



part' aera

ACTION 1.1

Gravimétrie : suivi de la matière
particulaire dans les partenaires du projet
PART'AERA



SOMMAIRE.....p. 1

1. *PART'AERA : introduction au problème de la matière particulaire dans l'espace ALCOTRA.....p. 2*

- 1.1 Origine et dynamiques de la matière particulaire.....p. 2
- 1.2 Effets sur la santé et le climat..... p. 3

2. *Réglementation européenne en vigueur.....p. 5*

- 2.1 Méthode d'analyse de référence pour la matière particulaire.....p. 6
- 2.2 Suivi de la matière particulaire dans l'espace ALCOTRA.....p. 7

3. *Gravimétrie : comparaison entre les méthodes utilisées dans l'espace ALCOTRA.....p. 8*

- 3.1 Systèmes de prélèvement.....p. 8
- 3.2 Débit.....p. 9
- 3.3 Typologie de filtres utilisés.....p. 9
- 3.4 Transport et conditionnement des filtres.....p. 10
- 3.5 Pesée des filtres.....p. 11

1. PART'AERA : introduction au problème de la matière particulaire dans l'espace ALCOTRA

Le projet PART'AERA, né comme poursuite du travail entamé par le projet stratégique AERA-ALCOTRA, se fixe l'objectif de continuer à analyser, au niveau transfrontalier, les problématiques liées à l'amélioration de la qualité de l'air. Les régions formant l'espace ALCOTRA (Provence-Alpes-Côte d'Azur et Rhône-Alpes en France ; Piémont, Val d'Aoste et Ligurie en Italie) présentent en effet de nombreuses analogies non seulement en ce qui concerne les sources de pollution (trafic routier, production d'énergie) et leur localisation (centres urbains, voies de communication) mais aussi en ce qui concerne l'orographie et les conditions climatiques. L'un des polluants les plus problématiques dans cet espace est représenté sans aucun doute par la matière particulaire, responsable d'importants épisodes de pollution et, par conséquent, de dépassement des seuils imposés par la loi.

Sur la base de ces considérations, le projet PART'AERA vise à améliorer les connaissances sur les méthodes de mesurage et sur l'analyse des origines de la pollution aux particules, dans le but d'offrir aux différents acteurs publics des informations utiles pour l'identification de politiques et de plans de gestion efficaces.

1.1 *Origine et dynamiques de la matière particulaire*

La matière particulaire représente un polluant de l'air dont la composition est extrêmement hétérogène, aussi bien du point de vue chimique que du point de vue dimensionnel. En général, la matière particulaire peut être considérée comme un mélange complexe de substances organiques et inorganiques en suspension dans l'air, sous forme solide ou liquide. Leurs propriétés sont définies sur la base du diamètre aérodynamique et les classes granulométriques demandées dans le domaine du suivi sont les suivantes :

- la *fraction thoracique* ou PM_{10} (particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 μm) ;
- la *fraction alvéolaire* ou $PM_{2.5}$ (particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 μm).

La dimension des particules détermine leur durée de vol et persistance dans l'atmosphère. Par conséquent, les particules constituant la partie la plus grossière du PM_{10} ont la tendance à disparaître dans l'air au bout de quelques heures de leur émission à cause de la sédimentation et des précipitations, alors que le $PM_{2.5}$ peut persister dans l'air pendant plusieurs jours, voire plusieurs semaines.

Sur la base du processus de formation, la matière particulaire est classée comme primaire ou secondaire. L'émission directe (primaire) de la matière particulaire dans l'atmosphère est le

