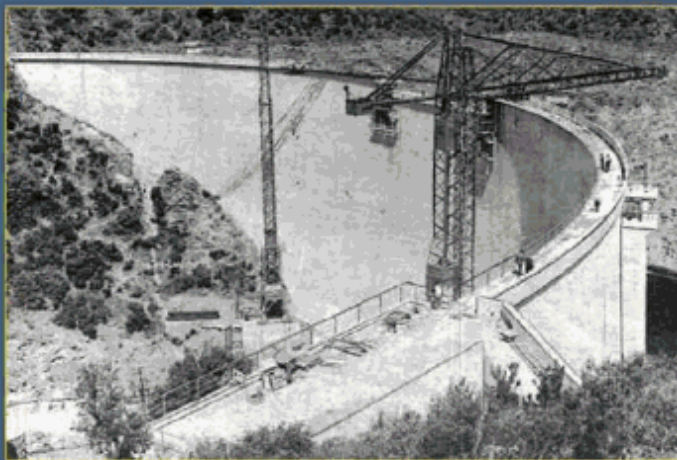


Jeudi STEP : Traitement du signal
pour les mesures de température par
fibre optique



BARRAGE DE MALPASSET - France 1959

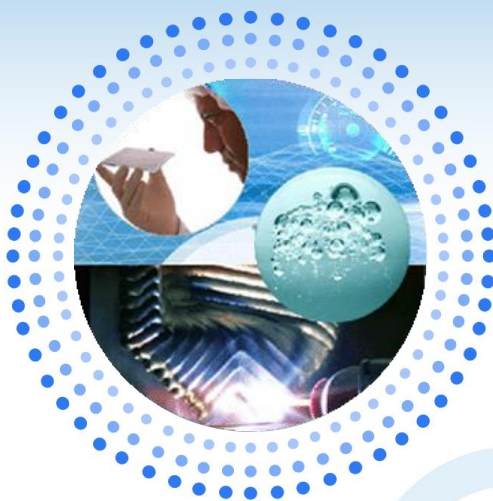


BARRAGE DE MALPASSET - France 1959



**RAPPORT ASSEMBLÉE
NATIONALE SÉNAT sur
*l'amélioration de la sécurité
des barrages et ouvrages
hydrauliques juillet 2008***


19



Méthodes statistiques de détection de fuites dans une digue

Travaux de thèse Amir Ali-
Khan (GIPSA-lab, Grenoble)







Plan

- Approche séparation de sources (ACP/ACI)
- Filtrage multi-composants
- Critères basés sur des statistiques d'ordre supérieur pour la détermination de la réponse du sol
- Détection de singularités à partir d'une mesure basée sur l'ACP
- Conclusions / Perspectives

