

Identification des sources de variabilité des niveaux de polluants par analyse en composantes indépendantes et par estimation de mélange des données de l'air intérieur

R. OUARET, A. IONESCU, O. RAMALHO, V. PETREHUS, Y. CANDAU



Contexte

- Compte tenu du temps passé dans les ambiances intérieures (environ 80 %), la question des expositions des occupants aux polluants présents dans l'air intérieur se pose nécessairement: Réflexion sur l'identification et la contribution des sources
- Manque de métrologie simple et portable pour mesurer les concentrations de polluants sur le long terme avec un pas de temps fin.
- Difficulté de positionner une mesure effectuée à un moment précis par rapport à une valeur de référence à court ou à long terme;
- Les sources de fluctuations des concentrations, leurs amplitudes sur une longue période restent très mal connues. A ce jour, les réponses à la question "combien de sources interviennent et à quel niveau contribuent-elles?" sont inconnues.

Objectif

La QAI est le résultat des interactions complexes entre l'environnement extérieur, les équipements et matériaux de l'espace clos, le mobilier et le matériel quotidien, les individus et leurs activités.

Quelles sont les sources et à quel niveau contribuent-elles ?

Matériels

L'ENVIRONNEMENT INTÉRIEUR:

La maison MARIA (Maison Automatisée pour la Recherche et Innovation) du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) est une maison individuelle de type F5.



MESURES EN CONTINU DES POLLUANTS ET PARAMÈTRES CLIMATIQUES (pas de temps 1min):

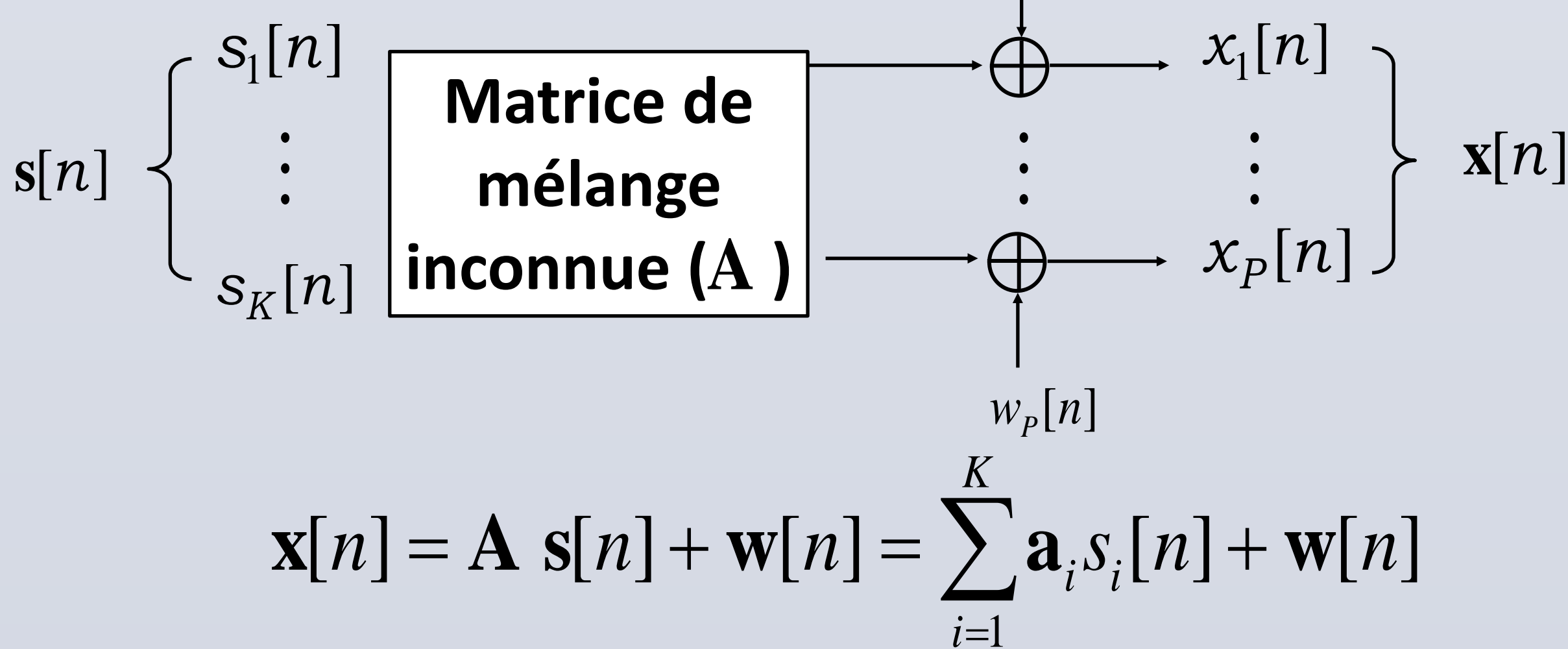
- Nombre de particules (particule/L) :** Dust Monitor 1.108, (Grimm).Compteur optique des particules. (PM)
- Formaldéhyde (ppb):** AL 4021 (Aerolaser GmBh) permet d'enregistrer en continu la concentration de formaldéhyde dans l'air. (HCHO)
- la température, l'humidité, la vitesse et la direction du vent, l'ensoleillement et la pression atmosphérique.



