



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

François MATHE

Novembre 2009

Version finale



PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.

ECOLE DES MINES DE DOUAI
DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

François MATHE

Convention : 0005987

Novembre 2009

SOMMAIRE

RESUME DE L'ETUDE EMD 2009	1
INTRODUCTION	3
1 ETAT DU PARC D'APPAREILS DES AASQA.....	4
1.1 INTRODUCTION	4
1.2 ETAT DU PARC D'ANALYSEURS.....	5
1.3 ETUDE DETAILLEE DU PARC INSTRUMENTAL FRANÇAIS	8
1.3.1 <i>Les analyseurs de SO₂</i>	8
1.3.2 <i>Les analyseurs de NO/NO_x</i>	10
1.3.3 <i>Les analyseurs de O₃</i>	11
1.3.4 <i>Les analyseurs de CO</i>	12
1.3.5 <i>les analyseurs automatiques de particules</i>	13
1.3.6 <i>les préleveurs séquentiels de particules & gaz</i>	15
1.3.7 <i>les analyseurs automatiques de BTX</i>	16
1.3.8 <i>Les appareillages particuliers</i>	18
1.3.9 <i>Les systèmes d'étalonnages dynamiques portables</i>	19
1.4 BILAN DES APPAREILS APPROUVES PAR TYPE PRESENTS SUR LE PARC INSTRUMENTAL FRANÇAIS.....	19
2 RETOUR D'EXPERIENCE DES AASQA SUR LA THEMATIQUE « PROBLEMES D'INSTRUMENTATION » EN 2009.....	20
3 BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN AASQA... 21	21
4 CONCLUSION.....	21
ANNEXES	22

RESUME DE L'ETUDE EMD 2009

SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

François MATHE

mathe@ensm-douai.fr ☎ 03 27 71 26 10**1. Présentation des travaux**

La Directive européenne n°2008/50/CE de 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe a donné de nouvelles règles pour la surveillance de la qualité de l'air. Outre le fait d'ajouter les particules PM_{2.5} sur la liste des polluants à mesurer (à savoir SO₂, NO/NO_x/NO₂, CO, O₃, C₆H₆, les PM₁₀ et le plomb), avec une valeur limite et un objectif de qualité des données à respecter, elle a fixé un échéancier de mise à conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre réglementaire européen selon un timing spécifique. Cette conformité se réfère aux référentiels normatifs en vigueur depuis 2005, qui intègrent la notion d'approbation de type (donc d'homologation de matériel par l'Etat Membre). Le timing est le suivant : « *Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013.* »

La France est actuellement un des Etats Membres les plus équipés (avec plus de 3000 instruments répartis sur plus de 800 stations de mesures). Une telle configuration rend nécessaire un suivi permanent du parc instrumental, du comportement effectif des appareils sur le terrain et de la qualité de fabrication des appareils. Cela implique une connaissance exhaustive du parc et un échange d'informations, notamment:

- entre les utilisateurs sur le plan technique
- avec les constructeurs pour le retour d'expérience sur leurs produits
- avec les pouvoirs publics (MEEDDM, ADEME) pour l'élaboration du budget pour la mise en conformité du parc d'appareils selon les exigences réglementaires

En réponse à ces besoins, le LCSQA - EMD suit l'état du parc d'appareils des AASQA au travers de son expertise dans le cadre de la base de données INVEST de suivi des équipements analytiques des AASQA (partie « inventaire national des équipements ») et joue depuis 2006 le rôle de point focal de centralisation des problèmes rencontrés sur les appareils au travers de l'animation de l'atelier sur la thématique « Appareils » qui est organisé chaque année lors des Journées Techniques des AASQA (en 2009 à Belfort, du 29 au 30 septembre). Le LCSQA-EMD sert également d'expert technique auprès de l'ADEME au travers de la connaissance du fonctionnement des équipements analytiques des AASQA et de la veille technologique, afin d'être une source d'informations pour les délégations régionales de l'ADEME, pour la gestion des demandes d'investissement de la part des AASQA.

L'objectif du suivi des appareils est également de maintenir les échanges d'informations entre les utilisateurs et de pouvoir le cas échéant identifier les principaux défauts constatés sur une marque et un type d'appareillage.

2. Principaux résultats obtenus

Le questionnaire pour l'atelier «Forum Analyseurs » des Journées Techniques des AASQA les 29 et 30/09/2009 ainsi que les échanges qui s'y sont tenus ont mis en évidence le besoin pour les utilisateurs de disposer d'une liste d'appareils « homologués par les pouvoirs publics » pour leur stratégie de renouvellement de parc en vue de répondre à l'exigence réglementaire européenne. Compte tenu du retour d'expérience et du contexte budgétaire de plus en plus difficile, la diminution de la présence de constructeurs français dans le parc d'appareils des AASQA est confirmée au profit des produits étrangers (principalement américain avec les fabricants Thermo et API mais avec une montée en puissance de la marque japonaise HORIBA due à sa politique commerciale agressive). Le processus français d'homologation des appareils n'est cependant qu'à l'état de projet à ce jour. Le LCSQA a apporté une aide au Ministère en charge de l'Environnement, au travers de l'élaboration d'une note sur la certification et d'une liste d'appareils pouvant être qualifiés d' « homologables ».

Pour les appareils actuellement utilisés, les problèmes traditionnels (liés à la technique ou au service après vente) demeurent et conditionnent les acquisitions futures. Ainsi, les AASQA semblent maintenant privilégier une source de matériel. Les problèmes liés à la mesure automatique des particules confirment la nécessité de continuer à travailler sur la thématique « Assurance Qualité / Contrôle Qualité », avec l'utilisation de procédures communes de suivi de paramètres clé, l'échange des expériences, tant sur la maintenance que sur la validation des données.

S'agissant de l'échange d'informations entre utilisateurs, l'attention s'est portée cette année sur l'appareil de type SYPAC de la marque TERA, mis en œuvre sur site depuis 2007, qui a été au centre des débats. Cet appareil d'origine française est un préleveur de COV sur cartouches et est appelé à être de plus en plus utilisé en AASQA pour la mesure du benzène ou pour la mesure d'autres COV dans un cadre spécifique (exemple : le formaldéhyde en air intérieur). Un premier retour d'expérience a eu lieu aux JTA de 2009 grâce aux informations récoltées dans les AASQA avec un questionnaire préparatoire. Si des problèmes généralisés se confirment, une rencontre utilisateurs / fabricant pour échange est susceptible d'être organisée afin de mettre en place des actions correctives globales. Ce travail spécifique rentre dans le cadre des travaux LCSQA 2009 (étude n°4/1 « Surveillance du benzène » point "assistance aux AASQA") assuré par le LCSQA-INERIS.

INTRODUCTION

Depuis 2007, l'ADEME et le LCSQA-EMD gèrent un inventaire de référence national du parc instrumental des AASQA. Cet inventaire a été constitué à partir des données fournies par les AASQA à l'ADEME puis à l'Ecole des Mines de Douai dans le cadre de travaux débutés en 2002

Cet inventaire national est actualisé annuellement à partir des saisies des AASQA depuis un applicatif dédié sur le site web atmonet.org.

Ces données ont vocation à être utilisées :

- par l'ADEME pour d'une part apprécier et planifier au mieux les évolutions budgétaires des aides à l'investissement et d'autre part pour répondre aux besoins en matière de suivi du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air,
- par le LCSQA-EMD pour poursuivre et enrichir des études sur le fonctionnement des appareils de mesure et d'étalonnage, et suivre les tendances des équipements dans les AASQA (choix ou abandon d'une technique d'analyse ou d'un fournisseur, etc...) .

L'applicatif est géré par l'ADEME au sein de la base de données INVEST. L'EMD a en charge l'assurance qualité des données et l'interface avec les AASQA pour l'alimentation des données de l'applicatif.

Dans le cadre de leurs activités de surveillance de la Qualité de l'Air, les AASQA sont confrontées régulièrement à des problèmes techniques sur les appareils automatiques de mesure de la pollution atmosphérique.

Pour la préparation des ateliers « Forum analyseurs – point sur la mesure des particules » et « Mesure par prélèvement », un questionnaire a été envoyé aux AASQA, portant sur les principaux reproches portés sur les appareils récents et répondant aux critères fixés par la Directive (conformité à la norme européenne correspondante). Un document de travail a été établi sur la base des réponses pour l'animation des ateliers qui se sont tenus lors des Journées Techniques des AASQA de Belfort les 29 & 30 septembre 2009.

Dans le cadre des demandes d'investissement, l'ADEME a souhaité pouvoir disposer d'un document de référence communicable à ses délégations régionales, présentant les appareils susceptibles d'être utilisables en réseau de surveillance de la qualité de l'air. Outre des informations techniques, ce document doit également comporter des éléments financiers sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. Le LCSQA-EMD a donc répondu à cette demande.

1 ETAT DU PARC D'APPAREILS DES AASQA

1.1 Introduction

La configuration du parc français d'appareils a été établie à partir de l'inventaire des équipements accessible pour chaque AASQA sur une application informatisée mise en place sur le site Web atmonet.org. Chaque AASQA a ainsi mis à jour son parc d'appareils en fonction des informations demandées. Il était demandé aux AASQA de renseigner leur inventaire entre juin et septembre.

Ce dépouillement a été effectué sur la base de l'inventaire des 30 structures répertoriées (en tenant compte des réunions telles qu'en région Atmo-Rhône Alpes ou en région Haute Normandie). Tous les appareils ont été pris en compte, quel que soit le type d'utilisation ou l'état (en station ou en attente d'installation, en moyen mobile, en exploitation cyclique, en réparation, en tant que moyen de dépannage (« mulet »), comme source pièces détachées). Les appareils réformés ont également été identifiés mais ont été exclus de l'inventaire ci après (398 appareils au total, par rapport au dernier inventaire de 2008. A titre indicatif, à la même époque l'année dernière, 164 appareils avaient été déclarés « réformés »).

Au 15 Septembre 2009, le parc d'instruments des AASQA est constitué de:

- 434 analyseurs de SO₂
- 736 analyseurs de NO/NO_x
- 654 analyseurs de O₃
- 174 analyseurs de CO
- 59 analyseurs de BTX
- 20 analyseurs de COV
- 20 analyseurs d'hydrocarbures totaux / non méthaniques
- 724 analyseurs automatiques de particules en suspension
- 236 préleveurs de particules en suspension ou de gaz
- 11 analyseurs multi polluants (SO₂, NO₂, O₃) type DOAS à long trajet optique (plusieurs centaines de mètres)

soit un total de 3066 analyseurs ou préleveurs, auquel s'ajoutent 157 systèmes d'étalonnage dynamiques portables (tous polluants gazeux confondus).

Les appareils récents (c'est à dire de moins de 5 ans) impliqués dans le dispositif national de surveillance représentent 23,8% du parc (soit environ 728 appareils). Les instruments anciens (c'est à dire de plus de 10 ans) représentent environ 35% du parc avec environ 1080 appareils

S'agissant des marques, les constructeurs français sont en diminution suite à la Directive et à ses conséquences sur la stratégie nationale de mesure de la qualité de l'air. Seuls les constructeurs bénéficiant de l'approbation de type (couvrant SO₂, NO/NO₂, O₃ et CO) sont concernés : les américains Thermo Fischer Scientific - TEI et API, le japonais HORIBA et le seul français Environnement SA. La politique commerciale sera l'élément clé (prix concurrentiels, extension de garantie de 3 à 5 ans, réactivité du SAV). La priorité est donnée aux particules, oxydes d'azote et ozone par rapport au dioxyde de soufre et au monoxyde de carbone.

1.2 Etat du parc d'analyseurs

L'état du parc français d'appareils de mesure de la pollution atmosphérique au 15/09/2009 est résumé dans le tableau I. Il représente un total de 3066 analyseurs automatiques et préleveurs de particules (pour l'analyse chimique, i.e. métaux lourds, HAP) ou de gaz (BTX). La figure 1 en résume les principales caractéristiques :

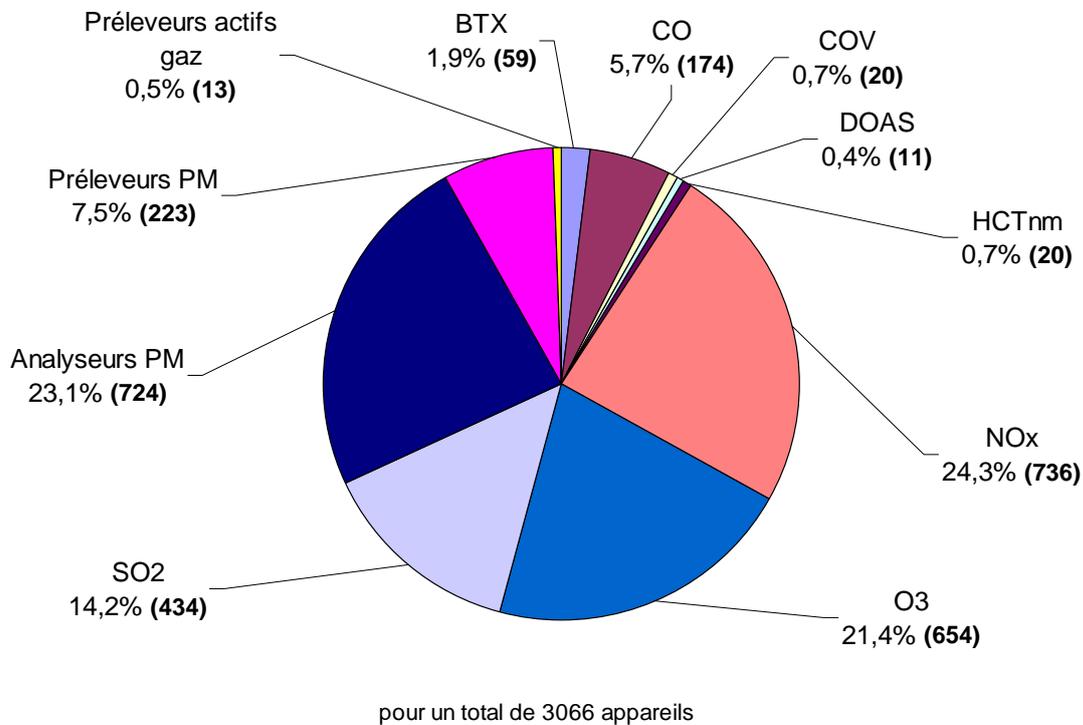


Figure 1 : Répartition du parc d'appareils en AASQA (au 15/09/2009)

Le tableau montre les variations entre les bilans de 2008 et 2009:

Tableau I : Répartition du parc d'analyseurs par polluant entre 2008 et 2009

	Etat 2008	Etat 2009	Variation
SO ₂	510	434	-14,9%
NO/NO _x	763	736	-3,5%
O ₃	670	654	-2,4%
PM ₁₀ & PM _{2,5}	631	724	+14,7%
CO	192	174	-9,4%
Préleveurs	221	236	+6,8%
BTX-COV	88	79	-10,2%
HCTnm	20	20	0%
DOAS	11	11	0%
Total	3107	3066	-1,3%

Une légère baisse de l'équipement est constatée sur le plan global, cependant l'accent a été porté sur la mesure et le prélèvement des particules.

Le tableau II donne le détail pour chaque AASQA et par région française.

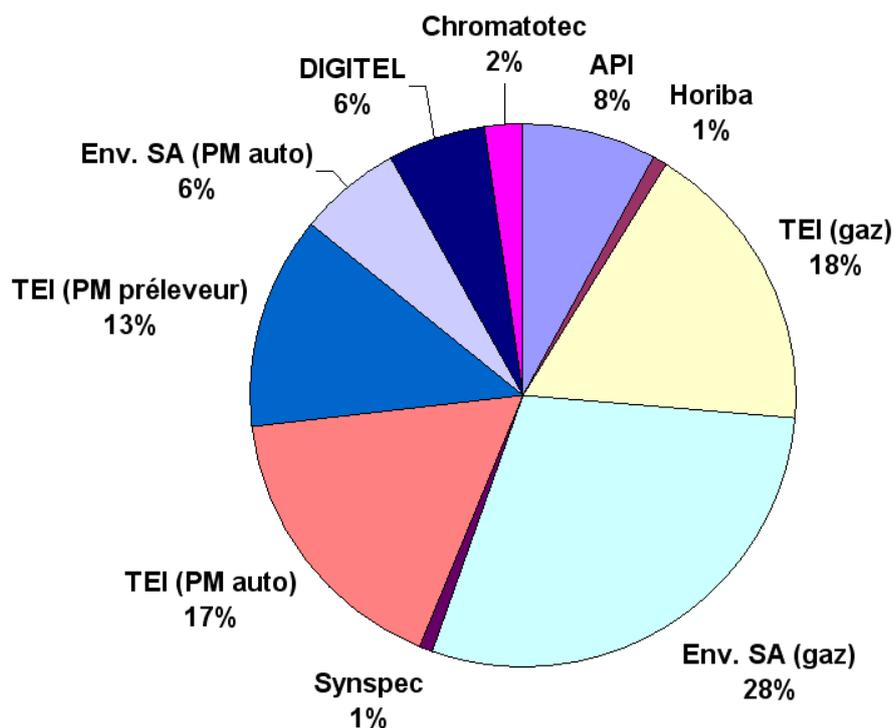
Tableau II : Répartition du parc d'analyseurs par polluant au 15 Septembre 2009

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTn _m	BTX	COV	DOAS	Préleveurs	Total AASQA	Total région
Alsace	ASPA	17	22	5	17	18	0	2	1	1	10	93	93
Aquitaine	AIRAQ	19	27	6	24	37	3	1	2	1	8	128	128
Auvergne	ATMO Auvergne	2	22	3	25	26	0	3	0	1	10	92	92
Basse- Normandie	AIR C.O.M	6	14	1	14	21	0	1	0	0	3	60	60
Bourgogne	ATMOSF'AIR Bourgogne	5	24	7	24	20	0	0	0	0	4	84	84
Bretagne	AIR BREIZH	10	33	6	20	16	0	1	0	0	5	91	91
Centre	LIG'AIR	8	30	4	32	29	0	2	1	0	15	121	121
Champagne- Ardenne	ATMO Champagne-Ardennes	11	17	5	18	24	0	1	0	0	10	86	86
Franche-Comté	ATMO Franche-Comté	9	22	2	22	19	0	0	0	0	8	82	82
Haute- Normandie	AIR NORMAND	54	20	5	28	22	4	1	2	0	15	151	152
Ile-de-France	AIRPARIF	21	60	16	40	44	0	4	2	0	13	200	200
Languedoc- Roussillon	AIR Languedoc- Roussillon	11	16	7	23	18	0	2	0	0	7	84	84
Limousin	LIMAIR	10	15	3	13	13	1	1	0	0	6	61	61
Lorraine	AIRLOR	15	24	13	20	16	0	1	0	0	5	94	232
	Atmo Lorraine Nord	28	35	4	21	33	1	8	0	1	7	138	
Midi-Pyrénées	ORAMIP	15	29	10	20	26	0	5	0	2	13	120	120
Pays-de-Loire	AIR Pays de la Loire	20	29	9	22	24	0	2	0	1	9	116	116
Picardie	ATMO Picardie	4	12	2	16	14	1	0	1	0	7	58	58

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTnm	BTX	COV	DOAS	Préleveurs	Total AASQA	Total région
Nord-Pas de Calais	ATMO Nord Pas de Calais	38	54	15	46	77	2	11	0	1	25	268	268
Poitou-Charentes	ATMO Poitou-Charentes	6	22	5	21	23	1	1	1	0	9	89	89
Provence Alpes Côte d'Azur	ATMO PACA	14	37	12	48	33	0	1	1	1	5	152	262
	AIRFOBEP	35	19	5	23	16	7	3	0	0	2	110	
Corse	QUALITAIR Corse	1	12	0	9	8	0	0	0	0	1	31	31
Rhône-Alpes	GIERSA	44	80	21	63	68	0	7	6	2	29	319	427
	AIR AIN & Pays Savoie	6	31	2	24	36	0	2	0	0	7	108	
DOM	GWAD'AIR	2	4	0	4	3	0	0	0	0	0	13	128
	ORA GUYANE	2	3	1	3	4	0	0	0	0	0	13	
	MADININAIR	5	11	2	5	10	0	0	0	0	1	34	
	ORA REUNION	16	12	3	9	26	0	0	0	0	2	68	
	Total	434	736	174	654	724	20	59	17	11	236	3066	

La répartition entre fournisseurs est décrite par la figure 2:

Figure 2 : Répartition des appareils en AASQA selon les fournisseurs sur l'ensemble du parc



Même si le constructeur français Environnement SA occupe une part importante du parc, on constate son repli par rapport à l'année dernière au profit des constructeurs étrangers. La clé de la répartition devrait évoluer assez vite, suite à la mise en conformité du parc analytique selon les recommandations de la dernière Directive européenne.