résultat de procédés anthropiques (par exemples activités industrielles, trafic routier, combustion de biomasses) ainsi que naturels (par exemple spray marin, éruptions volcaniques, érosion naturelle, transport de sables, production de spores et pollen). La matière particulaire d'origine secondaire se forme dans l'atmosphère par oxydation et transformation de certains gaz primaires qui sont donc définis *gaz précurseurs* (SO₂, NO_x, NH₃, composés organiques volatils). Suite à leur réaction dans l'atmosphère, SO₂, NO_x, NH₃ forment des sulfates d'ammonium et des nitrates, qui condensent en phase liquide en créant des nouvelles particules, appelées *aérosols inorganiques secondaires* (SIAs). De même, les composés organiques volatils peuvent subir des processus d'oxydation, en formant des composés moins volatils, appelés *aérosols organiques secondaires* (SOAs). La formation des SIAs et des SOAs dans l'atmosphère dépend de facteurs chimiques (concentration des précurseurs, présence dans l'atmosphère de substances hautement réactives comme O₃ et radicaux hydrolytiques) ainsi que de facteurs physiques (conditions météorologiques comme rayonnement solaire, humidité relative et couverture nuageuse).

1.2 Effets sur la santé et le climat

La plus grande partie des citoyens européens se trouvent souvent dans la condition de respirer de l'air qui n'est pas en ligne avec les standards qualitatifs prévus par l'Union Européenne (UE), notamment dans le contexte urbain. Le tableau 1.1 présente une comparaison tirée du rapport "Air quality in Europe – 2013" rédigé par l'Agence Européenne pour l'Environnement ; on compare, pour les polluants principaux, les valeurs limites et les estimations d'exposition sur la population en fonction de l'adoption de la réglementation UE ou des lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

POLLUANT	limite UE	estimation exposition (%)	limite OMS	estimation exposition (%)
PM_{2.5}	annuelle (20 µg.m ⁻³)	20 - 31	annuelle (10 µg.m ⁻³)	91 - 96
PM₁₀	journalière (50 µg.m ⁻³)	22 - 33	annuelle (20 µg.m ⁻³)	85 - 88
O₃	8-horaire (120 µg.m ⁻³)	14 – 18	8- horaire (100 µg.m ⁻³)	97 - 98
NO₂	annuelle (40 µg.m ⁻³)	5 – 13	annuelle (40 µg.m ⁻³)	5 - 13
BaP	annuelle (1 ng.m ⁻³)	22 - 31	<i>annuelle (0,12 ng.m⁻³)*</i>	76 - 94
SO₂	journalière (125 µg.m ⁻³)	< 1	journalière (20 µg.m ⁻³)	46 - 54
CO	8- horaire (10 mg.m ⁻³)	< 2	8- horaire (10 mg.m ⁻³)	< 2
Pb	annuelle (0,5 µg.m ⁻³)	< 1	annuelle (0,5 µg.m ⁻³)	< 1
Benzène	annuelle (5 µg.m ⁻³)	< 1	<i>annuelle (1,7 µg.m⁻³)*</i>	12 - 13

Tableau 1.1 Pourcentages des populations urbaines exposées aux concentrations de polluants atmosphériques (limites UE vs limites OMS) en Europe

* L'OMS ne fixe pas de limites pour les substances carcinogènes (comme BaP et benzène) car la carcinogenèse est de par sa nature un phénomène probabiliste ; la valeur de référence dans le tableau a été mesurée en s'endossant un risque supplémentaire sur l'espérance de vie équivalent à 1x10⁻⁵

Plusieurs études épidémiologiques attribuent à la pollution de l'air d'importants effets sur la santé humaine même avec des concentrations inférieures par rapport aux lignes directrices de qualité de l'air en vigueur. Récemment l'OMS et les chercheurs du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) ont identifié des corrélations significatives entre l'exposition à la pollution de l'air et l'apparition de certaines tumeurs, comme par exemple le cancer du poumon. La matière particulaire, l'un des composants les plus importants de la pollution de l'air, a été évaluée séparément et elle a été classée comme carcinogène pour l'homme (Groupe 1). Sur la base de leur granulométrie, les particules sont en mesure de pénétrer à l'intérieur du système respiratoire à des niveaux différents : plus les dimensions sont réduites, plus les particules seront à même de pénétrer tant en profondeur qu'elles peuvent atteindre le niveau des alvéoles pulmonaires dans le cas de PM_{2.5}. Les effets mis en exergue sur la santé sont l'altération des fonctions respiratoires, l'irritation des voies aériennes supérieures et inférieures et les effets mutagènes et carcinogènes potentiels (dus à l'absorption sur la surface des particules de substances toxiques comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques).

