

MESURES DE COV AU SIRTA PENDANT L'HIVER 2017-2018 :

INFLUENCES DU TRAFIC ET DU CHAUFFAGE AU BOIS

Judi 13 septembre 2018

B. Languille, V. Gros,

F. Truong, R. Sarda-Estève, D. Baisnée, J.-E. Petit, N. Bonnaire, O. Favez

LE FEU DE BOIS EN ÎLE-DE-FRANCE (CÔTÉ COV)

■ Ait-Helal *et al.*, 2014 :

- COVO plus abondants l'hiver au SIRTA (contribution probable du feu de bois)

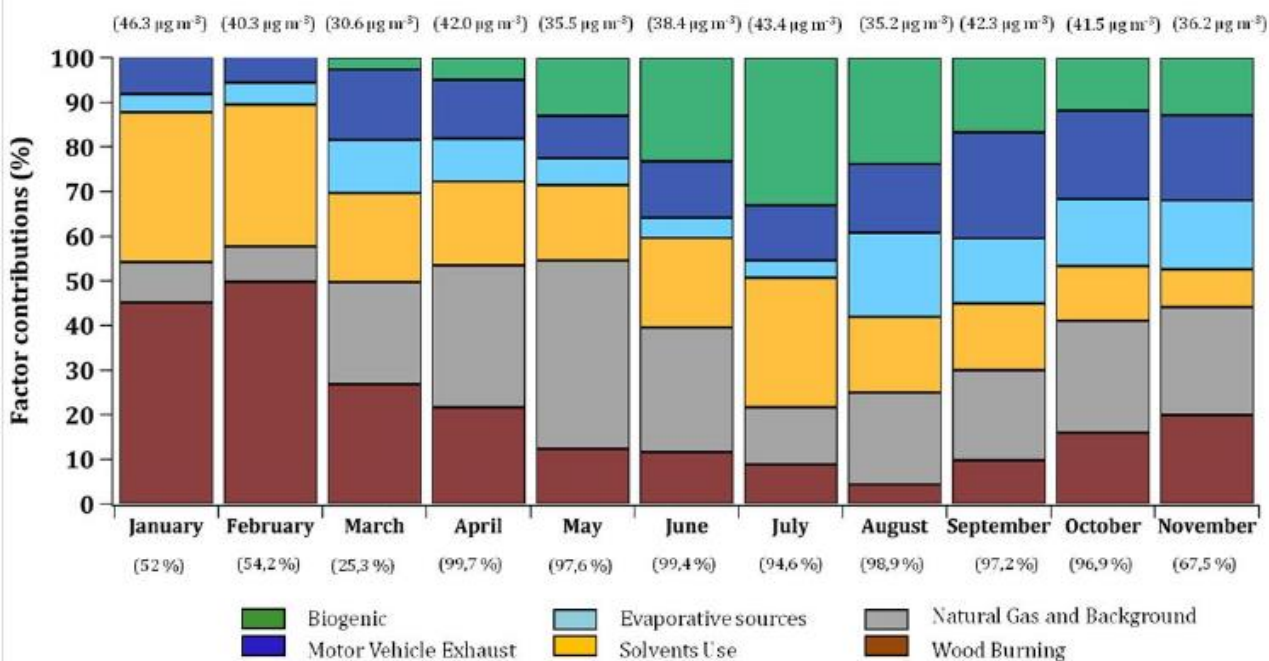
■ Baudic *et al.*, 2016 :

- à Paris en hiver, le feu de bois serait responsable de 50 % des COV mesurés
- Signature : benzène, acétylène, éthylène, méthanol, acétaldéhyde, acétone, butènone, xylènes et éthylbenzène, etc.

Questions ouvertes et limites de cette étude :

- ➔ Seuls les COV sont étudiés (ni carbone suie, ni les NO_x)
- ➔ Faible complétude des données en hiver ($\approx 50\%$)
- ➔ Certains COV caractéristiques du feu de bois ne sont pas pris en compte :

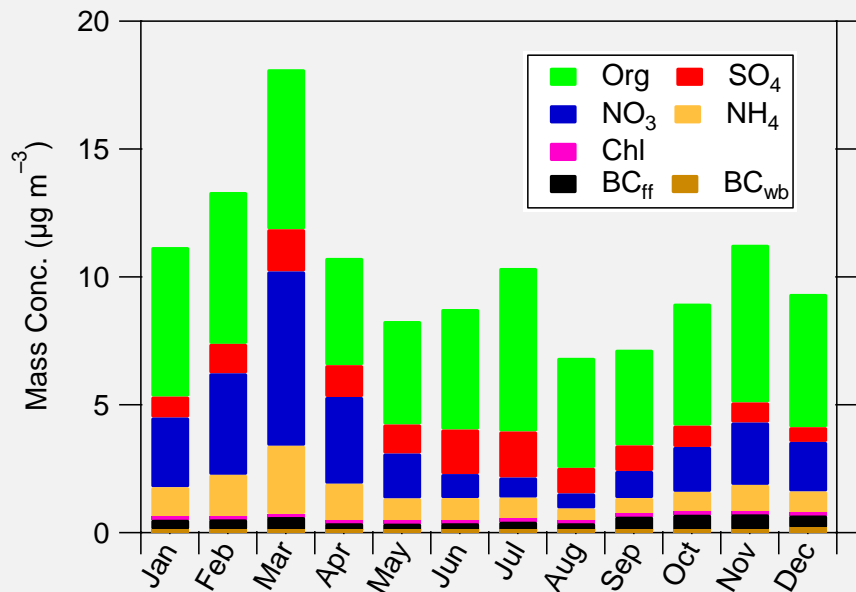
- Furane
- Naphtalène (+ Anhydride phtalique, etc.)
- Phénol
- Acides acétique et formique
- Crésol



Source : Baudic *et al.*, 2016

LE FEU DE BOIS EN ÎLE-DE-FRANCE (CÔTÉ AÉROSOLS)

- Feu de bois : source importante d'AOS (Bruns *et al.* 2016)
- Portion importante d'aérosols organiques au SIRTA
- Ait-Helal *et al.*, 2014 : > 60 % de la formation d'AOS inexpliquée
- Influence notable du feu de bois (variabilité caractéristique)



- Feu de bois : source de particules majoritaire lors de l'épisode de pollution de décembre 2016 au SIRTA

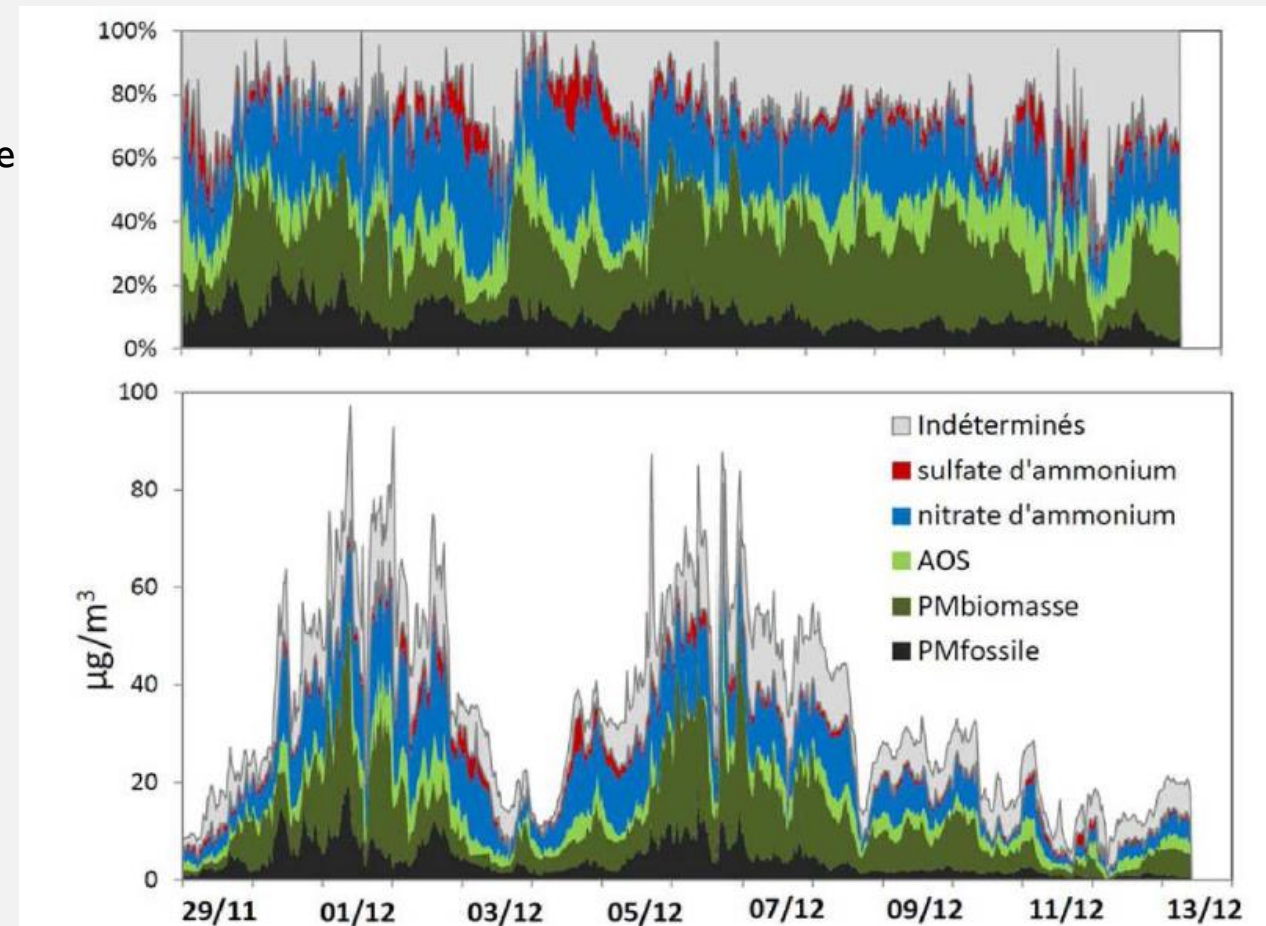


Figure 6 : suivi temporel des concentrations PM₁₀ et résultats issus de l'estimation des concentrations de PM_{ff} (PMfossile), PMwb (PMbiomasse), AOS, nitrate d'ammonium et sulfate d'ammonium au SIRTA (courbes empilées)

LE FEU DE BOIS : SOURCE DE COV PRÉCURSEURS D'AOS

- Bruns et al. (2017) :
 - Expériences de feu de bois en laboratoire
 - Mesures PTR-TOF de COV précurseurs d'AOS et d'ozone
 - Émissions récentes et vieilles
 - Des dizaines de COV traditionnellement pas mesurés ont été identifiés
 - 5 premiers précurseurs d'AOS : phénol, naphthalène, benzène, o-benzenediol et crésol

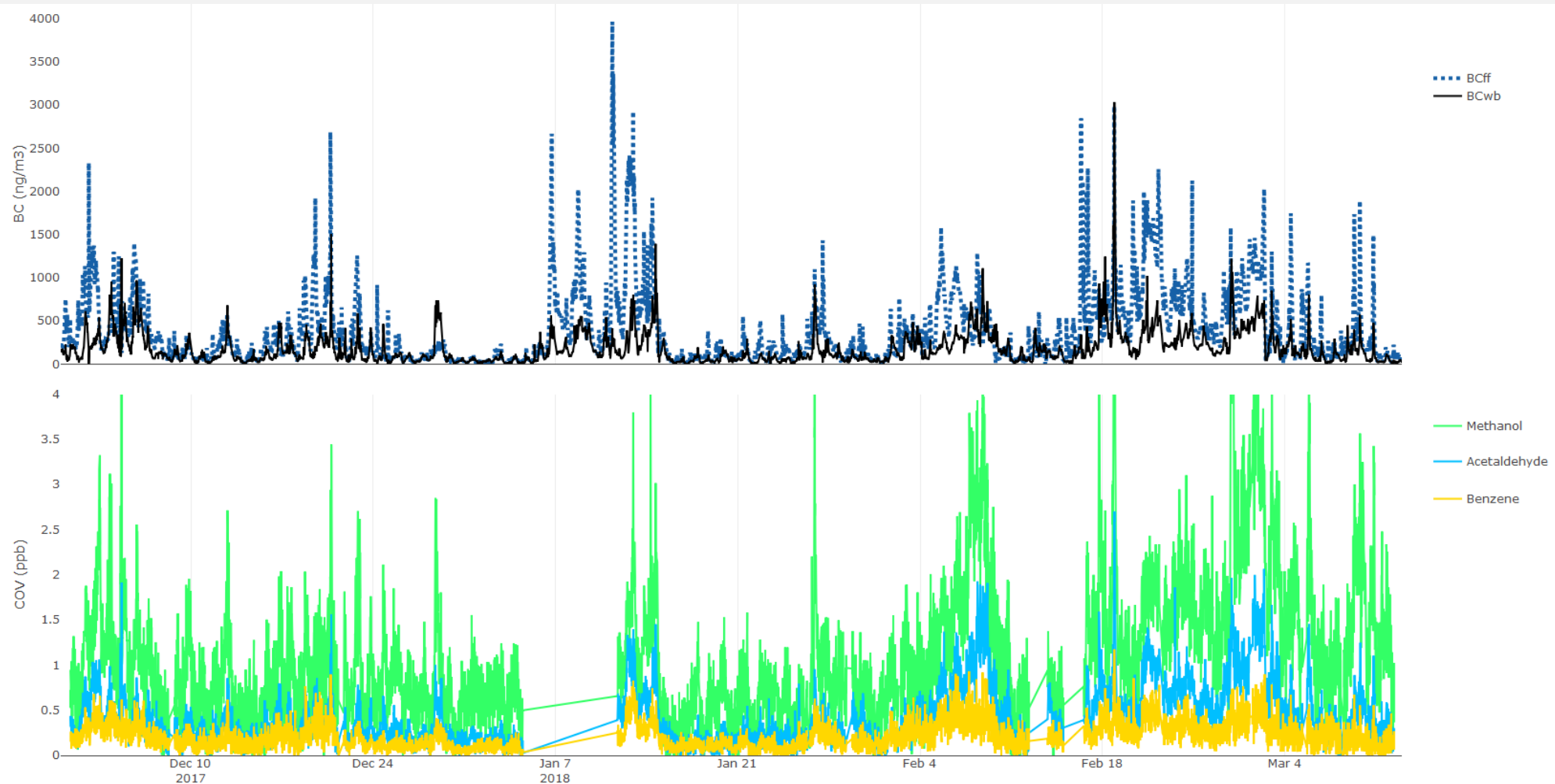
Sélection de masses relevées par Bruns et al.

