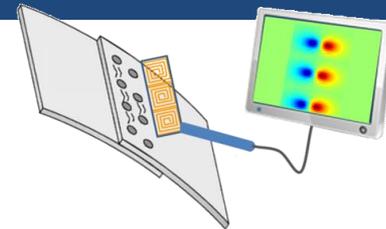


Journée Farman  
ENS Cachan  
1<sup>er</sup> décembre 2014

## Caractérisation de fissures par imagerie courants de Foucault et inversion de données (projet INVERSYM)



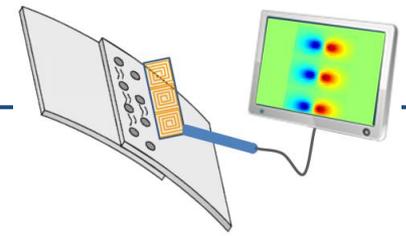
Laurent Fribourg<sup>2</sup>, Romain Soulat<sup>2</sup> (LSV)

Thierry Bore<sup>1</sup>, **Eric Vourc'h**<sup>1</sup> (SATIE)

Caifang Cai<sup>3</sup> (LSS-SUPELEC)

[eric.vourch@satie.ens-cachan.fr](mailto:eric.vourch@satie.ens-cachan.fr) [fribourg@lsv.ens-cachan.fr](mailto:fribourg@lsv.ens-cachan.fr)

# Plan de l'exposé



## Cadre des travaux et principes généraux

L'évaluation non destructive par courants de Foucault (CF)

## Evaluation de fissures par systèmes CF à émission globale

La possibilité d'une modélisation simplifiée (en vue de faciliter l'inversion)

## Modèle direct

Ou comment il est mis en œuvre (méthode DPSM)

## Inversion des données

Recherche d'une alternative aux méthodes d'inversion régularisée

Exploitation du modèle direct via un algorithme génétique ou autre

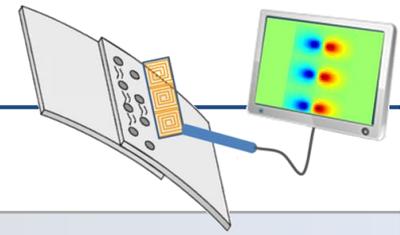
## L'important : l'analyse des images

A la recherche du bon critère

## Mise au point de la méthode d'inversion

Etude de performances

# Cadre des travaux & principes généraux



## Evaluation non destructive (END) par courants de Foucault (CF)

### END : Examiner les produits sans les détériorer

- ☑ Contrôle de la qualité des produits
- ☑ Gestion des risques associés (prévention des accidents)
- ☑ Optimiser la maintenance et les cycles de vie

→ **Sécurité, économie, développement durable**

12 août 1985, le Boeing 747SR-46 de Japan Airlines s'écrase dans environs du mont Osutaka



### END-CF : S'applique aux structures électriquement conductrices

#### Domaines d'application

- ☑ Industries nucléaire et aéronautique, sidérurgie, industrie pétrolière, automobile...



#### Avantages

- ☑ Sans contact, facile à implanter
- ☑ Sensible, robuste
- ☑ Non polluante

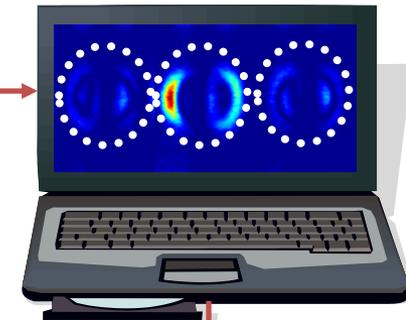
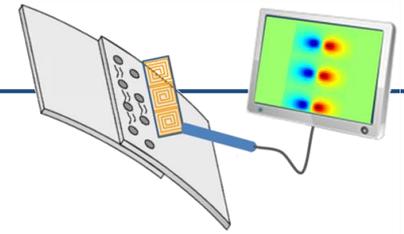
**Nécessité d'une caractérisation fine des structures**