À la présence de poussières en suspension dans l'atmosphère sont liés des phénomènes tels que la formation de brouillards et nuages, la variation des propriétés optiques de l'atmosphère avec des effets sur la visibilité et sur le bilan énergétique terrestre, la contamination des eaux et du sol à travers la déposition sèche et humide, la catalyse de réactions chimiques dans l'atmosphère et la dégradation des matériaux.

Outre les effets sur la santé, certains composants de la fraction fine des particules ont une influence importante sur le climat. Les aérosols présents dans l'atmosphère peuvent avoir des comportements différents, c'est-à-dire se comporter comme *scattering aerosol* ou *absorbing aerosol*. Les aérosols du premier type sont caractérisés essentiellement par la capacité de refléter le rayonnement solaire et de cette façon la quantité de radiations en mesure d'atteindre la surface terrestre diminue. Au niveau climatique, l'effet qui en découle initialement est d'un refroidissement local, ensuite étendu à un niveau plus large (régional) grâce aux procédés de circulation et mélange des masses d'air. Les *absorbing aerosols* sont caractérisés par la capacité d'absorber le rayonnement solaire. En ce qui concerne le climat, l'effet que l'on peut constater au niveau local est un réchauffement de la couche d'air intéressée par l'aérosol et un refroidissement au niveau du sol dû à la quantité inférieure de rayonnement solaire qui l'atteint. À grande échelle on constate un effet de réchauffement puisque la circulation et les procédés de mélange redistribuent l'énergie thermique absorbée.

Enfin, les particules sont en mesure d'influencer le climat aussi à un niveau indirect à travers le changement de certaines propriétés des nuages (telles que la réflectivité, la formation et la distribution des nuages) et des précipitations.

2. Réglementation européenne en vigueur

Au niveau réglementaire, les normes concernant la qualité de l'air et la protection de la pollution de l'air dans le domaine européen sont à présent contenues dans la directive 2008/50/CE, transposées au niveau national en Italie avec le D.Lgs 155/2010 et en France avec le Décret n° 2010-1250.

Grâce à cette mesure on a atteint deux objectifs principaux :

- la mise à jour des normes sur la base des dernières évolutions dans le domaine scientifique et sanitaire ;
- la collecte dans un acte unique de cinq mesures européennes précédentes en matière de pollution de l'air (les directives 1996/68/CE, 1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/2/CE et la décision 97/101/CE).

Au travers de cette directive, l'Union Européenne vise à définir une approche commune à l'évaluation de la qualité de l'air ambiant sur la base de critères communs d'évaluation, en tenant compte de la dimension des populations et des écosystèmes exposés à la pollution de l'air. Pour ce qui concerne les polluants PM₁₀ et PM_{2,5}, la directive établit les valeurs limite et objectif citées dans le tableau 2.1.

FRACTION DIMENSIONNELLE	Période d'évaluation	Valeur	Commentaire
PM₁₀, valeur limite	24 heure	50 µg.m ⁻³	à ne pas dépasser plus de 35 par an ; à atteindre avant le 1 ^{er} janvier 2005
PM₁₀, valeur limite	année civile	40 µg.m ⁻³	à atteindre avant le 1 ^{er} janvier 2005
PM_{2,5}, valeur objectif	année civile	25 µg.m ⁻³	à atteindre avant le 1 ^{er} janvier 2010
PM_{2,5}, valeur limite (I phase)	année civile	25 µg.m ⁻³	à atteindre avant le 1 ^{er} janvier 2015
PM_{2,5}, valeur limite (II phase)	année civile	20 µg.m ⁻³	à atteindre avant le 1 ^{er} janvier 2020
PM_{2,5}, obligation de concentration à l'exposition		20 µg.m ⁻³	2015
PM_{2,5}, objectif de réduction à l'exposition	réduction de l'exposition (0-20%), sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne de l'année de référence ; à atteindre avant 2020		

Tableau 2.1 Limites réglementaires prévues par la directive 2008/50/CE pour PM₁₀ et PM_{2,5}

La directive se concentre particulièrement sur le PM_{2,5} : en effet jusqu'à présent on avait reconnu l'impact très négatif sur la santé humaine mais on n'a pas encore identifié un seuil en dessous duquel les particules fines n'engendrent pas de risques. La définition de la valeur limite pour le

PM2.5 passe donc à travers plusieurs phases (définition d'une valeur objectif et ensuite de valeurs limite).