5

Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B




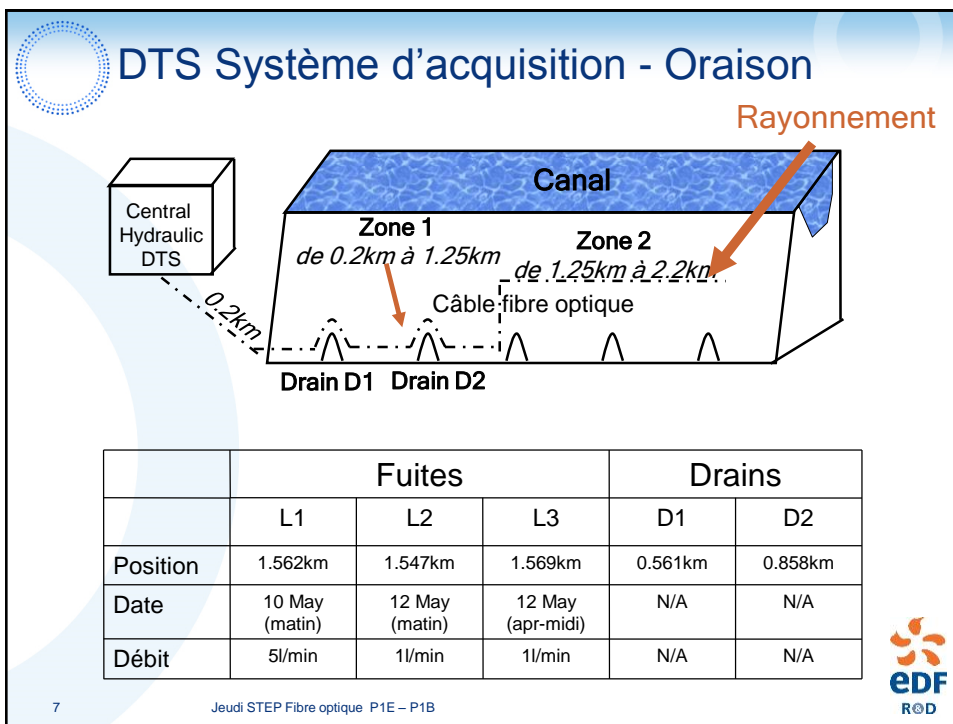
Plan

- Approche séparation de sources (ACP/ACI)
- Filtrage multi-composants
- Critères basés sur des statistiques d'ordre supérieur pour la détermination de la réponse du sol
- Détection de singularités à partir d'une mesure basée sur l'ACP
- Conclusions / Perspectives

6

Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B





7

Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B

Séparation de sources thermiques

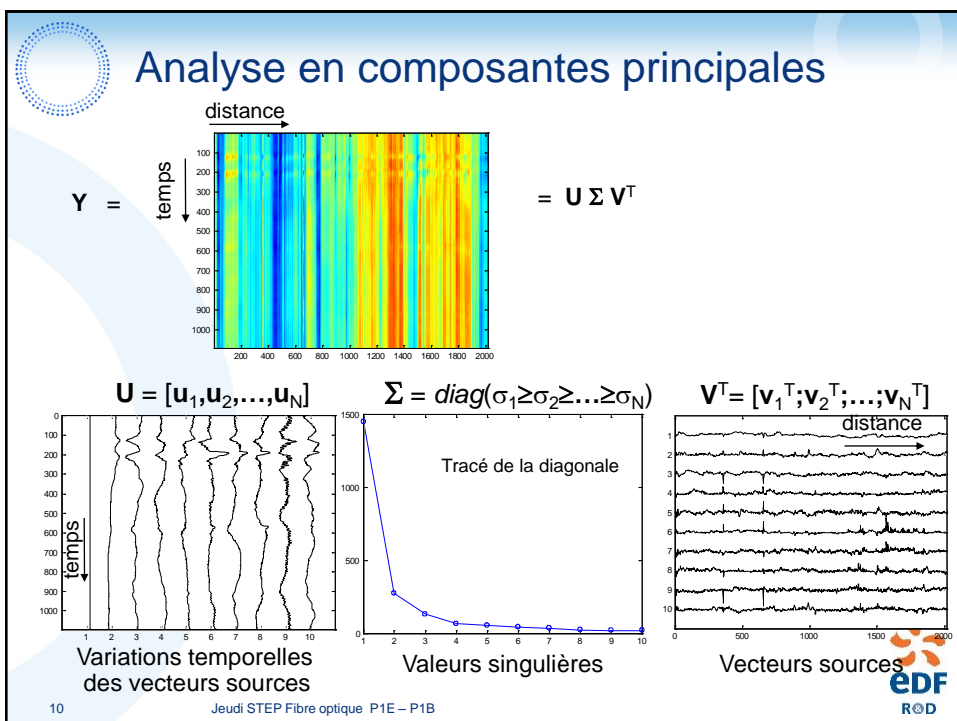
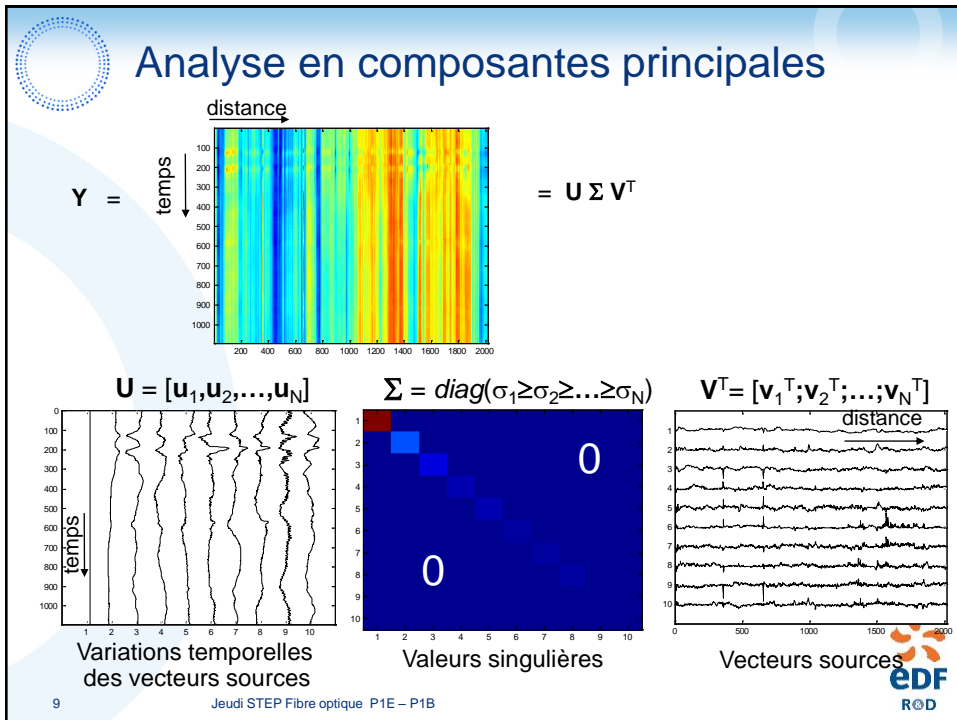
- Les mesures de température sont influencées par différents facteurs :
 - Réponse du sol (Perméabilité, composition)
 - Phénomènes naturels (variations saisonnières, précipitations)
 - Anomalies (fuites)
 - Structures existantes (drains)
- Les données peuvent être exprimées comme un mélange de sources :

