

# Qualité de l'air

PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR



## Part'AERA :

**Action 1.2 : Intercomparaison des moyens de mesure des particules PM10 : septembre 2014**

**Marseille – station 5 avenues**



[www.airpaca.org](http://www.airpaca.org)

**AirPACA**  
QUALITÉ DE L'AIR



## **Résumé : Résultats de l'intercomparaison des moyens de prélèvement des PM10 dans le cadre du projet européen Part'AERA**

En 2013 et 2014 un projet européen regroupant les régions de Rhône Alpes (Air Rhône-Alpes) et Provence Alpes Côte d'Azur (Air PACA) en France et du Piémont (ARPA Piemonte) et de la Ligurie (Regione Liguria) en Italie a été initié afin d'étudier les modes de mesures de la pollution particulaire. Cette étude : Part'AERA se déroule en deux phases : une comparaison d'un an de mesure sur des sites de référence dans chacune des régions (par prélèvement et par mesure en continue) couplée à une recherche des sources d'origine des polluants mesurés (méthode PMF réalisée par le Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement de Grenoble (LGGE)), et une inter comparaison des matériels utilisés afin de valider les résultats de la première partie.

Le présent rapport présente les résultats de cette seconde phase.

L'ensemble des résultats est consultable et téléchargeable sur le site associé à l'étude : <http://partaera.eu/fr/>

### **Une norme de référence, un référentiel législatif commun mais des matériels et des procédures différents**

L'objectif de l'inter comparaison organisée est de tester sur un même site et en conditions réelles la dispersion des mesures de particules PM10 dans l'air selon les procédures de chacun des partenaires, avec le matériel de chaque partenaire et en utilisant le laboratoire de pesée habituel de chacun des partenaires.

L'ensemble des partenaires suit la norme de prélèvement EN 12341 sur un pas de temps de 24h afin de répondre aux exigences de l'union européenne définies pour la qualité de l'air dans la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008.

### **Des résultats comparables et une validation de l'ensemble de la démarche conduite**

Les travaux menés montrent la comparabilité des résultats obtenus par l'ensemble des partenaires et valident l'ensemble des résultats obtenus dans chacun des sites pendant l'année de comparaison.

### **Une attention particulière à apporter à la mesure automatique**

Les résultats de cette inter comparaison des moyens de mesure par prélèvement ont également mis en vigilance les partenaires sur les difficultés de réglage des analyseurs de mesure en continue qui constitue l'outil principal de la surveillance des particules PM10.

#### **Contact**

Alexandre ARMENGAUD

[alexandre.armengaud@airpaca.org](mailto:alexandre.armengaud@airpaca.org)

#### **Parution**

02/2015

## Remerciements

Air Paca remercie le programme ALCOTRA  
pour la possibilité offerte de réaliser ce projet Part'AERA:



## ▶ Partenaires

Air PACA remercie l'ensemble des partenaires du projet :

- Air Rhône-Alpes



- ARPA Piemonte



- Regione Liguria



REGIONE LIGURIA

- Région PACA



Région  
Provence  
Alpes  
Côte d'Azur

## ▶ Auteurs du document

- Xavier Villetard

Plote du projet :

- Alexandre Armengaud

Intervenants techniques :

- Daniel Lozano
- Aurélie Stoerker
- Frédéric Marty
- Grégory Gille

## Sommaire

1	Présentation et objectifs de l'inter comparaison .....	5
1.1	Localisation et planification de l'exercice d'intercomparaison .....	5
1.2	Matériel déployé dans le cadre de l'intercomparaison .....	8
1.3	Mode opératoire .....	8
2	Résultats et interprétations.....	9
2.1	Taux de fonctionnement .....	9
2.2	Résultats bruts.....	9
2.3	Analyse des résultats .....	11
2.3.1	Ecarts à la moyenne .....	11
2.3.2	Ecarts types .....	11
2.3.3	Test de Grubbs .....	11
2.3.4	Score $z$ .....	12
2.3.5	Analyse des écarts.....	13
3	Conclusions.....	15

## Figures

Figure 1	: Localisation du site de l'intercomparaison.....	5
Figure 2	: Plan du site de l'intercomparaison.....	6
Figure 3	: L'équipe des partenaires.....	7
Figure 4	: Liste des matériels mis en comparaison.....	8
Figure 5	:Résultats bruts des prélèvements en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 24h.....	9
Figure 6	: Evolution temporelle des prélèvements en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ par 24h, Marseille 5 Avenue, septembre 2014 ....	10
Figure 7	: écart à la moyenne des prélèvements en % par jour.....	11
Figure 8	: Tableau de résultats du test de Grubbs.....	12
Figure 9	: Z-score des résultats de l'inter comparaison de l'ensemble des partenaires.....	13
Figure 10	: Régression linéaire de comparaison des résultats d'Air PACA et d'Air Rhône-Alpes.....	14

# 1 Présentation et objectifs de l'inter comparaison

Dans le cadre du projet Part'AERA, des mesures de concentrations de particules PM10 ont été réalisées simultanément au moyen de préleveurs puis de pesées sur un pas de temps journalier sur 4 sites distincts en région Ligurie, PACA, Piémont et Rhône Alpes (Action 3 du projet).