De toute façon il faut rappeler que ces valeurs sont plus élevées par rapport à celles prévues par les lignes directrices de l'OMS (2005) (tableau 2.2).

	<i>Valeur moyenne annuelle</i>	<i>Valeur moyenne journalière</i>
PM_{2,5}	10 µg.m ⁻³	25 µg.m ⁻³
PM₁₀	20 µg.m ⁻³	50 µg.m ⁻³

Tableau 2.2 Valeurs limites pour PM₁₀ et PM_{2,5} prévues par les lignes directrices OMS

La raison de ce choix découle du concept que l'objectif final de ces réglementations est d'obtenir les concentrations les plus faibles possibles. Puisque on n'a pas encore identifié les valeurs critiques en dessous desquelles on ne constate pas d'atteinte à la santé, les valeurs actuellement recommandées représentent des objectifs acceptables afin de réduire au minimum les effets sur la santé de l'homme et sur les écosystèmes en général.

2.1 Méthode d'analyse de référence pour la matière particulaire

L'analyse gravimétrique est la méthode de mesurage prévue par la directive européenne 2008/50/CE pour la matière particulaire dans l'air. Les méthodes de référence décrivant les différentes phases de l'échantillonnage et du mesurage de la matière particulaire sont contenues dans deux normes :

- UNI EN 12341:1999 ("Qualité de l'air. Détermination de la fraction PM10 de matière particulaire en suspension. Méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage") pour PM₁₀ ;
- UNI EN 14907:2005 ("Méthode de mesurage gravimétrique de référence pour la détermination de la fraction massique PM2,5 de matière particulaire en suspension") pour PM_{2,5}.

La démarche générale pour l'analyse de la matière particulaire dans l'atmosphère prévoit l'échantillonnage d'un volume connu d'air. Cette opération est effectuée en utilisant une pompe, branchée à une tête de séparation à impact inertiel qui sélectionne la fraction de matière particulaire d'intérêt. L'air aspiré est convoyé dans un tube collecteur envers un filtre, dans le but de retenir les particules préalablement sélectionnées. Les filtres sont conditionnés avant et après les prélèvements (T = 20+/-1 °C, humidité rel. = 50+/-5 %) pendant 48 heures ; une fois stabilisés, ils sont pesés (sur des balances analytiques à 6 décimales) et, par différence de poids, on calcule la masse de matière particulaire échantillonnée. La concentration de matière particulaire est obtenue en divisant la valeur de la masse par le volume d'air aspiré.

L'échantillonnage peut être effectué à volume faible (LVS) ou élevé (HVS) en fonction du débit utilisé : dans le LVS on prévoit un débit de 2.3 m³/h aussi bien pour le PM₁₀ que pour le PM_{2.5} alors que dans le HVS on fixe un débit de 68 m³/h pour le PM₁₀ et de 30 m³/h pour le PM_{2.5}.

À l'intérieur de la réglementation on prévoit aussi des méthodes de suivi alternatives à la gravimétrie, comme par exemple les analyses instrumentales en continu ; pour pouvoir être utilisées conformément aux dispositions de la loi, ces méthodes doivent être validées par le biais d'une certification d'équivalence délivrée par l'Autorité Nationale Compétente.