→ **La recherche en END-CF se poursuit**



# Cadre des travaux & principes généraux

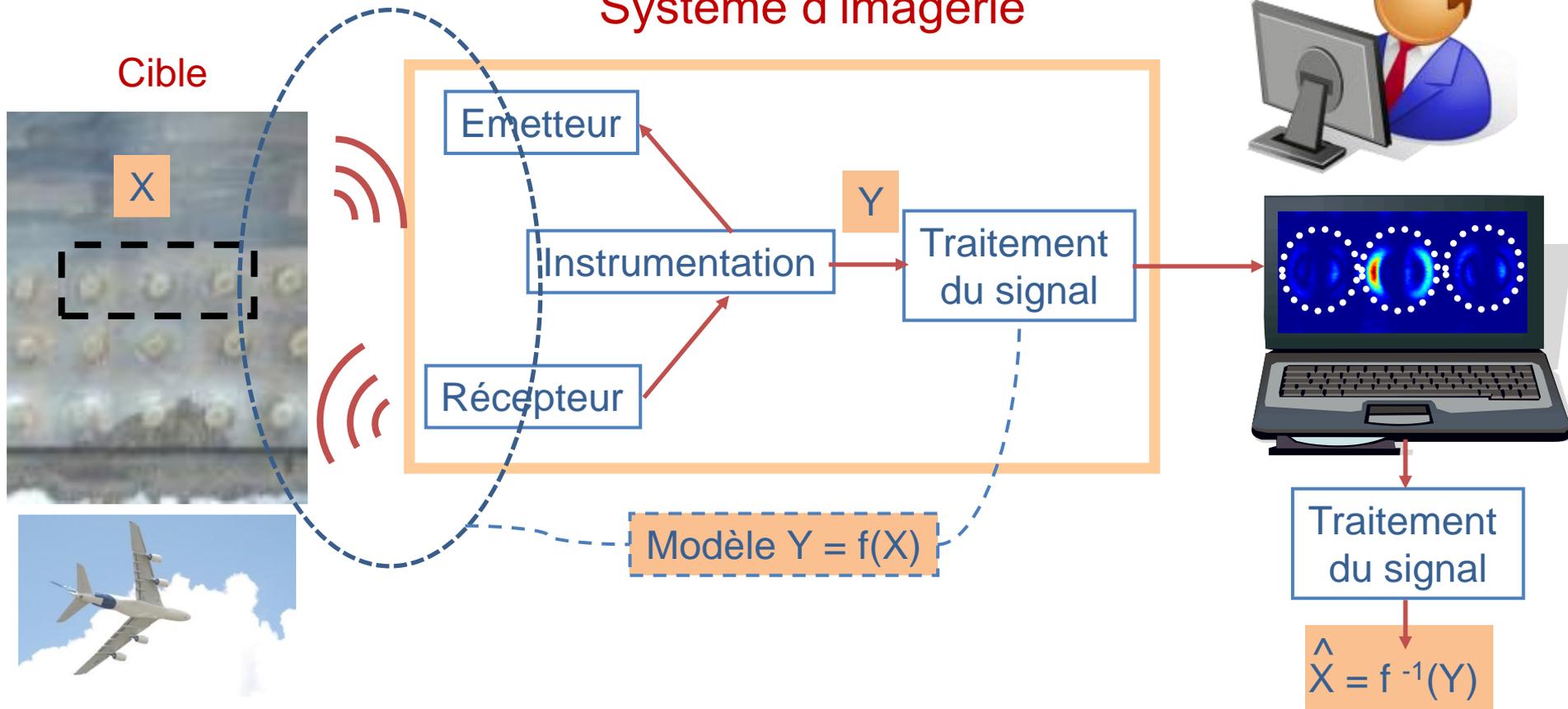
Evaluation non destructive (END) par courants de Foucault (CF)