Afin de valider la comparabilité des résultats, il a été convenu de réaliser en un lieu unique une mise en parallèle des moyens de prélèvements utilisés pendant un mois et de comparer les résultats obtenus en conservant les procédures de chaque utilisateur et les laboratoires de pesées de chaque utilisateur.

L'exercice réalisé permettra de vérifier si les concentrations mesurées, dans le cadre de la surveillance réglementaire en Italie et en France, sont comparables.

Dans le cadre de l'exercice d'intercomparaison proposée nous n'aborderons pas la comparaison entre méthode automatique (analyseur en continu) et méthode par pesée gravimétrique. Cet aspect et le biais entre les deux méthodes d'évaluation des concentrations sera abordé site par site dans le rapport sur l'année de mesure réalisée dans le cadre de l'action 5.

## 1.1 Localisation et planification de l'exercice d'intercomparaison

L'exercice d'intercomparaison a été organisé sur le site permanent d'Air PACA de Marseille 5 Avenues (site FR03043 du rapportage européen). C'est un site de fond urbain qui dispose de suffisamment d'espace pour déployer l'ensemble du matériel à proximité de l'observatoire de la ville de Marseille et du Palais Longchamp.

FR 03043	Marseille Cinq Avenues
Coordonnées	Observatoire de Marseille
Latitude: 43° 18' 19,05"	Boulevard Cassini
Longitude: 5° 23' 40,96"	13004 Marseille
Altitude: 71 m	

Figure 1 : Localisation du site de l'intercomparaison.