2.2 Suivi de la matière particulaire dans l'espace Alcotra

Conformément à la directive 2008/50/CE, le suivi de la matière particulaire dans les régions faisant partie de l'espace ALCOTRA est mis en œuvre selon différentes méthodes : d'abord tous les partenaires du projet effectuent des mesurages gravimétriques de la matière particulaire, comme prévu par la réglementation européenne ; ensuite on utilise des méthodes de suivi en continu, accompagnées de la certification d'équivalence.

Le tableau 2.3 présente un schéma synthétique des méthodes utilisées pour le suivi de la matière particulaire par les partenaires du projet Part'Aera.

	Méthode de suivi de la matière particulaire			
	Gravimétrie	Microbalance oscillante	Absorption rayons β	Analyseur optique
Air Rhône-Alpes	x	x		
Air PACA	x	x		
Arpa Piemonte	x		x	
Regione Liguria - Arpal	x		x	x

Tableau 2.3 Méthodes pour le suivi de la matière particulaire utilisées par les partenaires Part'Aera

3. Gravimétrie : comparaison entre les méthodes utilisées dans l'espace ALCOTRA

L'un des secteurs d'enquête du projet PART'AERA consiste dans l'évaluation du PM₁₀ avec méthode gravimétrique dans les quatre régions partenaires. Pour cette raison on a comparé les procédés d'échantillonnage et les méthodes d'analyse afin d'en mettre en exergue les différences et les analogies.

Les principaux paramètres comparés sont les suivants :

- le système de prélèvement,
- le débit d'aspiration,
- la typologie des filtres,
- le transport et le conditionnement des filtres,
- la pesée des filtres.

Le tableau 3.1 synthétise les informations collectées par les différents partenaires qui seront analysées dans les chapitres suivants.

	PARTENAIRE PART'AERA			
	<i>Air Rhône-Alpes</i>	<i>Air PACA</i>	<i>Arpa Piemonte</i>	<i>Regione Liguria - Arpal</i>
<i>Échantillonneur</i>	unité séquentielle PARTISOL (Thermo Scientific)	unité séquentielle PARTISOL PLUS 2025I (Thermo Scientific)	Sentinel PM, échantillonneur Charlie HV (Tecora)	SKYPOST PM HV (Tecora)
<i>Débit de prélèvement</i>	1 m ³ /h	1 m ³ /h	2.3 m ³ /h	2.3 m ³ /h
<i>Type de filtre</i>	teflon	teflon	fibre de quartz	fibre de quartz
<i>Transport</i>	température ambiante (23 °C environ) dans des porte-filtres ; utilisation de sacs isothermes			
<i>Conditionnement</i>	hottes ou chambres climatiques (48h), T = 20 +/- 1 °C, HR = 50 +/- 5%			
<i>Type de balance</i>	Sartorius MSA6.6S	Sartorius MSA6.6S	Mettler Toledo XP 26	Sartorius M5C
<i>Procédé de pesée</i>	démarche interne (LMRA)	démarche interne (LMRA)	double pesée (une fois)	double pesée (une fois) avec système automatisé

Tableau 3.1 Schéma synthétique des principaux paramètres utilisés par les partenaires de Part'Aera dans l'analyse gravimétrique de la matière particulaire

3.1 Systèmes de prélèvement

Dans toutes les régions partenaires, le prélèvement du PM₁₀ est effectué par le biais d'unités d'échantillonnage séquentielles. L'outil utilisé par Air-PACA et Air-Rhône-Alpes est l'unité

séquentielle PARTISOL (Thermo Scientific) ; la Regione Liguria-Arpal et Arpa Piemonte utilisent des échantillonneurs de la marque TCR (Tecora) mais des modèles différents (modèle Sentinel PM / échantillonneur Charlie HV et modèle SKYPOST PM HV respectivement).