1.3 Etude détaillée du parc instrumental français

1.3.1 Les analyseurs de SO₂

Le tableau III résume la situation du parc d'appareils de SO₂ en AASQA au 15 Septembre 2009:

Tableau III : Composition du parc d'analyseurs de SO₂ (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	434	100
Environnement SA AF21M	247	56,9
Environnement SA AF22M	30	6,9
SERES (SF2000 & 2000G)	87	20,0
TEI Modèle 43C	18	4,1
TEI Modèle 43i	28	6,5
API Modèle 100 ^E	17	3,9
HORIBA Modèle APSA 370	1	0,2
Environnement SA CH2S (mesure composés soufrés)	6	1,4

Les 434 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 271 (62,4%) en station de mesure de la qualité de l'air (donc a priori directement concernés par la norme NF EN 14212)
- 65 (15 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 9 (2,1 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 89 (20,5 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

61% du parc d'appareils (soit environ 265 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur est donnée dans le graphe suivant, confirmant la représentation majoritaire des fournisseurs français SERES et Environnement SA (85% de représentation) :

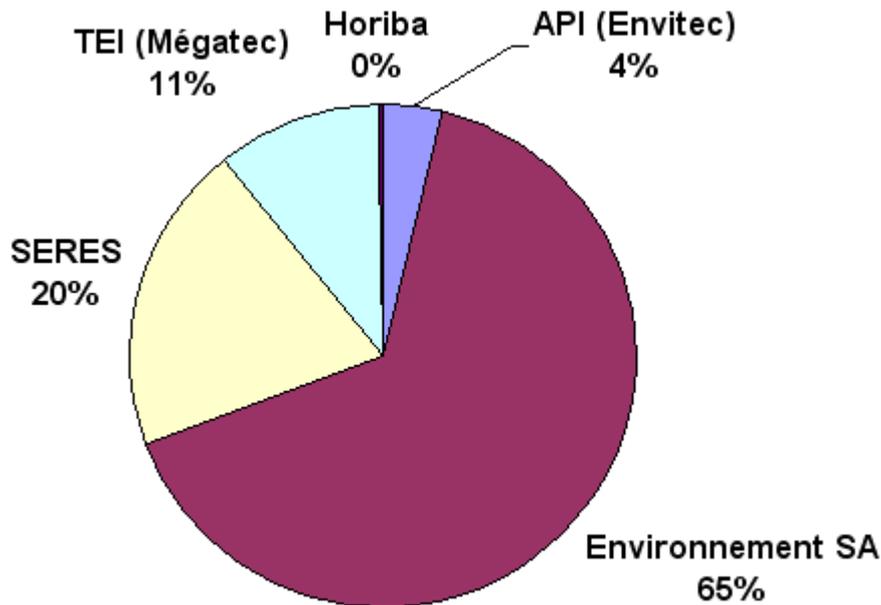


Figure 3: Répartition chez les AASQA par marque des analyseurs de SO₂ (au 15/09/2009)

La mesure des composés soufrés est spécifique à deux AASQA (ORAMIP et AIRFOBEP).

La marque SERES est toujours présente (87 appareils de cette marque déclarés sur le parc dont 66 encore en station de mesure ou en moyen mobile), la diminution par rapport à l'année dernière étant de l'ordre de 34%.

Si on se réfère au critère « appareil approuvé par type selon la norme NF EN 14212 », le nombre d'appareils remplissant ce critère est estimé à 56 (soit environ 17% du parc actif, c'est à dire en station ou en moyen mobile)

1.3.2 Les analyseurs de NO/NO_x

Le tableau IV donne la répartition des appareils par marque et type :

Tableau IV : Composition du parc d'analyseurs de NO/NO_x (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	736	100
Environnement SA AC31M	263	35,7
Environnement SA AC32M	120	16,3
SERES NOx2000 et 2000G	97	13,2
TEI Modèle 42C	104	14,1
TEI Modèle 42 i	101	13,7
API Modèle 200E	44	6,0
HORIBA Modèle APNA 370	4	0,5
Mesure Ammoniac	3	0,4
Dont Environnement SA NH3 31M	1	
Dont SERES NH3 2000G	1	
dont Mégatec modèle 17C	1	

Les analyseurs de NO/NO_x du parc sont utilisés selon une répartition similaire à celle des analyseurs de SO₂ :

- 484 (65,8%) en station de mesure de la qualité de l'air
- 86 (11,7%) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 14 (1,9%) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 152 (20,7%) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

60% du parc d'appareils en activité (soit environ 441 appareils) a plus de 10 ans.

La mesure de l'ammoniac concerne 3 AASQA (Atmo Lorraine Nord, Airbreizh et Air Normand)

Par rapport à SO₂, la part des constructeurs étrangers par rapport aux fournisseurs français SERES et Environnement SA est plus importante (environ 35% contre 15% en SO₂) :

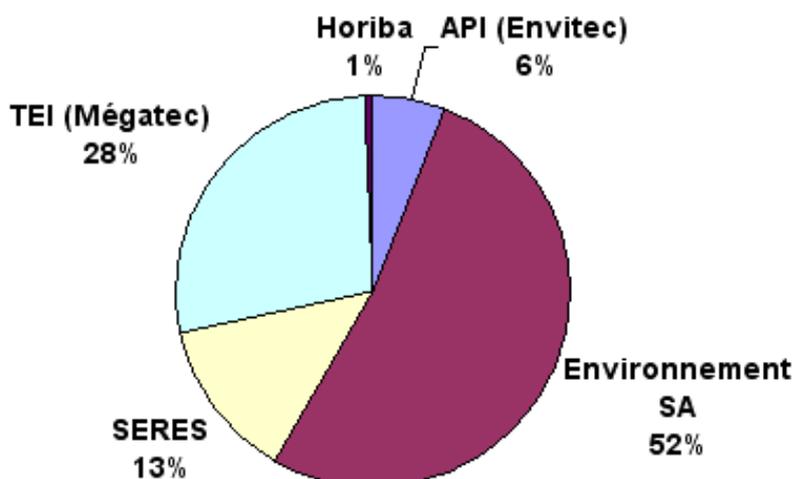


Figure 4: Répartition en AASQA par marque des analyseurs de NO_x (au 15/09/2009)

La présence de la marque SERES est toujours constatée (98 appareils de cette marque déclarés sur le parc dont 76 encore en station de mesure ou en moyen mobile), la diminution par rapport à l'année dernière étant de l'ordre de 20%.

Si on se réfère au critère « appareil approuvé par type selon la norme NF EN 14211 », le nombre d'appareils remplissant ce critère est évalué à 184 (soit environ 32,2% du parc actif en site fixe ou en moyen mobile) au minimum voire 196 en intégrant des appareils potentiellement « upgradables ». Cet aspect nécessitera une étude au cas par cas avec le fabricant.

1.3.3 Les analyseurs de O₃

Le tableau V résume la situation du parc d'appareils de O₃ en AASQA au 15/09/2009:

Tableau V : composition du parc d'analyseurs de O₃ (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	654	100
Environnement SA O3 41M	386	59,0
Environnement SA O3 42M	127	19,4
SERES Oz2000 & Oz2000G	31	4,7
TEI Modèle 49C	41	6,3
TEI Modèle 49 i	47	7,2
API Modèle 400E	22	3,4

Les appareils du parc sont utilisés selon une répartition similaire à celle des analyseurs de SO₂ et de NO/NO_x:

- 427 (65,3 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 80 (12,2 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 19 (2,9 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 128 (19,6%) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

39,4% du parc d'appareils (soit environ 258 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur montre l'hégémonie d'Environnement avec son modèle d'analyseur d'ozone O₃41M (près de 59% de représentation du parc à lui seul) :

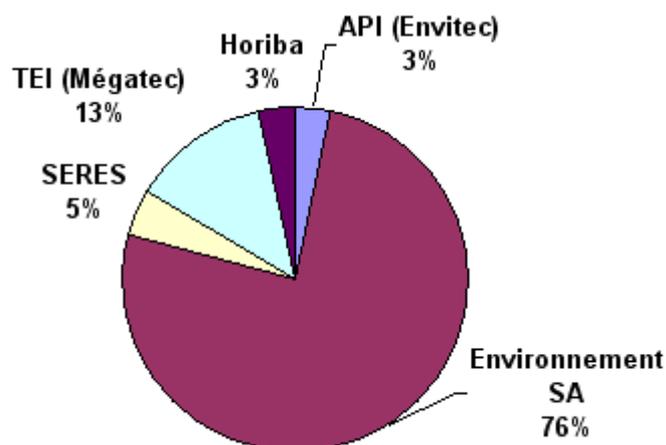


Figure 5: répartition en AASQA par marque des analyseurs de O₃ (au 15/09/2009)

A ce jour, la marque SERES représente encore près de 5% du parc (avec 31 appareils dont 26 en station de mesure ou moyen mobile).

En ne retenant que les appareils répondant au critère « modèle approuvé par type selon la norme NF EN 14211 », un total de 132 analyseurs est atteint (soit environ 20,2% du parc actif en site fixe ou en moyen mobile). En intégrant des appareils potentiellement « upgradables », ce total passe à 154. Là encore, une étude au cas par cas avec le fournisseur est à envisager.

1.3.4 Les analyseurs de CO

Le tableau VI résume la situation du parc d'appareils de CO en AASQA au 15/09/2009:

Tableau VI : composition du parc d'analyseurs de CO (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	174	100
Environnement SA CO11M	108	62,1
Environnement SA CO12M	24	13,8
SERES CO2000 et CO2000G	9	5,2
TEI Modèle 48C	20	11,5
TEI Modèle 48i	8	4,6
Horiba Modèle APMA 370	5	2,9

Le contexte d'utilisation des appareils du parc est sensiblement différent des cas précédents :

- 77 (44,3 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 50 (28,7 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 9 (5,2 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 38 (21,8 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

40,8 % du parc d'appareils (soit 71 appareils dont 51 en station ou moyen mobile) a plus de 10 ans.

La diminution du nombre d'appareils par rapport à l'année dernière (de l'ordre d'une vingtaine d'appareils) n'a pas changé la clef de répartition entre les fournisseurs, Environnement SA détenant les $\frac{3}{4}$ du parc:

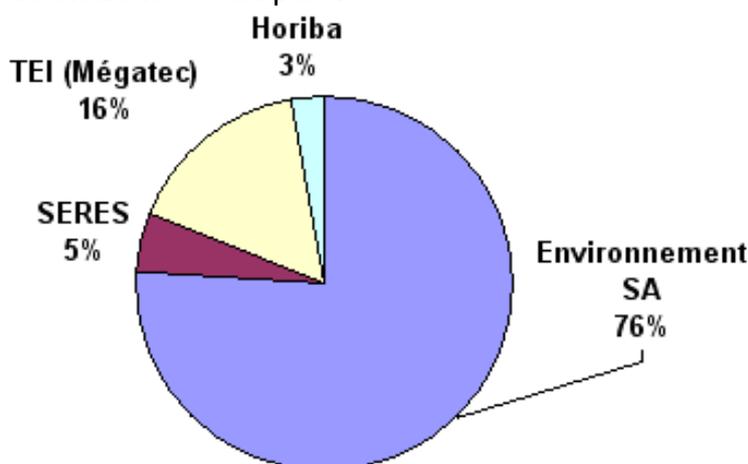


Figure 6: Répartition en AASQA par marque des analyseurs de CO (au 15/09/2009)

Concernant la marque SERES, le polluant CO est le poste sur lequel sa représentation sur le parc est la plus faible (5% soit 9 appareils dont 7 sont encore implantés en site fixe ou en moyen mobile).

En ne retenant que les appareils disposant de l'approbation de type selon la norme NF EN 14626, le parc rassemblerait 19 analyseurs. Ce total pourrait atteindre 32 appareils en incluant les appareils susceptibles d'être mis à jour, sous couvert de l'avis du fabricant.

1.3.5 les analyseurs automatiques de particules

Le tableau VII résume la situation du parc d'analyseurs automatiques de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) en AASQA :

Tableau VII : composition du parc d'analyseurs de PM₁₀ & PM_{2.5} (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	724	100
Environnement SA MP101M PM ₁₀	17	2,3
Environnement SA MP101M-RST PM ₁₀	15	2,1
Environnement SA module RST pour MP101M PM ₁₀	30	4,1
R&P TEOM 1400A PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	10 (<u>1</u>)	1,5
R&P TEOM 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	416 (<u>53</u>)	63,5
R&P TEOM-FDMS version B 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	23 (<u>1</u>)	3,3
R&P TEOM-FDMS version C 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	55 (<u>36</u>)	12,6
R&P module FDMS version B 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	4 (<u>?</u>)	0,6
R&P module FDMS version C 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	48 (<u>23</u>)	9,8
TEI Carusso (*)	1	0,1

(*) : Appareil de mesure automatique de Fumées Noires

La configuration actuelle de la base de données ne permet pas une information précise concernant la tête de prélèvement (PM₁₀ ou PM_{2.5}) car celle-ci n'est malheureusement pas systématiquement donnée par l'AASQA. La clé de répartition entre ces 2 polluants n'est donc qu'indicative (à savoir environ 16% du parc d'appareils automatiques serait en PM_{2.5}, soit 114 appareils). Les évolutions de la base de données prévue en 2010 clarifieront ce point, de même que le risque de redondance (ex : module déclaré individuellement dans l'inventaire ainsi que son association avec un analyseur).

Les 724 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante:

- 549 (75,8%) en station de mesure de la qualité de l'air
- 102 (14,1%) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 73 (10,1 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

30% du parc d'appareils (soit environ 216 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur montre le quasi « monopole » de la marque américaine Thermo avec la microbalance TEOM (plus de 90% de représentation du parc à lui seul) :

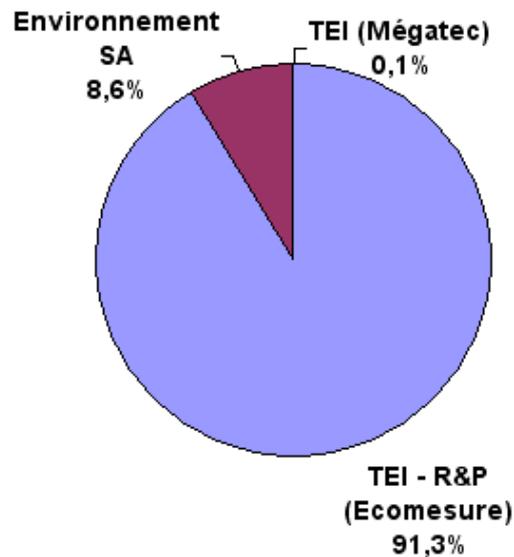


Figure 7: Répartition en AASQA par marque des analyseurs automatiques de particules (au 15/09/2009)

L'explication réside dans le choix de cette technique de mesure en temps réel par les AASQA à partir de 1995 au détriment de la radiométrie bêta (jugée trop contraignante sur le plan administratif compte tenu de la présence d'une source radioactive). L'application de la Loi sur l'Air de 1997 a entraîné un équipement massif et l'application de la Directive de 2008 impliquera le maintien de cette technique dans une certaine proportion :

- pour les particules, la Directive requiert l'emploi d'appareils équivalents à la méthode de référence gravimétrique (respectivement les normes NF EN 12341 pour les PM₁₀ et NF EN 14907 pour les PM_{2.5}), c'est à dire la jauge radiométrique MP101M-RST d'Environnement SA (pour PM₁₀) et le TEOM-FDMS 8500 version b de Thermo (pour PM₁₀ & PM_{2.5}).

- A ce jour, le seul appareil retenu par les pouvoirs publics pour la mesure de l'Indice d'Exposition Moyen associé aux PM_{2.5} est le TEOM avec son module FDMS

La méthode par variation de fréquence restera donc la technique majoritaire dans les réseaux français. Cependant, la mise en place du système centralisé de gestion des sources radioactives ¹⁴C des AASQA dès 2010 devrait favoriser la radiométrie bêta.

En se basant sur les modèles dont la démonstration d'équivalence à la méthode de référence gravimétrique est admise par les pouvoirs publics, 235 appareils du parc actuel ont été identifiés comme répondant aux exigences de la Directive pour PM₁₀. Ce nombre est estimé à une soixantaine d'appareils pour PM_{2.5}, correspondant au nombre de sites requis pour la mesure de l'Indice d'Exposition Moyen qui a démarré en France depuis le 01/01/2009.

La clé de répartition entre les différents appareils risque d'évoluer à court terme, compte tenu des critères budgétaires et techniques. Les appareils peuvent facilement évoluer vers une configuration « conforme » par ajout du module adapté (RST pour la jauge bêta, FDMS pour le TEOM). S'agissant du TEOM, cet ajout ne pouvant se faire que sur des appareils postérieurs à 2001 et ayant des caractéristiques métrologiques suffisantes (ex: faible bruit de fond en fréquence). Ainsi, sur une base de 243 appareils pouvant bénéficier de cette opération, en se limitant aux appareils récents (2 ans maximum), ce nombre n'est plus que de 40. Enfin, il est à noter que la microbalance TEOM 1400AB est retirée du catalogue du constructeur en 2010, au profit d'un nouveau modèle (TEOM 1405) dont l'adaptabilité à un module FDMS existant n'est pas évidente.

1.3.6 les préleveurs séquentiels de particules & gaz

Le tableau VIII résume la situation du parc de préleveurs séquentiels de particules & gaz en AASQA mi septembre 2009. Comme pour les analyseurs automatiques de particules, l'information concernant la tête de prélèvement (PM₁₀ ou PM_{2.5}) n'est malheureusement pas systématiquement donnée par l'AASQA. Cependant, la fraction PM₁₀ est privilégiée pour l'analyse chimique des prélèvements pour la mesure des métaux lourds et des HAP :

Tableau VIII : composition du parc de préleveurs de particules & gaz (au 15/09/2009)

		Nombre	%
Marque & Type	Débit	236	100
R&P Partisol Plus 2025	1 m ³ /h	101	42,8
R&P Partisol 2000	1 m ³ /h	15	6,4
R&P Partisol 2300	1 m ³ /h	20	8,5
R&P ACCU	1 m ³ /h	1	0,4
Mini Partisol 2100	De 1 à 5 L/min	7	3,0
DIGITEL DA80	30 m ³ /h	61	25,8
DIGITEL DPA96	1 m ³ /h	2	0,8
Environnement SA PM162M / PPA60	2,3 – 1,5 m ³ /h	8	3,0
TERA Sypac	ND	11	4,7
Umeg GPST15	ND	4	1,7
Système Breifuss	1 m ³ /h	2	0,8
ADA2 (**)	ND	2	0,8
Desaga	ND	1	0,4
Echochem Pas2000	120 L/h	1	0,4

(*) appareil destiné aux particules sédimentables (particules retombant spontanément par gravité, par opposition aux particules en suspension qui ont dans l'air une vitesse de chute négligeable)

Les 236 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 106 (44,9 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 94 (39,8 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 36 (15,3 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

Le parc d'appareils reste très diversifié dans la mesure où 15 types d'appareils répartis entre 8 marques sont répertoriés. Cette diversification s'explique par les objectifs variés des préleveurs, destinés à :

- l'analyse en différé de leurs échantillons pour les métaux lourds, les HAP-dioxines-pesticides ou le fluor (R&P, DIGITEL, Breifuss, Environnement SA, Desaga),
- l'analyse directe en HAP (Echochem)
- la détermination de la teneur pondérale en poussières sédimentables (ADA2)
- la mesure de COV type BTX ou aldéhydes (Umeg ou TERA).

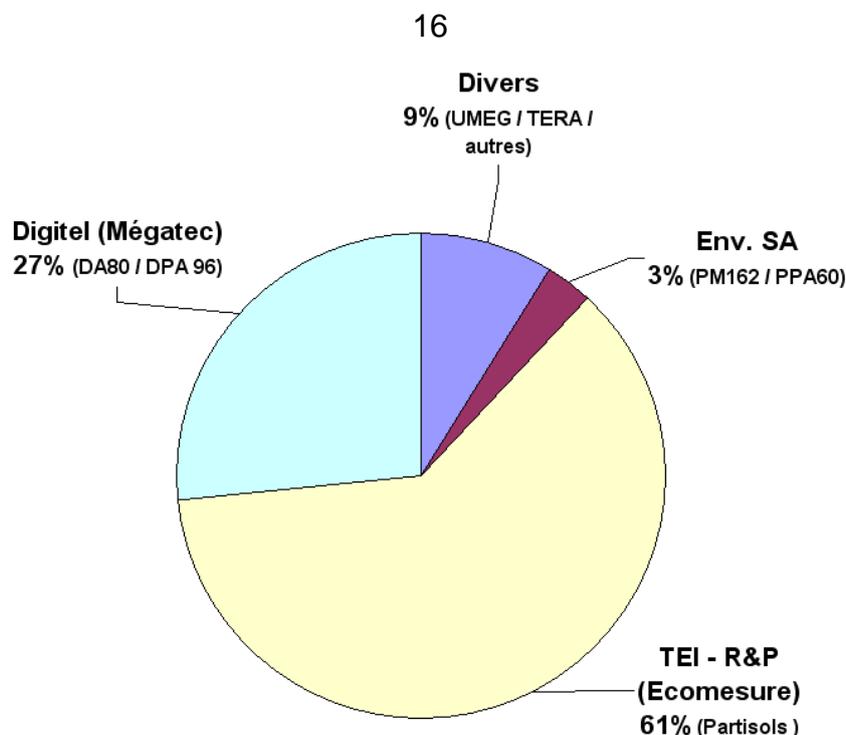


Figure 8: Répartition en AASQA par marque des préleveurs de particules & gaz (au 15/09/2009)

En ne considérant que les mesures relevant de la réglementation européenne (métaux lourds, HAP, benzène) ainsi que le retour d'expérience permettant d'attester la conformité de l'appareil par rapport à un préleveur de référence selon la norme correspondante (NF EN 12341 pour les PM₁₀, NF EN 14662-1&2 pour le benzène), le nombre d'appareils à considérer est de 221: 206 pour les PM₁₀, couverts par les constructeurs Thermo et DIGITEL, 15 pour le benzène couverts par les fabricants Umeg et TERA. Il est à noter que l'institut Umeg a cessé la fabrication de son préleveur actif de gaz.