Méthodes

Séparation aveugle des sources

(K Sources indépendantes) Bruit $w_i[n]$ P Observations



BUT Extraction des signaux sources $s_i[n]$ à partir des observations $\mathbf{x}[n]$

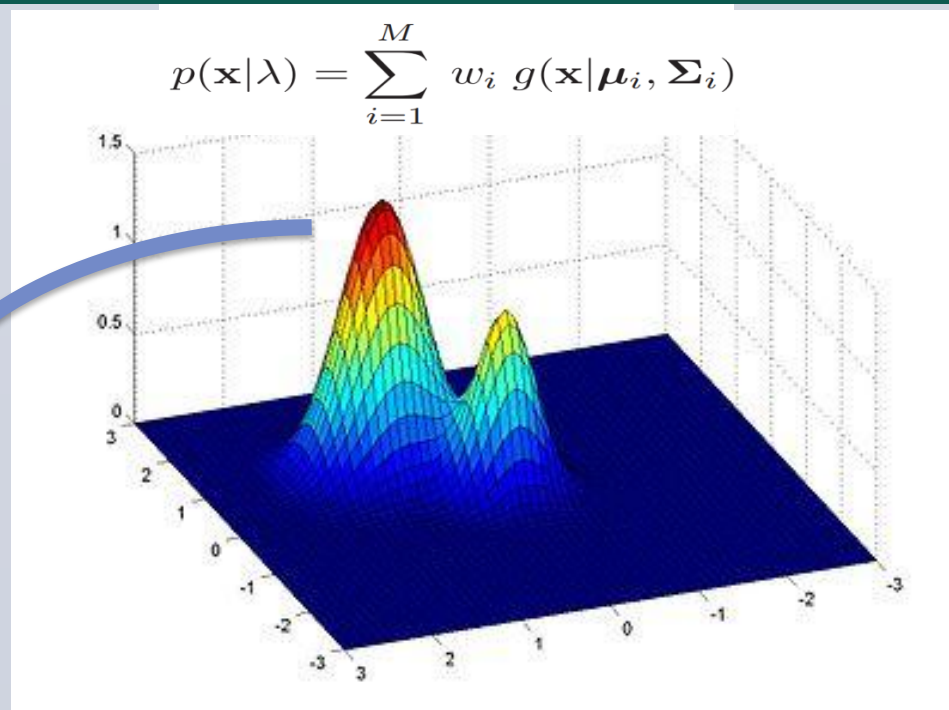
Modèle de mélanges Gaussiens (GMM)