Bien qu'il s'agisse d'outils de fabricants différents, les caractéristiques sont essentiellement les mêmes. Le système de remplacement séquentiel de la membrane filtrante (les deux ayant une autonomie de 16 filtres), avec le contrôle électronique du flux, permet le suivi continu sans la présence de l'opérateur, ainsi que de remplacer les filtres exposés sans arrêter l'échantillonnage en cours e par conséquent sans l'obligation d'effectuer l'intervention dans des délais prédéterminés. Le parcours rectiligne du tube d'aspiration et la séparation de la zone de permanence des filtres de sources de chaleur internes radiantes permettent de collecter et maintenir l'intégrité des échantillons. Toutes les unités présentent des systèmes pour le mesurage électronique du débit et le mesurage volumétrique à travers ordinateur, outre les capteurs pour l'évaluation de la vitesse et la direction du vent, excepté l'échantillonneur utilisé par Arpa Piemonte ; dans le cas de l'unité TCR on retrouve d'autres dispositifs pour le mesurage de la pression atmosphérique, de la perte de chargement du filtre et de la température ambiante. Les unités séquentielles, si connectées au réseau, peuvent être contrôlées à distance à travers des logiciels dédiés.

3.2 Débit

Le débit d'échantillonnage est un paramètre important dans le suivi de la matière particulaire : il est fondamental de le mesurer et de le contrôler constamment afin de garantir un flux constant en entrée.

En Ligurie et Piémont, le débit choisi pour le flux d'aspiration est de 2.3 m³/h, comme prévu par la norme UNI EN 12341:1999. Air-PACA et Air-Rhône-Alpes utilisent un débit de 1 m³/h : dans ce cas on a choisi de suivre les standards américains EPA pour la tête de prélèvement à laquelle l'unité séquentielle PARTISOL fait référence.

3.3 Typologie de filtres utilisés

Dans le domaine du suivi des particules atmosphériques, on peut utiliser différentes typologies de filtres, généralement classés en filtres en profondeur et filtres à membrane sur la base du principe de filtration. La caractéristique principale qui les différencie est représentée par le "mécanisme de filtration" : les filtres en profondeur retiennent les particules aussi bien sur la surface qu'à l'intérieur, alors que les filtres à membrane seulement sur la surface. Le tableau 3.2 illustre les principales caractéristiques qui en découlent.

TYPE DE FILTRE	Matériel	Avantages	Désavantages
<i>En profondeur</i>	fibre de verre fibre de quartz	* grande capacité de rétention * quartz : résistant aux températures élevées (environ 1000 °C)	* dégagement de matériel filtrant dû à la structure fibreuse * tendance à absorber des composés organiques volatils
<i>À membrane</i>	éther de cellulose polycarbonate Teflon	* aucun dégagement de matériel filtrant grâce à la structure continue du filtre * faibles niveaux de blanc	* faible capacité de rétention et surface du filtre limitée * engorgement très rapide en cas de quantité élevée de particules

Tableau 3.2 Résumé des différents types de filtre dans la surveillance des particules

En outre il convient de rappeler que les filtres pour la collecte de la matière particulaire n'agissent pas comme des tamis, c'est-à-dire comme des objets permettant la rétention des seules particules ayant des dimensions supérieures aux pores. Lorsque l'air traverse la surface filtrante, en effet, se produisent différents phénomènes (impact inertiel, interception, mouvement brownien, dépôt gravitaire, attraction électrostatique) qui font en sorte que l'efficacité de collecte (% de particules que le filtre est en mesure de retenir) soit proche de 100 % pour les particules de chaque gamme dimensionnelle.

En ce qui concerne les partenaires du projet Part'Aera, Air-PACA et Air-Rhône-Alpes utilisent des filtres à membrane en teflon (Pall Life Sciences, Type: PTFE supported zefluor, Ø: 47 mm), assez chers mais ayant l'avantage d'éviter les contaminations (par exemple pour les métaux). La Regione Liguria-Arpal et Arpa Piemonte utilisent des filtres en profondeur en fibre de quartz (Whatman cat.n. 1852047, grade QMA, Ø: 47 mm et Millipore code AQFA, Ø: 47 mm respectivement), moins chers par rapport aux filtres en teflon mais avec une grande capacité de rétention et de résistance aux températures élevées (dans le cas des filtres en fibre de quartz).

3.4 Transport et conditionnement des filtres

Les procédés des phases de transport, conditionnement et pesage des filtres sont définis dans les détails à l'intérieur des normes UNI EN 12341:1999 et UNI EN 14907:2005.