m/z	Nom
47	Acide formique
61	Acide acétique
75	Acétate de méthyle
83	2-méthylfurane
87	Butan2,3dione
95	Phénol
97	furanes
109	crésol
129	Naphtalène

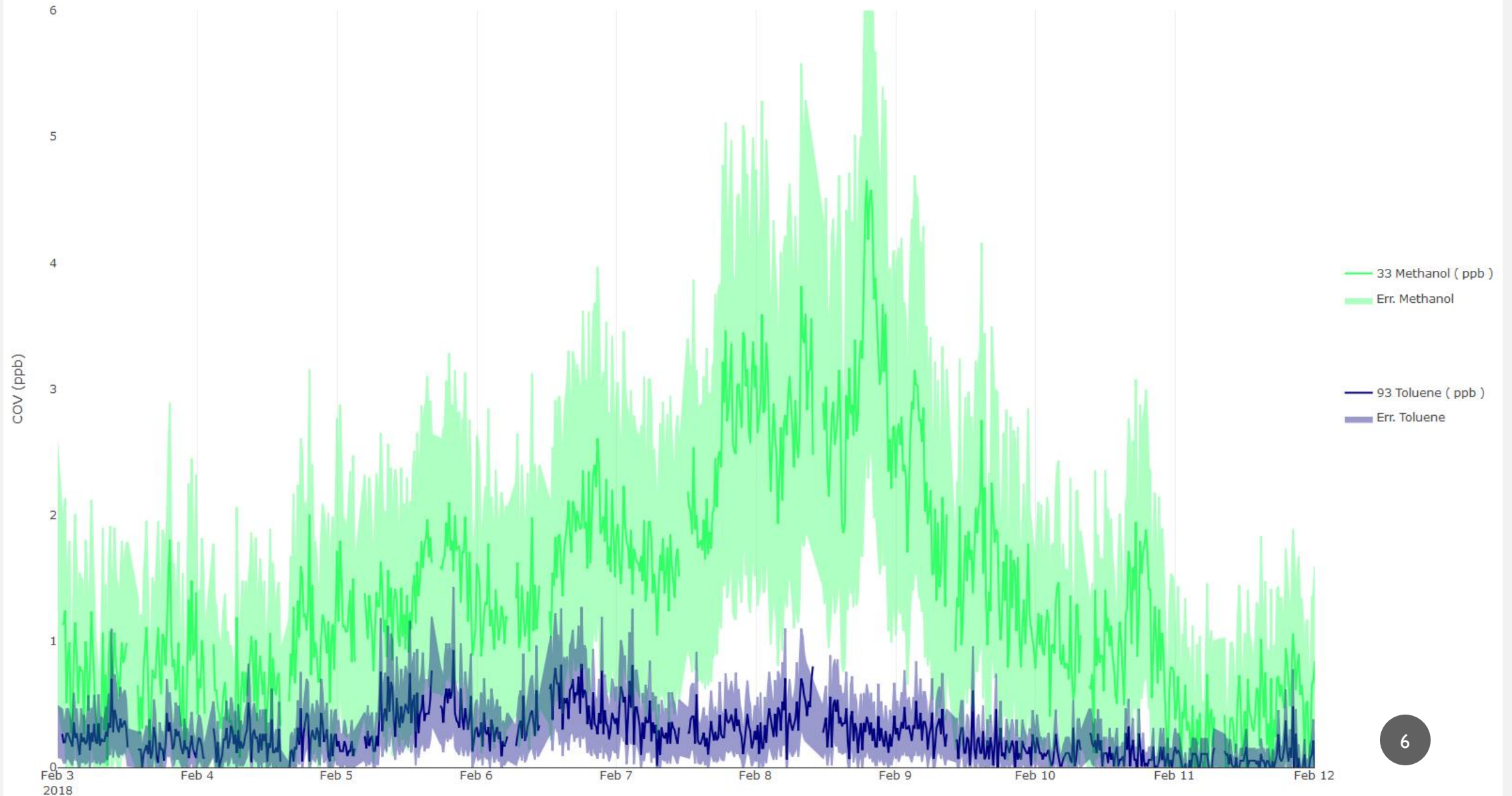
➔ Possibilité de mesurer ces composés en atmosphère réelle ?

PRÉSENTATION DE LA CAMPAGNE

- Dates : 30 nov. 2017 – 12 mars 2018
- Pas de temps \approx 11 min (moyenne à 15 min)
- Balayage des masses 21-151
- Incertitudes calculées
- 76 % de données disponibles au total au quart d'heure (24 % : blanc, étalonnages, invalidations et problèmes)



APERÇU DU JEU DE DONNÉES FINAL



OBJECTIFS SCIENTIFIQUES

1. **Discriminer les influences du feu de bois et du trafic au SIRTA**
2. **Comprendre les variations temporelles (sources, puits, couche limite, vent, etc.)**
3. **Quantifier l'influence du feu de bois pour différents COV et aérosols**
4. **Estimer l'impact sur la formation d'aérosols secondaires**

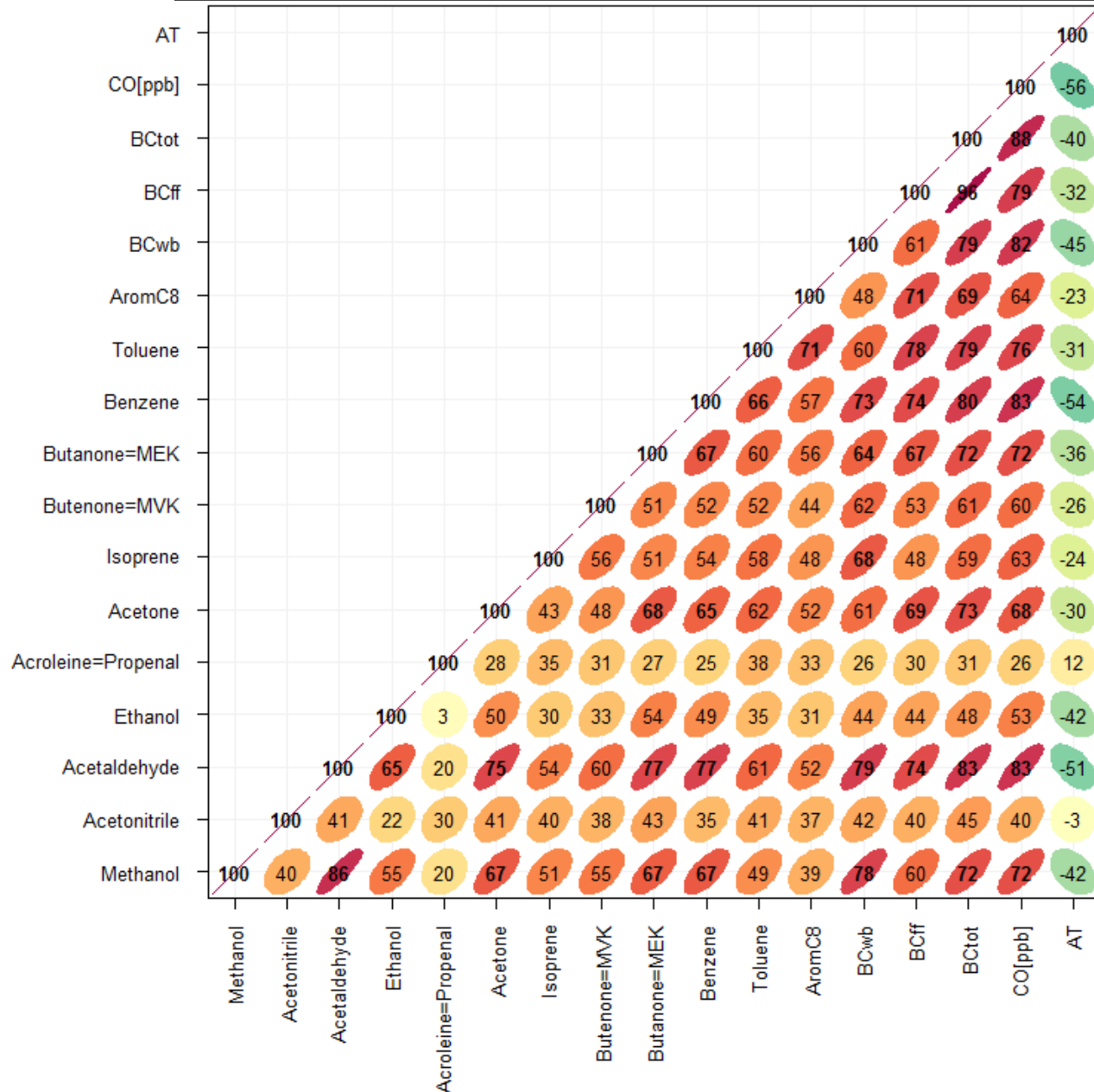
I. DISCRIMINER LES INFLUENCES DU FEU DE BOIS ET DU TRAFIC AU SIRTA



Matrice de corrélation avec différents traceurs (BC_{fdb} ? BC_{trafic} ? Acétonitrile ? Méthanol ?)

- **PMF**

MATRICE DE CORRÉLATION



- Premier outil de discrimination des sources « feu de bois » et « trafic » : 2 portions du carbone suie

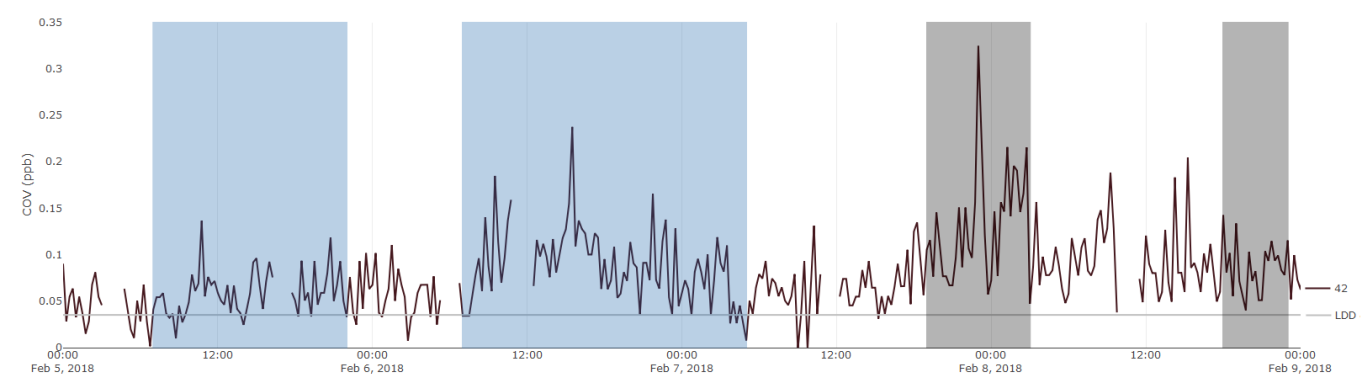
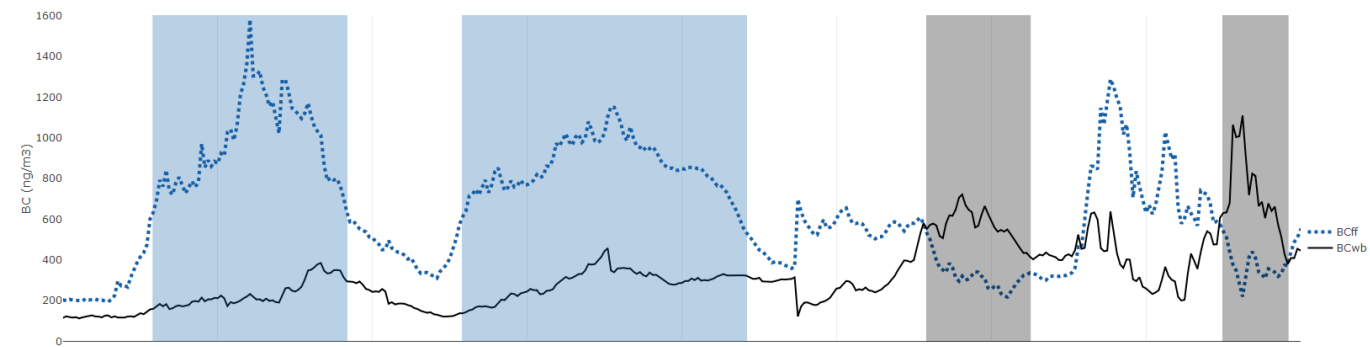
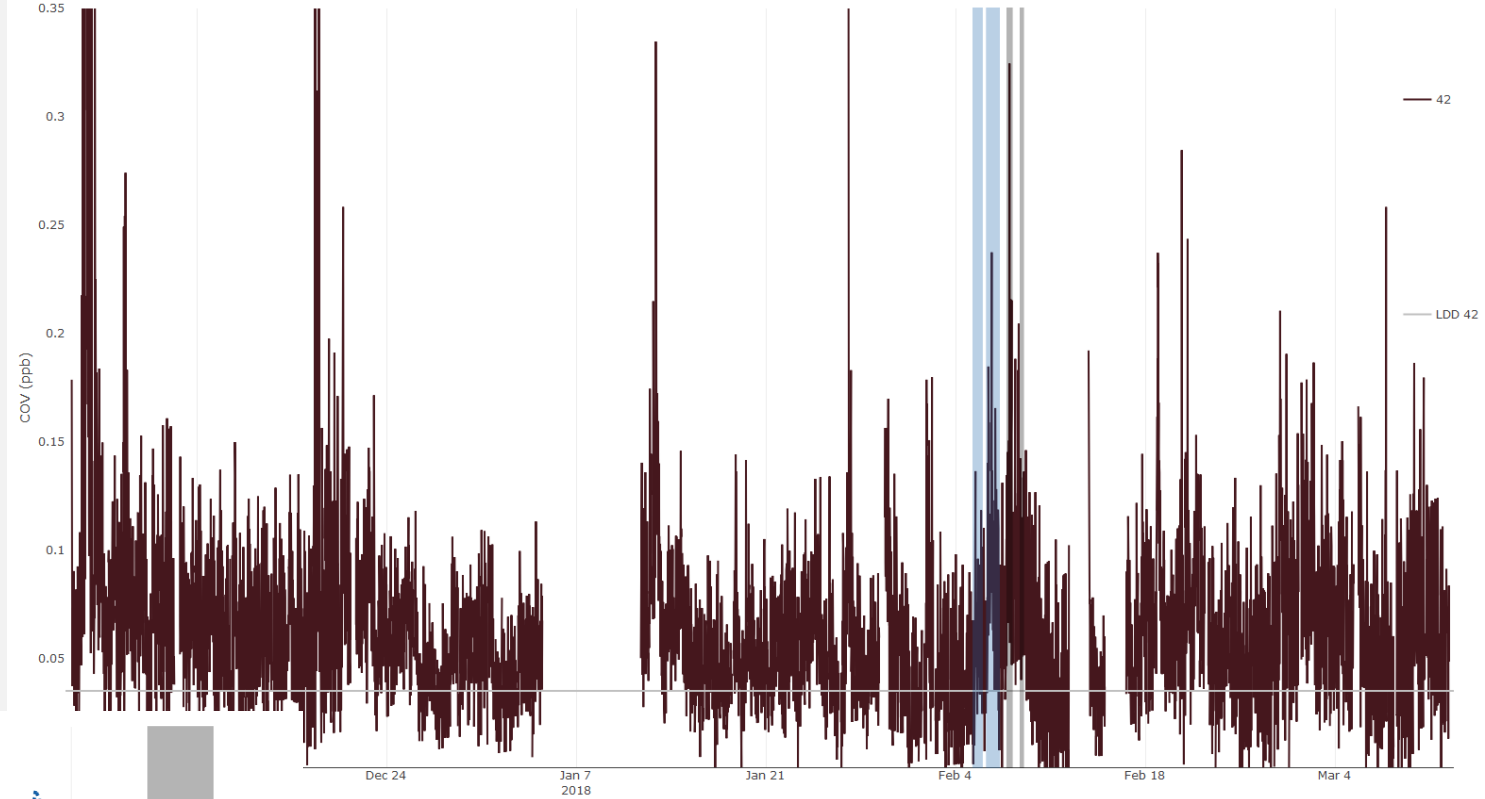
R² Pearson > 0,65 / BC_{feudebois}