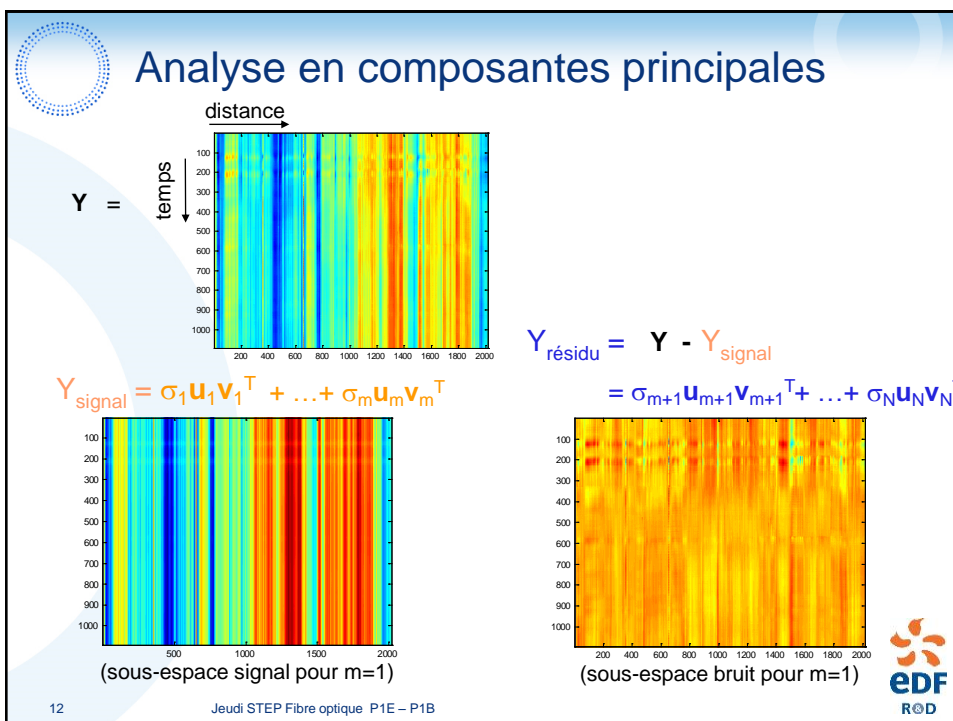
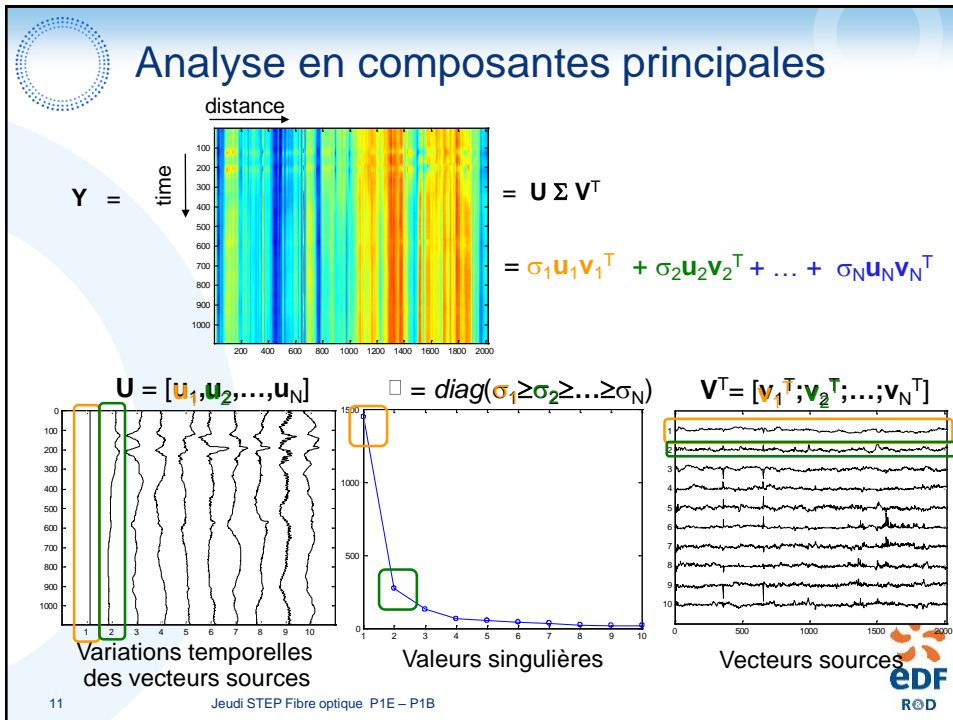
$$\mathbf{Y}^T = \mathbf{M}\mathbf{F}^T$$
- Ces sources sont supposées **indépendantes**