Le transport des filtres de la station d'échantillonnage au laboratoire d'analyse doit se dérouler, selon les normes, à température ambiante (23 °C environ) et en utilisant des porte-filtres ; les mêmes conditions sont valables pour la phase de stockage, dont la durée ne doit pas dépasser 23 jours. Ces indications sont fonctionnelles à la réduction au minimum des changements de la masse de la matière particulaire échantillonnée (comme par exemple la perte de matériel semi-volatil) et

des facteurs indésirables (comme par exemple la condensation). Tous les partenaires de Part'Aera suivent ces indications et notamment les techniciens d'Air-Rhône-Alpes et Air-PACA utilisent des sacs isothermes réfrigérés avec des blocs de glace pour le transport.

Concernant le procédé de conditionnement des filtres, tous les partenaires du projet suivent les indications des deux normes : aussi bien avant qu'après la phase d'échantillonnage, les filtres sont gardés pendant 48 heures dans des chambres ou hottes climatisées à une température de 20 +/- 1 °C et une humidité relative de 50 +/- 5 %. En outre les filtres doivent être maniés avec des pinces en acier inox ou PTFE-revêtu (quand on utilise ces dernières il peut se produire des charges électrostatiques) et avant l'utilisation ils doivent être examinés pour vérifier la présence d'éventuels défauts.

3.5 *Pesée des filtres*

Au niveau de l'instrumentation, la pesée des filtres est effectuée par le biais de balances de précision à 6 décimales par tous les partenaires du projet.

En particulier les balances utilisées par les partenaires sont les suivantes:

- Sartorius MSA6.6S pour Air-Rhône-Alpes et Air-PACA,
- Mettler Toledo XP 26 pour Arpa Piemonte,
- SartoriusM5C pour Regione Liguria – Arpal.

La Regione Liguria-Arpal pendant cette phase utilise un système automatisé permettant la détermination gravimétrique des filtres qui exclut toute activité manuelle, en garantissant ainsi la précision et l'exactitude des résultats obtenus. Avec le système automatique on évite les éventuelles fautes de l'opérateur et on augmente les possibilités de meilleure définition des résultats (par exemple on peut effectuer plusieurs pesées de chaque filtre en calculant sa Déviation Standard). L'unité est composée de bras-axes mécaniques indépendants qui, à travers un microcontrôleur, effectuent les opérations de prélèvement d'une pile porte-filtres (chargement de 8 à 48 filtres) et de pesée. Les opérations de pesée sont gérées par un logiciel dédié qui, à l'aide d'un ordinateur, garantit le bon fonctionnement de l'automatisme.

Les différences principales observées pendant cette phase concernent les démarches mises en œuvre par les partenaires au niveau général. Air-Rhône-Alpes et Air-PACA suivent une démarche interne (LMRA) pour la pesée des filtres (figure 3.1) et appliquent donc les indications les plus contraignantes prévues par la norme UNI EN 14907:2005 pour la pesée du PM_{2.5} aussi au PM₁₀. Les techniciens français effectuent donc une double pesée dans la phase précédente (12 heures de conditionnement entre les deux mesurages) et successive à l'échantillonnage (48 heures de conditionnement entre les deux mesurages). Les filtres blancs sont pesés avant leur exposition et si la différence de masse est supérieure à 40 µg ils ne sont pas utilisés ; vice-versa, si la différence rentre dans l'écart prévu, on considère comme valeur de blanc la moyenne des deux pesées et le filtre peut être exposé. On suivra la même approche après l'échantillonnage : si la différence de

masse entre les deux pesées est supérieure à 60 µg le mesurage n'est pas valable, dans le cas contraire le mesurage est accepté et validé comme la moyenne des deux mesurages effectués.