m/z	COV	R ²
31	≈ Formaldéhyde	0,70
33	Méthanol	0,78
43	Propène,acide acétique, etc.	0,75
45	Acétaldehyde	0,79
61	Acide acétique	0,73
69	Isoprène, furane	0,68
75	Acétate de méthyle	0,71
93	Benzène	0,73

R² Pearson > 0,65 / BC_{trafic}

m/z	COV	R ²
45	Acétaldéhyde	0,74
59	Acétone	0,69
73	Butanone	0,67
79	Benzène	0,74
93	Toluène	0,78
107	Aromatiques C8	0,71

- **Acétonitrile : traceur habituel du feu de bois**
- **R^2 avec $BC_{\text{feudebois}} = 0,42 \rightarrow$ faible**
- **Masse très bruitée**



2. COMPRENDRE LES VARIATIONS TEMPORELLES (SOURCES, PUIITS, COUCHE LIMITE, ETC.)



Tendances générales sur la période de mesure



Des épisodes singuliers

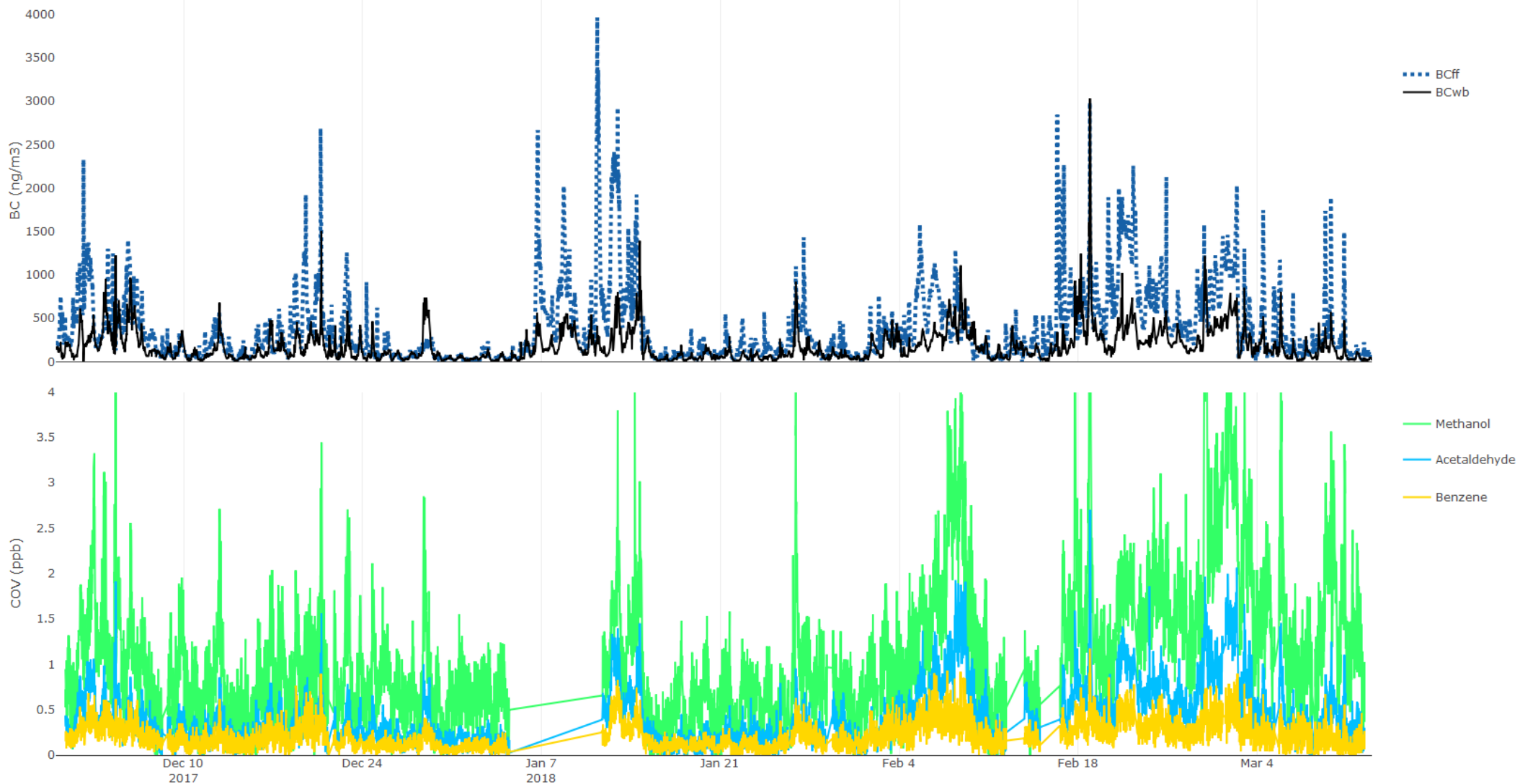


Cycles diurnes

- **Influence de la dispersion (hauteur de la couche limite et vitesse du vent)**
- **Influence de la température**

TENDANCES GÉNÉRALES SUR LA PÉRIODE DE MESURE

Des épisodes se dessinent, ainsi que des périodes de bruit de fond.



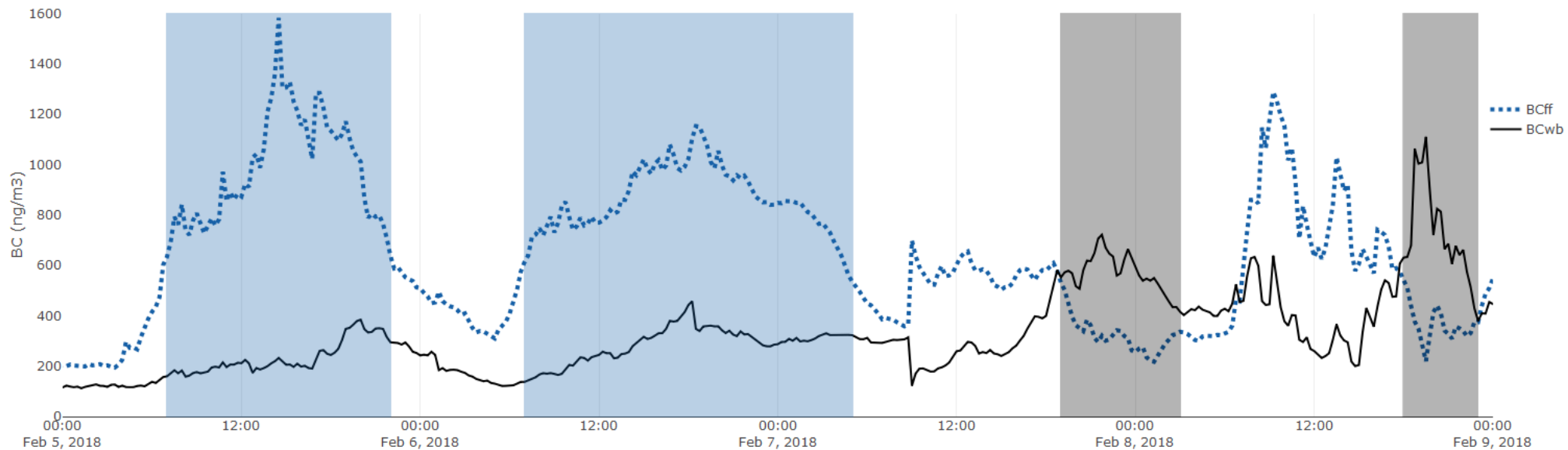
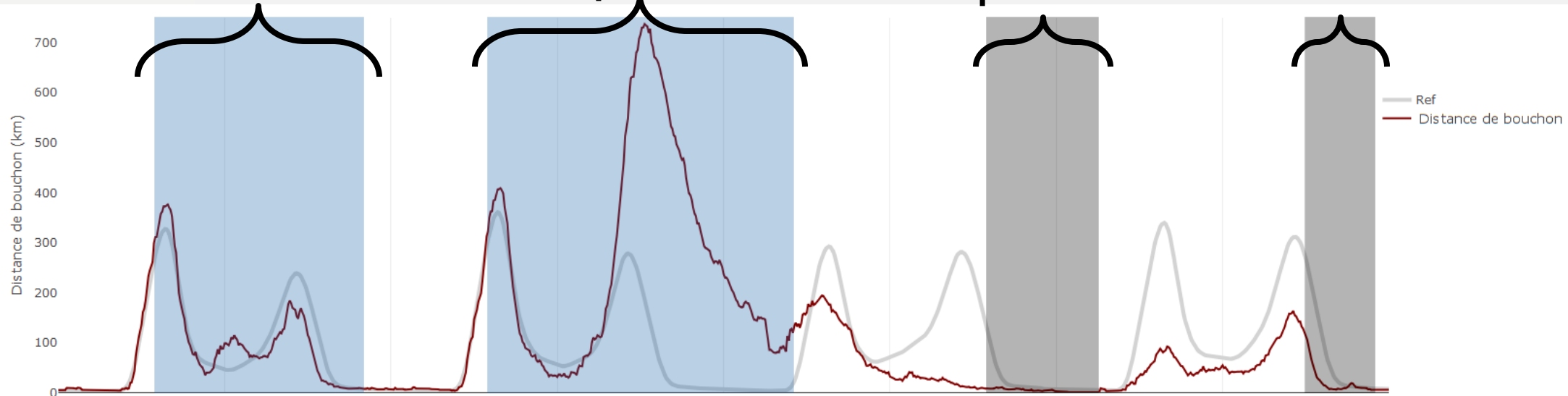
DES ÉPISODES SINGULIERS