Traitement du signal

$$\hat{X} = f^{-1}(Y)$$

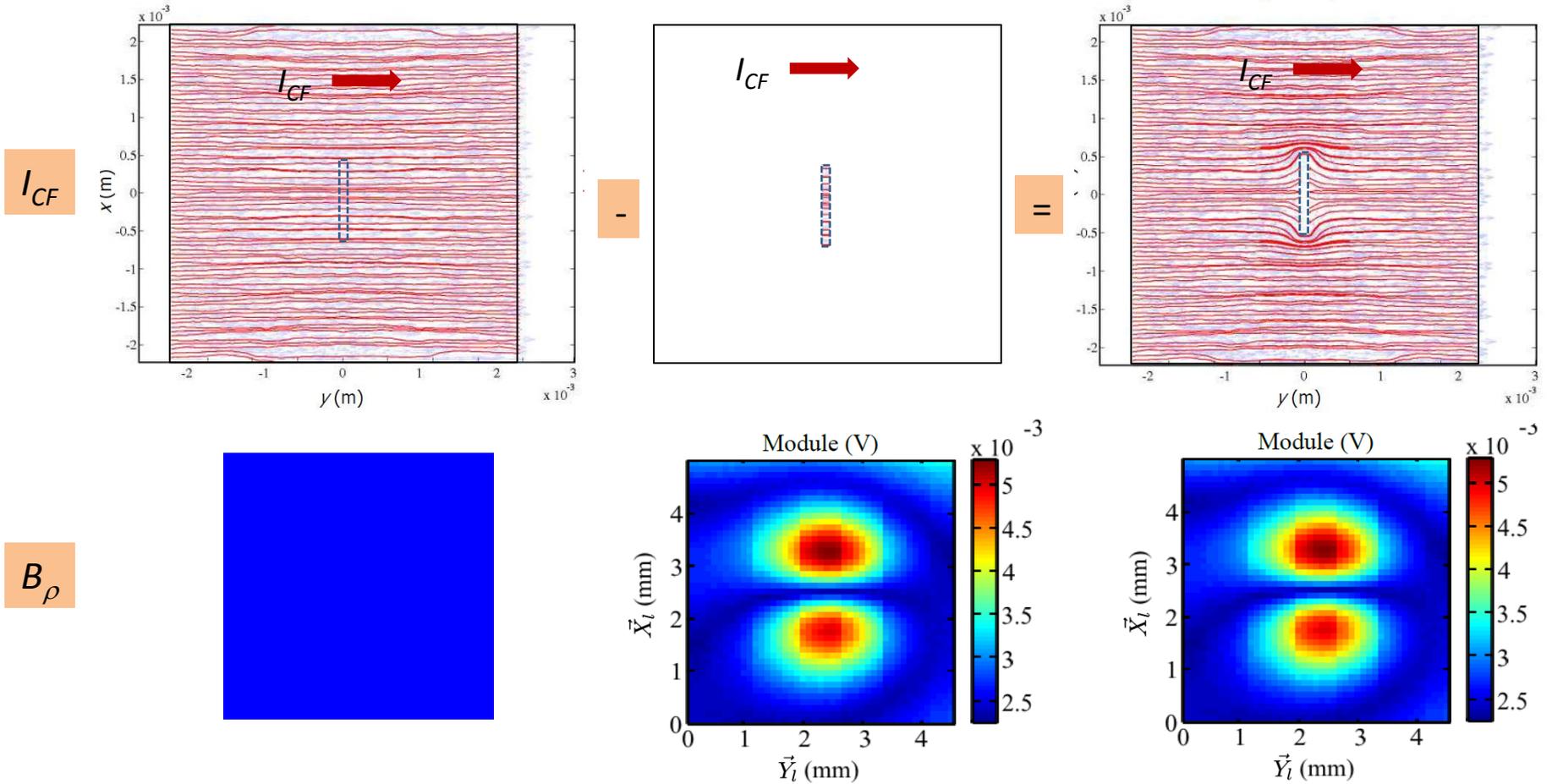
## Système d'imagerie



# Evaluation de fissures par systèmes CF à émission globale

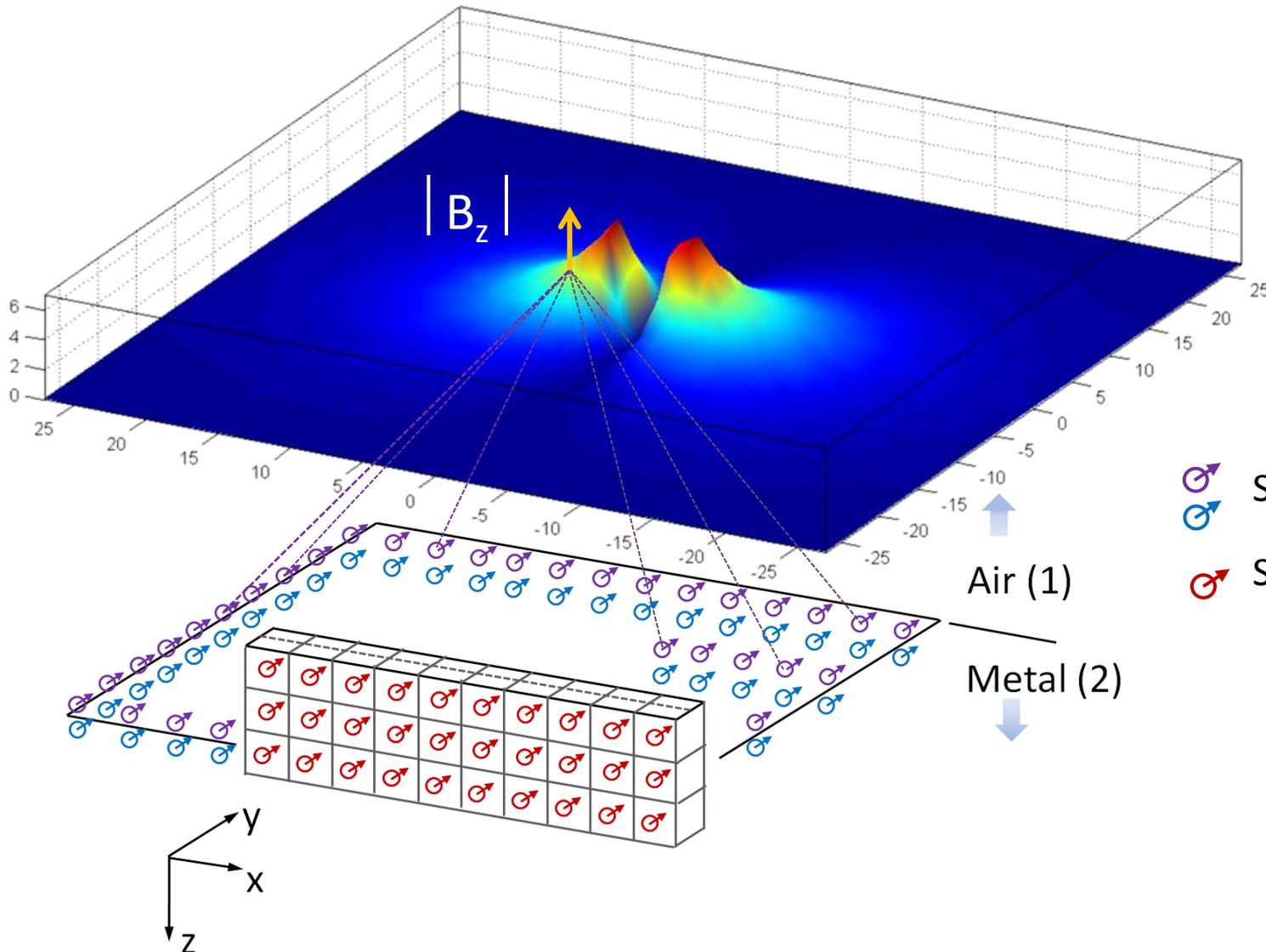
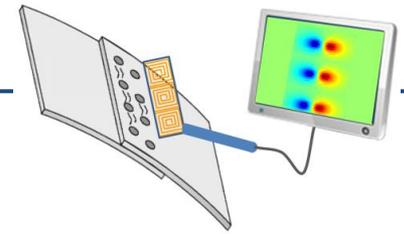
Modélisation simplifiée du problème direct en vue de l'inversion des données  
(→ caractérisation de fissures)

## Modélisation des interactions sonde-cible



# Modèle direct

Méthode des points sources distribués (DPSM → principe de superposition...) : un outil adapté à la simulation de notre modèle.