Y = matrice d'observations; M = matrice de mélange;
F = matrice des sources indépendantes
- Deux techniques de séparation utilisées :
 - Analyse en composantes principales (ACP)
 - Analyse en composantes indépendantes (ACI)

8

Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B





Techniques de séparation de sources

ACP

- Décorrélation des **sources**

$$\mathbf{Y}^T = \sum_{i=1}^m \sigma_i \mathbf{u}_i \mathbf{v}_i^T + \sum_{i=m+1}^N \sigma_i \mathbf{u}_i \mathbf{v}_i^T$$

- Extraction de sources gaussiennes
- Décomposition en deux sous-espaces orthogonaux

$$\mathbf{Y}^T = \mathbf{Y}_{signal}^T + \mathbf{Y}_{residue}^T$$

- Paramètre critique 'm'
 - Choix basé sur l'observation des valeurs singulières
- Et pour les sources non-gaussiennes (drains/fuites)?

ACI

- Indépendance des **sources**

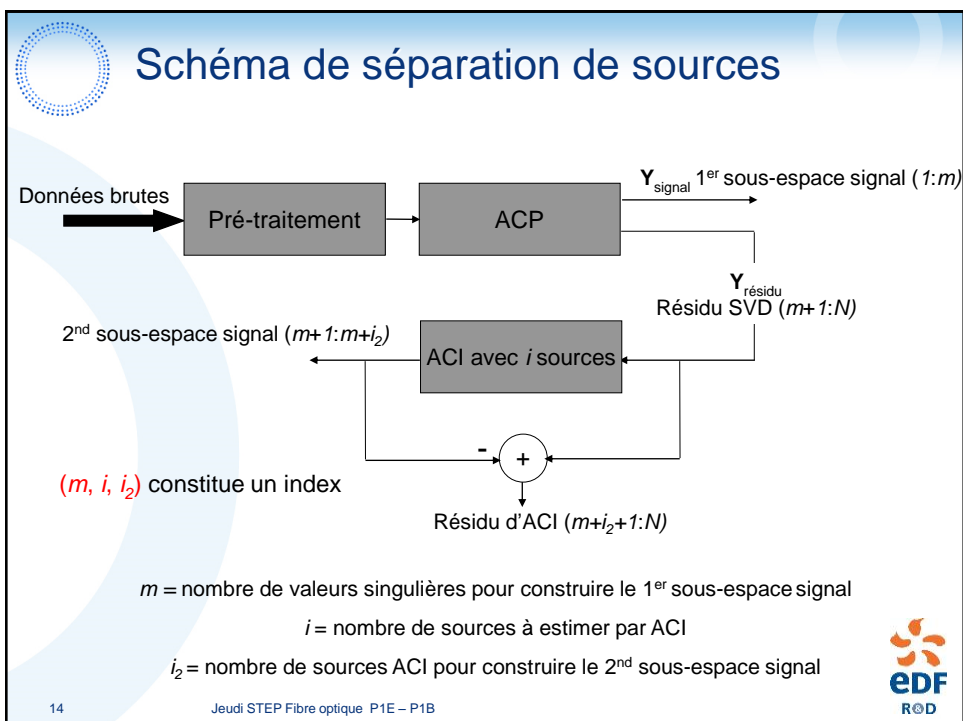
$$\mathbf{Y}_{residue}^T = \mathbf{A} \mathbf{S}^T = \sum_{i=m+1}^N \mathbf{a}_i \mathbf{s}_i^T$$