1.3.7 les analyseurs automatiques de BTX

Le tableau IX résume la situation du parc d'appareils de BTX en AASQA fin 2009:

Tableau IX : composition du parc d'analyseurs de BTX (au 15/09/2009)

	Principe analytique	Nombre	%
Marque & Type		59	100
Environnement SA VOC 71M	Chromatographie FID	10	16,9
Environnement SA VOC 71M	Chromatographie PID	20	33,9
Environnement SA BTX 61M	Chromatographie FID	2	3,4
ChromatoTec Airmotec (*)	Chromatographie FID	15	25,4
Syntec GC855	Chromatographie PID	4	6,8
Syntec GC955	Chromatographie PID	8	13,6

(*) : 3 types d'appareil de la marque Chromatotec utilisés pour la mesure des BTX ont été réunis: l'Airmotec, l'Airmo-BTX 1000 et le ChromaTrap BTX

Le constructeur Environnement SA est majoritaire :

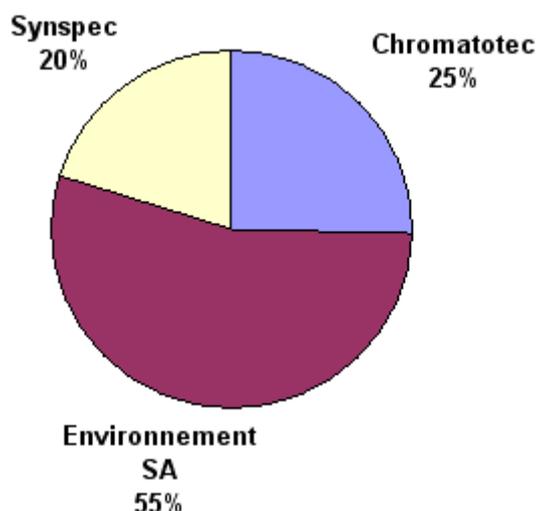


Figure 9: Répartition en AASQA par marque des analyseurs automatiques de benzène (au 15/09/2009)

Les 59 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 34 (57,6 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 12 (20,3 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 2 (3,4 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou d'activités d'étalonnage)
- 11 (18,6 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

Si on ne retient que les appareils bénéficiant de l'approbation de type décrite dans la norme NF EN 14662-3, 17 analyseurs sont répertoriés

- 8 de la marque Synspec avec le modèle GC 955 série 601 PID¹
- 9 du fabricant ChromatoTec avec le modèle Airmo BTX 1000 PID² (sous réserve de la confirmation de la configuration PID des appareils des AASQA)

La caractérisation spécifique de COV (ex : précurseurs de l'ozone) requiert un appareillage spécifique (TurboMatrix de Perkin Elmer, AirmoVOC (C₆ à C₁₂) de ChromatoTec, COV AMA) utilisant un principe "assez différent" des analyseurs de polluants classiques, à savoir la Chromatographie en Phase Gazeuse associée à une pré-concentration sur adsorbants et couplée dans certains cas à la Spectrométrie de Masse. Les 18 appareils utilisés en France (1 Turbomatrix à l'Aspa, 2 AirmoVOC C₆-C₁₂ à Airaq, 1 AirmoVOC à Lig'air, 2 Turbomatrix à Airparif, 1 Turbomatrix à Atmo Picardie, 3 AirmoVOC à Airnormand, 1 AirmoVOC à Atmo Poitou-Charentes, 1 Turbomatrix à Atmo PACA, 5 Turbomatrix à Atmo Rhône Alpes, 1 COV AMA à Atmo Rhône Alpes) sont utilisés ainsi :

- 6 (33,3%) en laboratoire d'analyses
- 7 (38,9%) sur site
- 4 (22,2%) en cabine mobile
- 1 (5,6) en réserve

¹ "Supplementary report according to DIN EN 14662-3 to the type-approval-test of two gas chromatographs of Synspec GC 955 serie 601" – Rapport UMEG n° 53-09/05 du 26/04/06

² certification européenne décernée par le CNR (Italie) en Juillet 2007, basée sur une actualisation des tests de « certification » TÜV (Allemagne) faits en 1996 sur le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes

1.3.8 Les appareillages particuliers

1.3.8.1 Les analyseurs d'hydrocarbures totaux et non-méthaniques (HCTnm)

Le tableau X résume la situation du parc d'appareils de HCTnm en AASQA fin 2009:

Tableau X : composition du parc d'analyseurs de HCTnm (au 15/09/2009)

	Nombre
Marque & Type	20
Environnement SA HC51M	8
SERES HCTNM 2000 & 2000 G	12

Les appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 11 (55 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 3 (15 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 6 (30 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

La majorité des appareils est antérieure à 2002 et est de la marque SERES. Cependant le maintien de ce type d'appareil est constaté. Ce type de mesure est essentiellement pratiqué dans un contexte industriel.

1.3.8.2 Les appareils à long trajet optique

Le tableau XI résume la situation du parc d'appareils à long trajet optique en AASQA fin 2009:

Tableau XI : composition du parc d'analyseurs à long trajet optique (au 15/09/2009)

	Nombre
Marque & Type	11
Environnement SA SANOVA 3C	4
OPDIS 300 ou ER150	6
TEI DOAS 2000	1

Les appareils du parc sont tous utilisés selon la même configuration en station de mesure de la qualité de l'air, à savoir la mesure de SO₂, NO₂ et O₃. Bien que vieillissants, 10 de ces appareils continuent d'être utilisés sur site. Cette technique peut ressusciter un intérêt avec la mise en route de travaux spécifiques sur la Differential Optical Absorption Spectroscopy (D.O.A.S.) par le GT CEN n° 18 « Mesures optiques à longue distance »

1.3.9 Les systèmes d'étalonnages dynamiques portables

144 systèmes d'étalonnage dynamiques portables ont été recensés au 15/09/2009. Le tableaux XII résume la situation du parc par polluant:

Tableau XV : composition du parc d'appareils (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	157	100
Environnement SA VE3M	35	22,3
LNI (3001-3002-3012-3022 & 3025)	53	33,8
Ansyco (KT-GPT, KT O3 & KV2M)	52	33,1
Thermo (49i PS, 49 CPS et 165C)	16	10,2
Calibrage Aircal 2000	1	0,6

Le type de matériel le plus ancien est la valise portable par perméation VE3M d'Environnement SA, dédiée spécifiquement au polluant SO₂.

Le constructeur suisse LN Industries et le fabricant allemand Ansyco sont spécialisés dans la fabrication de matériel destiné à l'étalonnage des analyseurs de gaz.

1.4 Bilan des appareils approuvés par type présents sur le parc instrumental français

L'approbation par type (ou « homologation de type » dans la nouvelle Directive est un processus à 2 étapes :

- la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante et effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type
- l'accord délivré par les autorités compétentes, permettant aux usagers d'acquérir le matériel jugé conforme.

Lors de ce processus, les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais doivent être acceptés. A ce jour, seul le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne) répond à cette condition et 4 marques & type d'analyseurs automatiques de polluants atmosphériques gazeux inorganiques bénéficiant de rapports d'essais ont été testés dans cet organisme. Les dernières recommandations du Ministère en Charge de l'Environnement stipulent que « *le LCSQA tient à jour une liste de référence (validée par le MEEDDM) des appareils que les AASQA peuvent acheter (déclarés conformes par l'ACIME ou par d'autres organismes européens équivalents)* »³. L'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure pour l'Environnement) délivre une certification pour les appareils selon le label « Marque NF Instrumentation pour l'Environnement » mais ne dispose pas en France de laboratoire accrédité ISO 17025 pour la conduite d'essais d'approbation de type. Au 1^{er} janvier 2008, seuls 2 appareils d'un seul fabricant étaient couverts par cette marque.

³ Surveillance de la qualité de l'air ambiant - Guide de lecture des directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE (Octobre 2009) – document ADEME n°6534 - ISBN 978-2-35838-028-7

Pour aider la mise en place d'un processus d'homologation des appareils en France, le LCSQA-EMD a rédigé une note d'explication pour le Ministère en charge de l'Environnement, détaillant le contexte réglementaire et normatif et proposant une liste d'appareils susceptibles de répondre aux exigences réglementaires européennes couvrant l'ensemble des polluants réglementés (cf. annexe 1). A ce jour, cette liste est en attente de validation. Elle est basée sur les appareils :

- disposant de rapports d'essais (disponibles auprès du LCSQA),
- montrant le respect de l'équivalence à la méthode de référence dans le cas des particules

Cette liste comprend également les préleveurs pour la mise en oeuvre de la Directive 2004/107/CE.

En se basant sur cette liste, le total d'appareils répondant aux exigences de la Directive de 2008 peut être estimé à 864 extensible à 898 (soit environ 28,2% à 29,3% du parc actuel), selon la répartition donnée dans le tableau XVI :

Tableau XV : répartition des appareils pouvant être considérés comme « conforme à la Directive de 2008 » à partir du parc d'appareils (au 15/09/2009)

Polluant	Nombre & type
SO ₂	56 analyseurs automatiques
NO – NO _x – NO ₂	184 à 196 analyseurs automatiques
O ₃	132 à 154 analyseurs automatiques
CO	19 analyseurs automatiques
Benzène	17 analyseurs automatiques + 15 préleveurs actifs
PM ₁₀ & PM _{2.5} (concentration massique)	235 analyseurs automatiques
PM ₁₀ (métaux lourds & HAP)	206 préleveurs séquentiels

2 RETOUR D'EXPERIENCE DES AASQA SUR LA THEMATIQUE « PROBLEMES D'INSTRUMENTATION » EN 2009

Suite à un questionnaire préparatoire aux ateliers « Forum analyseurs & point sur la mesure des particules » et « Mesure par prélèvement » des Journées Techniques des AASQA de Belfort les 29 & 30 septembre 2009, un retour d'expérience sur le comportement des équipements (selon le polluant, la marque et le type d'appareil) et un avis sur le Service Après Vente des constructeurs a été effectué (cf. documents de travail pour les ateliers en annexe 2) :

Les principales informations tirées de l'enquête sont les suivantes :

- Les renouvellements d'appareils se portent uniquement vers les modèles approuvés par type. Les AASQA ont un grand besoin de décision et d'orientation par les pouvoirs publics vers les appareils à prendre en considération. La validation de la liste d'appareils proposée par le LCSQA est un premier élément.
- Le constructeur français Environnement SA semble avoir regagné la confiance de la plupart des utilisateurs, qui notent une certaine amélioration de ses prestations. Cela prédit un partenariat spécifique du constructeur avec certaines AASQA. Même si ils sont couverts par l'approbation de type, les constructeurs étrangers (Thermo, API et Horiba)

suscitent des questions dans les AASQA (prix des pièces détachées, évolution des prestations de service, maintien de la qualité des produits).

- Il y a confirmation du besoin des AASQA pour la mesure des particules : recommandations en terme d'assurance-qualité, tant sur le plan de la maintenance (préventive & curative) que de la validation des données, transmission rapide des informations entre utilisateurs et décideurs.
- Le préleveur actif sur cartouche commercialisé par TERA pour les gaz (essentiellement benzène et COV) montre un potentiel intéressant mais doit absolument faire l'objet d'échanges entre les utilisateurs et le constructeur si on veut éviter que l'appareil ne soit pénalisé par une mauvaise réputation.

3 BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN AASQA

Dans le cadre des demandes d'investissement, l'ADEME a souhaité pouvoir disposer d'un document de référence communicable à ses délégations régionales, présentant les appareils susceptibles d'être utilisables en réseau de surveillance de la qualité de l'air. Outre des informations techniques, ce document doit également comporter des éléments financiers sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. Le LCSQA-EMD a donc répondu à cette demande. Le rapport est en annexe 3.

4 CONCLUSION

La Directive 2008/50/CE fixe un échéancier de mise en conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre régalien européen selon un timing spécifique. Ainsi elle exige spécifiquement que «tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes (sous entendu pour l'application des 2 Directives) doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 ».

Une estimation du nombre d'appareils répondant à cette exigence a pu être faite. Ainsi, environ 29% du parc actuel (soit entre 850 et 900 appareils) conviendrait.

S'agissant de l'évolution de la configuration du parc d'appareils, les éléments importants influençant un achat sont le retour d'expérience d'utilisateurs, les originalités technologiques (ex : gestion spécifique de dérive de lampe pour un analyseur de SO₂), la réactivité du fabricant ou du distributeur, les prix attractifs (tant à l'achat qu'à l'entretien) et les extensions de garantie (pouvant atteindre plusieurs années). Le besoin d'achat est souvent justifié par le coût d'entretien (pouvant devenir excessif au delà de 8 à 10 ans d'exploitation) et la dégradation des performances métrologiques (répétabilité, dérives) qui sont des éléments importants pour la fiabilité des résultats. Il est donc nécessaire d'avoir une bonne connaissance du parc et de consulter régulièrement les utilisateurs sur le comportement effectif des appareils sur le terrain, permettant de juger des performances d'un constructeur (qualité de fabrication et du service après vente).

ANNEXES

Annexe n°1 : Document de référence de l'étude

Annexe n°2 : Note du LCSQA « Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009 » (août 2009)

Annexe n°3 : Documents de travail de l'atelier « Forum analyseurs - points sur Particules » et de l'atelier « Mesure par prélèvement » des Journées Techniques des AASQA (Belfort – 29 & 30/09/2009)

Annexe n°4 : Rapport d'étude « Bilan des appareils susceptibles d'être utilisés en réseau de surveillance de la qualité de l'air »

ANNEXE N°1

DOCUMENT DE REFERENCE DE L'ETUDE

THEME 2 : Métrologie / Etude des performances des appareils de mesure

ETUDE N° 2/2: SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

Responsable de l'étude : EMD

Objectifs

Les objectifs de cette étude sont multiples :

- Suivi permanent du parc instrumental du dispositif français de surveillance de la qualité de l'air
- Gestion des échanges d'informations entre les utilisateurs, les constructeurs et les pouvoirs publics
- Animation de l'atelier concernant les problèmes techniques observés sur les appareils lors des Journées Techniques des AASQA (désormais annuelles)
- Aide à la gestion de la base de données INVEST de suivi des équipements analytiques des AASQA (partie « inventaire national des équipements »)
 - ↳ Assurance – Qualité des données et exploitation scientifique de l' « Inventaire National des Equipements » (sous-ensemble de la base INVEST sur Atmonet.org, gérée par l'ADEME)
 - ↳ Expertise pour l'ADEME sur le fonctionnement des équipements analytiques des AASQA
- Veille technologique sur les appareils (amélioration des produits existants, entrée sur le marché de nouveaux systèmes avec retour d'expérience le cas échéant) pour l'information des utilisateurs avant acquisition de matériel.

Contexte et travaux antérieurs

A l'horizon 2013, le parc instrumental français utilisé dans le cadre de l'application de la nouvelle Directive sur la Qualité de l'air ambiant devra être conforme aux méthodes de référence décrites par les normes EN de 2005 pour les polluants SO₂, NO/NO_x/NO₂, O₃, CO et C₆H₆.

Bien que les appareils concernés soient couverts par une approbation de type et une certification de produit, leur comportement effectif sur le terrain et la qualité de leur fabrication nécessitent d'être surveillés. Ce constat concerne également les préleveurs de particules sur filtres ainsi que les dispositifs d'étalonnage portables (hors mélanges gazeux comprimés). L'atelier relatif aux problèmes rencontrés sur ces différents appareillages, régulièrement au programme des Journées Techniques des AASQA en témoigne.

Un point focal d'informations pour les différents protagonistes du dispositif national de surveillance est donc nécessaire :

- pour les utilisateurs sur le plan technique, tant sur les appareils usuels que sur les nouveaux dispositifs
- pour les constructeurs pour le retour d'expérience sur leurs produits,
- pour les pouvoirs publics (Ministère en charge de l'Environnement, ADEME) dans le cadre des orientations techniques, notamment vers les appareils approuvés par type tel que définis dans les normes EN et tel que imposés à moyen terme par la nouvelle Directive unifiée,
- pour l'organisme national de certification (ACIME) dans le cadre du suivi des produits certifiés.

Travaux proposés pour 2009

En réponse à ces besoins, le LCSQA propose d'assurer le suivi du parc instrumental français au travers :

- de la centralisation des problèmes rencontrés sur les différents appareillages (analyseurs automatiques, préleveurs séquentiels de particules, systèmes dynamiques d'étalonnage portables) du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air, à partir d'une consultation régulière des responsables techniques d'AASQA. Cela pourra amener l'organisation de rencontres utilisateurs / fabricant dans le cas de problèmes généralisés, afin d'aboutir à la mise en place d'actions correctives globales. De même, dans le cas d'appareils certifiés "NFIE", un retour d'informations à l'ACIME pourra être fait, permettant une action auprès du fabricant.
- de l'aide à la gestion de la Base de Données INVEST (partie « inventaire national des équipements ») permettant un suivi des équipements métrologiques des AASQA. Le contrôle de la qualité des données de l'inventaire sera assuré, ainsi qu'une exploitation permettant à l'ADEME d'avoir une veille technologique et informative communicable aux délégations régionales (génération d'appareil, avantages & inconvénients ou innovations technologiques selon la marque et le type, liste actualisée des appareils approuvés par type etc...)
- d'une veille technologique sur les appareils, organisée autour d'une cellule d'alerte qui réunira les experts thématiques du LCSQA (EMD, LNE et INERIS), l'ADEME et des représentants des AASQA.. En cas d'amélioration de produit existant ou de l'entrée sur le marché de nouveaux systèmes, identifiée par le LCSQA ou par une AASQA, un dossier technique sera constitué (avantages & inconvénients avec retour d'expérience le cas échéant) pour l'information de l'ensemble des utilisateurs potentiels avant acquisition de matériel. Dans le cas de nouveaux appareils certifiés arrivant sur le marché, l'objectif sera de mutualiser les premières expériences sur le terrain avant d'envisager des achats massifs d'appareils qui ne donneraient pas satisfaction dans le temps. Dans le cas d'appareils qui ne font pas aujourd'hui l'objet d'une certification (TEOM-FDMS 1405, préleveurs de particules bas débit ...) ou qui ne le feront pas dans le futur (analyseurs miniaturisés ...), l'objectif sera d'informer les AASQA le plus efficacement possible sur les tests de performances réalisés par le LCSQA ou éventuellement par des AASQA (programmation, échéances, et résultats).

Renseignements synthétiques

Titre de l'étude	Suivi du parc instrumental des AASQA		
Personne responsable de l'étude	F. MATHE		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	Oui		
Heures d'ingénieur	EMD: 300	INERIS:	LNE:
Heures de technicien	EMD:	INERIS :	LNE :
Document de sortie attendu	Rapport d'étude		
Lien avec le tableau de suivi CPT	Thème 2 : Métrologie / poursuite du suivi du parc		
Lien avec un groupe de travail	Non		
Matériel acquis pour l'étude	-		

ANNEXE n°2

Note du LCSQA « Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009 » (août 2009)

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Rédaction : F. MATHE (LCSQA – Mines de Douai)

1. rappel du contexte

1.1 La réglementation

La Directive n°2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe introduit la notion d'homologation de type (en anglais « type approval » le plus souvent traduit par « approbation de type ») dans l'annexe VI (relative aux méthodes de référence à mettre en œuvre), au point E (Reconnaissance mutuelle des données) :

« En effectuant l'homologation de type démontrant que les appareils satisfont aux exigences de performance des méthodes de référence énumérées dans la section A, les autorités et les organismes compétents désignés en application de l'article 3 acceptent les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais. »

La définition de l' "homologation de type" (ou approbation de type) est donnée dans les normes européennes éditées par le CEN et désignées comme méthodes de référence dans la Directive:

« Décision d'un laboratoire désigné selon laquelle le modèle d'un analyseur est conforme aux exigences spécifiées dans la norme européenne correspondante » (comparable à l' "approbation de modèle "décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

La conformité est jugée sur la base des résultats obtenus lors d' « essais d'approbation de type » qui consistent en l' :

« examen de deux ou plusieurs analyseurs du même modèle, soumis par un fabricant à un organisme désigné ; cet examen inclut les essais nécessaires à l'approbation de modèle » (comparable à l' "évaluation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

En toute rigueur, l'homologation de type s'applique à tous les appareillages qui sont utilisés dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive, sous réserve de l'existence du cahier des charges que constitue la norme européenne choisie comme méthode de référence. Les référentiels normalisés actuels mentionnant un processus d'homologation de type ne concernent que des appareils automatiques commercialisés (dits « analyseurs ») dont la durée de vie dans le catalogue du constructeur dépasse rarement les 10 ans. Toute modification de conception d'un appareil approuvé par type doit être signalée par le fabricant à l'autorité responsable, afin que soit jugée la pertinence de nouveaux essais. Ce processus, sommairement décrit dans les normes EN, est plus détaillée dans la récente norme EN 15267 « Qualité de l'air - Certification des systèmes de mesurage automatisés » dans la partie 2 « évaluation initiale du système de gestion de la qualité des fabricants de systèmes de mesure automatisés et surveillance après certification du procédé de fabrication ». Cette norme sera mentionnée dans la prochaine version révisée des normes EN (prévue pour la fin 2009).