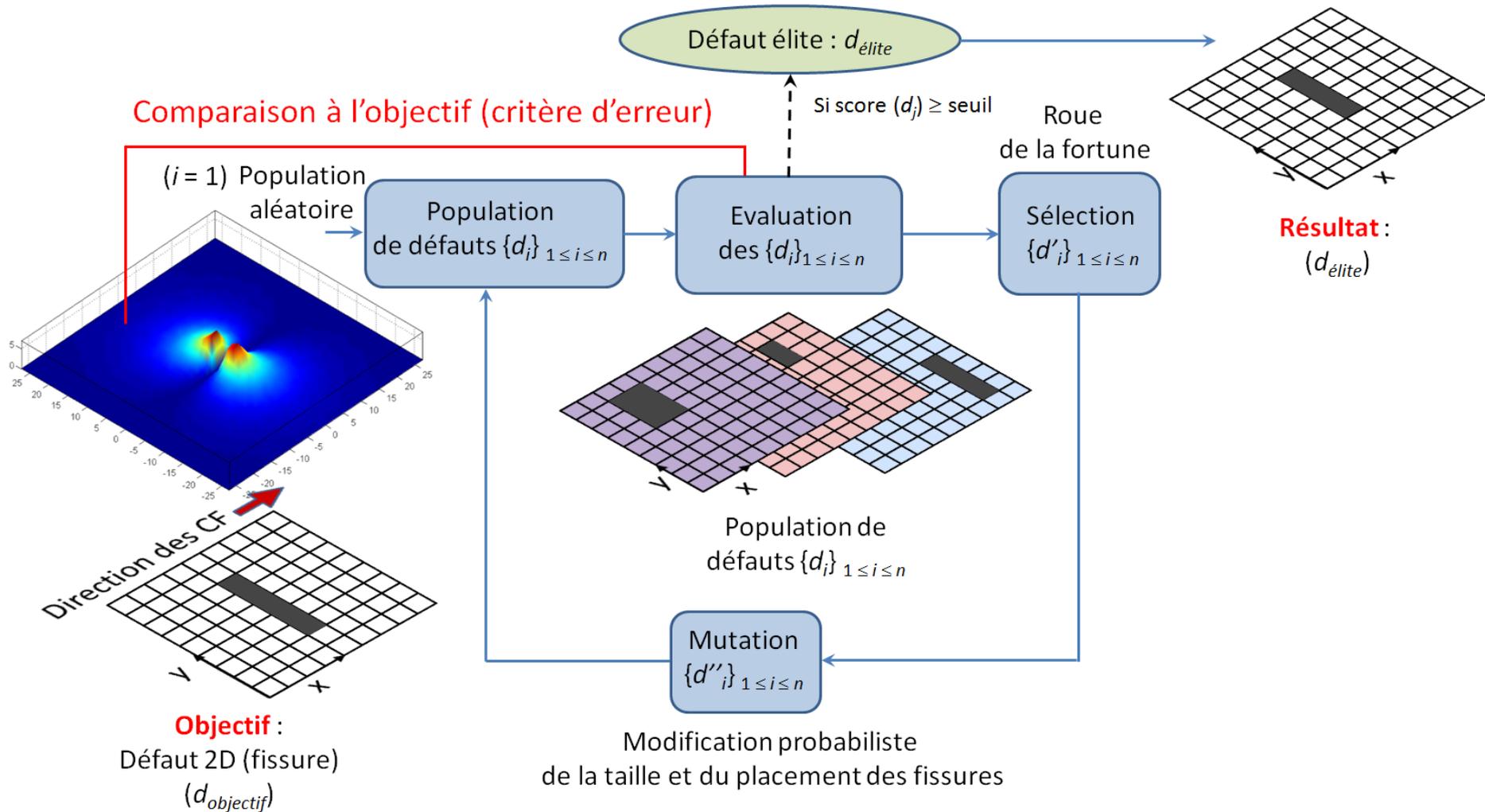


-  Source d'interface
-  Sources CF virtuelles

# Inversion des données :

Recherche d'une **alternative** aux méthodes d'inversion régularisée

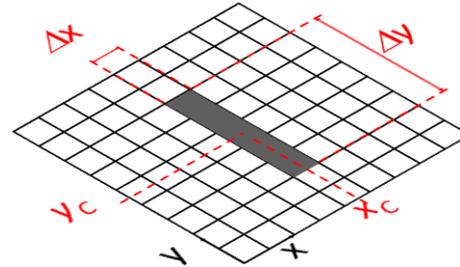
Exploitation du modèle direct via un algorithme génétique (par exemple)



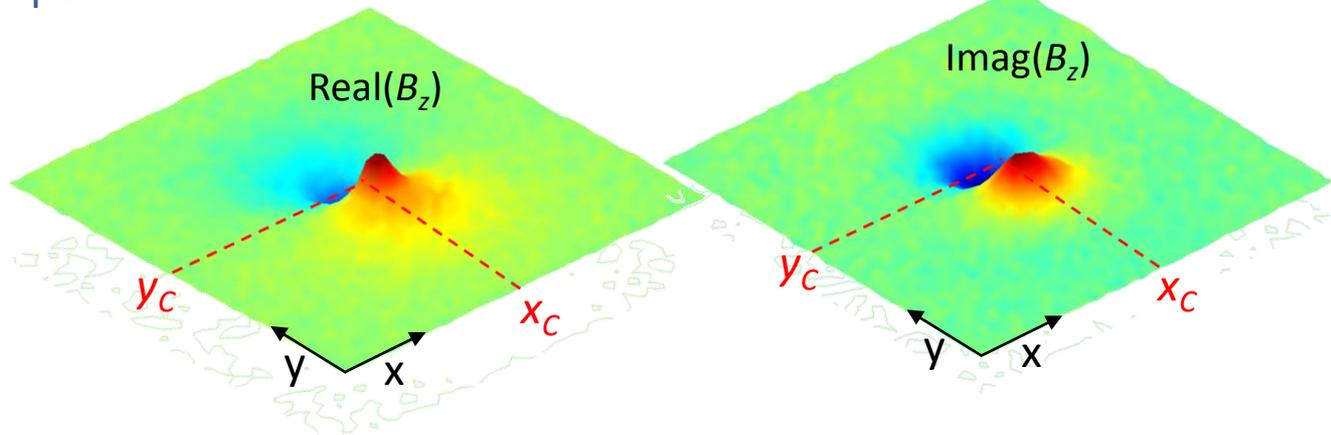
# L'important : l'analyse des images

Objectif : caractériser les fissures

⇔ estimer leur position  $(x_c, y_c)$   
et leurs dimensions  $\Delta x$  et  $\Delta y$