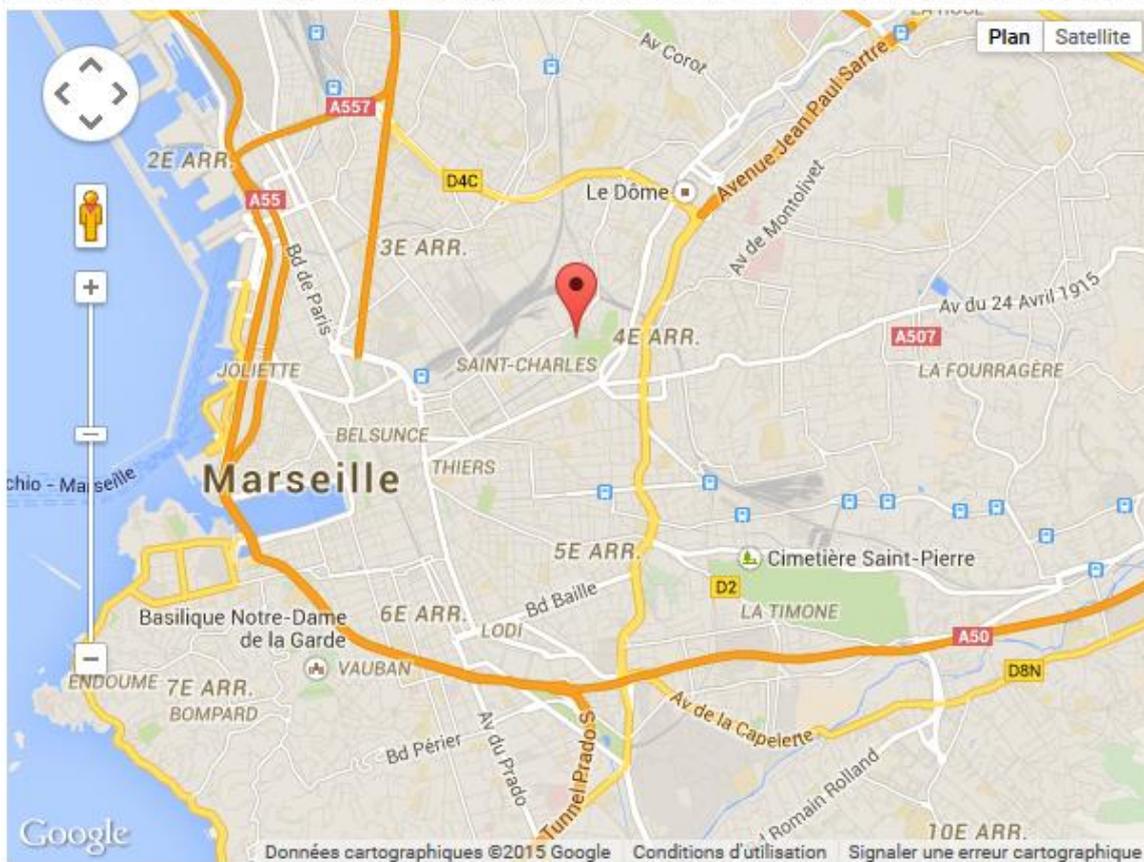
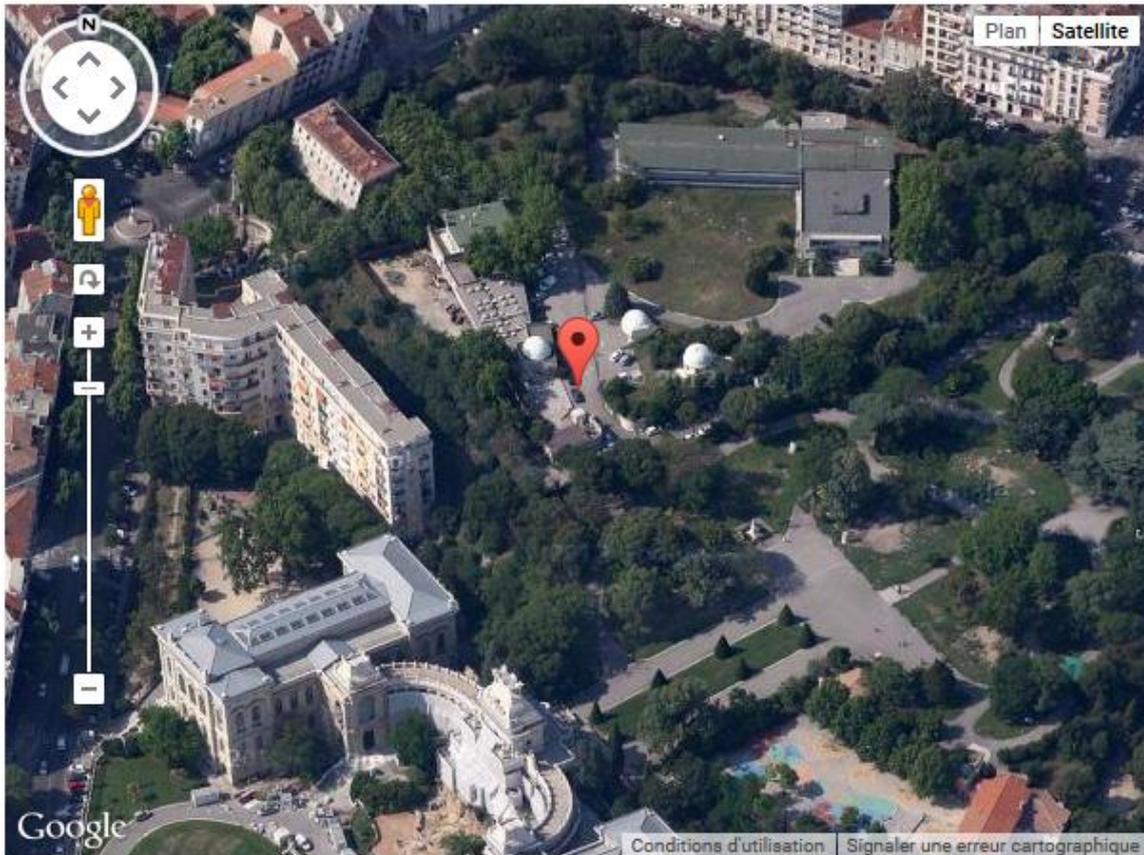


Figure 2 : Plan du site de l'intercomparaison.

Ce site n'est pas exposé à des sources d'émissions locales de pollution en particules mais subit l'influence de l'agglomération. En parallèle des préleveurs déployés pour l'exercice, le site mesure également en continu le  $\text{SO}_2$ , le  $\text{NO}/\text{NO}_2$ , l' $\text{O}_3$ .

L'exercice d'intercomparaison a été réalisé au mois de septembre 2014 selon le calendrier suivant :

- Installation des appareils : 1<sup>er</sup> septembre
- Début des prélèvements : 3 septembre
- Fin des prélèvements : 1 octobre
- Désinstallation des appareils : 7 et 8 octobre
- Durée : 28 jours (30 jours de mesures effectives prévues initialement)



Figure 3 : L'équipe des partenaires.

## 1.2 Matériel déployé dans le cadre de l'intercomparaison

Le tableau ci-dessous décrit le matériel mis en œuvre par l'ensemble des partenaires dans le cadre de l'intercomparaison :

Partenaire	Polluant	Marque	Préleveur
Air Rhône Alpes	PM10	ECOMESURE	Partisol Plus 2025
Regione Liguria	PM10	TECORA	Skypost PM HV
ARPA Piemonte	PM10	TECORA	Skypost PM HV
Air PACA	PM10	ECOMESURE	Partisol Plus 2025

Figure 4 : Liste des matériels mis en comparaison.