Circulation normale

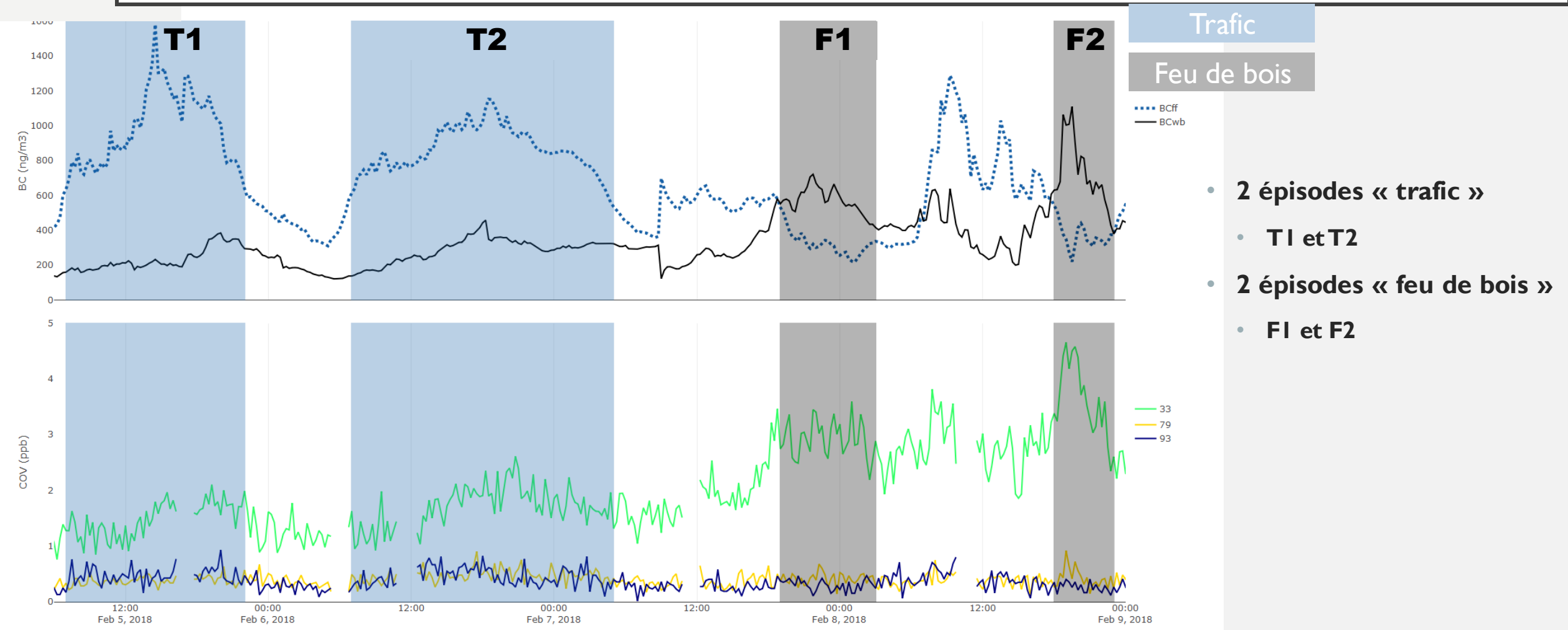
Circulation exceptionnelle

Circulation quasi-nulle

Circulation très faible



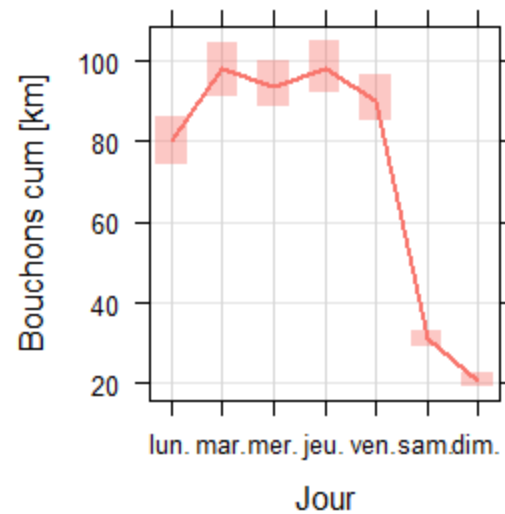
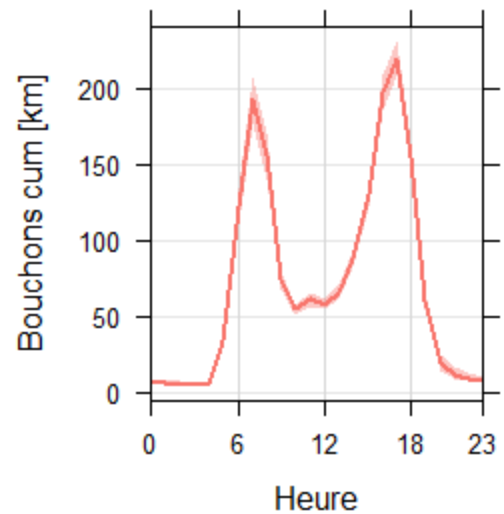
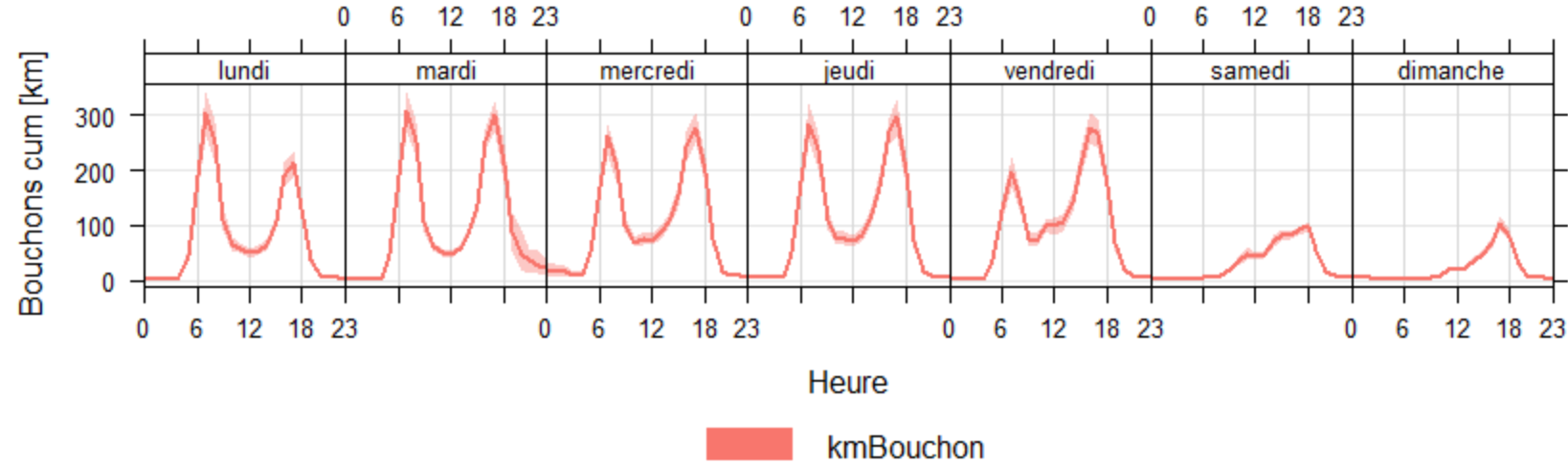
DES ÉPISODES SINGULIERS



- **2 épisodes « trafic »**
 - T1 et T2
- **2 épisodes « feu de bois »**
 - F1 et F2

Rapport (écart-type)	T1	T2	F1	F2	F3	Campagne
Méthanol/Aromatiques C8	4.73 (2.10)	4.66 (2.28)	10.91 (3.94)	16.52 (5.25)	6.70 (3.06)	6.37 (3.76)
Benzène/Toluène	0.90 (0.41)	1.17 (0.54)	1.47 (0.61)	1.73 (0.79)	1.38 (0.44)	1.13 (0.57)
Furane-Isoprene/Aromatiques C8	0.77 (0.34)	0.63 (0.38)	1.15 (0.51)	1.54 (0.98)	1.16 (0.25)	0.96 (0.55)
BCfdb/BCtrafic	0.25 (0.09)	0.34 (0.08)	1.83 (0.42)	2.10 (0.94)	2.84 (0.65)	0.72 (1.04)

CYCLES DIURNE ET HEBDOMADAIRE – TRAFIC

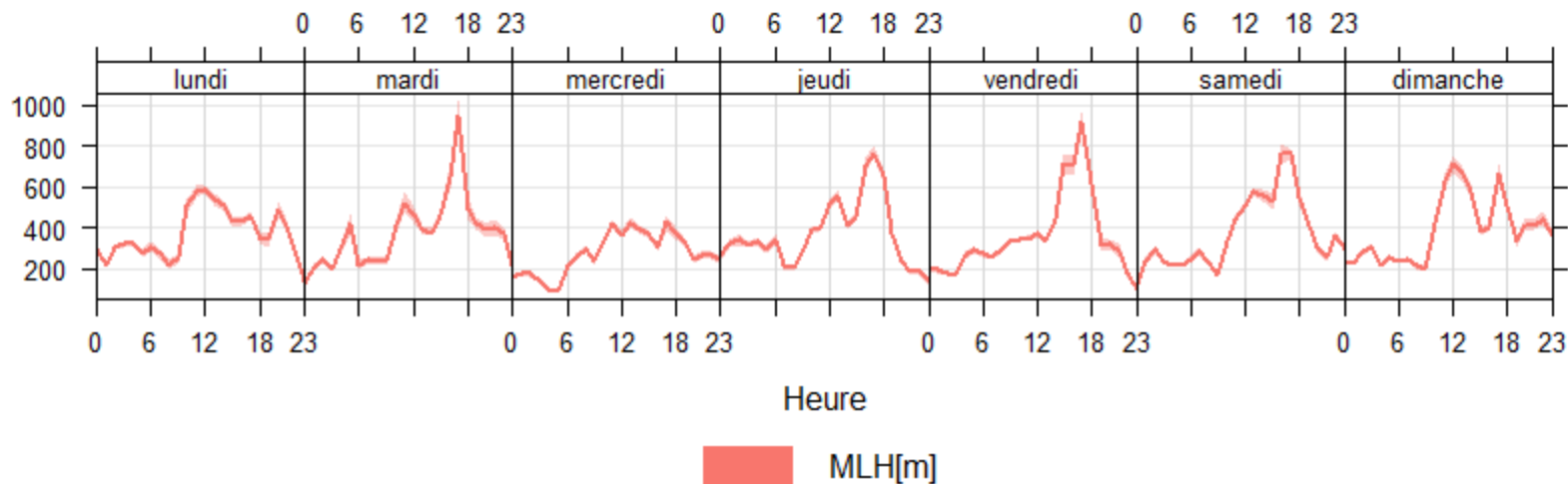


mean and 95% confidence interval in mean

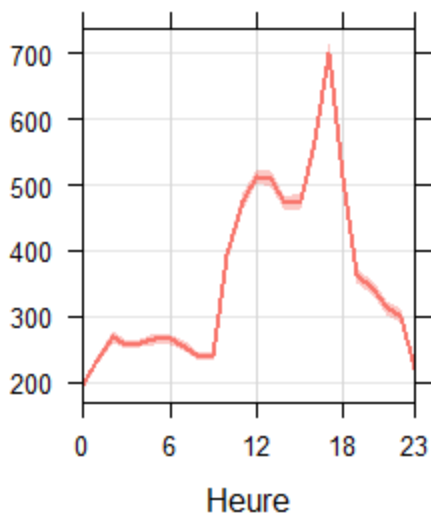
- **Trafic routier :**
 - **Pic le soir ≈ 17 hTU (18 local)**
 - **Dimanche et samedi : jours les plus faibles**

CYCLES DIURNE ET HEBDOMADAIRE – COUCHE DE MÉLANGE

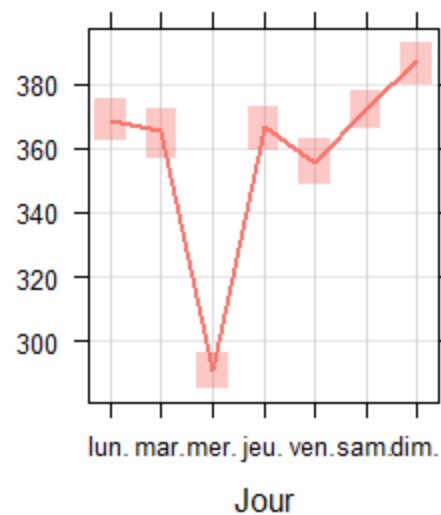
Hauteur couche melange [m]



Hauteur couche melange [m]



Hauteur couche melange [m]



mean and 95% confidence interval in mean

- **Hauteur de la couche de mélange :**

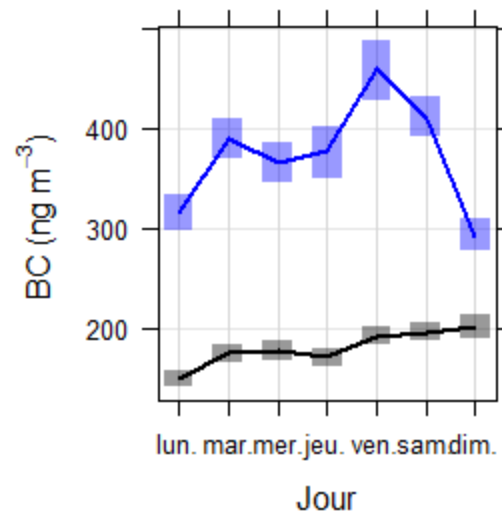
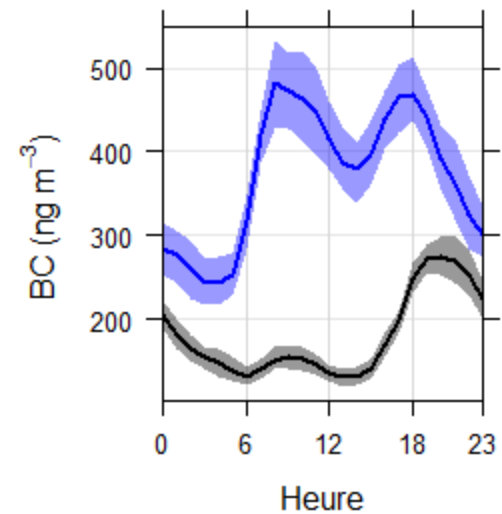
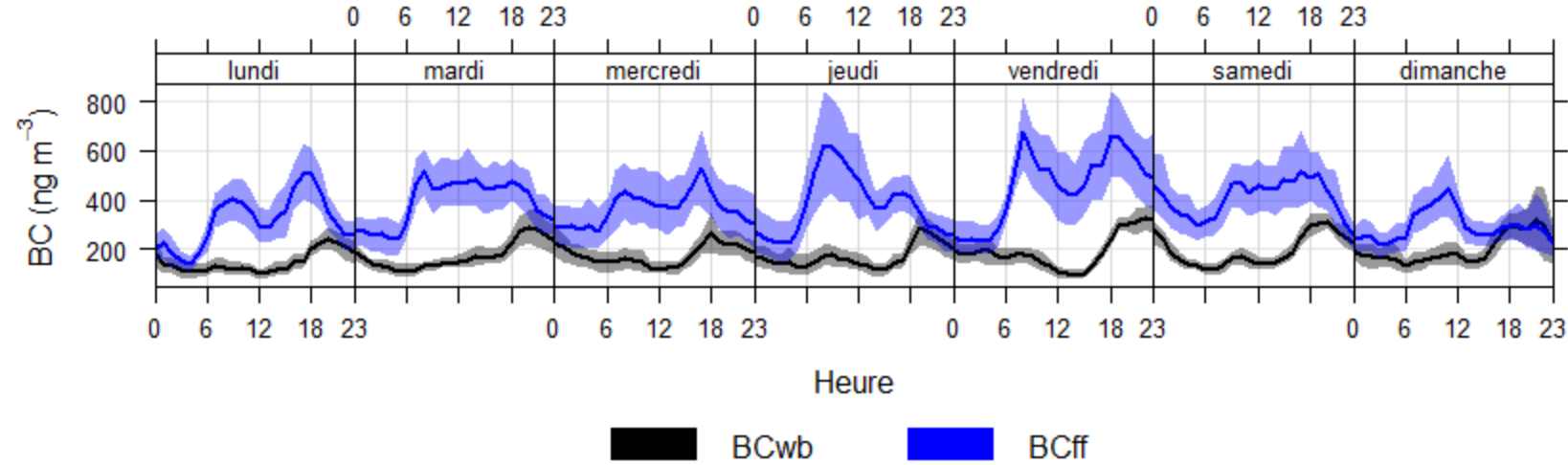
- **Maximale en fin d'après-midi**
- **Faible la nuit, jusqu'au levé du soleil**

→ **En moyenne inférieure à 300 m la nuit et jusqu'à 800 m au maximum**

!!!UNIQUEMENT DÉCEMBRE 2017!!!