• Estimation de la position



Images symétriques

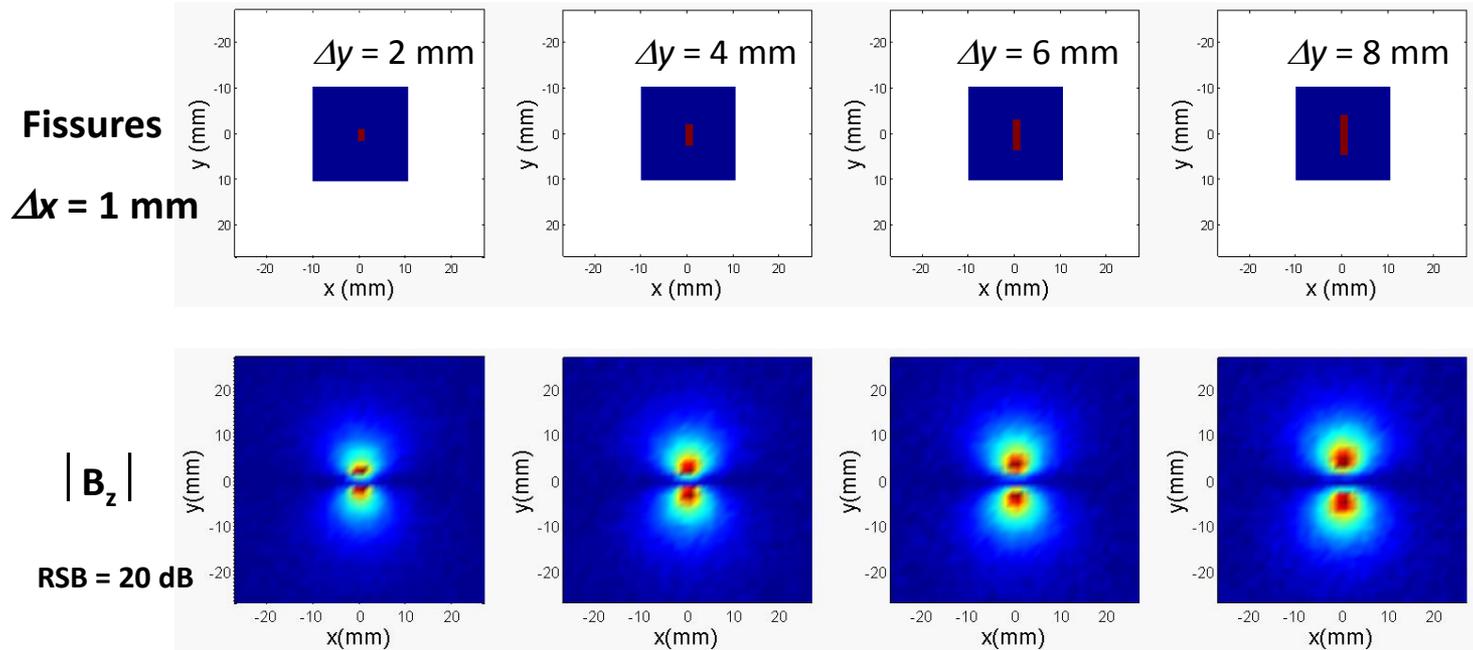
⇒  $(x_c, y_c)$  = barycentre des images...

• Estimation des dimensions...

# L'important : l'analyse des images

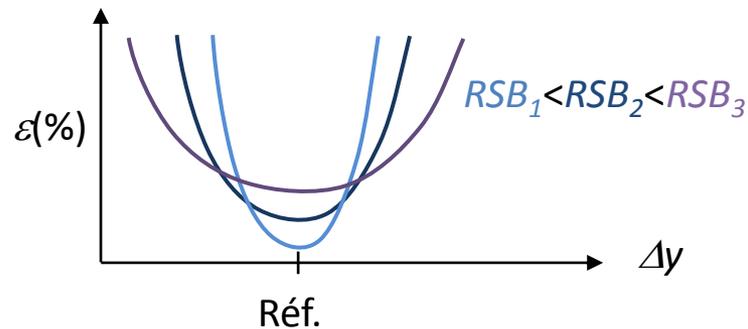
## — Estimation des dimensions

Recherche de bons critères de comparaison des images ( corrélation, moindres carrés, gradient, ?, ... )