Il est à noter :

- La présence d'analyseurs en continu TEOM PM10 et PM2,5 :
  - PM10 Air Rhône-Alpes mais les valeurs faibles relevées lors de la période de comparaison ont disqualifié les données produites.
  - PM10 Air PACA mais les valeurs faibles relevées lors de la période de comparaison ont disqualifié les données produites.
  - PM2,5 PACA
- La présence de deux préleveurs TECORA Skypost pour ARPA Piemonte :
  - Préleveur H16 dont les résultats sont utilisés dans ce rapport.
  - Préleveur H15 qui est tombé en panne à partir du 10 septembre et a donc été écarté de l'étude.

## 1.3 Mode opératoire

- Chaque participant utilise son propre mode opératoire et réalise les pesées dans son laboratoire habituel.
- Les pesées d'Air PACA et d'Air Rhône-Alpes sont réalisées au laboratoire gravimétrique d'Air Rhône Alpes.
- Les pesées de l'ARPA Piemonte et de l'ARPA Liguria sont réalisées dans leurs propres laboratoires gravimétriques internes.

## 2 Résultats et interprétations

### 2.1 Taux de fonctionnement

En tenant compte des périodes d'installation et de désinstallation, les résultats sont calculés sur la période du 4 septembre au 1<sup>er</sup> octobre inclus (28 jours).

Chaque préleveur réalise des échantillons de 24h.

Sur 112 échantillons 97 ont été validés (pas de problème de prélèvement) soit **un taux de fonctionnement de 86,6%**.

Les jours invalidés l'ont été à cause de problèmes électriques sur les préleveurs entraînant un volume de prélèvement non représentatif de la journée (moins de 75% du temps) pour les 18, 23 et 24 septembre, ou pour des écarts sur le volume de prélèvement pour deux échantillons et un écart de température dans le préleveur.

L'ensemble du tableau de validation est en fin de rapport (Cf. annexe 1)

### 2.2 Résultats bruts

Le tableau ci-dessous présente l'ensemble des résultats journalier par participant en  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$ . La courbe suivante reprend ces chiffres sous forme graphique :

Date	ARPA Ligurie	Air RA	Air PACA	ARPA Piemont
04/09/2014	22,3	17,6	18,0	19,0
05/09/2014	33,2	27,9	31,3	32,0
06/09/2014	27,8	28,1	25,5	28,0
07/09/2014	23,9	24,3	21,1	21,0
08/09/2014	18,2	21,5	22,0	23,0
09/09/2014	16,7	16,4	15,8	16,0
10/09/2014	24,5	23,8	22,8	25,0
11/09/2014	27,9	27,5	28,7	25,0
12/09/2014	23,7	21,6	21,9	20,0
13/09/2014	18,7	17,4	16,5	17,0
14/09/2014	16,7	17,0	16,4	15,0
15/09/2014	15,7	16,0	14,8	
16/09/2014	16,6	16,8	15,9	12,0
17/09/2014	20,7	19,5	18,1	19,0
19/09/2014	28,4	28,3	29,4	28,0
20/09/2014	35,1	33,8	29,6	37,0
21/09/2014	22,3	21,3	21,1	23,0
22/09/2014	17,7	15,0	15,8	18,0
25/09/2014	27,2		23,5	24,0
26/09/2014	25,6		22,0	23,0
27/09/2014	24,9	22,8	19,3	25,0
28/09/2014	22,9	16,9	18,1	22,0
29/09/2014	18,2	15,9	17,3	13,0
30/09/2014	12,6	11,3	9,9	14,0
01/10/2014	20,2	18,0	14,7	19,0

Figure 5 : Résultats bruts des prélèvements en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur 24h.