Les organismes impliqués dans le processus d'homologation de type étaient définis à l'origine dans l'article 3 de la Directive Cadre n°96/62/CE:

« ... les Etats Membres désignent aux niveaux appropriés les autorités compétentes et les organismes chargés de l'agrément des dispositifs de mesure (méthodes, appareils, réseaux, laboratoires) »

La récente Directive n°2008/50/CE reprend le texte original dans son article 3 en ajoutant :

- la coopération avec les autres Etats Membres et la Commission
- des recommandations sur le plan de l'assurance de la qualité (cf. annexe I « objectifs de qualité des données - point C » concernant l'assurance de la qualité pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant: validation des données) qui font référence à la norme EN ISO 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »

L'une des conséquences de la coopération avec les autres Etats Membres est la « reconnaissance mutuelle des données » citée ci dessus. Cette reconnaissance des processus d'homologation de type s'illustre d'ores et déjà avec l'accord entre l'UBA en Allemagne (où les tests d'approbation de type sont effectués par le TÜV ou le LUBW qui sont accrédités ISO 17025 pour ce type d'activités) et l'Agence de l'Environnement en Angleterre et Pays de Galles (Environment Agency of England and Wales) qui gère le système UK MCERTS (où les tests d'approbation de type sont effectués par le NPL ou la société AEA Technology)

Sur le plan du matériel, la Directive fixe un planning de mise en œuvre de la réglementation (cf. Annexe VI point D. Introduction de nouveaux appareils) :

« Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en œuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010.

Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 »

1.2 Les normes CEN

Les normes CEN ayant le statut de méthode de référence dans la réglementation européenne et décrivant un processus d'approbation de type sont les suivantes:

1. **NF EN 14211 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR";
2. **EN 14212 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV";
3. **EN 14624 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV »;
4. **EN 14625 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif »;
5. **EN 14662 Partie 3 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ - Partie 3 : prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site »

Il convient de noter que :

- les méthodes 1 à 4 sont en cours de révision mais le texte relatif à l'approbation de type n'est pas (ou peu) concerné.
- certains paramètres déterminés lors des tests d'approbation de type doivent être repris par l'utilisateur dans le calcul d'incertitude demandé par la Directive dans le cadre des Objectifs de Qualité des Données.
- les autres méthodes de référence mentionnées dans la Directive n°2008/50/CE sont manuelles et n'imposent rien en matière d'approbation de type. Il est à noter que dans le cadre de la Directive n°2004/107/CE (4^{ème} Directive Fille relative aux métaux lourds et aux HAP), la norme EN 15852 (en cours d'élaboration) « Qualité de l'air ambiant - Méthode

normalisée pour la détermination du mercure gazeux total » décrira un processus d'approbation de type. De même, la future norme décrivant la méthode normalisée pour le mesurage de la concentration massique de particules en suspension dans l'air ambiant intégrera l'approbation de type.

- dans les normes CEN, l'accréditation d'un laboratoire conformément à l'EN ISO 17025 pour effectuer des essais d'approbation de type est une recommandation et non une exigence.
- lorsqu'une méthode de référence n'est pas utilisée par un Etat Membre, le recours à une méthode dite « équivalente » est possible, sous couvert des recommandations données par la Directive (cf. Annexe VI point B « démonstration de l'équivalence »)

1.3 La situation de la France

L'autorité compétente est le Ministère en charge de l'Environnement.

Créée en 2003 par AFNOR Certification, le LNE et l'INERIS, l'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure de l'Environnement) est un organisme de certification spécialisé dans le domaine de l'instrumentation pour l'environnement. Il est mandaté pour l'attribution de la marque « NF Instrumentation pour l'Environnement » aux appareils de mesure à l'émission et dans l'air ambiant. Dans un proche avenir, il pourrait jouer le rôle d'organisme désigné dans le cadre du processus français d'homologation de modèle, en tenant compte qu'en tant qu'organisme de certification, l'ACIME n'effectue pas de tests d'approbation de type mais peut avoir recours à un laboratoire, si possible ayant l'accréditation ISO 17025 pour la conduite de tels essais.

Note: l'ACIME a par le passé délivré une certification pour des analyseurs de la qualité de l'air ambiant (analyseurs de CO, SO₂, O₃, NO_x, BTX), réalisées sur la base d'un nombre plus limité de caractéristiques de performances que celles prises en compte dans les normes européennes parues en 2005 et selon des modes opératoires différents. Cela avait entraîné une non-reconnaissance de la part des Etats Membres. Pour des raisons stratégiques, les constructeurs se sont alors tournés vers les systèmes plus reconnus (tel que le système allemand UBA - TÜV). Ceci a pour conséquence d'avoir une seule marque avec deux types d'appareils pour l'analyse de l'air ambiant ayant la marque « NF Instrumentation pour l'environnement » alors que le parc instrumental français comporte d'ores et déjà quatre marques d'analyseurs bénéficiant de rapports d'approbation de type ou ayant le statut d'appareils homologués dans d'autres Etats Membres. Les caractéristiques de performance déterminées lors des essais d'approbation de type sont d'ailleurs reprises dans le calcul d'incertitude effectué par certaines AASQA, conformément aux règles émises au niveau national par le LCSQA ^[1]

Dans ces conditions, compte tenu du délai imposé par la Directive, il semble approprié de baser l'homologation française sur les critères suivants :

- existence et reconnaissance des rapports d'approbation de type montrant la conformité à la méthode de référence réglementaire, sur la base d'essais effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités
- le cas échéant, prise en compte du retour d'expérience sur le terrain
- démonstration de l'équivalence à la méthode de référence
- établissement d'une liste de référence des appareils pouvant être utilisés dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air ambiant
- mise à jour périodique de cette liste par l'ACIME (sur la base d'une évaluation de dossier technique, d'un audit sur site du fournisseur et de la prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs d'appareils certifiés)

[1] Fascicule de Documentation AFNOR FD X43-070-2 (Avril 2007) « Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site »

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Cas des polluants gazeux inorganiques

	Polluant			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
méthode de référence	EN 14211	EN 14625	EN 14212	EN 14626
Principe de mesure	Chimiluminescence	Absorption UV	Fluorescence UV	Rayonnement IR non dispersif

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M ⁽¹⁾	O3 42M ⁽²⁾	AF 22M ⁽³⁾	CO 12M ⁽⁴⁾
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i ⁽⁵⁾	49 i ⁽⁶⁾	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer ⁽⁷⁾			

(1) Applicable aux appareils équipés de l'option « sécheur » :

- Sous condition de l'option « sécheur », les N° de série supérieurs à 500 sont conformes
- Pour les modèles antérieurs, une mise à jour est à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(2) Conformité pour les N° de série supérieurs à 250

- Pour les N° de série antérieurs mise à jour à prévoir (concerne principalement le logiciel, à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(3) Conformité pour les N° de série supérieurs à 500

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(4) Conformité pour les N° de série supérieurs à 400

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(5) Applicable aux appareils équipés de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon » :

- L'upgrade d'un Modèle 42i sans cette option nécessitera un kit de montage d'un sécheur Permapure sur le circuit échantillon de l'appareil à mettre à jour
- appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(6) appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(7) Système de mesure multigaz compact

Commentaires additionnels :

- L'approbation par type correspond à la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type.

- Les appareils API, Environnement SA, Horiba et TEI (Thermo Fisher Scientific) bénéficient d'un rapport d'approbation de type du TÜV (à ce jour a priori seul labo européen à être accrédité ISO 17025 à faire ce type d'essais) selon les référentiels EN pour les analyseurs de gaz à l'air ambiant. Ces rapports sont disponibles sous format électronique au LCSQA

Cas du benzène

méthode de référence	EN 14662 - 3
----------------------	--------------

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID ^(a)
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID ^(b)

(a) : appareil approuvé par type par l'UMEG (report n° 53-09/05 du 26-04-06)

(b) : appareil certifié « conforme à la méthode de référence » (en date du 30-07-07) par le CNR-IIA (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto sull'Inquinamento Atmosferico – Rome, Italie), sur la base de tests effectués par le TÜV. Un rapport en italien est disponible mais portant sur un modèle d'appareil différent (un problème de nom de modèle est possible)

Cas des particules en suspension (concentration massique)

	Polluant	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
méthode de référence	EN 12341	EN 14907
Principe de mesure	Gravimétrie sur filtre	

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c ^(a) TEOM 1405 ^(b) avec module FDMS TEOM 1405 F ^(c)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(a) Concernant l'appareil TEOM-FDMS 8500, seule la version b a réussi les tests de démonstration d'équivalence. La conformité de la version c vis à vis de la méthode de référence peut cependant être admise, compte tenu des résultats de la campagne d'intercomparaison avec le JRC en mars 2008 ^[1], et sous réserve d'une installation initiale et d'une maintenance adéquates, d'un suivi métrologique adapté prenant en compte le retour d'expérience ^[2]

(b) L'acquisition du TEOM 1405 nécessite obligatoirement de disposer au préalable d'un module FDMS pour adaptation (**sous réserve de faisabilité**), afin d'obtenir des mesures équivalentes.

(c) L'évolution de l'appareil TEOM-FDMS 8500 en TEOM 1405 F est une optimisation de conception. Le principe de mesure et de traitement de l'échantillon n'étant pas modifié, il peut être considéré que les performances métrologiques du TEOM-FDMS 8500 sont conservées ^[3]

^[1] Etude LCSQA-INERIS (2008) « Accompagnement au déploiement des modules FDMS » G. AYMOZ

^[2] Guide pour l'utilisation du TEOM-FDMS – LCSQA (2008) A. USTACHE, G. AYMOZ

^[3] Relevé de décisions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension" du mercredi 10 juin 2009

Cas des particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀)

méthode de référence pour le prélèvement	EN 12341 (échantillonnage sur filtre)
méthode de référence pour l'analyse des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb)	EN 14902
méthode de référence pour l'analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (B(a)P)	EN 15549

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>) Partisol 2000
DIGITEL	DA 80
Leckel	SEQ 47/50

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Commentaire additionnel :

- Il est à la charge du responsable du prélèvement (en l'occurrence l'AASQA) de vérifier que l'analyse chimique est effectuée conformément à la méthode analytique de référence par le laboratoire qu'il a choisi.

ANNEXE n°3

**Documents de travail de l'atelier « Forum analyseurs - points sur
Particules» et de l'atelier « Mesure par prélèvement » des Journées
Techniques des AASQA (Belfort – 29 & 30/09/2009)**



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Journées Techniques des AASQA
Atelier technique « Forum analyseurs & point
sur les mesures de particules »

François MATHE (Département Chimie & Environnement - Mines de Douai)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

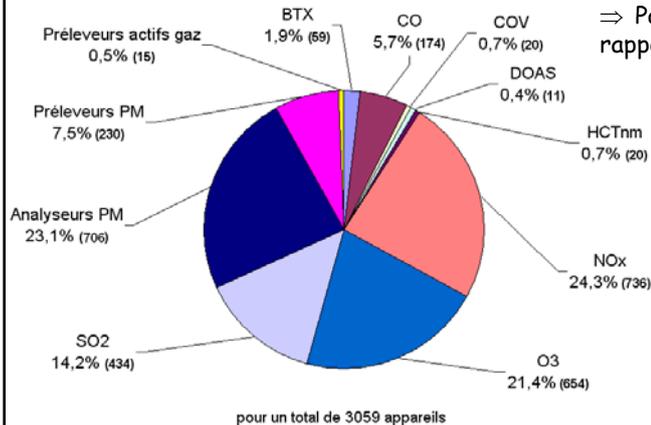
Programme de l'atelier

- ① l'état actuel du parc instrumental des AASQA (partie « gaz »)
- ② retour d'expérience sur les appareils des « fournisseurs d'analyseurs de gaz approuvés par type »
 - ↪ échanges sur les problèmes techniques constatés
- ③ point sur les particules (parc instrumental)
 - ↪ échanges sur les problèmes techniques constatés
 - ↪ retours d'expérience sur la validation de données PM
- ④ point d'information sur
 - ↪ le futur système de gestion centralisé des sources radioactives des jauges bêta
 - ↪ le processus d'homologation des appareils (système envisagé en France)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Etat des lieux en France juillet 2009
Vue générale

➤ 3059 analyseurs/préleveurs répertoriés



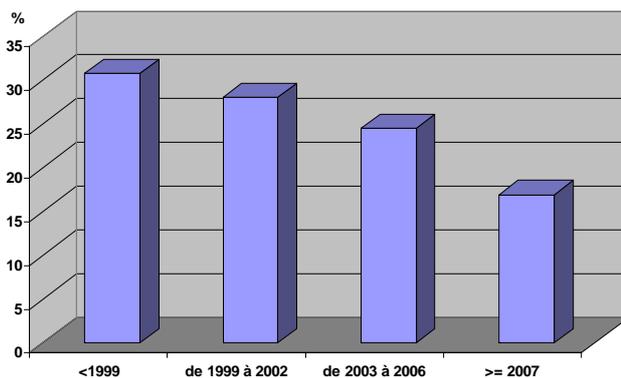
⇒ Parc en légère baisse par rapport à 2008 (- 1,6%)

⇒ ≈ 1045 appareils (34%) couverts par « l'homologation française »

pour un total de 3059 appareils

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Allure de l'âge du parc ?



Etendue de l'âge: de 1988 à 2009

≈ 30% du parc a 10 ans ou plus

NB: « poids » important des appareils « anciens »: SERES (237 analyseurs), série 1 M (1006 analyseurs)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

Les polluants gazeux inorganiques

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M	O3 42M	AF 22M	CO 12M
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	49 i	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer			

Le benzène

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

Les particules en suspension (concentration massique)

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c TEOM 1405 (*) avec module FDMS TEOM 1405 F (**)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(*) sous réserve de faisabilité

(**) tests d'équivalence en cours au TÜV & NPL

Les particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀ - HAP)

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

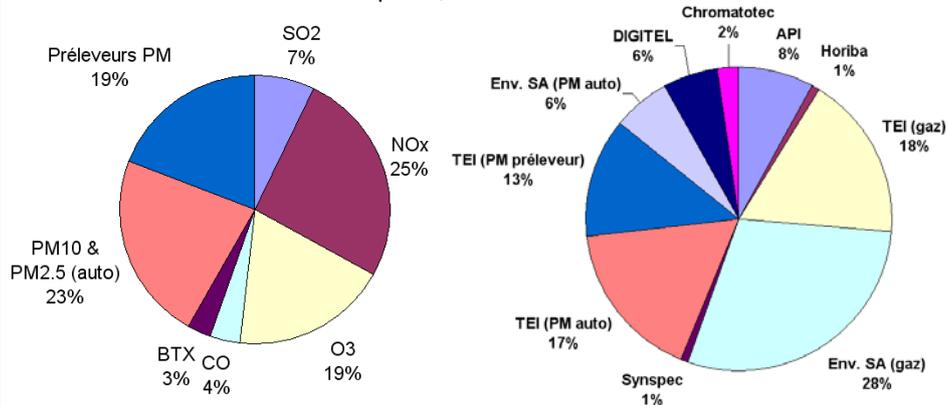
Les particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀ - ML)

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>) Partisol 2000
DIGITEL	DA 80 - DPA 96
Leckel	SEQ 47/50

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Répartition pour les analyseurs automatiques « homologués »

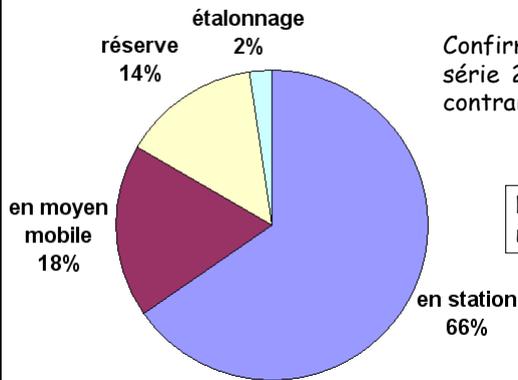
⇒ ≈ 34 % du parc (soit 1045 appareils)



NB: répartition sur analyseurs gaz ➔ 608 appareils

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Contexte d'utilisation (gaz)



Confirmation de l'utilisation moindre de la série 2 M en moyen mobile ou étalonnage contrairement à la série i de Thermo

NB: appareils concernés par les normes EN ➔ 542 en station

Comportement des analyseurs de SO₂

⇒ Constat de défauts « traditionnels »:

exemple de l'AF22M

- souci de lampe (durée de vie « courte », réglage peu aisé...)

exemple du TEI 43i

- souci de communication avec SAM, sur pompe et module intensité pulsée ...

⇒ pas de commentaires sur API & HORIBA

⇒ avis de l'assistance?...



Comportement des analyseurs de NO/NO_x

- ⇒ Constat de défauts « traditionnels »:
- Peltiers, fours de conversion, électronique...
 - Exemple de l'AC32M: fragilité carte alim / capteurs P&T, défaut étanchéité ozoneur, tarif pièces détachées (ex: chgt four)
 - Exemple du TEI 42 i: durée de vie du peltier, pb pompe / débitmètre /HT, fragilité raccords ozoneur, encrassement EV « sample », condensation ds bloc PM après coupure secteur, tarif pièces détachées.
 - Exemple du API 200E: qqes soucis de carte puissance + débit (porte filtre)
 - pas de commentaires sur HORIBA
- ⇒ Avis de l'assistance?...



Comportement des analyseurs de O₃

- ⇒ Constat de défauts « traditionnels »:
- Durée de vie « variable » du scrubber, qualité lampe, électronique...
 - Exemple de l'O3 42M: souci efficacité scrubber neuf, pb d'étanchéité, lampe, stabilité capteurs P&T, conception (pompe)
 - Exemple du TEI 49 i: condensation ds cartouche CA (avec GOI et après pompe), soucis sur EV, tarif pièces détachées.
 - Exemple de l'APOA-370: durée de vie de lampe
 - pas de commentaires sur API
- ⇒ Avis de l'assistance?...



Comportement des analyseurs de CO

- ⇒ pas de retours...
- ⇒ avis de l'assistance?...

Comportement des analyseurs de BTX

- Coût des pièces détachées (lampe UV, détecteur, colonne → GC955)
- Compétence du SAV (Néréides)
- Fragilité électrodes + pbs sur générateurs H₂ / air zéro → Chromatotec
- ⇒ avis de l'assistance?...



Impressions générales sur les fournisseurs

⇒ Environnement SA:

- ↳ SAV en amélioration (réactivité) mais encore qqes bémols (ciblage JDS, élaboration devis, coûts intervention + pièces détachées, immobilisation Poissy)

⇒ Thermo Gaz (Mégatec):

- ↳ Tarifs pièces détachées
- ↳ compétence SAV appréciée (mais série i?)
- ↳ taille structure? (compétence ciblée sur 1 pers)
- ↳ conception en Chine?

⇒ HORIBA:

- ↳ service commercial OK (prix, prêt appareil)
- ↳ compétence technique SAV?
- ↳ coûts pièces détachées ?

⇒ API (Envitec):

- ↳ SAV très bien perçu (compétence technique, réactivité & disponibilité)

⇒ Thermo PM (Ecomesure):

- ↳ SAV très apprécié (compétence technique ciblée)
- ↳ Influence passage R&P à Thermo? (sensation de « monopole »? Avis distributeur? L'affaire « pompes »?)
- ↳ variabilité tarifs & délais

⇒ ChromatoTec:

- ↳ compétence SAV en chromato

⇒ Syntech (Néréides):

- ↳ SAV peu apprécié

répartition des analyseurs automatiques de PM

- 238 appareils avec une répartition $\frac{3}{4}$ FDMS / $\frac{1}{4}$ jauge bêta
- exclusivité FDMS pour PM_{2.5} (42 appareils au 30-06-09)
- exclusivité FDMS en moyen mobile (≈15%)

Comportement des analyseurs automatiques de PM

- jauge bêta MP101M:
 - ↪ Simplicité d'utilisation, innovation technologique en cours (module CPM)
 - ↪ Maintien de la compétence ?
 - ↪ qques soucis de communication (cf. ISEO)
 - ↪ qualité cartes électroniques + sondes T / RH

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Comportement des analyseurs automatiques de PM

- 1400AB / FDMS / 1405F:
 - ↪ l'affaire « pompe »: capacité insuffisante (pb résolu?), durée de vie, sentiment de travailler pour le fabricant...
 - ↪ soucis de fuites (conception ex: raccords Y) ? Tenue dans le temps?
 - ↪ fragilité μ balance (critère pour compatibilité avec module FDMS? Détérioration résine)
 - ↪ soucis carte électronique (perte de soft) + bloc vanne
 - ↪ variabilité qualité du sécheur (conception?)
 - ↪ question de l'équivalence à 10°C?
 - ↪ entrée du 1405F dans le parc
 - ↪ question de la validation des données?

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Conseil technique?

➤ Constat: moins d'humidité récupérée dans le réceptacle d'une tête PM₁₀ « à chevrons » (louvered US PM₁₀ inlet)

↪ hypothèse: protection accrue contre l'intrusion d'eau

↪ intérêt pour le FDMS (préservation du Nafion)

Remarques:

- pas d'influence sur le seuil de coupure (*)

- déjà utilisée en DOM-TOM

↪ Statut à aborder à la prochaine CS « Particules »



(*): Aerosol Science and Technology 34: 407-415 (2001) « On the Modification of the Low Flow-Rate PM₁₀ Dichotomous Sampler Inlet » M.P. Tolocka, T.M. Peters, R.W. Vanderpool, R.W. Wiener

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Gestion centralisée des sources pour les AASQA

Principe:

- **Choix du LCSQA - Mines de Douai comme PCR des AASQA utilisatrices de jauges bêta ¹⁴C MP101M, signifiant un engagement de cet organisme indépendant à:**

- assurer la traçabilité des sources (entrée, mouvement, sortie)
- vérifier la correcte évaluation des risques (étude de poste, conformité des locaux)
- assurer un suivi des contrôles périodiques d'ambiance (internes, externes)
- informer les personnes exposées (consignes afférentes)
- assurer une veille réglementaire

Choix justifié par:

- connaissance du contexte
- connaissance des appareils
- implication dans le dispositif national

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"



Description du système envisagé

- Description détaillée du dispositif envisagé au travers:

- ↳ du dossier IND/RN/001 « *Fabrication, détention, utilisation ou manipulation de radionucléides ou de dispositifs ou produits en contenant* » → fait

- ↳ d'un document – cadre (convention) entre tous les partenaires → fait (transmis à toutes les AASQA pour info)

- établissement d'un réseau de référents locaux (nominatifs):

- ↳ Désignation d'une personne spécifique par AASQA → fait

- traçabilité totale des sources (localisation, mouvement etc...)