Etudes de sensibilité de critères de comparaison d'images CF aux paramètres  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta x \& \Delta y$

Principe

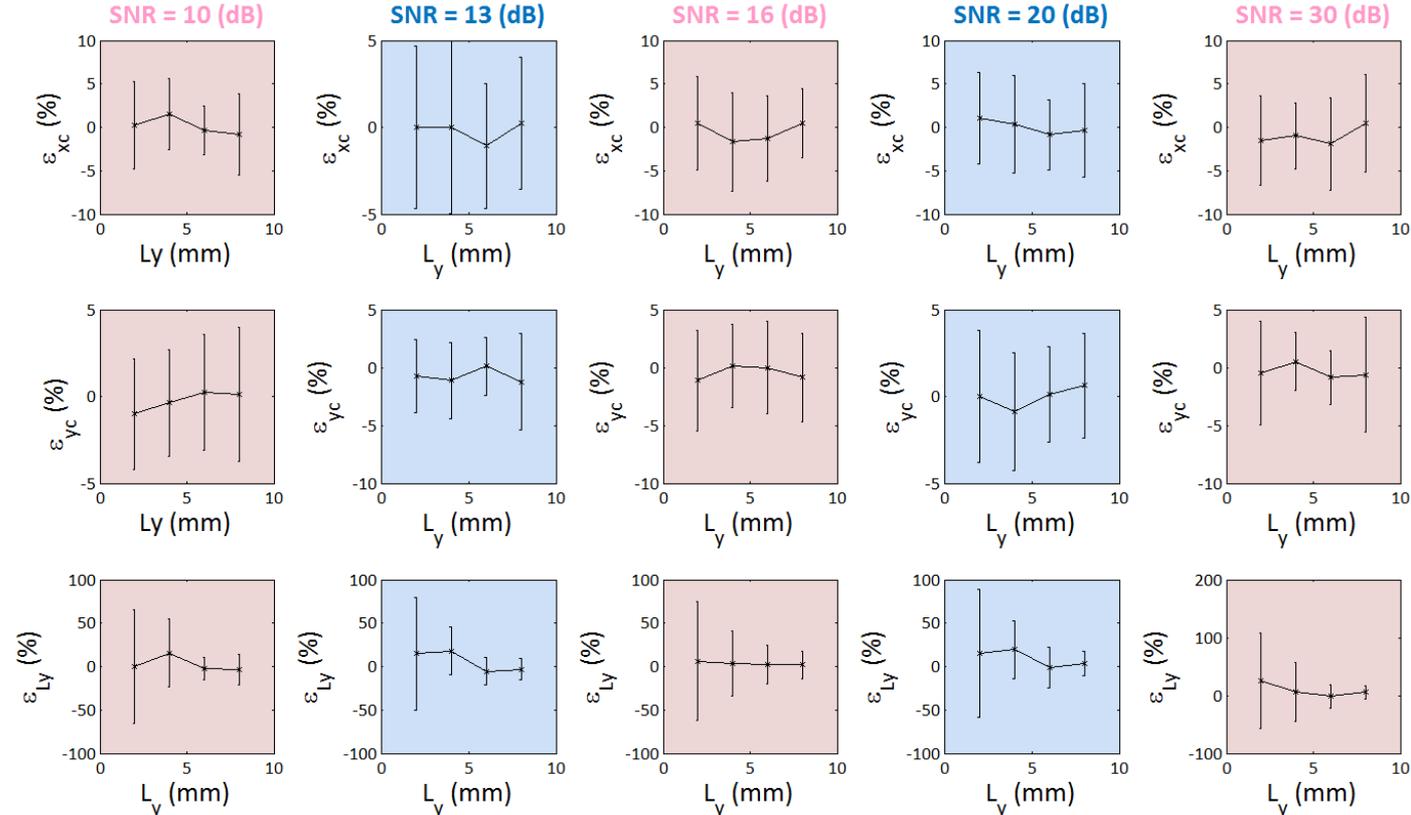


# Mise au point de la méthode d'inversion :

## Etude de performances

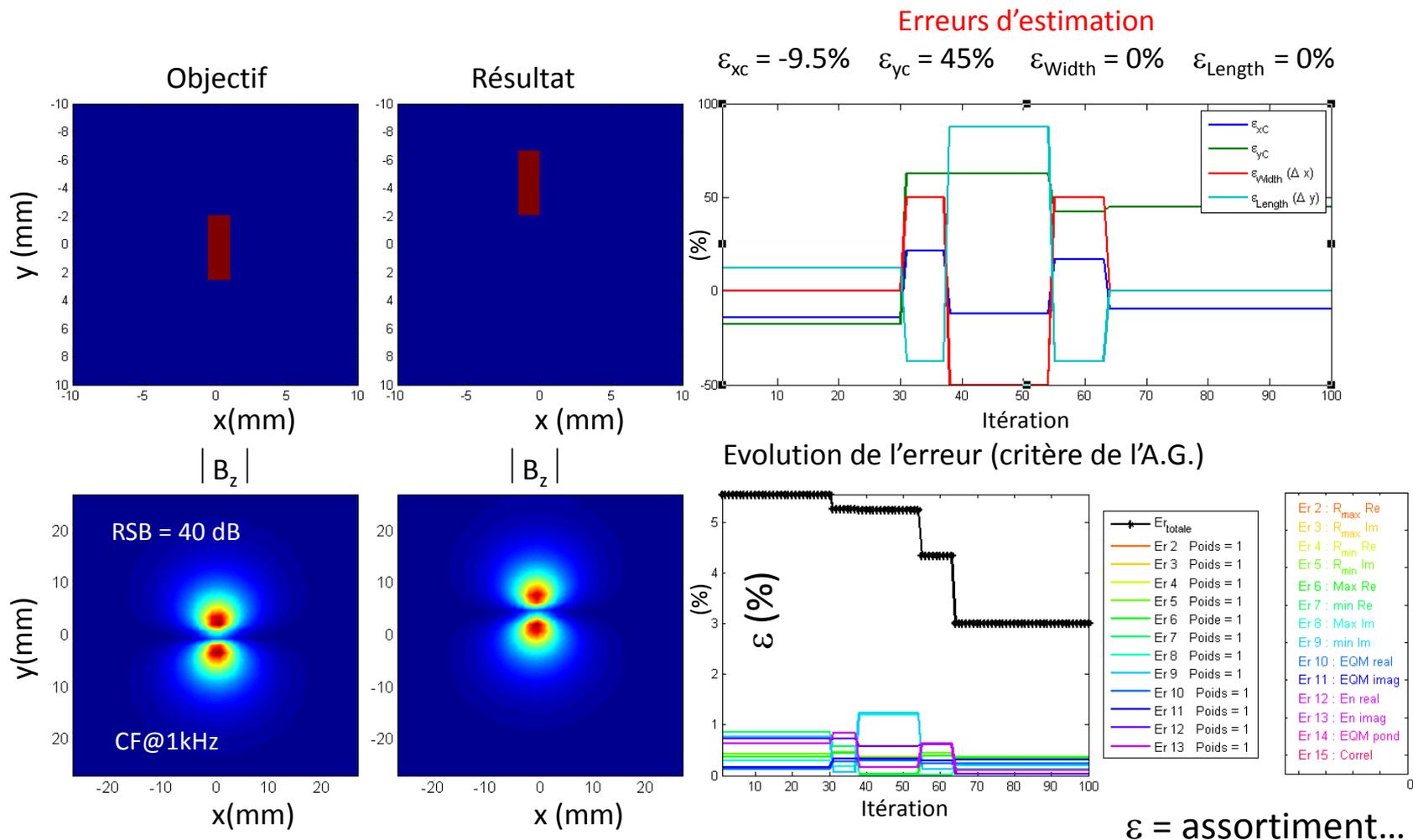
On évalue les performances de l'estimation (biais et écart-type) des paramètres des fissures pour différents critères d'erreur mis en œuvre dans l'A.G. (ou autre méthode)

Exemple : étude d'une erreur de corrélation entre images, critère qui s'avère pertinent pour estimer la position de fissures mais peu performant pour évaluer précisément leur longueur...



# Mise au point de la méthode d'inversion :

## Etude de performances



## L'état des lieux :

### **Des outils de simulation mis en place**

Simulation DPSM d'images CF de fissures pour des systèmes à émission globale

**Recherche d'une alternative aux méthodes d'inversion régularisée**

**Inversion de données par exploitation du modèle direct** via un algorithme génétique...

Etudes de performances d'algorithmes génétiques ou autre

## Et maintenant :

### **La recherche de bons critères de comparaison des image**

Etudes de sensibilité des critères aux paramètres des fissures

Etude de performances d'algorithmes d'inversion

## Et ensuite :

### **La reconstruction de fissures 3D**