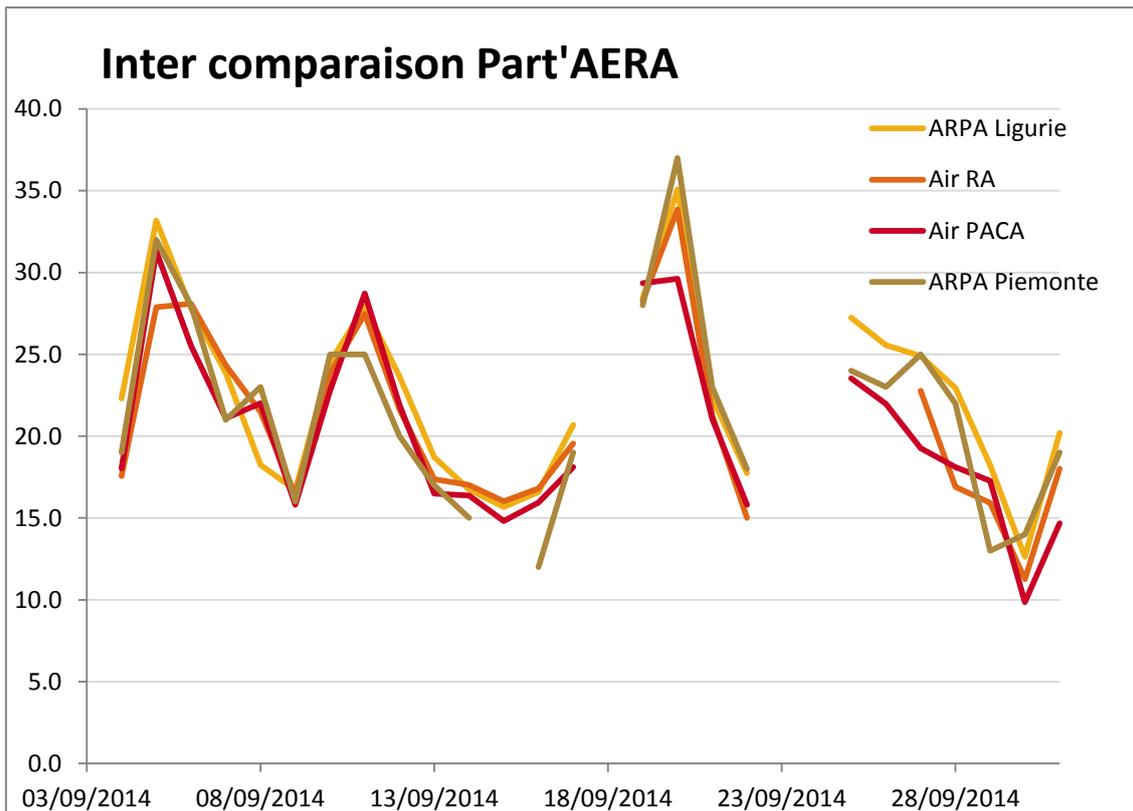


Figure 6 : Evolution temporelle des prélèvements en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  par 24h, Marseille 5 Avenue, septembre 2014

- Pendant toute la période de l'exercice, les concentrations dans l'air restent relativement faibles avec des concentrations journalières comprises entre  $9,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- La moyenne des 4 préleveurs par jour, se situe entre  $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $33,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 2.3 Analyse des résultats

### 2.3.1 Ecart à la moyenne



Figure 7 : écart à la moyenne des prélèvements en % par jour.

Aucune tendance ne se dégage. Les écarts à la moyenne sont tous inférieurs en valeur absolue à 22% et tous inférieurs à 20% si on enlève un échantillon.

La seule tendance « visible » est la surestimation des résultats d'ARPA Ligurie et la sous-estimation de ceux d'Air PACA. Cela influence la moyenne sans que les écarts soient significativement importants (moins de 10%) pour la plupart des échantillons.

### 2.3.2 Ecart types

Les résultats obtenus sont homogènes avec un écart type journalier compris entre  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  avec une moyenne d'écart type de  $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

L'écart type représente entre 2,1% et 14,9% de la moyenne pour une valeur moyenne d'écart type de 8,1%.

### 2.3.3 Test de Grubbs

Afin d'écarter des valeurs aberrantes, les données sont soumises à un test de Grubbs.

Les valeurs suspectes apparaissent en orange dans le tableau, les valeurs aberrantes sont colorées en rouge.

date	ARPA Ligurie	Air RA	Air PACA	ARPA Piemonte	Moyenne	écart type	valeur critique 5% (1 observation)	valeur critique 1% (1 observation)	G1	Gp
04/09/2014	22,3	17,6	18,0	19	19,22	2,13	1,481	1,496	0,78	1,44
05/09/2014	33,2	27,9	31,3	32	31,09	2,27	1,481	1,496	1,41	0,92
06/09/2014	27,8	28,1	25,5	28	27,36	1,23	1,481	1,496	1,49	0,60
07/09/2014	23,9	24,3	21,1	21	22,57	1,77	1,481	1,496	0,89	0,99
08/09/2014	18,2	21,5	22,0	23	21,19	2,06	1,481	1,496	1,43	0,88
09/09/2014	16,7	16,4	15,8	16	16,24	0,40	1,481	1,496	1,05	1,16
10/09/2014	24,5	23,8	22,8	25	24,03	0,96	1,481	1,496	1,30	1,01
11/09/2014	27,9	27,5	28,7	25	27,28	1,60	1,481	1,496	1,42	0,90
12/09/2014	23,7	21,6	21,9	20	21,80	1,50	1,481	1,496	1,20	1,24
13/09/2014	18,7	17,4	16,5	17	17,40	0,95	1,481	1,496	0,95	1,39
14/09/2014	16,7	17,0	16,4	15	16,28	0,89	1,481	1,496	1,43	0,82
15/09/2014	15,7	16,0	14,8		15,50	0,62	1,481	1,496	1,11	0,83
16/09/2014	16,6	16,8	15,9	12	15,34	2,25	1,481	1,496	1,48	0,65
17/09/2014	20,7	19,5	18,1	19	19,33	1,08	1,481	1,496	1,14	1,25
19/09/2014	28,4	28,3	29,4	28	28,51	0,59	1,481	1,496	0,86	1,44
20/09/2014	35,1	33,8	29,6	37	33,89	3,13	1,481	1,496	1,37	0,99
21/09/2014	22,3	21,3	21,1	23	21,93	0,91	1,481	1,496	0,95	1,19
22/09/2014	17,7	15,0	15,8	18	16,64	1,46	1,481	1,496	1,12	0,93
25/09/2014	27,2		23,5	24	24,92	2,01	1,155	1,155	0,69	1,15
26/09/2014	25,6		22,0	23	23,51	1,85	1,155	1,155	0,83	1,11
27/09/2014	24,9	22,8	19,3	25	22,98	2,68	1,481	1,496	1,39	0,75
28/09/2014	22,9	16,9	18,1	22	19,99	2,93	1,481	1,496	1,05	1,01
29/09/2014	18,2	15,9	17,3	13	16,11	2,28	1,481	1,496	1,37	0,93
30/09/2014	12,6	11,3	9,9	14	11,94	1,78	1,481	1,496	1,17	1,16
01/10/2014	20,2	18,0	14,7	19	17,97	2,37	1,481	1,496	1,39	0,94