- ↳ Constitution d'un fichier d'identification: description détaillée (localisation, traçabilité documentaire...) → fait

- formation spécifique de ces référents (si besoin est) par la PCR nationale → à faire

- Etat actuel du dossier:

- dépôt auprès de l'ASN début septembre, attente de son avis écrit



Le processus d'homologation des appareils: le système envisagé en France

⇒ Reconnaissance (a priori) des appareils bénéficiant de rapports d'approbation de type

- ↳ cf. liste précédente

⇒ processus d'homologation envisagé: examen des rapports par l'ACIME pour confirmation / infirmation

- ↳ critères: analyse du rapport (respect cahier des charges norme EN + calcul d'incertitude)

- ↳ timing: verdict fin 2009

⇒ accord du MEEDDM sur ce processus: en cours



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

La situation à l'étranger?

L'exemple de l'Allemagne et du Royaume-Uni

⇒ Liste des appareils homologués en Allemagne (UBA - TÜV):

- ↔ HORIBA - API - Thermo - Environnement SA (SO_2 , NO_x , CO, O_3)
- ↔ Syntech GC955 (C_6H_6)
- ↔ Thermo SHARP 5030 (PM_{10} & $PM_{2.5}$)
- ↔ Met One BAM 1020 (PM_{10})
- ↔ OPSIS SM200 (PM_{10})
- ↔ GRIMM Dust Monitor Modèle 180 (fraction?)

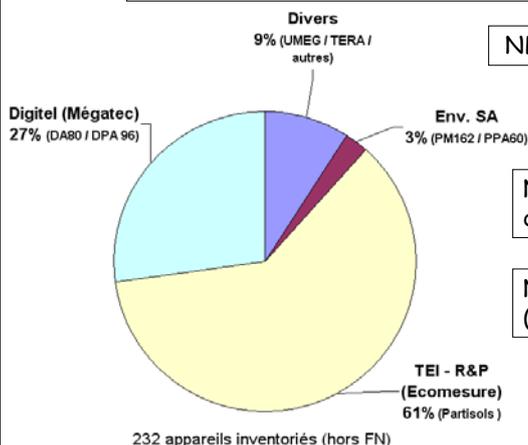
⇒ *ambiguïté de la mise à jour de la liste?*

⇒ Liste des appareils homologués au Royaume-Uni (DETR - MCERTS):

- ↔ HORIBA - API - Thermo - Monitor Europe/Casella (SO_2 , NO_x , CO, O_3)
- ↔ OPSIS ER500 (SO_2 , NO_2 , C_6H_6 , O_3) et SM200 (PM_{10})
- ↔ Thermo SHARP 5030 (PM_{10} & $PM_{2.5}$)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

**Mesure par prélèvement:
Etat des lieux de l'équipement en France (juillet 2009)**



NB1: 2 « philosophies »: LVS et HVS

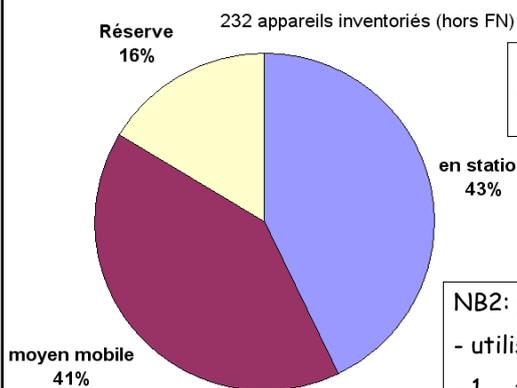
NB2: dominante PM

NB3: Egémonie étrangère (via 2 distributeurs)

NB4: spéciation chimique diversifiée (≠ COV, ML, HAP, pesticides, fluor...)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Contexte d'utilisation des préleveurs

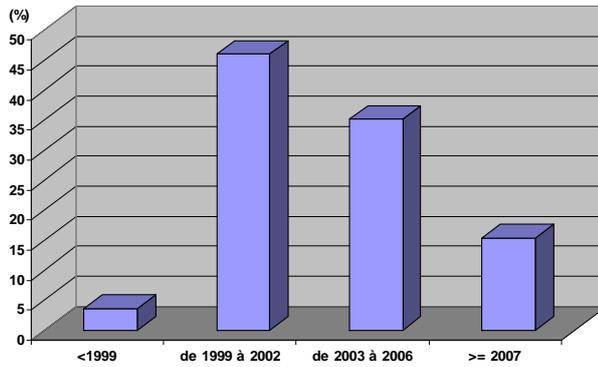


NB1: contexte ≠ des analyseurs automatiques (67% sur site, 14% en moyen mobile, 18% en « mulet »)

NB2: pour les préleveurs actifs sur tubes:
- utilisation mixte (en site fixe / en mobile)
- 1 fournisseur «ancien-2001» & 1 «nouveau-2008»

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Age moyen du parc de préleveurs



Etendue de l'âge: de 1992 (DA80) à 2009 (Partisols / DA80)

≈ 40% du parc a moins de 5 ans (90 appareils)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (1)

➤ Pour les préleveurs de PM (Partisols / DA80) :

Points positifs
<ul style="list-style-type: none"> - robustesse (pour un usage extérieur « fixe ») - fiabilité (faible nombre de pannes) - qualité de conception + simplicité - qualité du SAV (réactivité & compétence)
Points négatifs
<ul style="list-style-type: none"> - une certaine « sensibilité » aux <u>déplacements fréquents</u> (position ?) → bugs de logiciels (DA80 & Partisol) → faux contacts (connexions électroniques ?) (DA80 - carrousel ?) - contrôle / réglage du débit ? (DA80) - pbs d'enregistrement de données (USB / PCMCIA) (DA80) → usage d'1 SAM ? - prix d'achat appareil (DA80) + pièces détachées (compartiment réfrigéré pour HAP sur Partisol et DA80)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (2)

- Pour les préleveurs de gaz sur tubes:
 - 2 produits déclarés en inventaire: le GPS T15 de l'UMEG et le SYPAC de TERA
 - le GPS T15 n'est plus commercialisé à ce jour et est exclusif au « Grand Est »:
 - ↪ Comportement globalement satisfaisant (conception simple mais efficace)
 - le SYPAC est arrivé en 2008 en AASQA:
 - ↪ Appareil souffrant de « défauts de jeunesse » mais réactivité de TERA pour y remédier:
 - Pb de régulation de débit (décalage / dérive / instabilité)
 - Pb de soft (bugs infos: pas de volume calculé, mauvaise attribution de date ou de n° de tube, programmation délicate...)
 - mise en place des tubes délicate
 - gestion informatique simultanée de plusieurs préleveurs pas évidente

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (3)

- ↪ Nécessité d'un retour d'infos vers le fournisseur pour prise en compte
- ↪ solutions trouvées ou en cours d'étude:
 - Pb de débit:
 - cause = pollution RDM par particules des tubes
 - Solution (à l'étude) = filtre de protection (dans le préleveur & les tubes) + maintenance préventive (proposée par TERA) + mise en place d'une nouvelle pompe
 - Pb de soft & de communication:
 - Solution: nouvelle version de soft (2F) + nouvelle simplification de communication en cours (nouveau cahier des charges à élaborer entre usagers et concepteur?)
 - Conseil TERA: achat d'un couple SYPAC / Note Book assurant la compatibilité

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (4)

➤ Mise en place des tubes délicates:

Intrinsèque à la conception du préleveur

Solution = modification des cartouches et des joints (assurée par TERA lors des « maintenances préventives »)

⇒ conclusion: besoin de retour d'infos auprès du constructeur

↻ Par le biais d'une fiche navette à renvoyer au constructeur [\(\)](#)

↻ Lors d'une réunion « utilisateurs / constructeur » pour amélioration du produit / formation ?

↻ avis de l'assistance?...

les tubes passifs

➤ 3 fournisseurs identifiés:

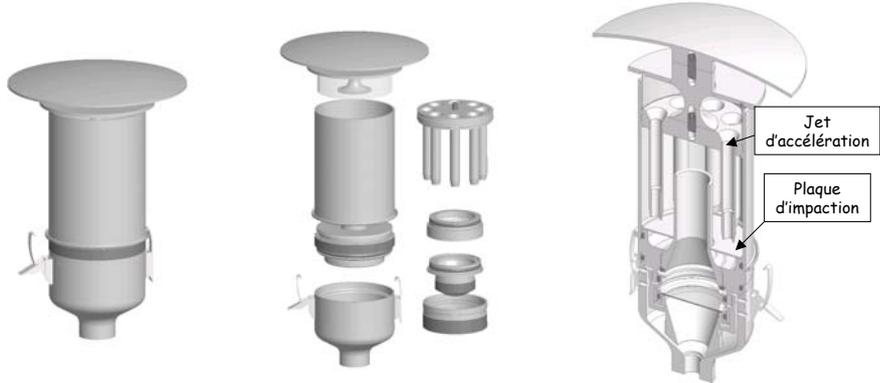
↻ Gradko (NO_2 & O_3): peu onéreux, rapide mais « variabilité » des résultats

↻ Passam (BTX & O_3): rapide mais « variabilité » des résultats + coûts annexes

↻ Radiello FSM (BTEX & HCHO): coûts + délais

↻ avis de l'assistance?...

La tête de prélèvement européenne PM_{10} & $PM_{2.5}$ (DIGITEL)



- ↳ Existe en version 2,3 m³/h et 1 m³/h (adaptable sur Partisol 2025)
- ↳ Equivalence prouvée de la version 1 m³/h (équivalence EN12341 en PM_{10})
- ↳ Coût ≈ 1600 € HT

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

ANNEXE n°4

Rapport d'étude « Bilan des appareils susceptibles d'être utilisés en réseau de surveillance de la qualité de l'air » (juillet 2009)



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

François MATHE

Juillet 2009



LCSQA - MINES DE DOUAI

DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

**François MATHE
Juillet 2009**

Document à diffusion interne réalisé par le LCSQA pour le compte de l'ADEME



PREAMBULE

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) compte parmi ses missions la coordination technique du dispositif de surveillance de la qualité de l'air. Elle assure à ce titre, en lien avec le Ministère de l'Énergie, de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, une part du financement de l'État aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

Ce document a été réalisé par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) afin de permettre à l'ADEME de disposer d'informations techniques et financières sur les principaux équipements susceptibles d'être utilisés dans les AASQA. Il est en particulier destiné à aider les Délégations Régionales de l'ADEME dans l'instruction des demandes budgétaires des AASQA en leur fournissant des éléments synthétiques sur les moyens à mettre en œuvre pour assurer les missions de surveillance de la qualité de l'air. Ainsi la description des techniques requises ainsi qu'un coût d'achat associé sont donnés.

Les informations ayant permis d'établir ce document ont été recueillies auprès des fournisseurs et distributeurs d'équipements ou sont issues des données tirées de l'exploitation de l'inventaire des équipements des AASQA dont le LCSQA assure la qualité des données.

Les coûts annoncés peuvent être sujet à variation en fonction de la politique commerciale des équipementiers et des fluctuations monétaires.

SOMMAIRE

Avant propos	2
I. Etat des lieux.....	4
II. Equipements pouvant être utilisés en AASQA	4
II.1 Les analyseurs automatiques de SO ₂	7
II.2 Les analyseurs automatiques de NO/NO _x /NO ₂	9
II.3 Les analyseurs automatiques de O ₃	11
II.4 Les analyseurs automatiques de CO	13
II.5 Les systèmes de mesure multigaz compacts	15
II.6 les analyseurs automatiques de particules PM ₁₀ & PM _{2.5}	17
II.7 La mesure automatique de particules par méthode optique	21
II.8 les préleveurs séquentiels de particules	21
II.9 les analyseurs automatiques de BTX.....	25
II.10 Les préleveurs passifs de polluants gazeux	27
II.11 Les préleveurs actifs de polluants gazeux	29
ANNEXES.....	30

BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Avant propos

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, la mise en œuvre de 2 référentiels réglementaires européens constitue une action prioritaire pour l'Etat français.

La Directive 2004/107/CE de décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant a fait l'objet en 2008 de recommandations techniques et méthodologiques [1]

La nouvelle Directive européenne 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, parue en milieu de l'année 2008, fixe de nouvelles règles pour la surveillance de la qualité de l'air. Elle va au delà d'une simple fusion de documents existants (à savoir la Directive Cadre de 1996, les 3 premières Directives Filles et la décision du Conseil concernant l'échange d'informations).

Une lecture commune de ces 2 textes relatifs à la gestion de la qualité de l'air a fait l'objet d'un document favorisant leur compréhension [2]. Ce document a été établi au sein d'un groupe de travail initié et animé par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT), l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et auquel participent des représentants des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

S'agissant de la Directive 2008/50/CE, outre le fait d'ajouter les particules PM_{2.5} sur la liste des polluants à mesurer (avec une valeur limite et un objectif de qualité des données à respecter), elle spécifie le recours aux normes européennes parues en 2005 en tant que méthodes de référence pour la mesure :

- des polluants gazeux SO₂, NO/NO_x/NO₂, CO, O₃ et C₆H₆
- des particules PM₁₀ & PM_{2.5} (pour PM₁₀, la norme parue en 1999 est en cours de révision)
- du plomb dans les PM₁₀

Concernant les particules, compte tenu de la difficulté d'utilisation de la méthode de référence, il est possible d'utiliser toute autre méthode dont il peut être prouvé qu'elle donne des résultats équivalents. La France dispose de 2 méthodes « équivalentes » pour les PM₁₀ et d'une méthode « équivalente » pour les PM_{2.5} [3]

L'annexe 1 résume les exigences réglementaires des 2 Directives actuellement en vigueur.

Les référentiels normatifs européens pour les polluants gazeux intègrent la notion d'approbation de type, assujettie à des essais en laboratoire et sur site (cf. annexe 2). La

[1] « Recommandations concernant la stratégie de mesure (évaluation préliminaire & surveillance) des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb) et HAP (principalement BaP) dans l'air ambiant » - Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durable – Courrier DPPR/SEI/BPAEET en date du 29-01-2008

[2] « Vademecum – Guide de lecture et de compréhension des Directives Européennes n° 2008/50/CE et n° 2004/107/CE concernant la qualité de l'air ambiant » - Groupe de Travail « Mise en oeuvre des directives et stratégies de surveillance réglementaire » (27/02/09)

[3] « Note des autorités françaises à la Commission - Mise en œuvre de la directive 1999/30/CE du 22/04/99 – mesure des particules dans l'air ambiant » - Ministère de l'Écologie et du Développement Durable – Courrier DPPR/SEI/BPAEET en date du 03-05-2007

conformité d'un appareil de mesure à la norme européenne correspondante peut être démontrée dans d'autres États membres, par des laboratoires si possible accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer les essais. Le processus d'autorisation à utiliser des appareils (« homologation de type ») est en cours d'élaboration en France (en lien avec l'Association pour la Certification des Instruments de Mesure pour l'Environnement – ACIME).

La liste de référence des appareils que les AASQA peuvent acheter est donnée en annexe 3. Elle a été établie par le LCSQA et validée par le MEEDDAT. Elle est basée sur les appareils :

- disposant de rapports d'essais (disponibles auprès du LCSQA),
- montrant le respect de l'équivalence à la méthode de référence dans le cas des particules

Cette liste comprend également les préleveurs pour la mise en oeuvre de la Directive 2004/107/CE.

Concernant les appareils actuellement en service en AASQA n'appartenant pas à cette liste, leur cas sera statué dans la procédure d'homologation en cours d'élaboration par les pouvoirs publics. Il semble cependant qu'une certification a posteriori d'anciens appareils ne soit pas possible, compte tenu du grand nombre de modèles et de déclinaisons d'appareils pour un même modèle (pas forcément traçables)

La Directive fixe un échéancier de mise à conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre réglementaire européen selon un timing spécifique. Ainsi elle exige spécifiquement que «tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes (*sous entendu pour l'application des 2 Directives*) doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 ».

Les éléments importants influençant un achat sont le retour d'expérience d'utilisateurs, les originalités technologiques (ex : gestion spécifique de dérive de lampe), la réactivité du fabricant ou du distributeur, les prix attractifs (tant à l'achat qu'à l'entretien) et les extensions de garantie (pouvant atteindre plusieurs années). Le besoin d'achat est souvent justifié par le coût d'entretien (pouvant devenir excessif au delà de 8 à 10 ans d'exploitation) et la dégradation des performances métrologiques (répétabilité, dérives) qui sont des éléments importants pour la fiabilité des résultats.

I. Etat des lieux

La « photographie » du parc français d'appareils donnée ci après (et datant de fin 2008) a été établie à partir de l'inventaire des équipements accessible pour chaque AASQA sur une application informatisée mise en place par l'ADEME sur le site Web atmonet.org.

Cet état des lieux a été effectué sur la base de l'inventaire des 30 structures répertoriés (en tenant compte des réunions telles qu'en région Atmo-Rhône Alpes ou en région Haute Normandie). Tous les appareils ont été pris en compte, quel que soit le type d'utilisation ou l'état (en station ou en attente d'installation, en moyen mobile, en exploitation cyclique, en réparation, en tant que moyen de dépannage (« mulet »), comme source pièces détachées).

Au 30 Novembre 2008, le parc d'instruments des AASQA est constitué de:

- 510 analyseurs de SO₂
- 763 analyseurs de NO/NO_x
- 670 analyseurs de O₃
- 192 analyseurs de CO
- 67 analyseurs de Benzène, Toluène, Xylènes (BTX)
- 21 analyseurs de COV (ex : précurseurs de l'ozone)
- 20 analyseurs d'HydroCarbures Totaux / non méthaniques (HCTnm)
- 631 analyseurs automatiques de particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})
- 222 préleveurs de particules en suspension
- 10 analyseurs tri polluants (SO₂, NO, O₃) à long trajet optique (type DOAS)

soit un total de 3106 analyseurs ou préleveurs, auquel s'ajoutent 144 systèmes d'étalonnage dynamiques portables (tous polluants gazeux confondus).

Les analyseurs automatiques récents (c'est à dire de moins de 5 ans) représentent le quart du parc (soit environ 760 appareils). A peu près la même proportion est observée pour les instruments anciens (c'est à dire de plus de 10 ans) avec environ 670 appareils

S'agissant des préleveurs, ces proportions sont différentes avec respectivement environ 2% du parc pour les préleveurs anciens (à l'exception des appareils Fumées Noires) et 30% pour les appareils récents.

S'agissant des marques, les constructeurs français restent majoritaires (Environnement SA et SERES), sachant qu'un seul bénéficie de rapports d'approbation de type (cf. annexe 4). Une description plus détaillée est disponible sur le site du LCSQA (www.lcsqa.org).

La récente révision des Zones Administratives de Surveillance (ZAS) est un paramètre clé pour les choix d'équipements. La priorité de mesurage selon les polluants sera également un paramètre à prendre en compte (par exemple, priorité donnée aux particules, oxydes d'azote et ozone par rapport au dioxyde de soufre et au monoxyde de carbone).

Le tableau I donne le détail pour chaque AASQA et par région française.

II. Equipements pouvant être utilisés en AASQA

Le descriptif est donné sous la forme d'une fiche technique rassemblant des informations générales (référentiels réglementaires et normatifs, principe de mesure, coûts d'achat par appareil, commentaires additionnels). S'agissant des coûts d'achat, en cas de plusieurs appareils, la configuration technique est identique, permettant ainsi une comparaison. Cependant, la politique commerciale des fabricants et des distributeurs ainsi que les fluctuations monétaires pour les appareils étrangers peuvent amener à des variations des chiffres annoncés.

