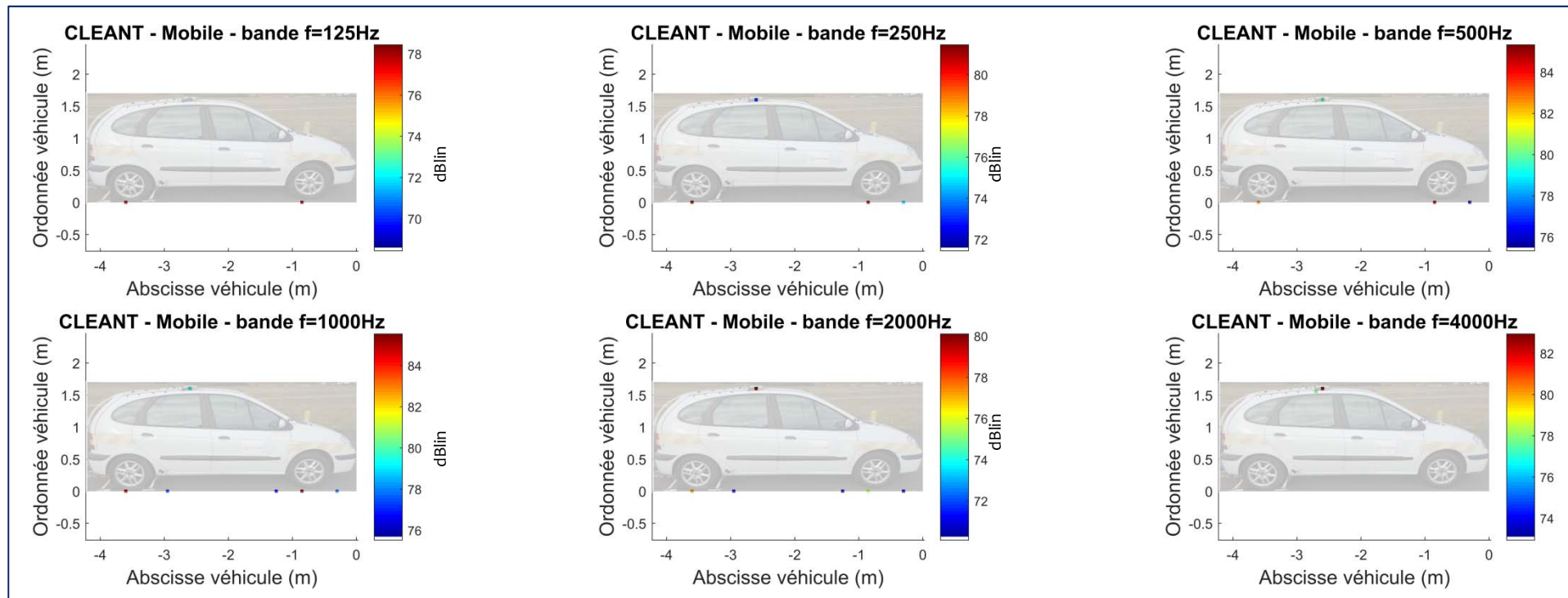


Vitesse = 50 km/h
Analyse par octave
Source bruit large bande



VL : résultats (CLEANT)

Vitesse = 50 km/h
Analyse par octave
Source bruit large bande



Conclusions

- CLEANT est un algorithme appliqué dans le domaine temporel, adapté aux situations de mesure de bruit de passage de courtes durées
- La FV avec suivi de source est utilisée dans cet algorithme
- Il offre une très bonne localisation et quantification des sources
- Des signaux-sources temporels reconstruits sont disponibles pour des analyses complémentaires

- Utilisation d'un filtrage fréquentiel (sources proches à spectres distincts)
- Filtrage par référencement pour isoler la contribution des sources cohérentes avec un signal de référence (mesure embarquée)

R. Cousson et al., “Identification of acoustic moving sources in the context of a road vehicle at pass-by”, *Proceedings of Meetings on Acoustics*, **30**, 2017
[revue Open Access]

R. Cousson et al., “Identification of acoustic moving sources using a time-domain method”, *Berlin Beamforming Conference (BeBeC 2018)*, 2018
[article disponible en ligne]

R. Cousson et al., “A time domain CLEAN approach for the identification of acoustic moving sources”, *article soumis à JSV*, 2018

Etude effectuée avec le support technique de J.M. Clairet , P. Blachier, V. Gary

Contact :

remi.cousson@ifsttar.fr

Liens :

www.umrae.fr

www.ifsttar.fr

www.cerema.fr



L'Unité Mixte de Recherche en
Acoustique Environnementale (UMRAE)
est un laboratoire de recherche
commun entre l'Ifsttar et le Cerema.