→ **Besoin des données jusqu'à mi-mars**

CYCLES DIURNE ET HEBDOMADAIRE – BC



mean and 95% confidence interval in mean

- $BC_{\text{trafic}} \approx 2 \times BC_{\text{feudebois}}$
- BC_{trafic} : pics matin et soir
- $BC_{\text{feudebois}}$: pic soir seulement
- Dimanche :
 - jour le plus élevé pour $BC_{\text{feudebois}}$
 - jour le plus faible pour BC_{trafic}

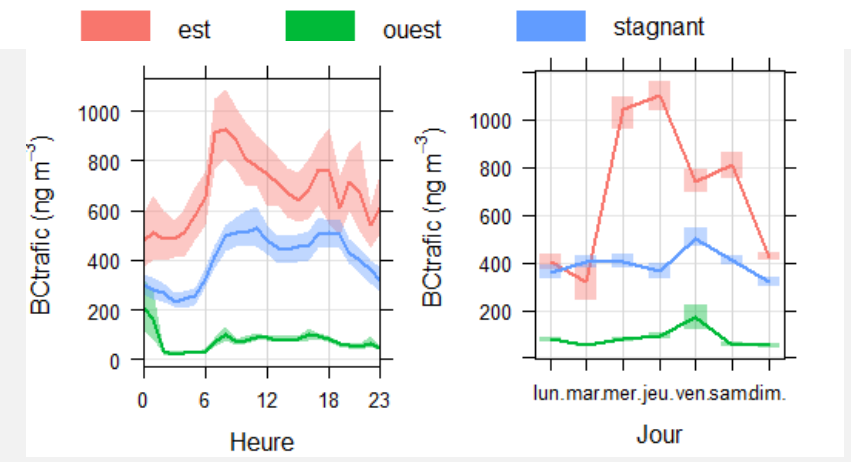
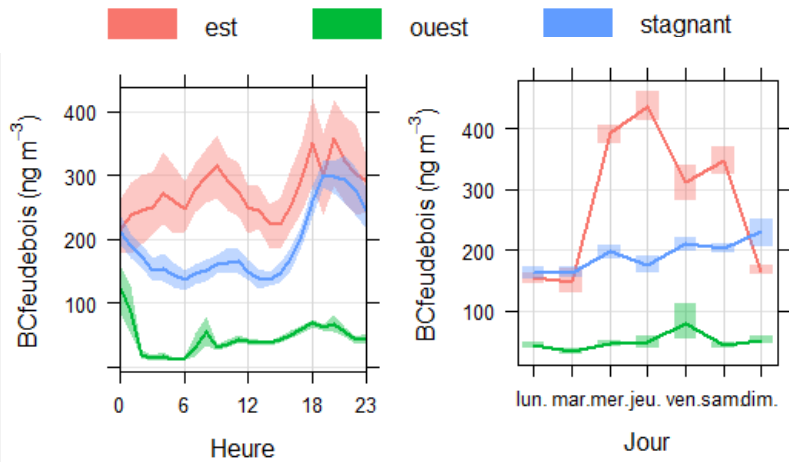
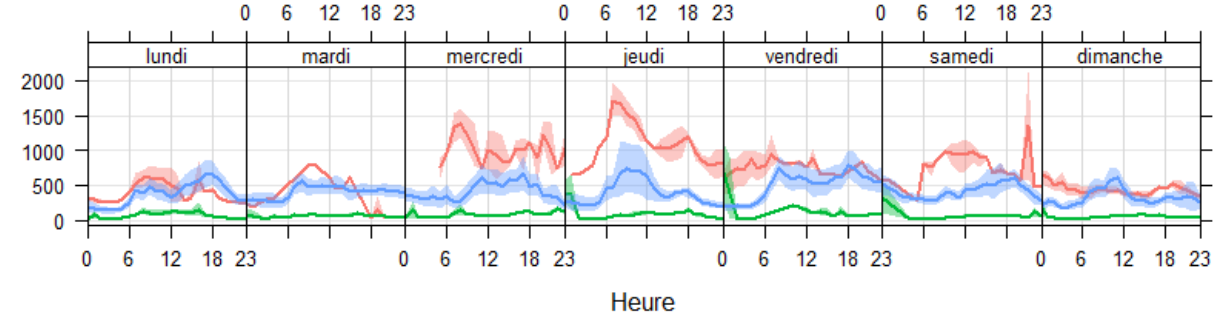
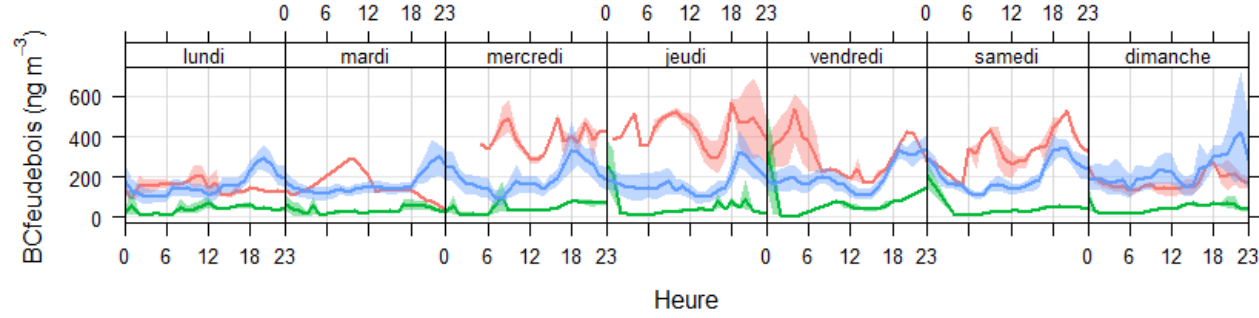
→ 2 portions du BC : bon outil de discrimination des influences

→ Cycles journaliers de $BC_{\text{feudebois}}$ plus répétables que ceux de BC_{trafic}

CYCLES DIURNE ET HEBDOMADAIRE – BC

• Carbone suie feu de bois

• Carbone suie trafic



• Vent d'est :

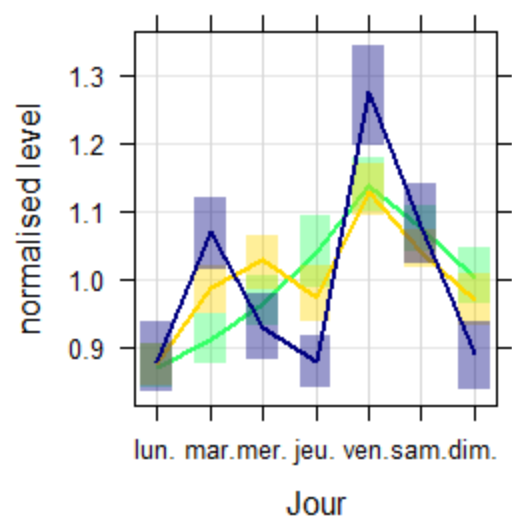
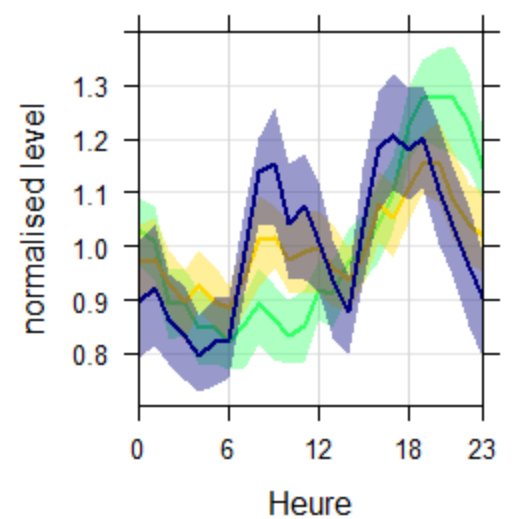
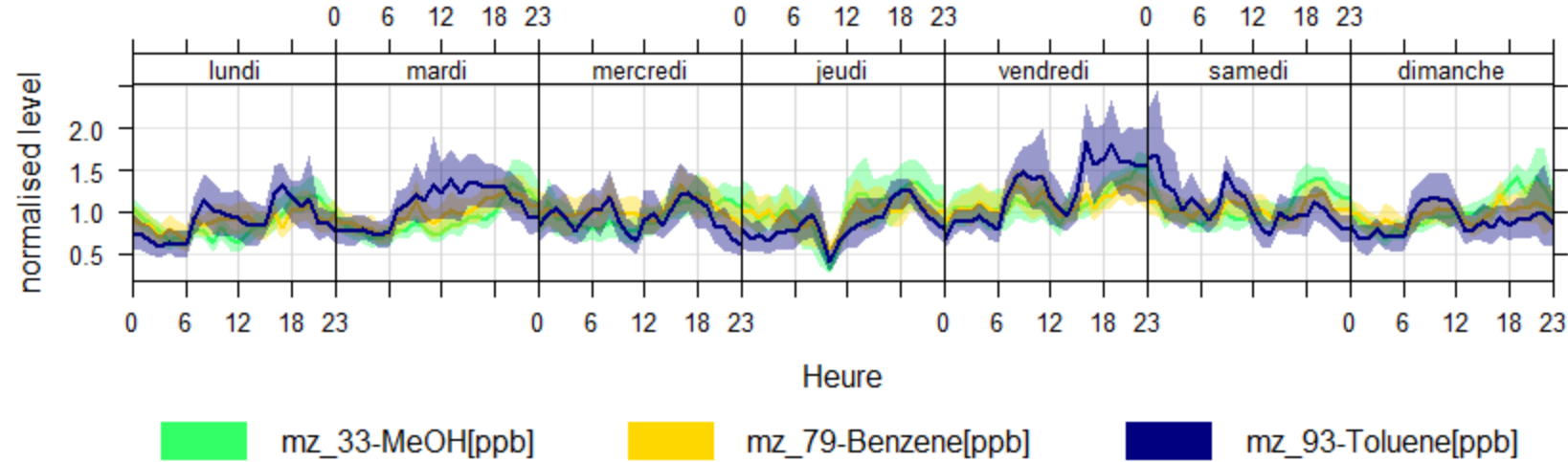
- Valeurs les plus élevées
- Pic le matin
- Dimanche : jour le plus faible

BC_{feudebois} « pollué » par BC_{trafic} ?

- Dimanche : jour le plus faible (quel que soit le vent)
- Pic le matin
- Valeurs très faibles par vent d'ouest

CYCLES DIURNE ET HEBDOMADAIRE – COV

!!! Concentrations normalisées !!!



mean and 95% confidence interval in mean

- **Toluène** : pics du matin et du soir également importants
- **Benzène** : pic du soir plus important
- **Méthanol** : pic du soir très important, pic du matin très faible
- **Pic du soir plus tardif pour benzène et méthanol**

➔ **Le méthanol est fortement influencé par le feu de bois**

➔ **Le toluène est fortement influencé par le trafic**

➔ **Le benzène est davantage influencé par le feu de bois**

COMPARAISON AVEC D'AUTRES STATIONS DE MESURES



Comparaison au Lisa



Comparaison aux stations d'Airparif

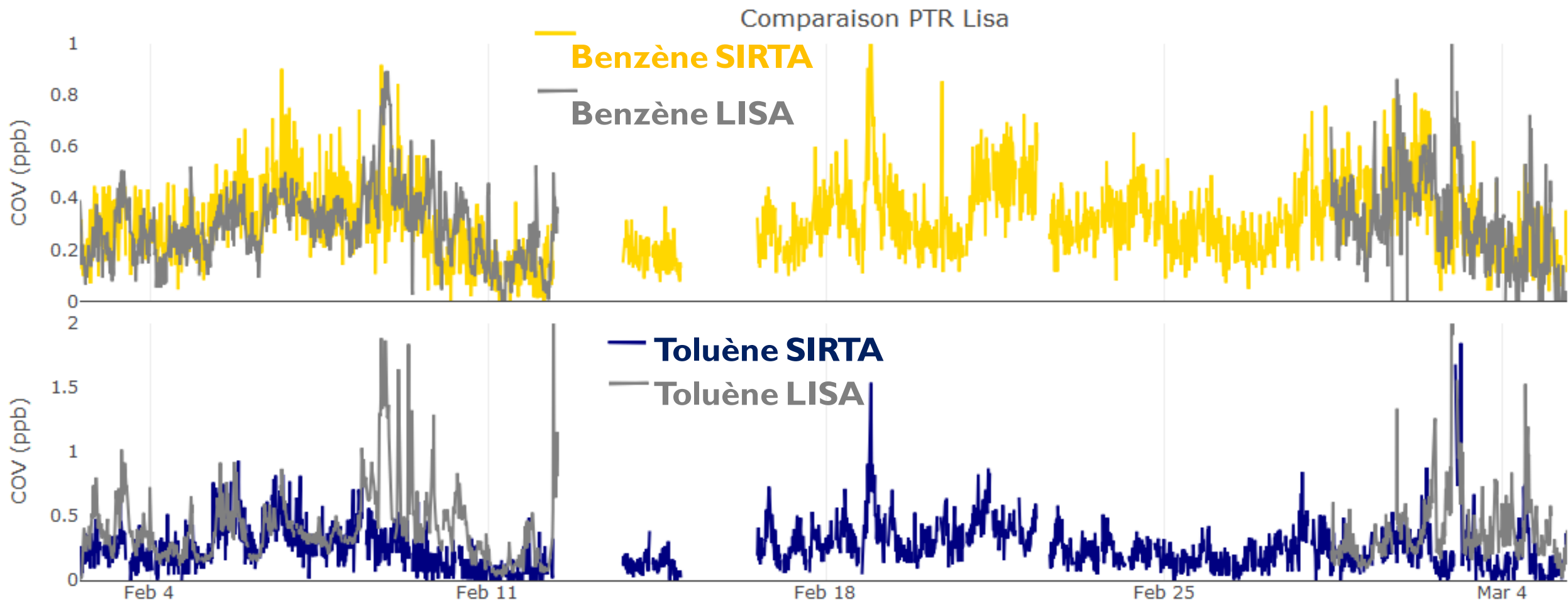
COMPARAISON AVEC LE LISA

Benzène

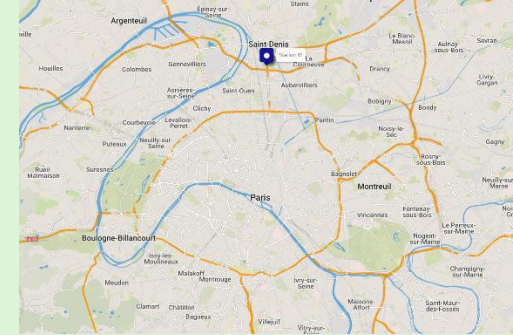
- **Mêmes tendances, variabilité générale**
- **Pics présents uniquement au SIRTA**