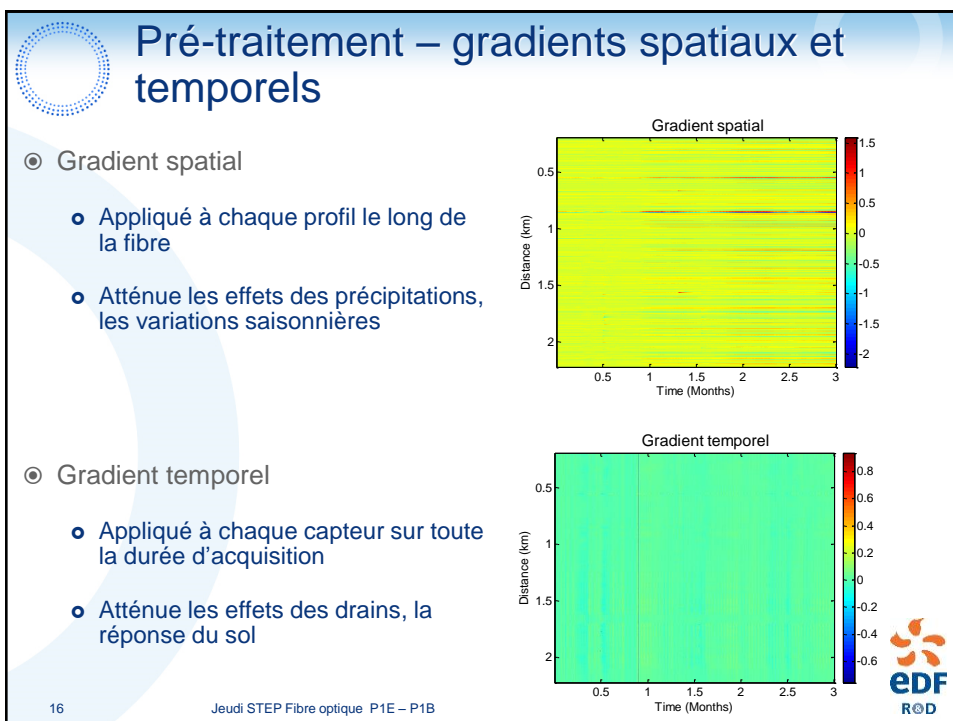
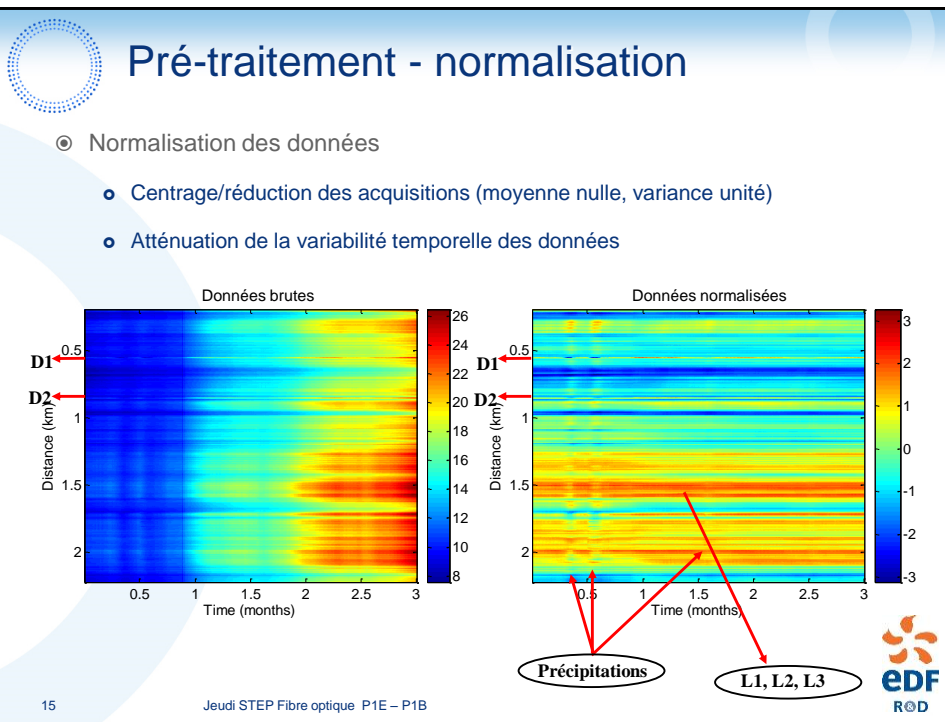
- Algorithme en deux étapes
 - Blanchiment (ACP) $\rightarrow \mathbf{v}_i$
 - Diagonalisation du tenseur des cumulants du 4^e ordre $\mathbf{v}_i \rightarrow$ matrice de rotation sur les $\mathbf{v}_i \rightarrow \mathbf{s}_i$
- Sous-espace signal avec ' i_2 ' sources