Figure 8 : Tableau de résultats du test de Grubbs.

Une seule valeur ne répond pas au critère du test mais compte tenu du faible écart au critère de réussite (troisième chiffre après la virgule) et le critère de qualité qui tolère une incertitude de 25% sur la mesure pour un écart relevé d'environ 7%, la valeur est conservée.

Tous les échantillons sont donc conservés et validés.

### 2.3.4 Score z

Afin d'évaluer la réussite de l'intercomparaison on soumet les résultats des différents partenaires au test du score z défini dans la norme NF ISO 13528.

Considérant que la réglementation prévoit une incertitude de 25% sur la mesure les résultats inclus cette possibilité d'incertitude.

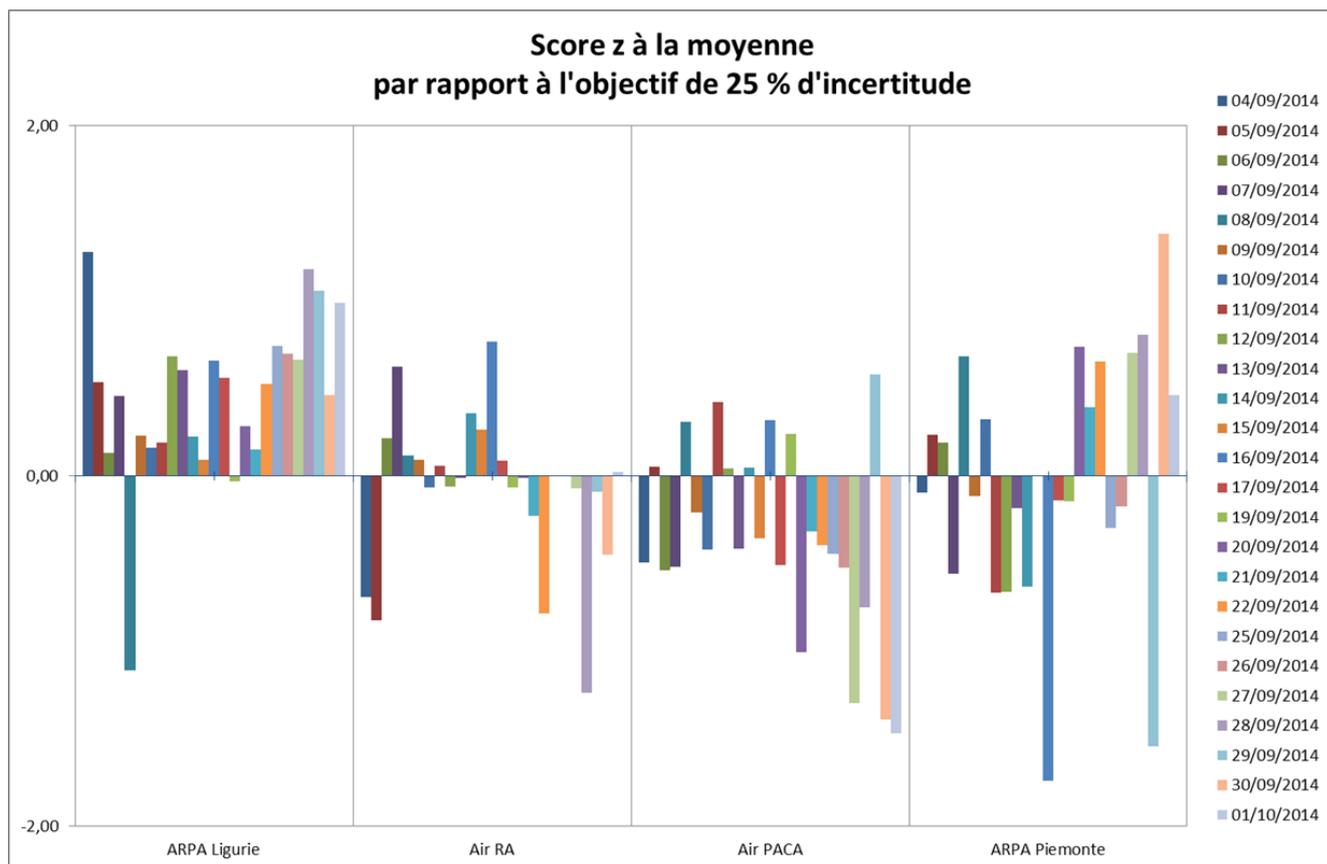


Figure 9 : Z-score des résultats de l'inter comparaison de l'ensemble des partenaires.

L'ensemble des échantillons à un Z-score compris entre -2 et +2. Aucune valeur n'est donc écartée et l'ensemble des partenaires rentre dans les conditions de réussite de l'intercomparaison.

### 2.3.5 Analyse des écarts

Même s'ils sont faibles, les écarts constatés lors des échantillonnages proviennent de critères qui peuvent être identifiés. Ils proviennent de l'utilisation de différents préleveurs, du transport des échantillons vers les laboratoires de pesées, du type de filtre utilisé (quartz ou téflon) et de leur manutention, etc. Le fait de croiser ces différents facteurs ne permet pas d'identifier la part de responsabilité de chacun d'entre eux dans le résultat final.