Toluène

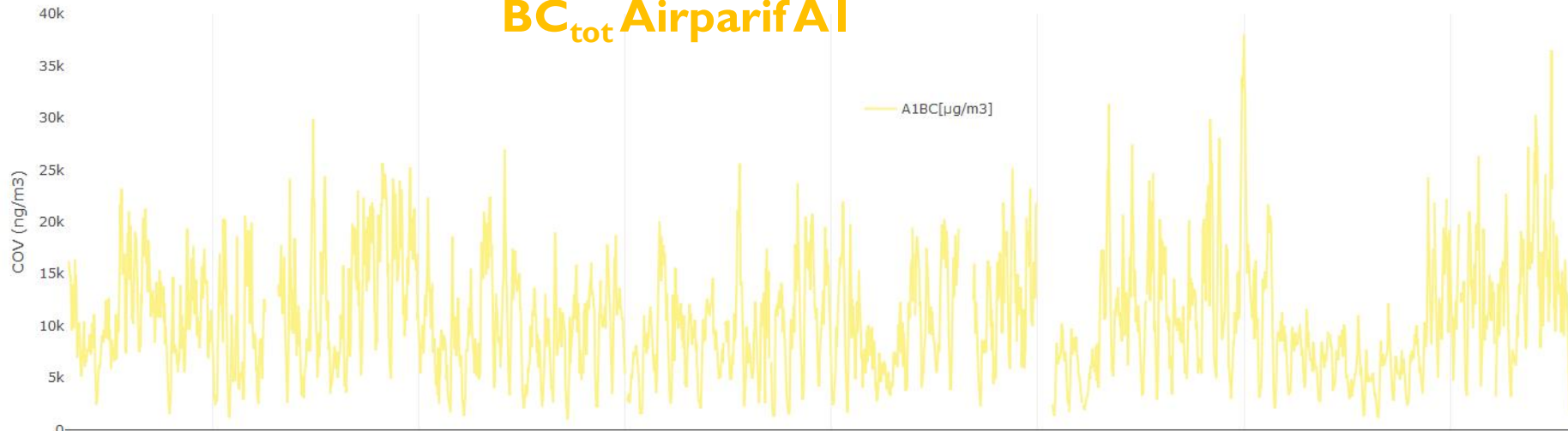
- **Variations semblables (épisodes et bruit de fond)**
- **Pics présents uniquement au Lisa**



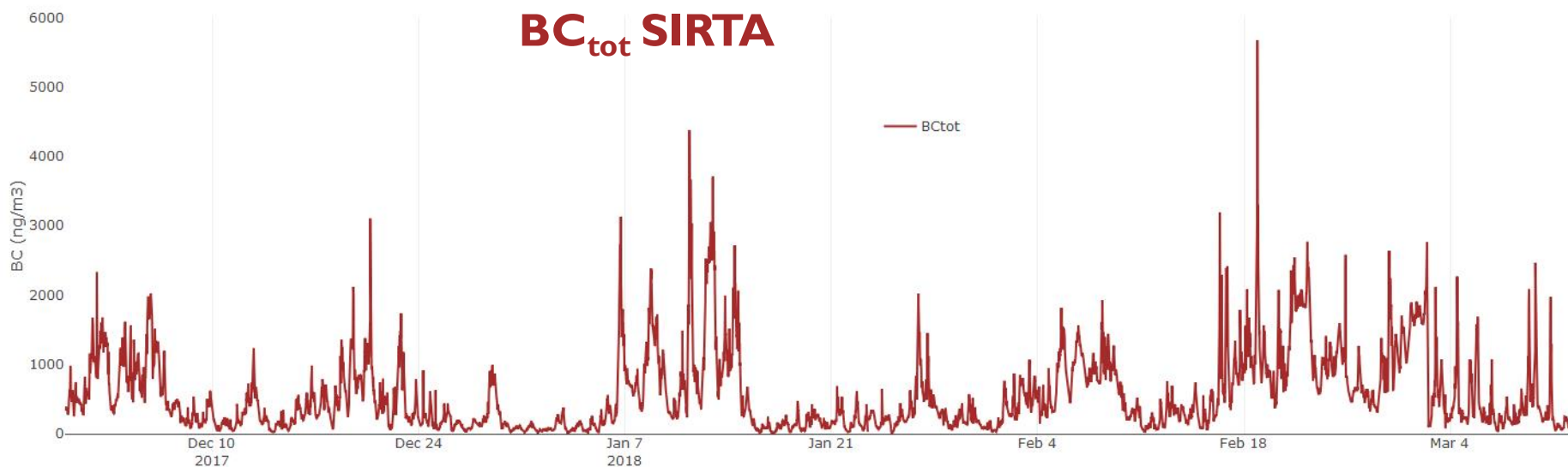
COMPARAISON AVEC DES STATIONS AIRPARIF - BC



BC_{tot} Airparif AI



BC_{tot} SIRTA



Comparaison BC_{tot}

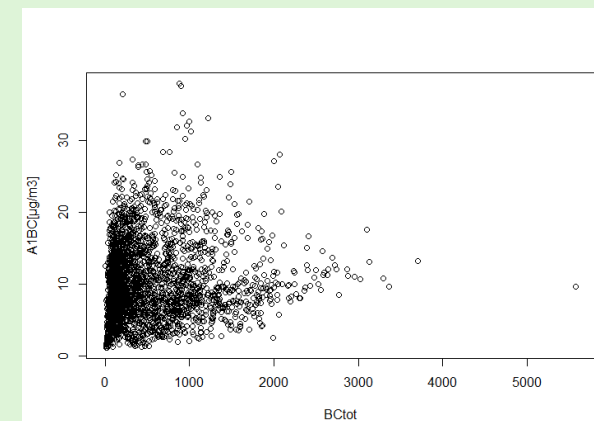
- Airparif AI :

Max : 40 000 ng/m³

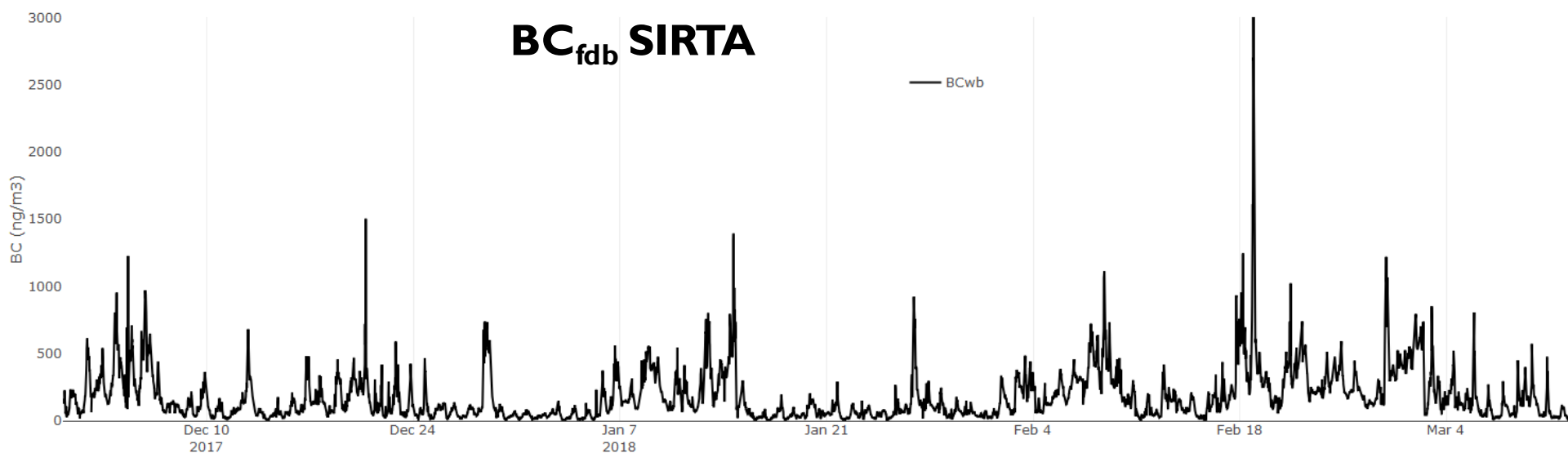
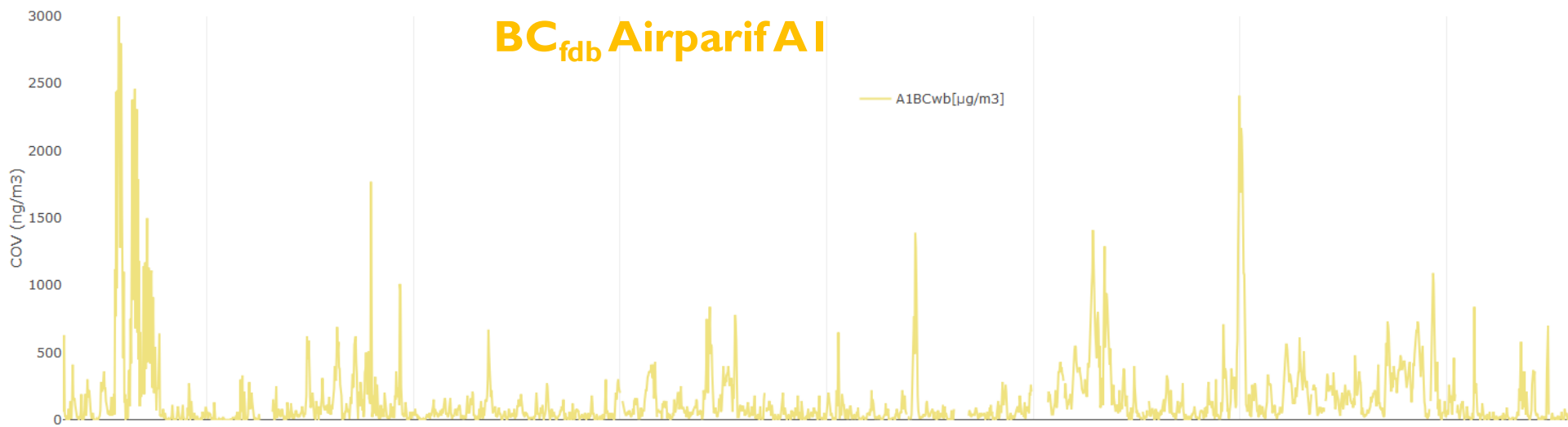
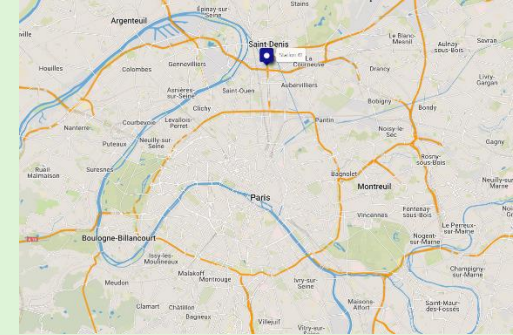
- SIRTA

Max : 6 000 ng/m³

➔ Très faible corrélation $R^2 = 0,06$



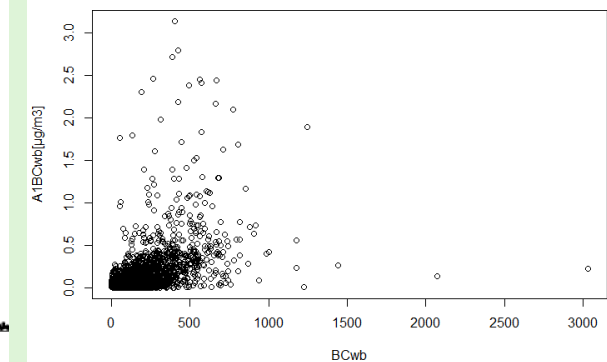
COMPARAISON AVEC DES STATIONS AIRPARIF - BC



Comparaison BC_{fdb}

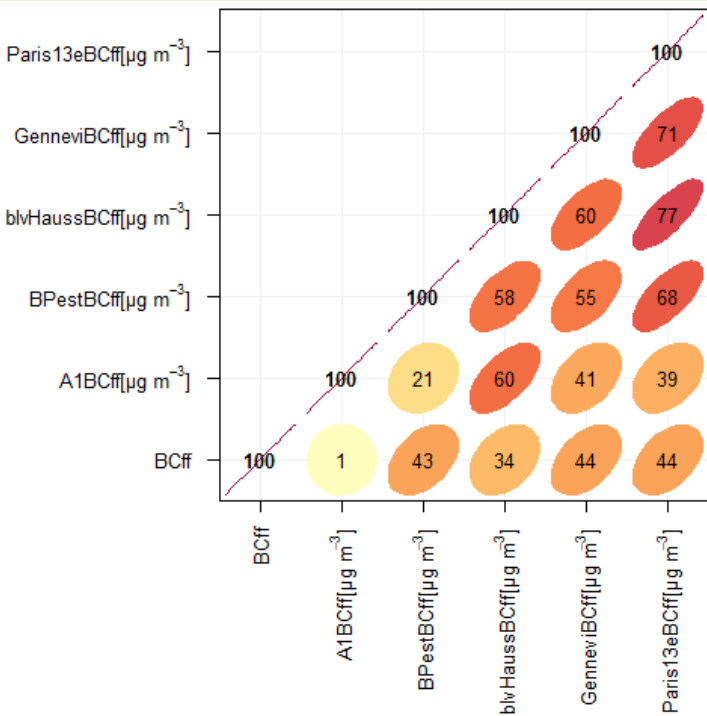
- Niveaux semblables
- Bonne covariation