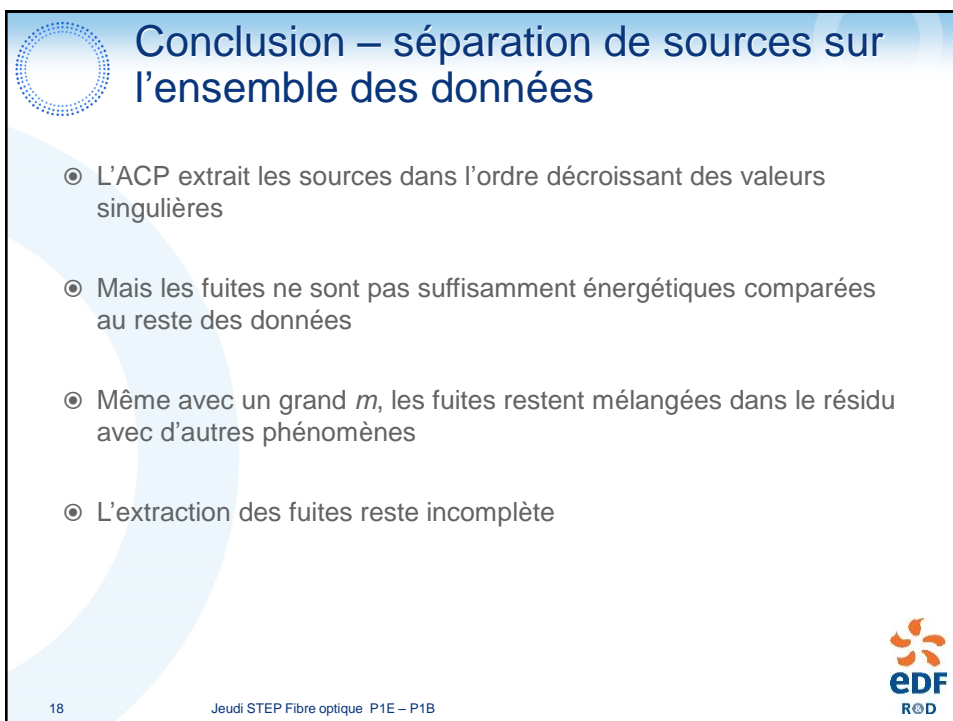
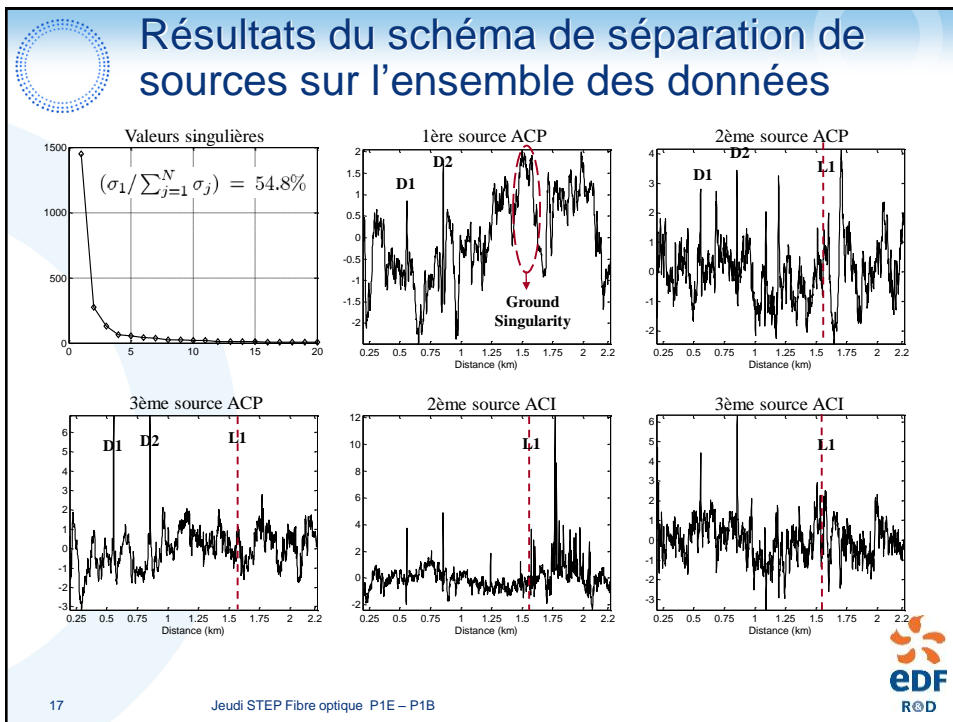
$$\mathbf{Y}_{residue}^T = \mathbf{Y}_{signal_2}^T + \mathbf{Y}_{residue_2}^T$$