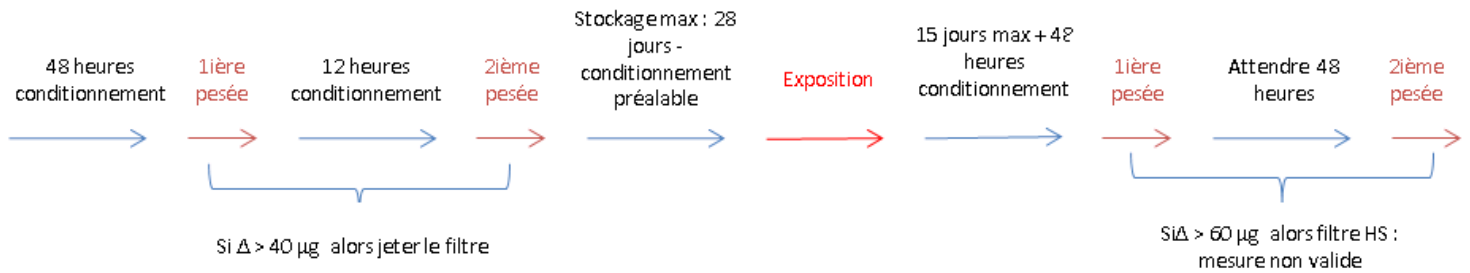


Figure 3.1 Schéma de la phase de pesée dans le procédé LMRA

Arpa Piemonte et Regione Liguria-Arpal aussi effectuent la double pesée mais sans laisser passer des heures supplémentaires de conditionnement entre les deux mesurages : cette situation est due à la quantité de travail considérable des laboratoires (par exemple seulement pour la ville de Turin il faut peser entre 7000 et 8000 filtres par an).

Air-Rhône-Alpes, Air-PACA et Arpa Piemonte mesurent pour chaque session de travail deux *filtres blancs de référence* (filtre témoin) afin d'évaluer l'influence des conditions environnementales du laboratoire dans le poids des filtres. On a observé des comportements différents en fonction du matériel du filtre : les opérateurs d'Air-Rhône-Alpes ont constaté une tendance à l'augmentation dans les mesurages de la masse des filtres en teflon utilisés (figure 3.2) alors que les opérateurs d'Arpa Piemonte ont enregistré une tendance à la réduction dans la valeur de poids du filtre en quartz (sans doute à cause de la perte de fibres). En raison de l'absence d'une balance certifiée, Regione Liguria-Arpal ne met pas en place ce type de contrôle journalier mais elle effectue un étalonnage annuel de la balance en même temps que les autres dont elle est équipée.

Air RA - Peso medio dei filtri testimone (µg)

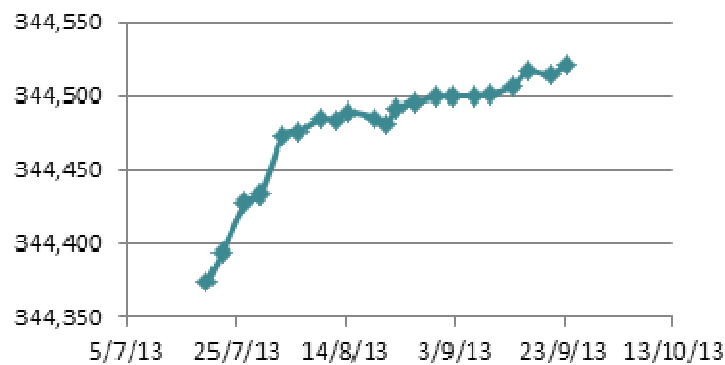


Figure 3.2 Évolution du poids moyen du filtre témoin mesuré par les opérateurs d'Air-Rhône-Alpes

Enfin, pour réduire au minimum les éventuelles fautes dues à la formation de charges électrostatiques (notamment quand on utilise des filtres en teflon) les opérateurs d'Air-Rhône-Alpes et d'Air-PACA utilisent des bracelets antistatiques à porter pendant cette opération ; Arpa Piemonte et Regione Liguria-Arpal par contre ont équipé les hottes de pesée de systèmes déionisants (en Ligurie on utilise un canon déionisant à l'intérieur de la hotte climatisée où est placé le robot).