Deux partenaires utilisent le même type de filtres et le même laboratoire. Il est possible de comparer les résultats d'Air PACA et ceux d'Air Rhône Alpes :

- Ecart compris entre  $-3,42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $4,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (-6% et 10%) avec un écart moyen de 2%.
- Ecart type moyen de  $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

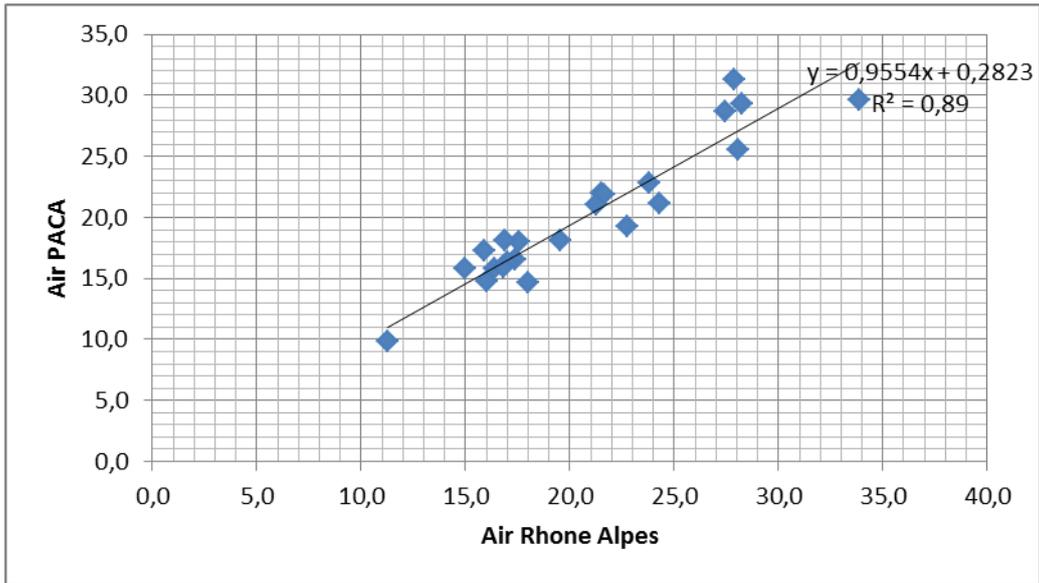


Figure 10 : Régression linéaire de comparaison des résultats d'Air PACA et d'Air Rhône-Alpes

Les résultats obtenus sont très proches et très satisfaisants au regard de l'incertitude autorisée.

### 3 Conclusions

- Les résultats de l'exercice d'intercomparaison permettent de valider la chaîne de pesée de l'ensemble des partenaires.
- Les écarts constatés sont conformes aux attentes réglementaires.
- L'ensemble des matériels utilisés donne des résultats comparables et les laboratoires utilisés donnent des résultats cohérents.
- Les difficultés rencontrées (pannes de matériels, comparaisons difficiles aux analyseurs en continu, problèmes électriques...) montrent que la mesure des particules reste un exercice difficile et qu'une attention particulière doit être apportée dans le cadre du déploiement de cette surveillance environnementale.
- Le type d'exercice réalisé a permis, en plus des résultats directs de pouvoir confronter les expériences des différentes équipes et à apporter un gain non négligeable à chacun des participants.