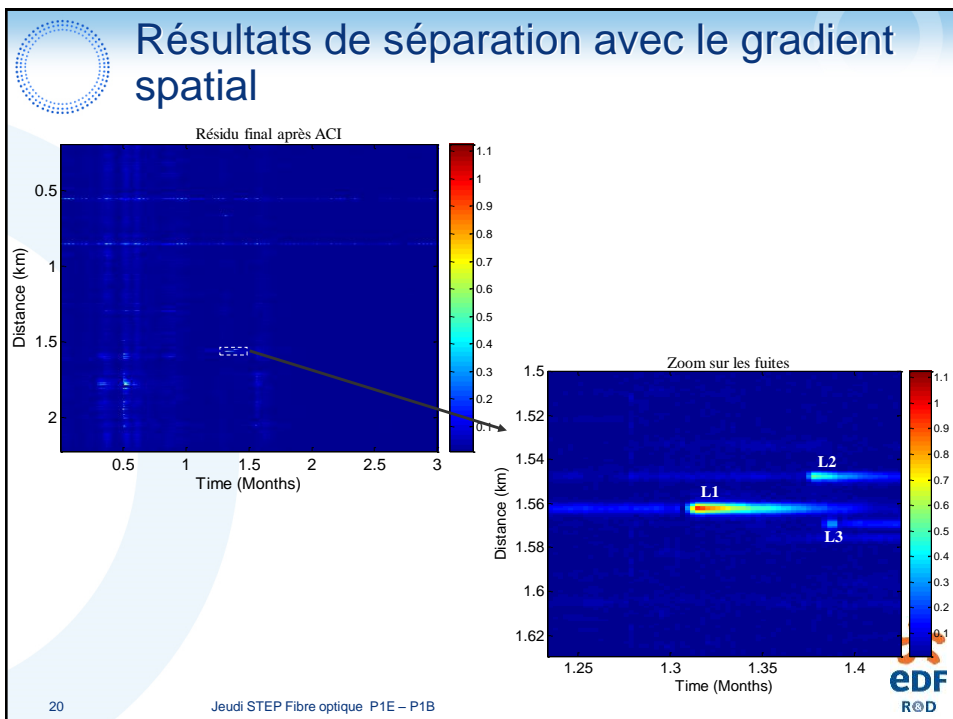
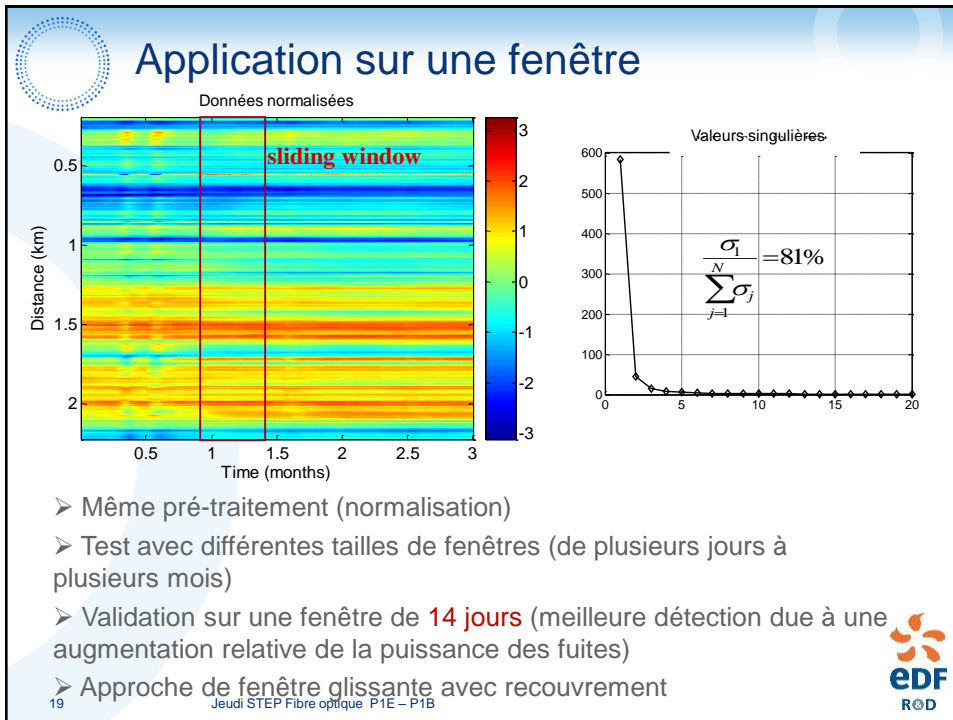
$$\mathbf{Y}_{residue}^T = \sum_{i=m+1}^{i_2} \mathbf{a}_i \mathbf{s}_i^T + \sum_{i=i_2+1}^N \mathbf{a}_i \mathbf{s}_i^T$$