Un modèle de mélange gaussien à M composantes densités Gaussiennes

w_i = poids du mélange

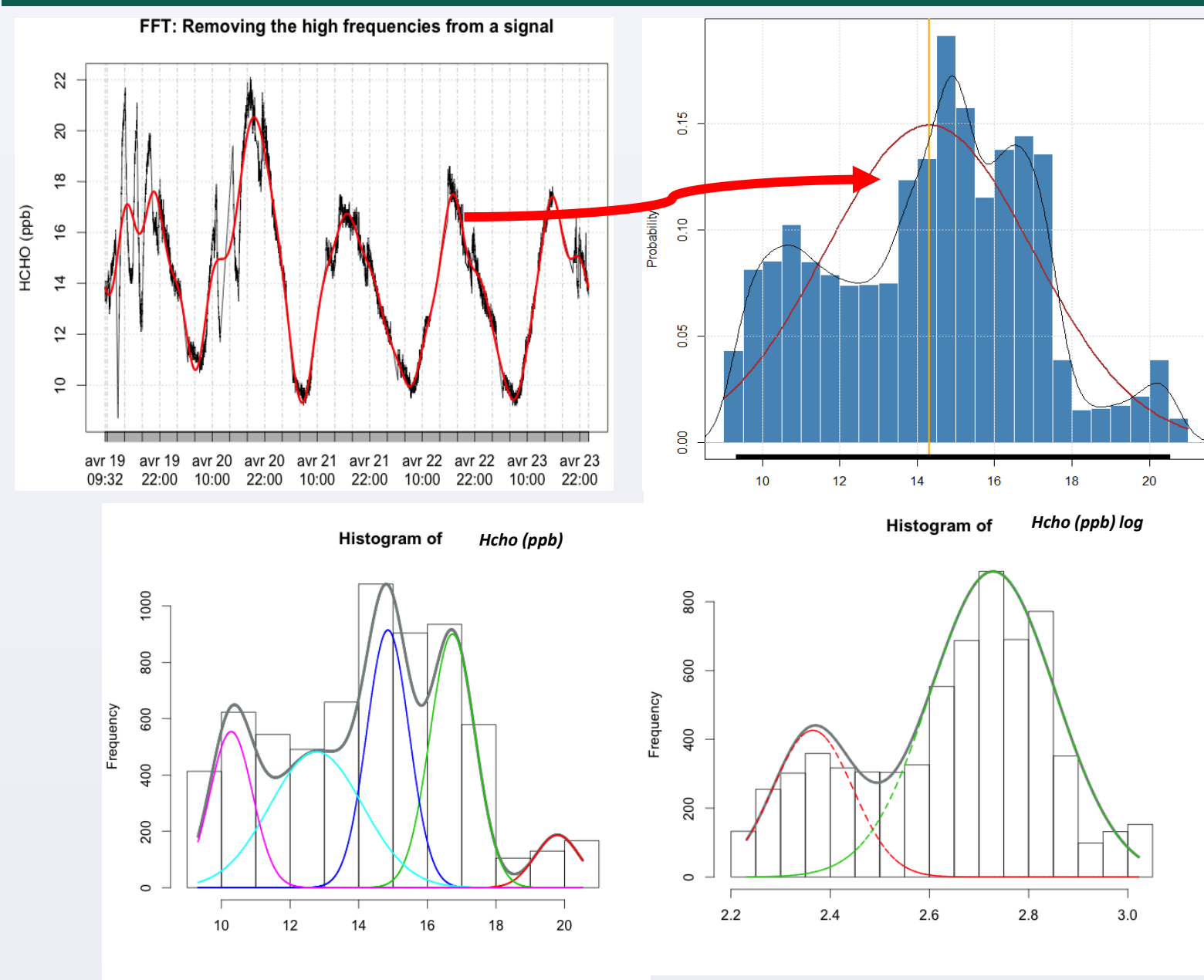
$g(\mathbf{x}|\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma}_i)$ = Composantes Gaussiennes

$$g(\mathbf{x}|\boldsymbol{\mu}_i, \boldsymbol{\Sigma}_i) = \frac{1}{(2\pi)^{D/2} |\boldsymbol{\Sigma}_i|^{1/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i)' \boldsymbol{\Sigma}_i^{-1} (\mathbf{x} - \boldsymbol{\mu}_i) \right\}$$