Tableau I : Répartition du parc d'analyseurs par polluants au 30 Novembre 2008

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTn _m	BTX	COV	DOAS	Préleveurs PM	Total AASQA	Total région
Alsace	ASPA	20	26	6	20	17	0	2	4	1	10	106	106
Aquitaine	AIRAQ	28	33	9	25	30	3	1	2	1	6	138	138
Auvergne	ATMO Auvergne	5	23	5	23	15	0	3	0	1	10	85	85
Basse- Normandie	AIR C.O.M	6	14	3	14	9	0	1	0	0	3	50	50
Bourgogne	ATMOSF'AIR Bourgogne	12	22	10	25	14	0	1	0	0	2	86	86
Bretagne	AIR BREIZH	10	33	6	20	16	0	1	0	0	5	91	91
Centre	LIG'AIR	13	26	3	30	24	0	2	1	0	10	109	109
Champagne- Ardenne	ATMO Champagne-Ardennes	11	20	5	21	17	0	1	0	0	10	86	86
Franche-Comté	ARPAM	3	10	0	10	8	0	0	0	0	4	35	81
	ASQAB	6	11	2	12	11	0	0	0	0	4	46	
Haute- Normandie	AIR NORMAND	59	20	6	28	22	4	1	2	0	16	158	158
Ile-de-France	AIRPARIF	19	51	16	38	38	0	4	2	0	14	182	182
Languedoc- Roussillon	AIR Languedoc- Roussillon	11	16	7	23	16	0	2	0	0	7	82	82
Limousin	LIMAIR	10	13	2	12	11	1	2	0	0	6	57	57
Lorraine	AIRLOR	15	26	11	18	13	0	1	0	0	1	85	246
	Atmo Lorraine Nord	38	37	9	26	33	1	8	0	1	7	161	
Midi-Pyrénées	ORAMP	15	32	10	20	25	0	5	0	2	14	123	123
Pays-de-Loire	AIR Pays de la Loire	20	31	8	22	25	0	2	0	1	9	118	118
Picardie	ATMO Picardie	10	15	2	21	21	1	0	1	0	7	78	78

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTnm	BTX	COV	DOAS	Préleveurs PM	Total AASQA	Total région
Nord-Pas de Calais	ATMO Nord Pas de Calais	55	68	15	49	70	2	11	0	1	25	296	296
Poitou-Charentes	ATMO Poitou-Charentes	9	22	5	21	23	1	3	1	0	9	94	94
Provence Alpes Côte d'Azur	ATMO PACA	18	40	13	49	32	0	1	1	1	5	160	272
	AIRFOBEP	36	20	5	23	16	7	3	0	0	2	112	
Corse	QUALITAIR Corse	1	12	0	10	8	0	0	0	0	1	32	32
Rhône-Alpes	GIERSA	48	84	24	66	58	0	9	6	1	25	321	425
	AIR AIN & Pays Savoie	6	31	2	24	32	0	2	0	0	7	104	
DOM	GWAD'AIR	2	4	0	4	3	0	0	0	0	0	13	112
	ORA GUYANE	2	3	1	3	2	0	0	0	0	0	11	
	MADININAIR	3	8	1	4	8	0	1	0	0	1	26	
	ORA REUNION	19	12	6	9	14	0	0	0	0	2	62	
	Total	510	763	192	670	661	20	67	20	10	221	3106	

II.1 Les analyseurs automatiques de SO₂

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure du SO₂ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14212 (Juillet 2005) "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV" (Indice de classement AFNOR: X43-062).

Principe de mesure: Les molécules de SO₂ présentes dans l'air ambiant passent de l'état électronique fondamental E₀ à l'état excité E₁ grâce au rayonnement ultra-violet ($\lambda_{UV} = 214$ nm) fourni par une lampe à vapeur de zinc basse pression. Le retour à l'état fondamental se fait avec ré émission d'un rayonnement de fluorescence caractéristique de longueur d'onde $\lambda = 340$ nm qui est mesuré. L'intensité de fluorescence est directement proportionnelle à la concentration de SO₂, à intensité du rayonnement incident constante :



L'air préalablement filtré et débarrassé des composés soufrés et des hydrocarbures pouvant provoquer une interférence sur la mesure, traverse une chambre de réaction. Le signal obtenu est ensuite mis en forme pour la lecture de la concentration, généralement en ppb. Les points névralgiques de cette technique sont la qualité de la lampe UV et du traitement préalable de l'air.

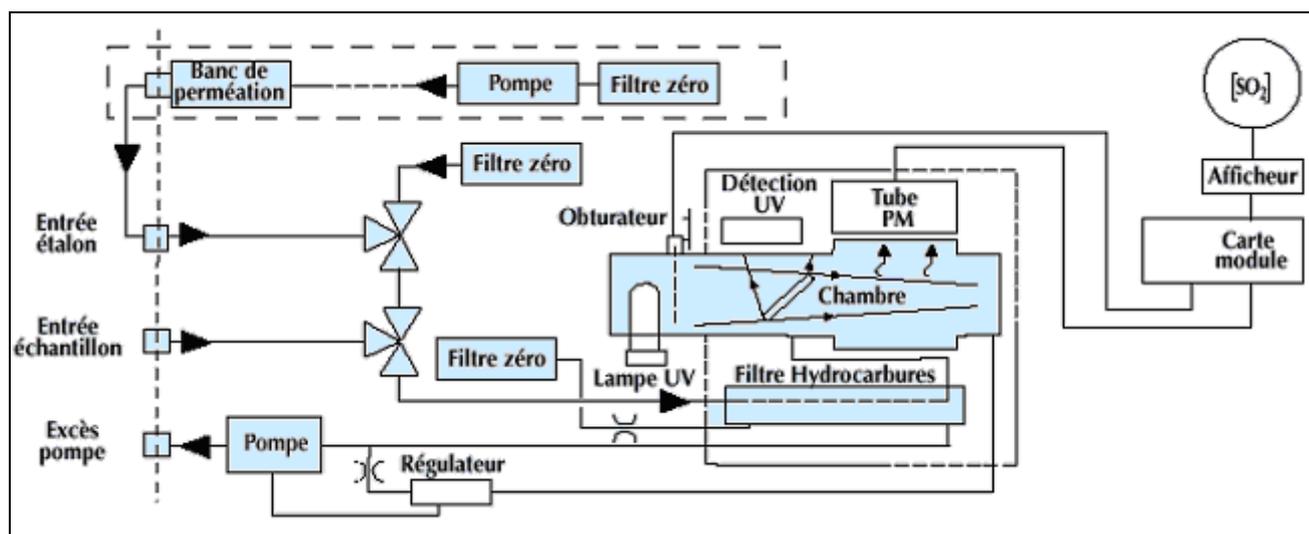


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique

Le banc à perméation est un moyen de contrôle de l'étalonnage intégré à l'appareil, permettant une vérification à distance de la conformité métrologique de l'appareil. Un tel dispositif est en option mais est assez utilisé en AASQA, sous réserve du respect des recommandations du fournisseur (épuration correcte de l'air de balayage devant être assuré constamment).

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil SO₂ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec son banc à perméation doté de son tube et un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	100 E	≈ 9 200	2 ans
Environnement SA	AF 22M	≈ 12 900	2 ans
Horiba	APSA-370	≈ 11 650	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	43 i	≈ 12 600	1 an ½

Constructeur	Modèle	pompe	lampe UV	Tube à perméation SO ₂
API	100 E	≈ 610	≈ 360	≈ 425
Environnement SA	AF 22M	≈ 135	≈ 460	≈ 369
Horiba	APSA-370	≈ 480	≈ 360	≈ 560
Thermo Fischer Scientific (TEI)	43 i	≈ 730	≈ 780	ND

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14212 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La marque américaine API est distribuée en France par la société belge ENVICONTROL qui dispose désormais d'une antenne technique sur le territoire français (Envicontrol – Envitec 54 route de Sartrouville 78230 Le Pecq)
- La marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) est distribuée en France par la société Mégatec (Immeuble Homère - Les Algorithmes 91190 Saint Aubin)
- Compte tenu des niveaux mesurés en SO₂, notamment en zones urbaines, la surveillance devrait être principalement axée sur les zones à risque (zones industrielles).
- Le constructeur français SERES est actuellement le sujet de questions de la part des AASQA (continuation des activités ? fourniture de pièces détachées ?). De plus, le fabricant n'envisageant (a priori) pas d'approbation de type de ses appareils, il donc est envisageable que des AASQA se séparent de ce matériel. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 78 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : AirAq, Atmo Auvergne, Air Breizh, Limair, Atmo Lorraine Nord, Oramip, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmos'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinainair.

II.2 Les analyseurs automatiques de NO/NO_x/NO₂

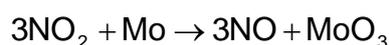
Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de NO/NO_x/NO₂ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14211 (Juillet 2005) "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR" (Indice de classement AFNOR: X43-061).

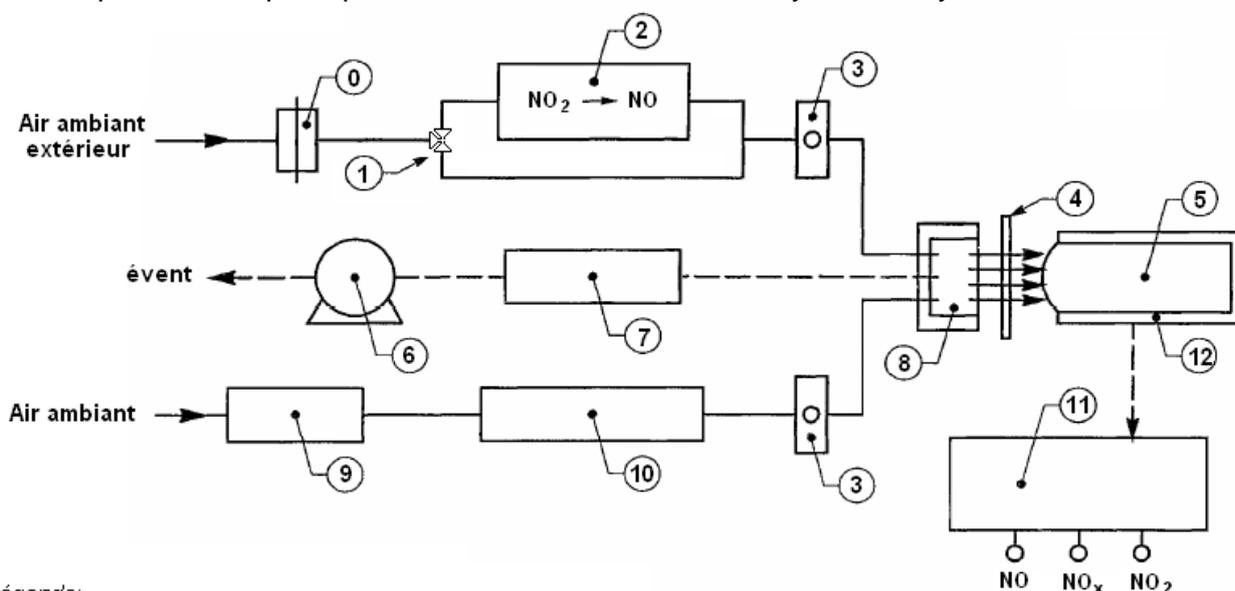
Principe de mesure: L'air ambiant contient des oxydes d'azote NO_x constitués essentiellement de NO et de NO₂. La réaction de chimiluminescence n'existe qu'entre NO et l'oxydant puissant O₃ et ne permet donc que la mesure directe du monoxyde d'azote seul. Elle nécessite une source d'ozone à haute concentration qui est un dispositif spécifique à l'appareil :



Les molécules de NO₂^{*} générées sont à l'état excitées et reviennent à l'état fondamental en émettant un rayonnement caractéristique (à une longueur d'onde proche de 1100 nm). L'intensité de la raie d'émission est proportionnelle à la quantité de NO dans l'échantillon. La mesure de NO₂ initialement présent dans l'air ambiant est indirecte car l'analyse est effectuée après que le NO₂ dans l'échantillon a été chimiquement réduit en NO sur un four convertisseur au molybdène chauffé:



L'échantillon est donc alternativement envoyé directement dans la cellule de mesure («signal» NO) ou passe dans le four convertisseur avant («signal» NO_x) ; la concentration en NO₂ est alors obtenue par soustraction du «signal» NO du «signal» NO_x. La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur d'oxydes d'azote :



Légende:

- | | |
|---|--|
| 0: filtre de protection contre les particules | 7: piège à ozone |
| 1: électrovanne | 8: chambre de réaction |
| 2: four convertisseur | 9: système d'assèchement d'air (ex: membrane Nafion) |
| 3: régulateur de débit | 10: générateur d'ozone |
| 4: filtre optique | 11: unité de contrôle & affichage |
| 5: tube photo-multiplieur | 12: système de réfrigération (ex: Peltier) |
| 6: pompe | |

Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique d'oxydes d'azote

Il s'agit d'une mesure cyclique avec traitement spécifique de l'échantillon. Les pièces névralgiques sont donc plus nombreuses et à durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: le four convertisseur, l'électrovanne de basculement associée au four, le générateur d'ozone, le système de réfrigération Peltier, le système d'assèchement de l'air prélevé. Comme pour l'analyseur de SO₂, il est possible de disposer d'un banc à perméation intégré à l'appareil. Cependant un tel dispositif est pour le moment rarement utilisé en AASQA.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil NO/NO_x/NO₂ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	200 E	≈ 8 900	2 ans
Environnement SA	AC 32M	≈ 12 800	2 ans
Horiba	APNA-370	≈ 8 830	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	≈ 12 100	1 an ½

Constructeur	Modèle	Cartouche Molybdène	Peltier	Sécheur pour ozoneur
API	200 E	≈ 485	≈ 80	≈ 510
Environnement SA	AC 32M	≈ 1660 (four complet)	ND	≈ 400
Horiba	APNA-370	≈ 200	ND	≈ 440
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	≈ 850	≈ 900	≈ 630

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14211 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- Il convient de veiller à ce que la configuration de l'appareil corresponde à celle du modèle approuvé par type. Ainsi, le modèle AC32M d'Environnement SA doit être équipé de l'option « sécheur » (afin de réduire l'effet d'interférence de l'humidité) et le modèle 42i de TEI doit être pourvu de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon ».
- Dans le cas d'une implantation en site trafic impliquant des fluctuations rapides de concentrations en oxydes d'azote, il peut être nécessaire d'ajouter une boucle de synchronisation NO/NO₂ sur le modèle 42i de TEI (coût : 560 €HT).
- Comme pour SO₂, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 83 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : ASPA, Atmo Franche Comté, Air Languedoc Roussillon, Air Pays de Loire, Air Breizh, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmosf'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madininair.

II.3 Les analyseurs automatiques de O₃

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de O₃ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14625 (Juillet 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV » (Indice de classement AFNOR: X43-064)

Principe de mesure: L'air à analyser est envoyé dans une cellule irradiée par un rayonnement UV monochromatique dont la longueur d'onde se situe dans la bande d'absorption maximale de l'ozone (253,7 nm). L'absorption de ce rayonnement monochromatique par l'ozone suit la loi de Beer-Lambert. I₀ étant l'intensité du rayonnement à la sortie de la cellule en l'absence d'ozone et I étant l'intensité à la sortie de la cellule après absorption partielle par l'ozone, la concentration en O₃ est donnée par la relation :

$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha LC)$$

α est le coefficient d'absorption de l'ozone

C est la concentration en ozone (exprimée en unités volume/volume)

L est la longueur de la cellule (en cm)

Pour un gaz à une température T et une pression p, la température et la pression de référence étant respectivement T₀ et p₀, l'expression de la concentration en ozone du mélange gazeux est la suivante :

$$C = \left(\frac{-10^9}{\alpha \cdot L} \ln \left(\frac{I}{I_0} \right) \right) \frac{T \cdot p_0}{T_0 \cdot p} \quad (\text{en ppb})$$

Pour l'ozone à 253,7 nm, et dans des conditions de référence T₀ = 273 K et p₀ = 1013,25 mbar, la valeur de α est de 308 cm⁻¹ si la longueur L de la cellule est exprimée en centimètres.

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur d'ozone :

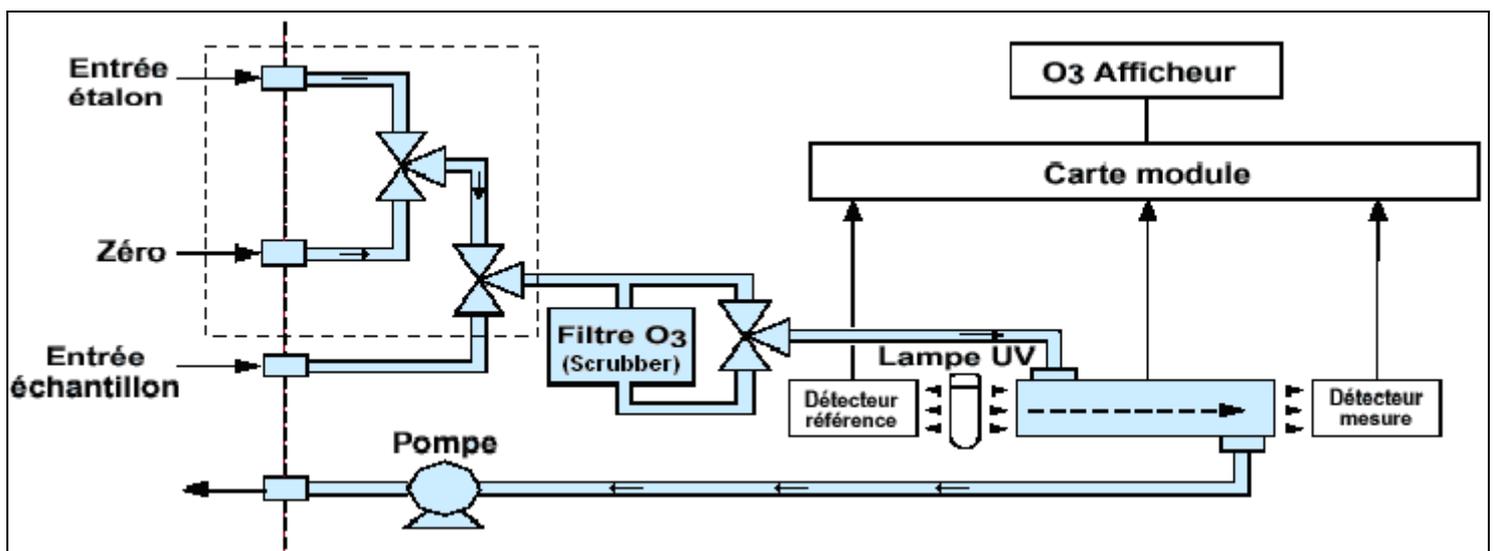


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique d'ozone

Comme pour la mesure des oxydes d'azote, il s'agit d'une mesure cyclique avec traitement spécifique de l'échantillon. Les pièces névralgiques sont cependant moins nombreuses mais à durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: le filtre sélectif

en ozone (« scrubber »), les lampes (mesure ou génération d'ozone) et l'électrovanne de basculement associée.

Il est possible de disposer d'un générateur d'ozone intégré à l'appareil qui est un moyen de contrôle à distance de la réponse de l'appareil. Comme pour SO₂, un tel dispositif est assez utilisé en AASQA, sous réserve du respect des recommandations du fournisseur (thermostatisation correcte du générateur, contrôle régulier de la lampe UV de génération).

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil O₃ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec son générateur d'ozone interne et un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	400 E	≈ 7 000 €	2 ans
Environnement SA	O3 42M	≈ 10 400 €	2 ans
Horiba	APOA-370	≈ 8 000 €	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	49 i	≈ 9 500 €	1 an ½

Constructeur	Modèle	Lampe (mesure)	Lampe (générateur interne)	Filtre O ₃ complet (scrubber)
API	400 E	≈ 260 €	≈ 260 €	≈ 220 €
Environnement SA	O3 42M	≈ 230 €	≈ 220 €	≈ 120 €
Horiba	APOA-370	≈ 600 €	≈ 325 €	≈ 545 €
Thermo Fischer Scientific (TEI)	49 i	≈ 360 €	≈ 330 €	≈ 250 €

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14625 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La configuration d'implantation à privilégier est la zone rurale et la zone périurbaine (voire urbaine). Dans ces 2 cas, la mesure conjointe des NO_x peut être faite.
- Bien qu'ils ne soient pas approuvés par type, certains modèles d'appareils anciens sont préférés à la génération suivante (approuvée par type) : le modèle 49C de TEI ou l'O3 41M d'Environnement SA.
- Comme pour SO₂, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 36 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Oramp, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmos'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madininair.

II.4 Les analyseurs automatiques de CO

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de CO dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14626 (Juillet 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif » (Indice de classement AFNOR: X43-065)

Principe de mesure: La concentration en oxyde de carbone dans l'air ambiant est mesurée au moyen de méthodes utilisant le rayonnement infra rouge non dispersif. Après avoir traversé une cellule de longueur L contenant le gaz à doser à la concentration C , l'intensité I transmise d'un faisceau lumineux d'intensité incidente I_0 à la longueur d'onde λ d'absorption du gaz considéré ($4,7 \mu\text{m}$ pour CO), est donnée par la loi de Beer-Lambert:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = K.L.C$$

où : A est l'absorbance
 I_0 est l'intensité incidente en W.m^{-2}
 I est l'intensité transmise en W.m^{-2}
 K est le coefficient d'absorption en $\text{ppm}^{-1}.\text{m}^{-1}$, pour une longueur d'onde donnée λ
 L est la longueur du milieu absorbant en m
 C est la concentration du mélange gazeux en ppm (10^{-6} V/V)

Selon les fournisseurs, diverses variantes techniques existent sur le marché tel que l'absorption IR non dispersive avec modulation de flux croisés (Horiba) ou la corrélation IR par filtre gazeux (TEI, API, Environnement SA). C'est ce dernier qui est majoritairement utilisé en France.