13 Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B EDF ROD









Synthèse des résultats de séparation de sources

	Sans Gradient						Gradient spatial					
	Orientation initiale			Transposé			Orientation initiale			Transposé		
	L.T	L.D	P.R	L.T	L.D	P.R	L.T	L.D	P.R	L.T	L.D	P.R
L1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
L3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
D1	N/A	■	■	N/A	■	■	N/A	■	■	N/A	■	■
D2	N/A	■	■	N/A	■	■	N/A	■	■	N/A	■	■

■ Très Bon ■ Bon
■ Mauvais ■ Très mauvais

L.T = localisation en temps;
L.D = localisation en distance; P.R = Puissance relative

A. A. Khan, V. Vrabie, J. Mars, A. Girard, and G. d'Urso, "A source separation technique for processing of thermometric data from fiber-optic dts measurements for water leakage identification in dikes," *IEEE Sensors Journal*, vol. 8, pp. 1118–1129, 2008.

21
Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B

Comparaison d'algorithmes d'ACI

La séparation de sources aveugle sur des données réelles a tendance à estimer des sources impulsionnelles lorsque le nombre de sources augmente

Drains : D1 (0.561 km); D2 (0.858 km); Fuites : L1 (1.562 km), L2 (1.547 km), L3 (1.569 km);
Point chaud : HP (0.674 km)

Zone de non-fuite

(a) JADE with dimensionality reduction

Zone de non-fuite

(b) FastICA without dimensionality reduction (no leakage zone)

Zone de fuite

(c) FastICA without dimensionality reduction (leakage zone)

➤ FastICA en mode déflation, **sans réduction de dimension**, sépare tous les phénomènes intéressants

A. A. Khan, V. Vrabie, G. d'Urso, and J. I. Mars, "Blind source separation techniques for percolation-type leakage detection in dikes using fiber optic DTS signals," in *Proc. SPIE OFS19*, Perth, Australia, 2008.

Jeudi STEP Fibre optique P1E – P1B