Résultats

Formaldéhyde

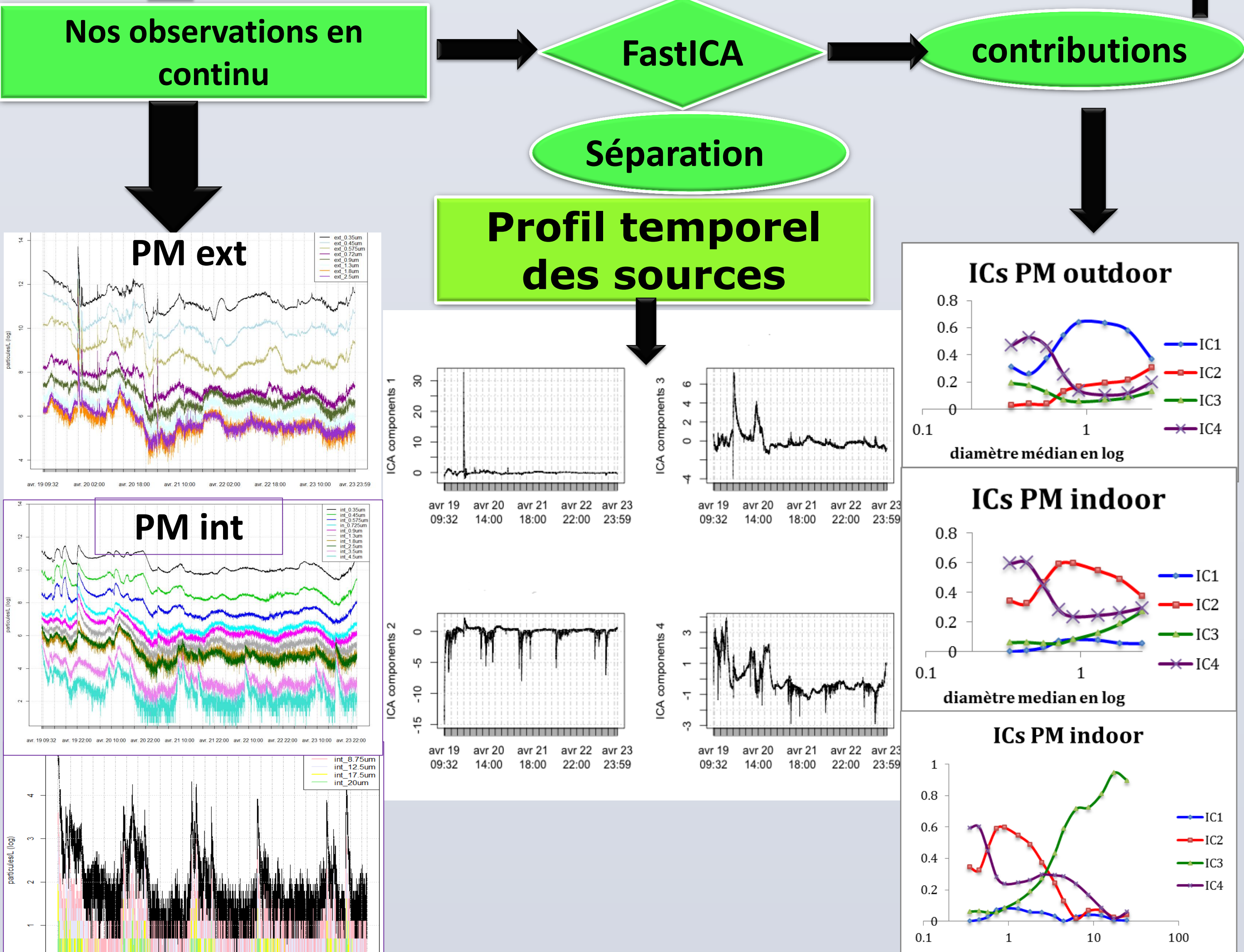
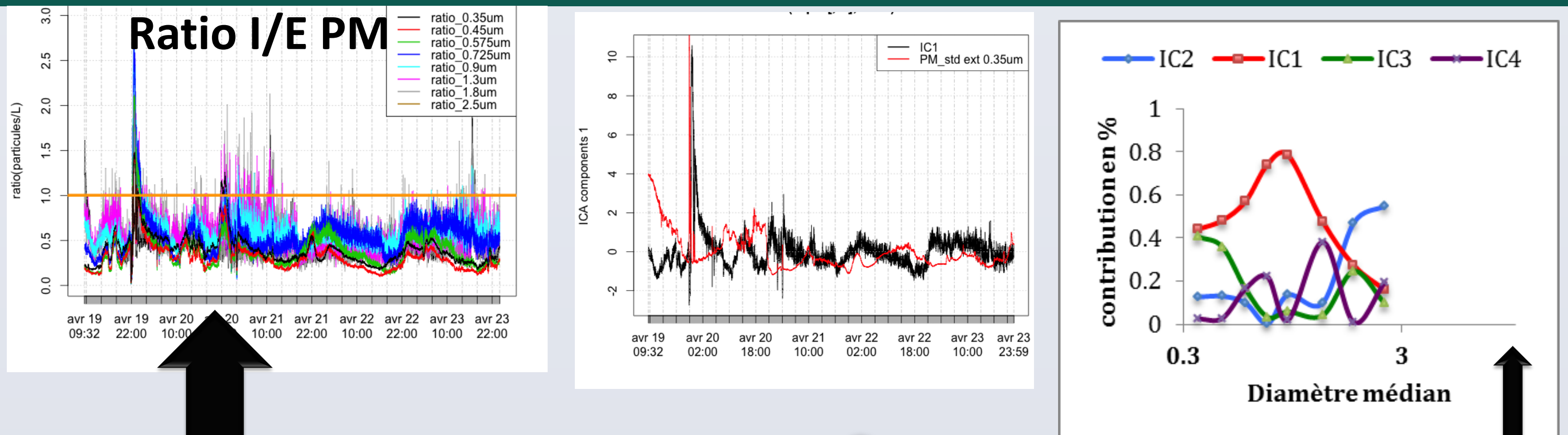


- Forme quasi-sinusoïdale des concentrations observées
- Transformée de Fourier rapide (FFT)
- L'ajustement de mélanges de lois normales appliqué au jeu de données de fréquence de la composante de Fourier du HCHO (et log(HCHO))

$$\lambda = \{w_i, \mu_i, \Sigma_i\} \quad i = 1, \dots, M$$

Composante par classe	Moyenne	variance	Proportion %
FFT(HCHO)			
Cluster 1 (rouge)	19.79	0.41	5,3
Cluster 2 (vert)	16.73	0.43	26
Cluster 3 (bleu)	14.85	0.38	25
Cluster 4 (turquoise)	12.76	1.82	28
Cluster 5 (rose)	10.28	0.38	15
Log(FFT (HCHO))			
Cluster 1 (vert)	2,72	0.015	76,48
Cluster 2 (rouge)	2.36	0.0065	23,53

Particules



- Détermination des fluctuations des sources intérieures pour PM;
- GMM détermine en partie la structure de la variabilité des sources du HCHO, mais pas les fluctuation d'émissions.

Perspectives

- Factorisation Matricielle Positive (PMF)
- Analyse en composantes principales absolues (ACPA)
- Déterminants de la variabilité des sources du formaldéhyde.