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur de monoxyde de carbone:

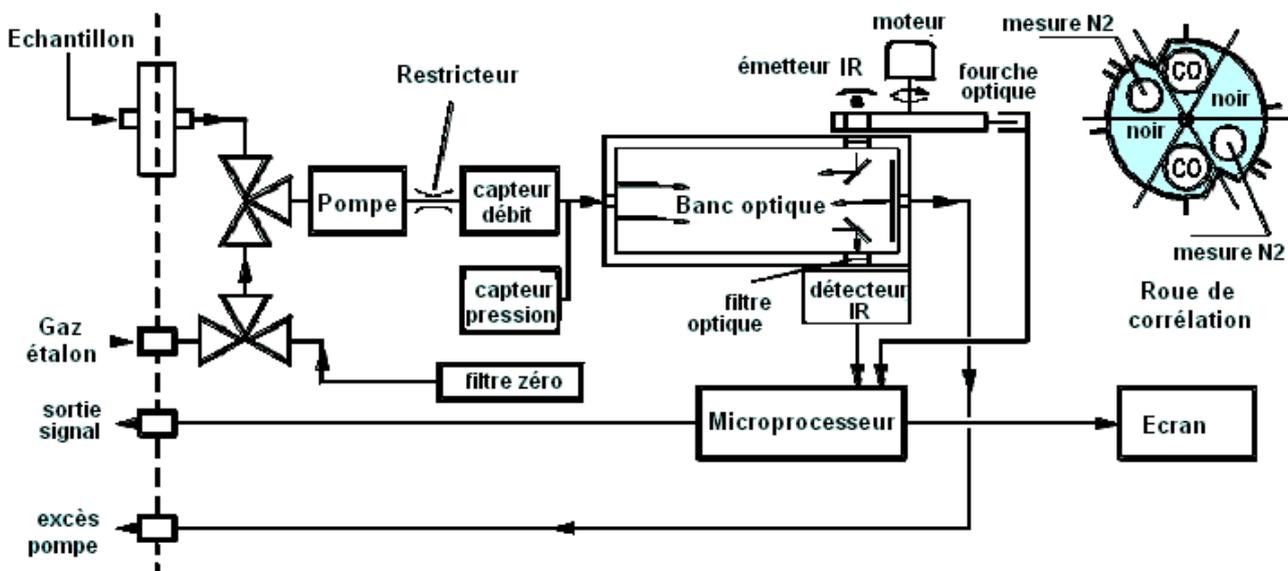


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique de CO (corrélation par filtre gazeux)

Les pièces névralgiques ont une durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: la roue de corrélation, la source IR, la roue de corrélation (susceptible de se vider), le moteur de rotation associé et le banc optique (miroirs multiples pouvant de désaligner). Contrairement aux analyseurs précédents, il n'est pas possible de disposer d'un moyen de contrôle intégré à l'appareil. Toutefois, la stabilité du principe de mesure est reconnue.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil de CO pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	300 E	≈ 7 700 €	2 ans
Environnement SA	CO 12M	≈ 9 900 €	2 ans
Horiba	APMA-370	≈ 8 000 €	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	48 i	≈ 10 600 €	1 an ½

Constructeur	Modèle	Source IR	Roue de corrélation	Moteur choppeur	Pompe
API	300 E	≈ 155 €	≈ 1130 € (garantie 5 ans contre les fuites)	≈ 380 €	≈ 610 €
Environnement SA	CO 12M	≈ 410 € (bloc complet)	≈ 500 €	≈ 90 €	≈ 135 €
Horiba	APMA-370	Principe de mesure différent			≈ 480 €
Thermo Fischer Scientific (TEI)	48 i	≈ 70 €	≈ 935 €	≈ 350 €	≈ 730 €

Exemple de prix de pieces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

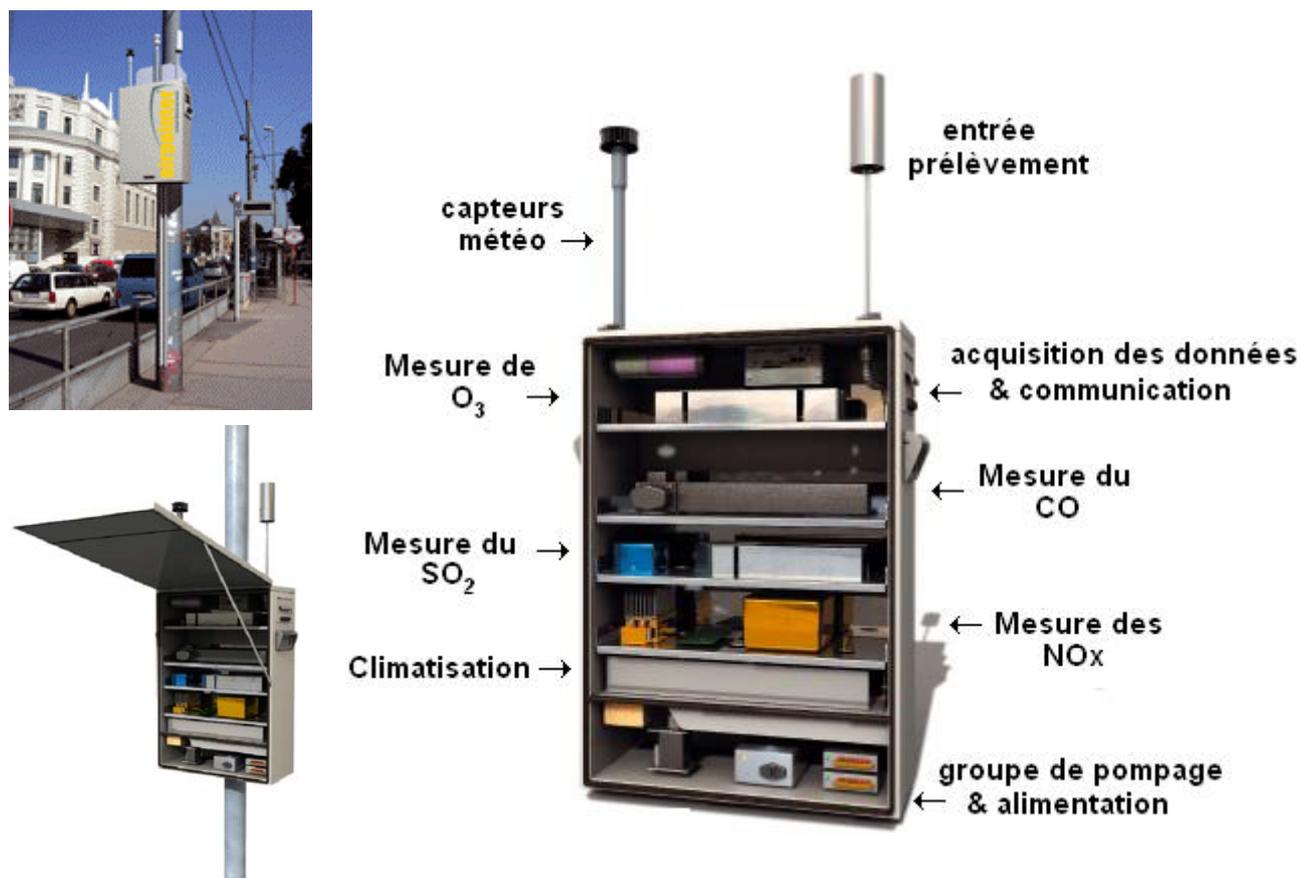
- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14626 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La configuration d'implantation à privilégier est la zone de proximité du trafic routier et la zone urbaine. Dans le 2^{ème} cas, les teneurs observées actuellement sont très faibles. Une augmentation de l'utilisation en moyen mobile est à prévoir.
- Comme précédemment, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 14 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Atmosf'Air Bourgogne, Air Breizh, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinair.

II.5 Les systèmes de mesure multigaz compacts

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: Etant donné le concept multipolluants du dispositif, l'appareil de mesure doit être conforme aux normes européennes correspondantes. A ce jour, seul le système Airpointer de la société autrichienne Recordum est conforme aux normes européennes associées pour la mesure de NO-NO₂-NO_x, SO₂, O₃ et CO. (cf. § II.1 à 4).

Principe de mesure: L'AIRPOINTER est un analyseur multiparamètres fabriqué en Europe par la société autrichienne RECORDUM et distribué en France par la société ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry). L'appareil consiste en un boîtier en inox avec des sous ensembles compartimentés accueillant les unités de mesure:



l'appareil AIRPOINTER

L'AIRPOINTER est doté d'un groupe de pompage unique pour l'alimentation des analyseurs en air échantillonné. La mesure de ces gaz se fait selon le principe de mesure de la méthode de référence correspondante à l'aide des modules électroniques correspondant à la série i des appareils Thermo qui sont approuvés par type selon les normes EN en vigueur.

Cet appareil peut susciter un intérêt pour les AASQA, notamment dans le cadre d'une installation près d'une infrastructure routière (station de proximité trafic) dont on connaît les contraintes de positionnement au niveau micro-local.

Les coûts associés à l'appareil dépendent du nombre de composés choisis. Le tableau suivant rassemble les prix associés :

Description	Prix (€HT)
Coffret standard (2 composés) avec climatiseur, tête d'échantillonnage, générateur d'air zéro, pompe à vide, filtre d'entrée	12600
Coffret agrandi (4 composés)	13650
Serrures (pour la porte principale et la trappe de maintenance)	105
Poignées de transport fixées sur la plate forme	520
Kit de fixation sur mur	95
Kit de fixation sur mât	De 105 à 520 (selon le diamètre de mât)
unité de mesure Ozone	4830
Générateur d'ozone interne	2200
unité de mesure Oxydes d'azote	8450
Banc à perméation NO ₂ interne (tube en sus)	1680
unité de mesure Monoxyde de carbone	8450
Mélange gazeux comprimé intégré	2200
Kit de remplissage du moyen intégré	525
unité de mesure Dioxyde de soufre	7460
Banc à perméation SO ₂ interne (tube en sus)	1680
unité de mesure Hydrogène sulfuré	12900
unité de mesure Ammoniac	12750
Unité de mesure COV non méthaniques	4300
Unité de mesure optique des Particules	8190
Tête PM ₁₀	525
Tête PM _{2.5}	1040
Anémomètre girouette (à fil chaud)	1100
Anémomètre girouette (à ultrasons)	1470
Thermo-hygromètre	840
Baromètre	630
Modem GPRS	410
Préinstallation pour Modem	260
Carte d'acquisition analogique (0-20 mA ou 0-10V)	252
Kit de mesure CO ₂ – T – HR pour air intérieur	1365
Kit de mesure formaldéhyde pour air intérieur	1565
Kit anémomètre fil chaud pour air intérieur	1105

Ainsi, un appareil AIR POINTER en coffret standard pour la mesure de CO et de NO_x (polluants recommandés pour une station de proximité trafic [1]), à fixer sur un mur ou un poteau électrique standard revient à 30230 € HT.

[1] « Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air » - ADEME Éditions, référence 4307 - Paris (2002)

II.6 les analyseurs automatiques de particules PM₁₀ & PM_{2,5}

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiels normatifs européens: Sur le plan réglementaire, la pollution atmosphérique particulaire est quantifiée par la masse de particules en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 10 µm (PM₁₀, PM pour Particulate Matter) ou 2,5 µm (PM_{2,5}). La mesure s'effectue en couplant une tête de prélèvement permettant de ne capter en théorie que des particules dont le diamètre est inférieur à une certaine valeur, et un système de prélèvement sur filtre permettant une pesée de l'échantillon. La connaissance du débit et de la masse aboutit à la mesure de concentration massique.

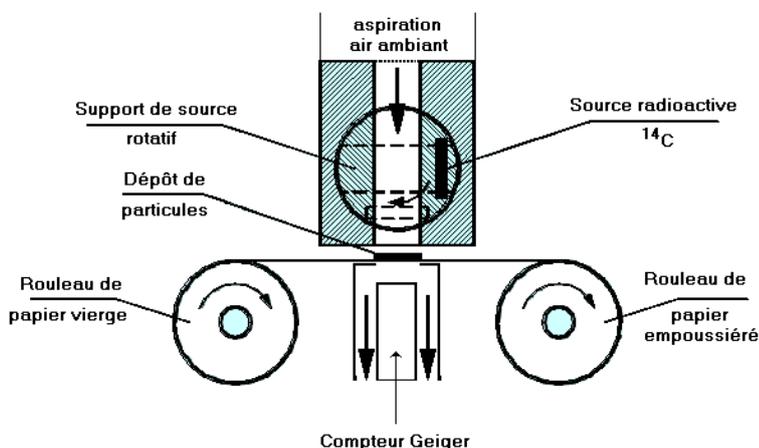
Pour les PM₁₀, la méthode de référence est la norme NF EN 12341 (Janvier 1999) « Qualité de l'air - Détermination de la fraction PM₁₀ de matière particulaire en suspension - Méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage » (Indice de classement AFNOR: X43-049)

Pour les PM_{2,5}, il s'agit de la norme NF EN 14907 (Mars 2006) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la fraction massique PM_{2,5} de matière particulaire en suspension » (Indice de classement AFNOR: X43-048).

Compte tenu des contraintes techniques liées à ces normes et dans le souci d'obtenir des informations quasiment « en temps réel » (à l'instar des polluants gazeux), les AASQA utilisent des méthodes automatiques dont l'équivalence doit avoir été démontrée :

❶ Absorption de rayonnement bêta avec traitement du prélèvement (MP101M-RST):

Le traitement du prélèvement consiste en une régulation du chauffage du tube de prélèvement après la tête, asservi en fonction de la température et de l'humidité relative ambiantes.



principe de fonctionnement de la jauge bêta

Les particules aspirées se déposent sur un filtre en forme de ruban continu. Un rayonnement de type bêta moins à faible énergie est émis par une source radioactive (telle que ¹⁴C ou ⁸⁵Kr) et est absorbé par les particules collectées sur le filtre. L'absorption est proportionnelle à la masse de matière, indépendamment de la nature physico-chimique de celle-ci.

Pour la mesure, on utilise la technique différentielle (une mesure N₁ de l'intensité du rayonnement bêta est faite sur le filtre vierge, une autre N₂ sur le filtre chargé en fin de cycle de prélèvement, au minimum de l'ordre de 2 heures).

La masse est reliée au rapport entre les 2 mesures selon une relation du type :

$$m = k \cdot \log\left(\frac{N_1}{N_2}\right) \text{ avec } k \text{ constante d'étalonnage propre à l'appareil}$$

La mesure du volume prélevé à un débit nominal fixé permet de calculer la concentration massique de particules sur le cycle de prélèvement.

En France, seul l'appareil MP101M-RST a démontré son équivalence en PM₁₀. Les contraintes réglementaires liées à la gestion de la source radioactive ¹⁴C expliquent en partie la faible implantation de cet appareil mais elles sont en cours de simplification.

② Microbalance à variation de fréquence couplée à un traitement du prélèvement (TEOM-FDMS : Tapered Element Oscillating Microbalance - Filter Dynamics Measurement System) :

Ce système de mesure automatique séquentiel d'origine américaine est constitué d'une tête de prélèvement, d'un module de traitement d'échantillon (FDMS), et d'un ensemble microbalance à élément oscillant + unité de contrôle et de commande (TEOM 1400AB). Un filtre est installé sur un élément oscillant à une fréquence donnée. Les particules déposées augmentent la masse du système produisant une décroissance de la fréquence de vibration. Cette variation de fréquence est enregistrée en permanence par l'unité de contrôle et convertie en masse suivant la relation:

$$\Delta m = K_0 \left(\frac{1}{f_2^2} - \frac{1}{f_1^2} \right)$$

Δm est la masse de particules collectées (en μg),

K_0 est la constante d'étalonnage de la microbalance (en $\mu\text{g} \cdot \text{Hz}^2$),

f_1 et f_2 sont les fréquences d'oscillation (en Hz) de la microbalance (avant et après collection de particules).

La mesure est séquentielle car l'échantillon subit différents traitements, donnant des valeurs (une correspondant à la concentration massique de particules volatiles, l'autre correspondant aux particules non volatiles) qui sont combinées pour donner le résultat final. Comme précédemment, la connaissance du volume prélevé permet de calculer la concentration massique de particules sur le cycle de prélèvement :

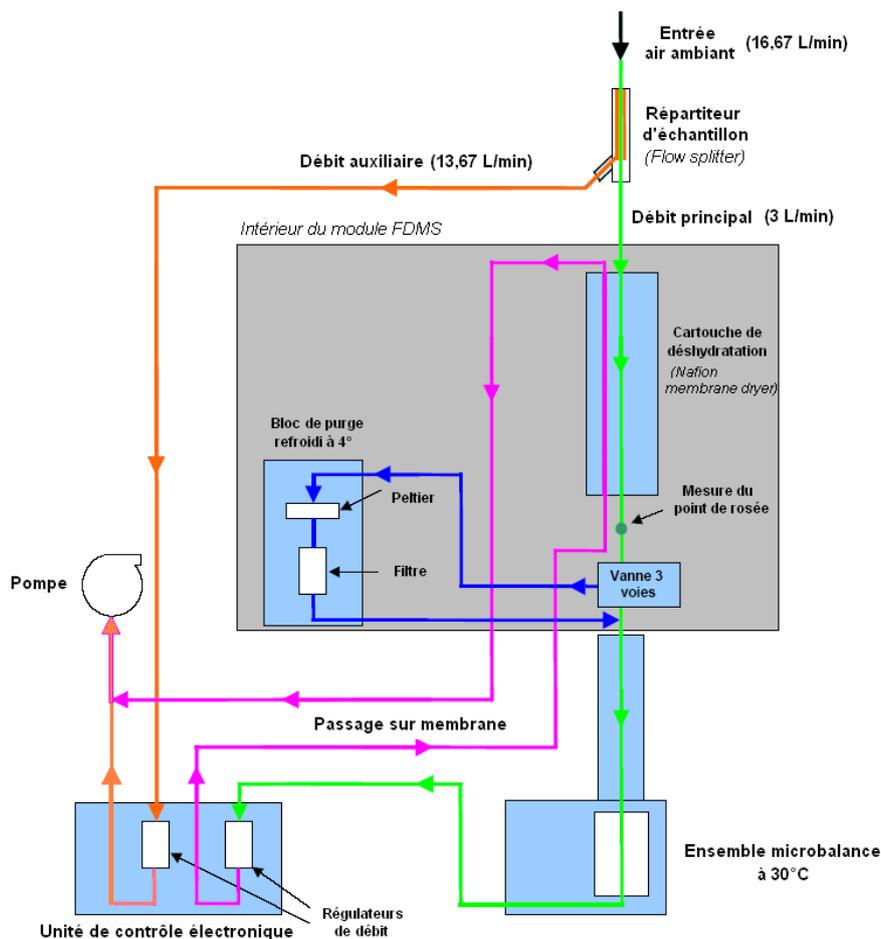


Schéma de principe de fonctionnement du TEOM-FDMS

En France, l'appareil TEOM-FDMS a démontré son équivalence en PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$.

Ces 2 types d'appareil sont plus robustes que des analyseurs de gaz. Les pièces névralgiques sont respectivement le compteur Geiger pour la MP101M-RST et l'élément séchant (membrane Nafion) ainsi que la pompe de prélèvement pour le TEOM-FDMS. Contrairement aux analyseurs de gaz, ces appareils ne disposent pas de moyen de contrôle intégré.

Concernant le TEOM-FDMS, il est à noter que le module de traitement de l'échantillon (FDMS) peut être ajouté a posteriori sur un ensemble TEOM 1400AB déjà existant (sous réserve de quelques spécificités). Cependant, cet ensemble TEOM 1400AB ne sera plus au catalogue du constructeur à partir de Septembre 2009. L'achat d'un module FDMS seul n'est donc à faire que si l'ensemble TEOM 1400AB auquel le module est destiné est récent (moins de 2 ans si possible).

L'autre solution est d'opter pour l'appareil remplaçant le TEOM 1400AB, à savoir le TEOM 1405. 3 appareils sont disponibles : le 1405 (1 seul paramètre, PM₁₀ ou PM_{2.5} sans traitement d'échantillon), le 1405 F (1 seul paramètre, PM₁₀ ou PM_{2.5} avec traitement d'échantillon) ou le 1405 DF (mesure simultanée de PM₁₀ et PM_{2.5} avec traitement d'échantillon)

Dans l'état actuel des connaissances, seul le TEOM 1405 F (remplaçant du TEOM-FDMS complet) ou le TEOM 1405 (remplaçant du TEOM 1400AB, lorsque le module FDMS est déjà disponible) peuvent être achetés.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'analyseur automatique de PM₁₀ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné à titre indicatif, la comparaison étant difficile dans la mesure où les techniques sont différentes.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Environnement SA	MP101M-RST	≈ 20 000 €	1 an
Thermo Fischer Scientific (TEI)	1400AB	≈ 26 000 €	
	Module FDMS	≈ 9500 €	
	1405	≈ 24 300 €	
	1405 F	≈ 33 500 €	

Le passage de PM₁₀ à PM_{2.5} entraîne un surcoût d'environ 645 € HT

Constructeur	Modèle	Compteur GM	Rouleau papier	Kit de pompe
Environnement SA	MP101M-RST	≈ 630 €	≈ 70 €	≈ 130 €

Constructeur	Modèle	Boîte de 100 filtres	Reconditionnement de membrane sécheuse	Kit de pompe
Thermo Fischer Scientific (TEI)	1400AB	≈ 260 €		≈ 120 €
	Module FDMS		≈ 810 €	
	1405			
	1405 F		≈ 810 €	

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Les coûts de fonctionnement varient selon les conditions d'exploitation (niveaux de concentration en particules, environnement microlocal) et la technique analytique.

Ainsi, le TEOM-FDMS fonctionne en dépression (vide obtenu par pompage) en permanence, sollicitant donc fortement la pompe. Le filtre de collecte doit être changé régulièrement (au moins tous les mois) et le traitement de l'échantillon (« séchage » par membrane) peut entraîner une dégradation de la dite membrane qui est sensible à l'humidité. Le principe de mesure séquentielle ainsi que la complexité technique sont très « consommateurs de temps » (maintenance préventive & curative, validation des données).