## Annexe : suivi des prélèvements

DATE	ARPA LIGURIE TECORA Toit station	ARPA PIEMONTE H16 TECORA 1 N°050108 Toit station	ARPA PIEMONTE H15 TECORA 2 N°32793 Toit remorque	AIR RA PARTISOL PLUS N°0903 Remorque	AIR PACA PARTOSOL PLUS Z036 station 5 av.	OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES
01-sept						Installations
02-sept						Tests de préleveurs / Pic de consommation énergétique au démarrage de la clim
03-sept	Alarme Température	stop and go	stop and go	stop and go	stop and go	vérifications : Pb de calage horaire entre les préleveurs. Arrêt et redémarrage de tous les préleveurs
04-sept						Vérification
05-sept						
06-sept						
07-sept						
08-sept						Vérification
09-sept						
10-sept						Récupération filtres / Instal. Filtres
11-sept						
12-sept						
13-sept						
14-sept						Vérification/pb sur Tecora H15 alarme température et ne préleve plus/H15 mauvais déroulement du papier manque des jours
15-sept						
16-sept						Récupération filtres / Instal. Filtres + Envois des filtres aux partenaires
17-sept			reparametrage et relance			
18-sept						Coupeure électrique le 18/09/14 de 10h00 à 13h30 (3h30)
19-sept						tecora h15 écran éteint mais alimenté/pas de travail sur place du a l'orage
20-sept						
21-sept						
22-sept						Vérification/redémarrage du h15 à suivre
23-sept			mauvaise prog/reprog à suivre			Coupeure électrique du 23/09/14 à 18h15 au 24/09/14 à 07h00 (13h00)
24-sept			arrêt H15			Récupération filtres / Instal. Filtres/arrêt h15
25-sept						
26-sept						
27-sept						
28-sept			h15 arrêt			
29-sept						Vérification
30-sept						
01-oct						Récupération filtres / Instal. Filtres + Envois des filtres aux partenaires



## Part'AERA : Note de Synthèse

### Inter comparaison des moyens de mesures de particules PM10

En 2013 et 2014 un projet européen regroupant les régions de Rhône Alpes (Air Rhône-Alpes) et Provence Alpes Côte d'Azur (Air PACA) en France et du Piémont (ARPA Piemonte) et de la Ligurie (Regione Liguria) en Italie a été initié afin d'étudier les modes de mesures de la pollution particulaire. Ce projet Part'AERA se déroule en deux phases : une comparaison d'un an de mesure sur des sites de référence dans chacune des régions (par prélèvement et par mesure en continue) couplée à une recherche des sources d'origine des polluants mesurés (méthode PMF réalisée par le LGGE), et une inter comparaison sur un site unique des matériels utilisés afin de valider les résultats de la première partie.

Le présent rapport présente les résultats de cette seconde phase. L'ensemble des résultats est consultable et téléchargeable sur le site associé à l'étude : <http://partaera.eu/fr/>

#### Une norme de référence, un référentiel législatif commun mais des matériels et des procédures différents

L'objectif de l'inter comparaison organisée est de tester sur un même site et en condition réelle la dispersion des mesures de particules PM10 dans l'air selon les procédures de chacun des partenaires, avec le matériel de chaque partenaire et en utilisant le laboratoire de pesée habituel de chacun des partenaires.

L'ensemble des partenaires suit la norme de prélèvement EN 12341 sur un pas de temps de 24h afin de répondre aux exigences de l'union européenne définies pour la qualité de l'air dans la directive 2008/50/CE du 21 mai 2008.

#### Des résultats comparables et une validation de l'ensemble de la démarche conduite

Les travaux menés montrent la comparabilité des résultats obtenus par l'ensemble des partenaires et valident l'ensemble des résultats obtenus dans chacun des sites pendant l'année de comparaison.

#### Une attention particulière pour la mesure automatique

Les résultats de cette intercomparaison des moyens de mesure par prélèvement ont également mis en vigilance les partenaires sur les difficultés de réglage des analyseurs de mesure en continue qui constitue l'outil principal de la surveillance des particules PM10.

En partenariat avec :



Région  
Provence  
Alpes  
Côte d'Azur



**AirPACA**  
QUALITÉ DE L'AIR  
[www.airpaca.org](http://www.airpaca.org)

#### Siège social

146, rue Paradis  
« Le Noilly Paradis »  
13294 Marseille Cedex 06  
Tél. 04 91 32 38 00  
Télécopie 04 91 32 38 29

#### Établissement de Martigues

Route de la Vierge  
13500 Martigues  
Tél. 04 42 13 01 20  
Télécopie 04 42 13 01 29

#### Établissement de Nice

333, Promenade des Anglais  
06200 Nice  
Tél. 04 93 18 88 00  
Télécopie 04 93 18 83 06



Alcotra 2007 - 2013  
Alpi Latine COoperazione TRAnsfrentaliera  
Italia - Francia (Alpi)