→ Corrélation $R^2 = 0,48$



COMPARAISON AVEC DES STATIONS AIRPARIF - BC

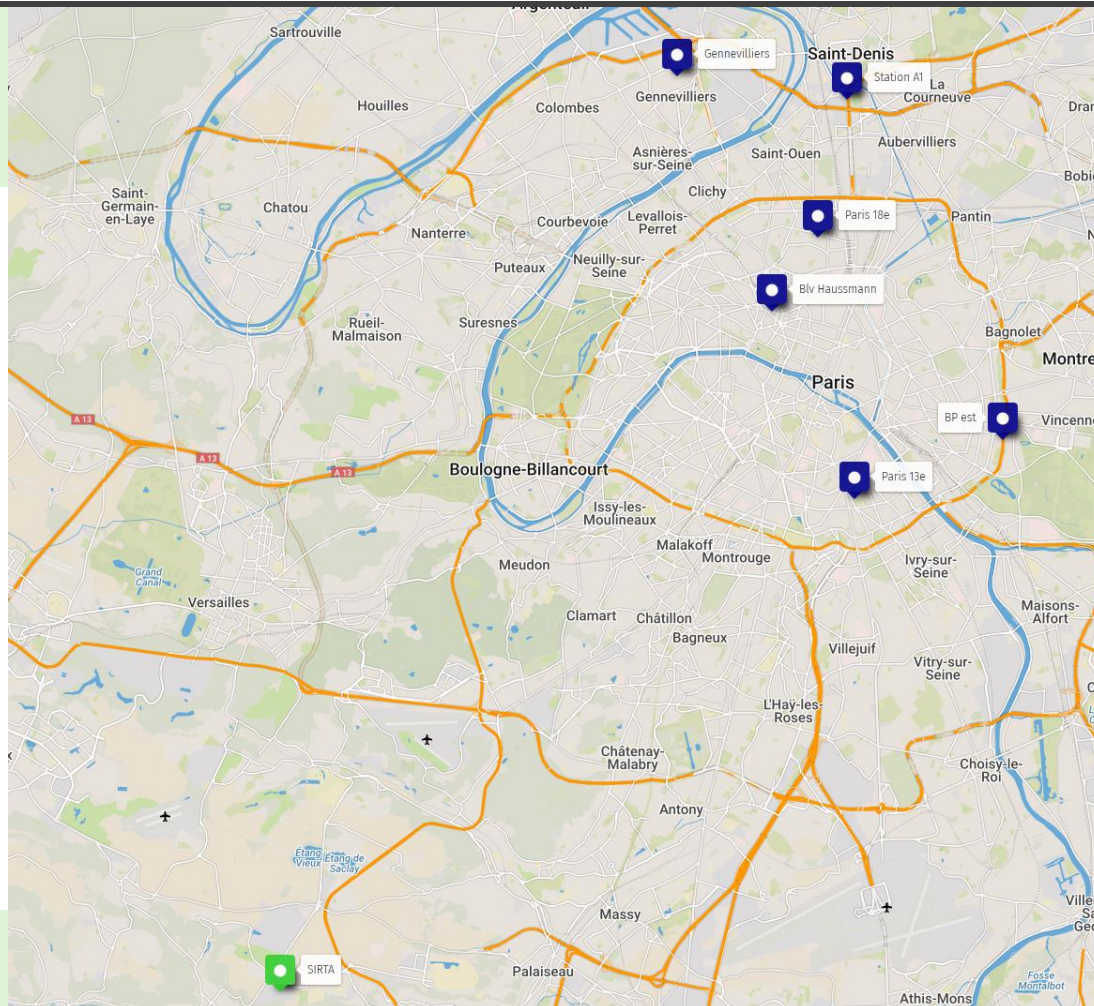
Portion trafic :
corrélations faibles (0,44)



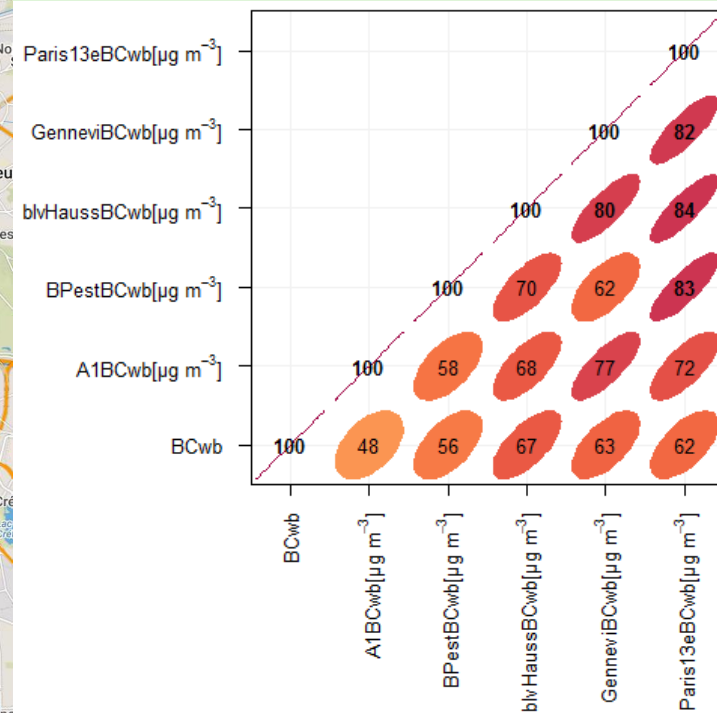
Conclusion :

➔ Influence locale pour trafic

➔ Influence plus lointaine pour le feu de bois



Portion feu de bois :
corrélations élevées (0,68)



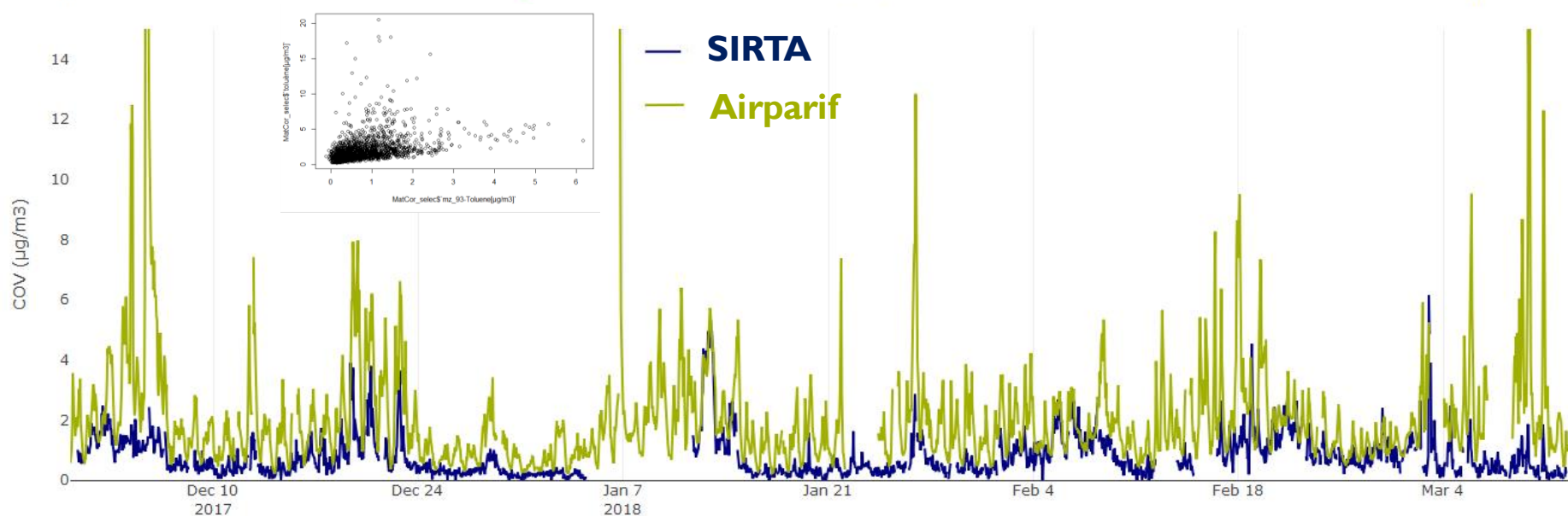
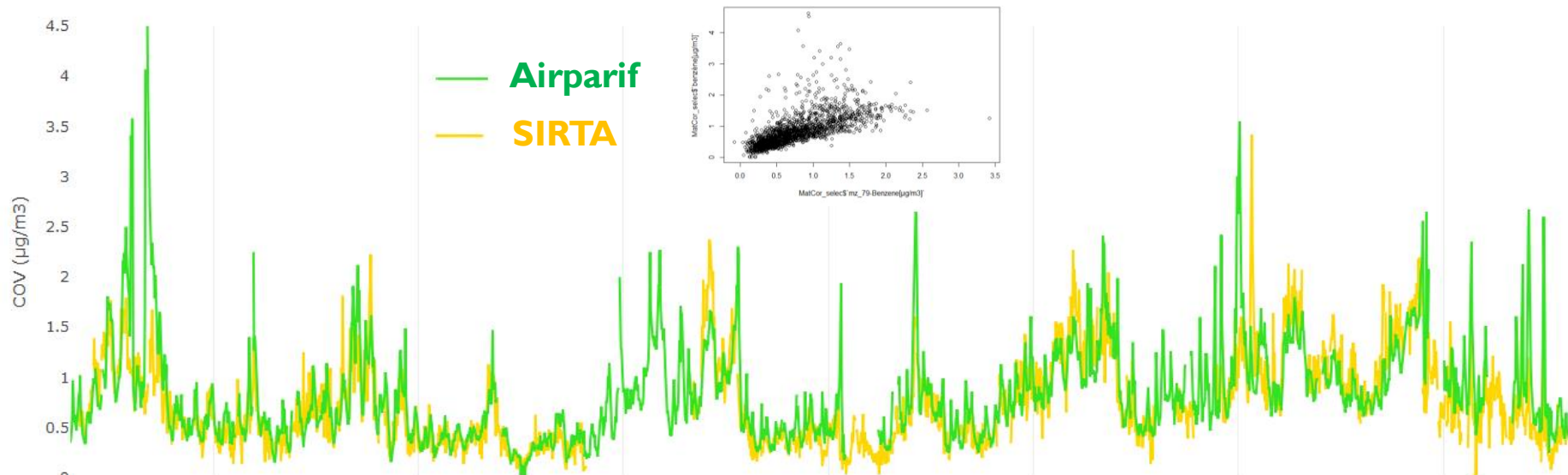
COMPARAISON AVEC DES STATIONS AIRPARIF - COV

Benzène

- Niveaux semblables
- Bonne covariation
- Corrélation élevée $R^2 = 0,67$

Toluène

- Niveaux plus élevés à Paris
- Covariation médiocre
- Corrélation moyenne $R^2 = 0,39$



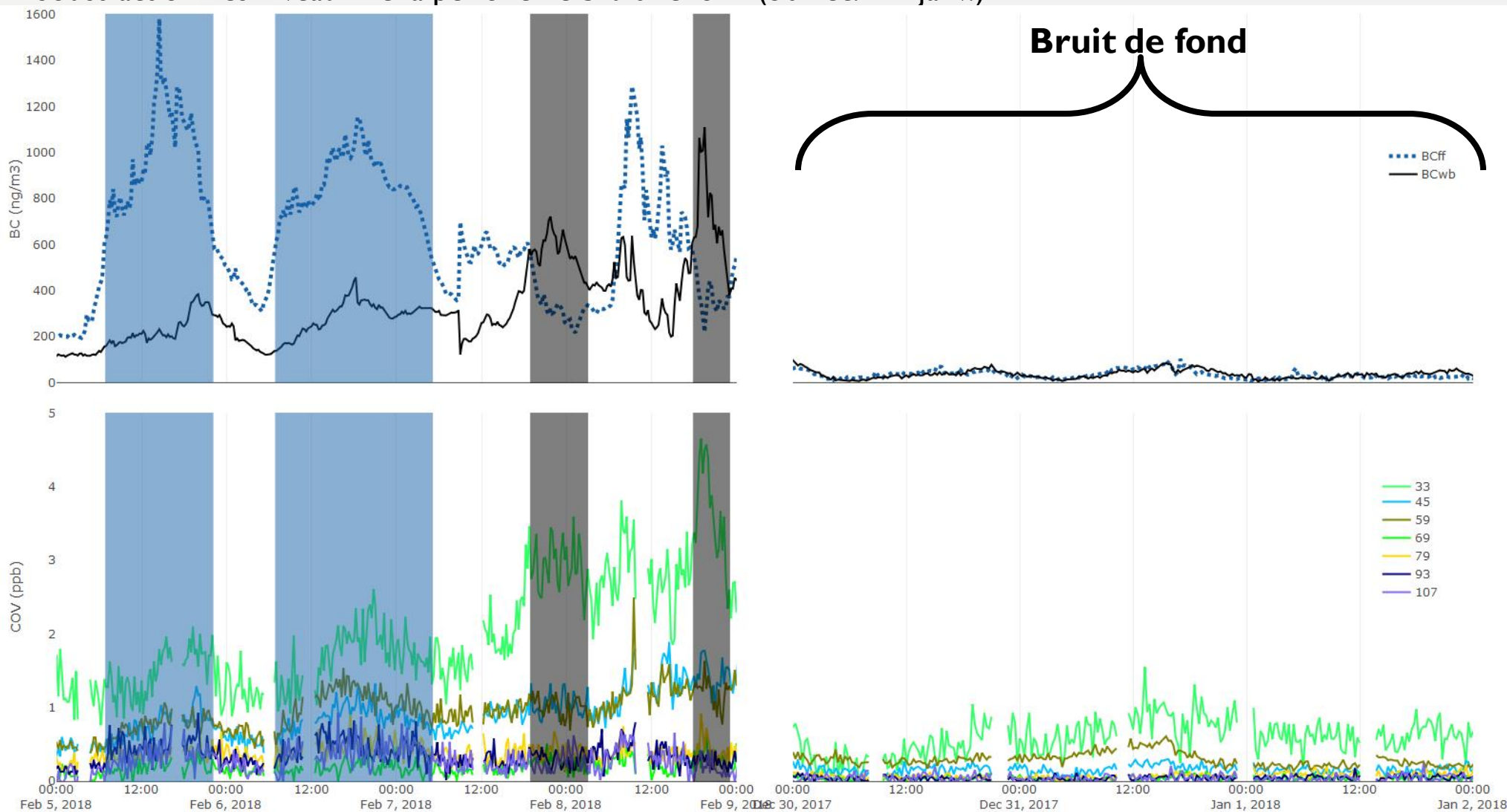
3. QUANTIFIER L'INFLUENCE DU FEU DE BOIS POUR DIFFÉRENTS COV ET AÉROSOLS



Signature chimique des sources

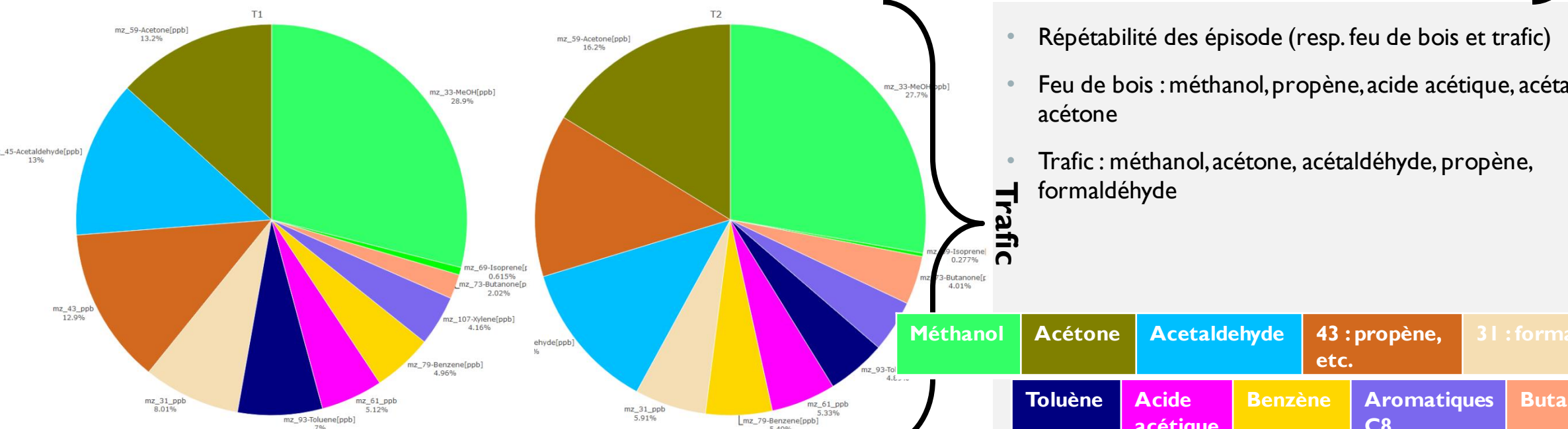
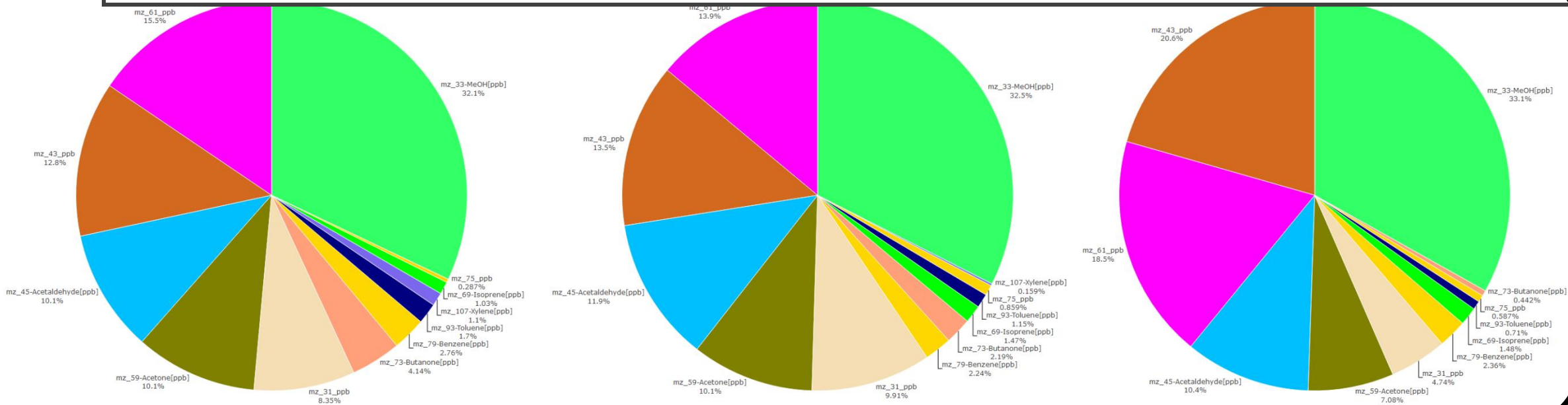
SIGNATURE CHIMIQUE DES SOURCES

- Masses ayant une corrélation avec $BC_{\text{feu de bois}}$ ou $BC_{\text{trafic}} > 0,65$
 - Méthanol, acétaldehyde, isoprène-furane, benzène, acétone, butanone, toluène, aromatiques C8, formaldéhyde, propène, acide acétique, acétate de méthyle
- Soustraction des niveaux de la période de bruit de fond (30 déc. – 2 janv.)



SIGNATURE CHIMIQUE DES SOURCES

Feu de bois



- Répétabilité des épisode (resp. feu de bois et trafic)
- Feu de bois : méthanol, propène, acide acétique, acétaldéhyde, acétone
- Trafic : méthanol, acétone, acétaldéhyde, propène, formaldéhyde

Trafic

Méthanol	Acétone	Acetaldehyde	43 : propène, etc.	31 : formaldéhyde
Toluène	Acide acétique	Benzène	Aromatiques C8	Butanone

SIGNATURE CHIMIQUE

Feu de bois

Trafic

[%]	Feu de bois	Trafic
Méthanol	32,1 ; 33,1	27,7 ; 28,9
Acétone	7,08 ; 10,1	13,2 ; 16,2
Acétaldéhyde	10,1 ; 11,9	12,4 ; 13
43 : propène, etc.	12,8 ; 20,6	12,9 ; 13,5
31 : ≈ formaldéhyde	4,74 ; 9,91	5,91 ; 8,01
Toluène	0,71 ; 1,7	4,89 ; 7
Acide acétique	13,9 ; 18,5	5,12 ; 5,33
Aromatiques C8	< 1,1	4,16 ; 4,29
Butanone	< 1 ; 4,14	2,02 ; 4,01
Benzène	2,24 ; 2,76	4,96 ; 5,49

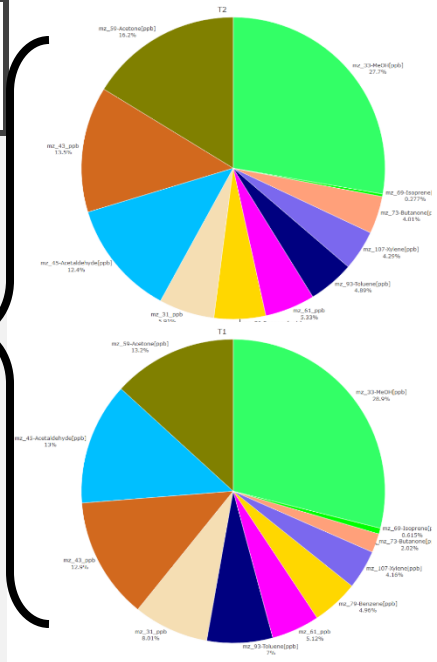
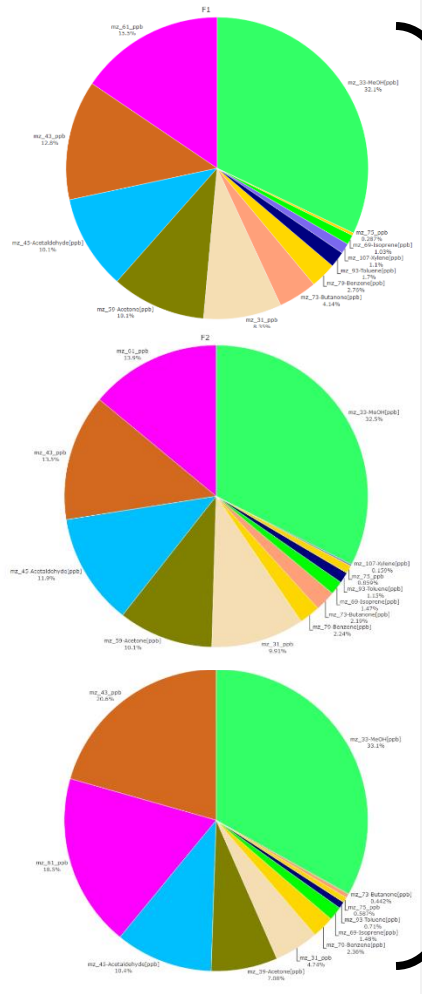
Feu de bois

Trafic

Méthanol
Acide acétique

Propène, etc.
≈ Formaldéhyde

Acétone
Acétaldéhyde
Toluène
Aromatiques C8
Butanone
Benzène



5. ESTIMER L'IMPACT SUR LA FORMATION D'AÉROSOLS SECONDAIRES

- **Bruns et al.**

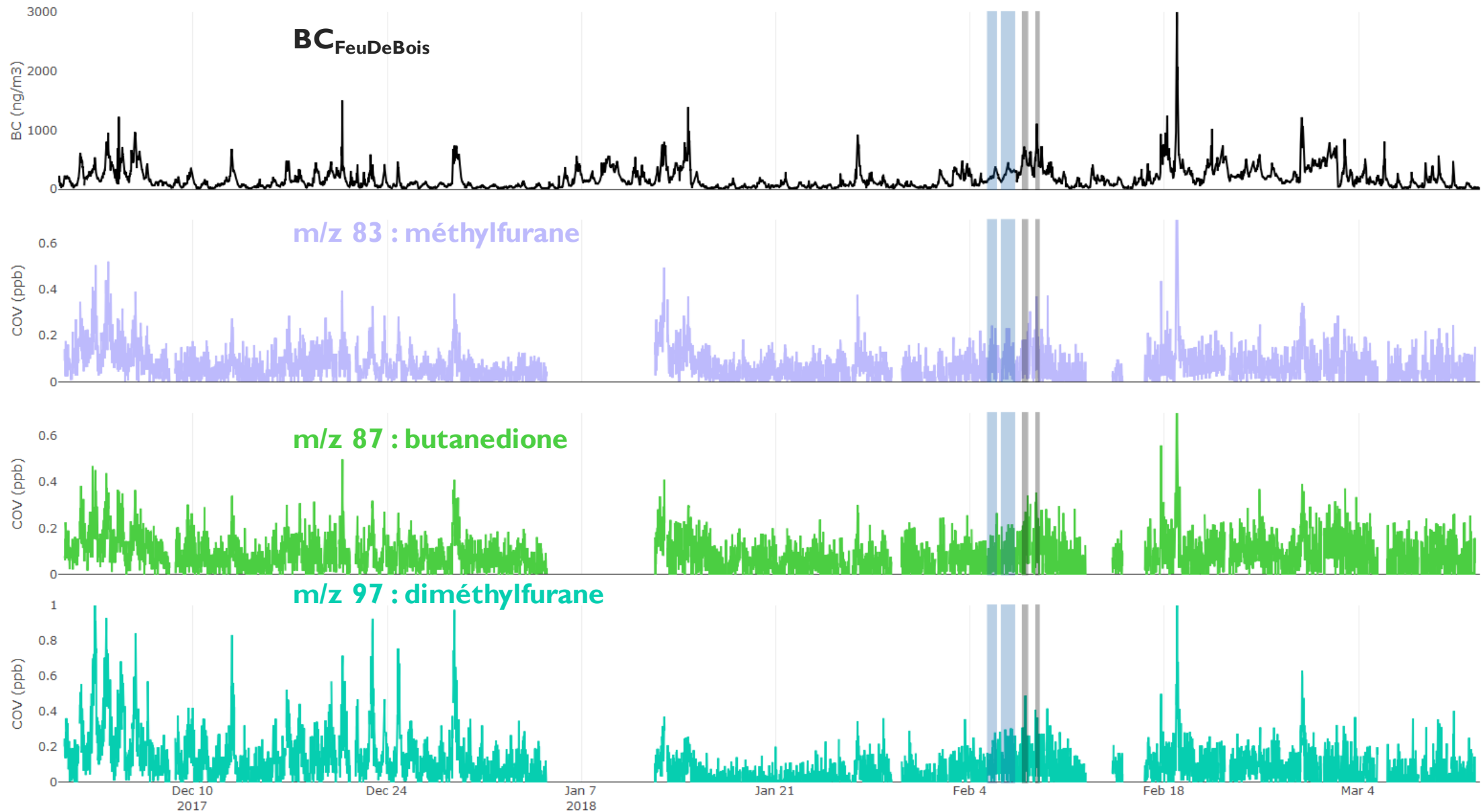


COV précurseurs

- **Potentiel de formation d'AOS**

- **ACSM**

COV PRÉCURSEURS D'AOS (BRUNS ET AL., 2016,2017)



MERCI POUR VOTRE
ATTENTION