La MP101M-RST a une automie plus grande (un rouleau de papier filtre dure au minimum 8 mois en configuration cyclique 24h), le groupe de pompage est moins sollicité (pas de travail en dépression) et le traitement de l'échantillon (basé sur un chauffage thermo-hygro-régulé) est peu problématique. La sensibilité à l'humidité du compteur GM est cependant à noter.

Informations complémentaires:

- En France, seuls les appareils MP101M-RST (en PM_{10}) et TEOM-FDMS (en PM_{10} et $PM_{2.5}$) ont le statut de « méthode conforme à la méthode de référence », conformément aux recommandations de la Directive 2008/50/CE.

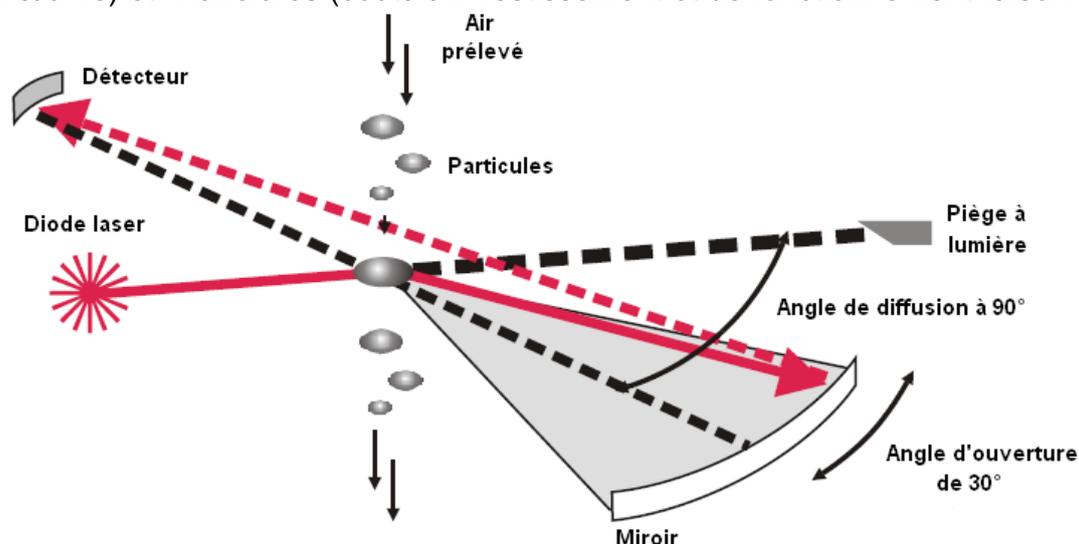
- A ce jour, seul le TEOM-FDMS $PM_{2.5}$ est utilisable pour le calcul de l'Indice d'Exposition Moyen (IEM), devant être établi dans les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants à partir de mesures faites en sites urbains denses (fond urbain).

- Les analyseurs automatiques de particules de la marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) sont distribués en France par la société française ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry)

II.7 La mesure automatique de particules par méthode optique

L'intérêt grandissant pour les particules, notamment pour des tailles plus petites que $2,5\mu\text{m}$ (PUF pour Particules Ultra Fines, particules submicroniques, nanoparticules...) oriente vers une caractérisation en nombre plutôt qu'en concentration massique.

La mesure de la concentration en nombre de particules dans le contexte des AASQA n'est a priori accessible que par certaines méthodes optiques (par exemple la diffusion de lumière, cf. figure suivante) pour des raisons techniques (faible encombrement, facilité de mise en œuvre) et financières (coûts d'investissement et de fonctionnement raisonnables).



principe de fonctionnement d'un Compteur Optique de Particules par diffusion lumineuse

Ce type de technique, utilisée principalement dans la mesure des émissions industrielles ou des atmosphères de travail, est donnée à titre indicatif pour une utilisation en AASQA, compte tenu de l'incertitude sur le plan métrologique (défaut potentiel de justesse et d'exactitude, notamment pour une expression en concentration massique). Cependant, la facilité de mise en œuvre et d'exploitation peut intéresser les AASQA qui peuvent les utiliser dans un cadre d'évaluation préliminaire (en air extérieur) ou prospectif (en air intérieur). Le tableau suivant donne des exemples de matériel avec coûts d'achat associé :

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Grimm	G365	≈ 25 000 €	1 an
	WRAS 565	≈ 68 000 €	
personal Data RAM	pDR-1500	≈ 6 000 €	
Magee Scientific	MicroAeth AE51	≈ 6 000 €	
LightHouse	HH 3016 IAQ	≈ 6 000 €	

Il est important de noter que si ce type de mesure donne des informations intéressantes et exploitables sur le plan de la granulométrie des particules (nombre par unité de volume et par tranche granulométrique), la conversion en concentration massique est très controversée et les résultats obtenus ne sont qu'indicatifs et en aucun cas exploitables sur le plan réglementaire, sous réserve d'une validation solide sur le plan de l'étalonnage ou de l'équivalence des mesures par rapport à la méthode de référence).

II.8 les préleveurs séquentiels de particules

Référentiels réglementaires européens:

- Directive n°2008/50/CE (pour Pb)
- Directive n° 2000/104/CE (pour As, Cd, Hg, Ni et le Benzo(a)Pyrène BaP)

Référentiels normatifs européens: La caractérisation chimique concerne les particules PM₁₀ et les dépôts. Le principe de mesure consiste essentiellement en un prélèvement spécifique suivi d'une analyse différée en laboratoire.

Concernant les PM₁₀, le prélèvement est basée sur la norme EN 12341 (cf. § II.4)

Concernant la mesure du mercure gazeux total dans l'air ambiant, la norme européenne est en cours de finalisation (prNF EN 15852 « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination du mercure gazeux total »).

Note : il s'agit ici d'une analyse en continu de mercure gazeux, l'approche est alors analogue à celle d'un polluant inorganique gazeux.

S'agissant des dépôts, les normes européennes sont également en cours de finalisation :

- pr NF EN 15841 « Qualité de l'air - Air ambiant - Détermination de plomb, de nickel, d'arsenic et de cadmium dans les dépôts atmosphériques »
- pr NF EN 15853 « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts de mercure »
- le projet de norme sur les HAP dans les dépôts est moins avancé car pas référencé pour le moment à l'AFNOR (« Air quality — Determination of the atmospheric deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene »)

Il existe plusieurs modèles de préleveurs séquentiels sur filtres, dont les organes principaux (console de commande avec clavier et afficheur, passeur automatique de filtre, tubes d'approvisionnement et de stockage des filtres) sont protégés contre les intempéries et le vandalisme dans un coffret verrouillé lors d'une utilisation extérieure. Une utilisation en intérieur (ex : en cabine autonome) est aussi possible. Le débit est régulé à une certaine valeur selon le type de tête de prélèvement PM₁₀ utilisée et donc le préleveur associé : 1 m³/h pour les appareils TEI, 2,3 m³/h pour le Leckel ou 30 m³/h pour le DA80

Note : le prélèvement pour les HAP est plus contraignant, notamment en ce qui concerne la conservation des échantillons. Cela a pour conséquence des modifications de configuration des préleveurs utilisés initialement pour les métaux lourds.

Après prélèvement pendant une durée déterminée donc pour un volume échantillonné connu, les filtres sont analysés de différentes façons en laboratoire:

Pour les métaux lourds, l'analyse est basée sur la norme EN 14902 («Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM₁₀ de la matière particulaire en suspension»)

Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, l'analyse est effectuée selon la norme EN 15449 («Qualité de l'air - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration du benzo[a]pyrene dans l'air ambiant»)

Les tableaux suivants donnent les coûts d'achat de préleveurs pour les marques mentionnées dans l'annexe 3, en différenciant les polluants ciblés (métaux lourds ou HAP). La configuration pour HAP n'empêche pas une utilisation pour les métaux lourds. Elle comprend l'appareil avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées ou de consommables des appareils destinés aux HAP est donné à titre indicatif.

Coût d'achat de préleveurs de particules pour la mesure des métaux lourds

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (Partisol Plus)	≈ 17 000 €	1 an
DIGITEL	DA 80 (version extérieure)	≈ 34 000 €	
	DA 80 (version intérieure)	≈ 35 500 €	
Leckel	SEQ 47/50	≈ 14 000 €	

Coût d'achat de préleveurs de particules pour la mesure des HAP

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (Partisol Plus BaP)	≈ 20 400 €	1 an
	Partisol Spéciation 4V	≈ 35 000 €	
DIGITEL	DA 80 (version extérieure)	≈ 44 000 €	
	DA 80 (version intérieure)	≈ 48 000 €	

Constructeur	Modèle	Cartouche spéciation HAP	Dénudeur ozoneur	Kit de pompe
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol Spéciation	≈ 3000 €	≈ 300 €	≈ 470 €

Constructeur	Modèle	Mousse PUF (x10)	Module climatisation pour filtres prélevés	Kit de joints toriques
DIGITEL	DA80	De ≈ 50 à ≈ 100 €	≈ 6 600 €	≈ 110 €

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les préleveurs séquentiels de particules de la marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) sont distribués en France par la société française ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry)
- La marque suisse DIGITEL est distribuée en France par la société Mégatec (Immeuble Homère - Les Algorithmes 91190 Saint Aubin)
- La marque allemande Leckel ne dispose pas actuellement de distributeur en France, la commande doit se faire directement au siège social de la société situé à Berlin.
- Tous les préleveurs sont à l'origine prévus pour une installation à l'extérieur. Seul le DA80 offre une version intérieure sur catalogue.
- Le diamètre du filtre est fonction du débit de prélèvement ; ainsi 30 m³/h pour le DA80 nécessite des filtres de 150mm de diamètre alors que des débits plus faibles (1 m³/h pour

les appareils TEI, 2,3 m³/h pour le Leckel) requièrent des filtres de diamètre 47mm. Cela peut être un élément important pour les laboratoires chargés de l'analyse.

- L'utilisation d'un piège à ozone (« dénudeur ») est seulement recommandée dans la norme EN 15549. Son utilisation entraîne un surcoût d'environ 1700 € HT à l'achat du Partisol Plus.

- l'appareil Partisol Spéciation est un préleveur multipolluants, développé pour la collecte simultanée & séquentielle de polluants particulaires et gazeux divers (cf. paragraphe xx) pour une fraction donnée (PM₁₀, PM_{2,5}...) : solides, semi volatils, volatils, métaux lourds, anions & cations, HAP, pesticides, dioxines... Jusqu'à 12 voies de prélèvement sont disponibles avec possibilité d'échantillonner simultanément sur plusieurs voies. Le prélèvement est effectué sur un support spécifique (cartouche de spéciation « ChemComb »), optimisable selon le type d'analyse chimique envisagé ultérieurement pour quantifier chaque polluant.

A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait :

- 58 préleveurs à haut débit DA80 dans les AASQA suivantes : Aspa, Airaq, Atmo Auvergne, Air C.O.M., Air Breizh, Lig'Air, Atmo Champagne Ardennes, Atmo Franche Comté, Air Normand, Airparif, Air Languedoc Roussillon, LimAir, Oramip, Atmo Nord Pas de Calais, Atmo PACA, Air Pays de Loire, Atmo PicardieE, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes,

- 95 préleveurs à bas débit Partisol Plus dans les AASQA suivantes : Aspa, Airaq, Atmo Auvergne, Air C.O.M., Air Breizh, Lig'Air, Atmo Champagne Ardennes, Atmo Franche Comté, Atmosf'Air Bourgogne, Air Normand, Airparif, Air Languedoc Roussillon, Airlor, LimAir, Oramip, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Air Pays de Loire, Atmo Picardie, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Qualit'Air Corse, Madinair, ORA Réunion,

- 20 préleveurs à bas débit Partisol Spéciation dans les AASQA suivantes : Airaq, Atmo Auvergne, Air Breizh, Atmo Franche Comté, Air Normand, Airparif, Airlor, LimAir, Oramip, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Air Pays de Loire, Atmo Picardie, Atmo Poitou Charentes.

II.9 les analyseurs automatiques de BTX

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de benzène dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14662-3 (Décembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C_6H_6 - Partie 3: prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site » (Indice de classement AFNOR: X43-029-3)

Principe de mesure: La mesure par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) est basée sur la séparation des mélanges gazeux complexes par une suite continue d'équilibres s'établissant entre une phase mobile gazeuse et une phase stationnaire appropriée aux composés ciblés (colonne spécifique le plus souvent de type capillaire). Le détecteur placé en sortie de colonne décèle la présence des composés au fur et à mesure de leur arrivée. Les variations enregistrées sont transformées par le détecteur en signaux électriques qui sont amplifiés et retranscrits. 2 types de détecteurs sont couramment utilisés pour la mesure des COV : le détecteur à ionisation de flamme (FID pour Flame Ionisation Detector) et le détecteur à photo-ionisation (PID pour Photo Ionisation Detector). Pour le FID, lorsqu'un composé organique est brûlé, il produit des ions qui sont convertis en courant. Le courant produit est proportionnel à la quantité d'échantillon brûlé. Dans le cas du PID, les ions sont issus de l'exposition des composés au rayonnement d'une lampe UV. Les deux techniques nécessitent des gaz vecteurs de pureté suffisante, obtenus à l'aide d'un générateur externe (hydrogène pour le FID) ou à partir de bouteille (azote pour le PID).

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur automatique de benzène par CPG-FID:

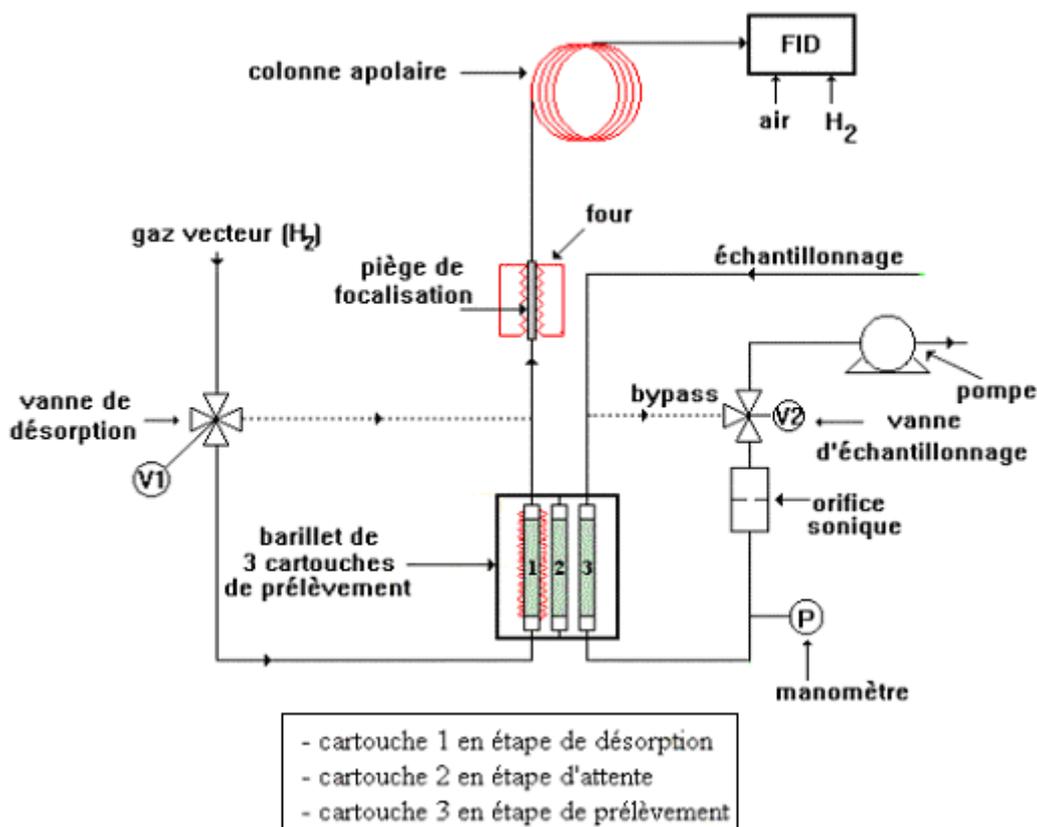


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique de C_6H_6 (CPG-FID)

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, cette technique permet de mesurer d'autres espèces hydrocarbonées tels que le toluène (considéré comme un traceur de la pollution automobile), les xylènes ou l'éthylbenzène utilisés dans l'industrie ainsi que les composés précurseurs de la formation de l'ozone. Cependant, seul le benzène est réglementé (la surveillance des 31 COV précurseurs de l'ozone est seulement recommandée).

Les pièces névralgiques ont une durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: la lampe UV du PID, la colonne chromatographique.

Comme pour CO, il n'est pas possible de disposer d'un moyen de contrôle intégré à l'appareil, impliquant donc un contrôle externe régulier.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un analyseur de benzène pour une de marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné à titre indicatif.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Synspec	GC955	≈ 27 500 €	1 an

Colonne capillaire	Lampe UV – PID	Kit de réparation diaphragme vanne	Tête de détecteur PID avec électrode	Jeu de filtres interne avec charbon actif	Tube Tenax de pré concentration avec thermocouple
≈ 570 €	≈ 1 050 €	≈ 155 €	≈ 190 €	≈ 170 €	≈ 110 €

Exemple de prix de pièces détachées & consommables (€HT)

Informations complémentaires:

- L'appareil de la marque hollandaise Synspec a été jugée conforme (approuvée par type) à la norme NF EN 14662-3 par l'UMEG (Karlsruhe). Cette marque est distribuée en France par la société Néréides (4 avenue des Indes – 91969 Courtaboeuf)

- Bien qu'il soit cité dans l'annexe 3, l'appareil ChromatoTec modèle Airmo BTX1000 PID n'a pas été détaillé, dans l'attente d'informations complémentaires concernant sa certification de conformité à la norme EN 14662-3 décernée par le CNR (Italie) en Juillet 2007. Cette certification est basée sur une actualisation des tests effectués par le TÜV (Allemagne) en 1996 sur le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes. Son prix d'achat est de l'ordre de 45 000 € HT.

- La configuration d'implantation à privilégier est la zone de proximité du trafic routier et la zone urbaine. Dans le 2^{ème} cas, les teneurs observées actuellement sont très faibles. Une utilisation en moyen mobile est à étudier avec précaution, compte tenu de la technique.

- A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait xx appareils Synspec modèle GC955 en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Atmosf'Air Bourgogne, Air Breizh, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinair.

II.10 Les préleveurs passifs de polluants gazeux

Le principe général consiste en un tube vertical de dimensions réduites (ex : 7cm x 1 cm) ouvert à sa partie inférieure, et contenant en sa partie supérieure interne, un support solide imprégné d'une substance chimique adaptée à l'absorption spécifique d'un gaz qui diffuse naturellement dans le tube qui est exposé dans l'atmosphère à étudier :



Exemples d'échantillonneurs passifs (axial : à droite et à gauche ; radial : au centre)

Le tube est ensuite retourné en laboratoire aux fins de détermination de la masse de gaz capté. Cette masse est convertie en terme de concentration volumique dans l'air par un calcul tenant compte de la durée d'exposition et des propriétés physiques de diffusion du gaz considéré (cf. loi de Fick) .

Ces méthodes séquentielles d'échantillonnage de type "manuel" éprouvées depuis de nombreuses années (SO_2 , NO , NO_2 , N_2O , NH_3 , SO_2 , H_2S , O_3 , COV de C3 à C20 tel que le benzène, les pesticides, les PCB, les organophosphorés..) peuvent être utilisées dans des sites où la connaissance des concentrations en polluants en temps réel n'est pas indispensable. 2 types de tubes sont commercialisés (le tube axial et le tube radial) nécessitant chacun des protocoles d'utilisation spécifiques selon le gaz recherché.

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Compte tenu des performances métrologiques, cette technique est qualifiée de « mesure indicative » c'est à dire de mesure qui respecte des objectifs de qualité des données moins stricts que ceux qui sont requis pour la mesure fixe (c'est à dire la méthode de référence)

Référentiel normatif européen: Il existe plusieurs référentiels normatifs européens compte tenu du nombre de substances mesurables par cette technique. Cependant, n'ayant pas le statut de méthode de référence, la conformité à la norme européenne n'est pas obligatoire. A titre indicatif, les normes suivantes peuvent être citées

- NF EN 14662-4 (Novembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage des concentrations en benzène C_6H_6 - Partie 4 : échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption thermique et d'une chromatographie en phase gazeuse » (Indice de classement AFNOR: X43-029-4)

- NF EN 14662-5 (Novembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration de benzène C_6H_6 - Partie 5 : prélèvement par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie gazeuse » (Indice de classement AFNOR: X43-029-5)

- NF EN 13528 « Qualité de l'air - Echantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs - Prescriptions et méthodes d'essai :

↪ partie 1 (2003) : prescriptions générales

↪ partie 2 (2003) : exigences spécifiques et méthodes d'essai

↪ partie 3 (2004) : guide pour la sélection, l'utilisation et la maintenance

- NF EN 838 (2008) : Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des gaz et vapeurs à l'aide de dispositifs de prélèvement par diffusion - Exigences et méthodes d'essai
- NF EN ISO 16017-2 (2003) « Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 2 : échantillonnage par diffusion »

Informations complémentaires:

- Il existe plusieurs fabricants de tubes passifs, pouvant également assurer l'analyse des échantillonneurs après exposition : Ogawa [1], Passam [2], Gradko [3], Radiello [4]. Les coûts associés dépendent du polluant ciblé, de la technique d'analyse associée et de la quantité de tubes utilisée. Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur des coûts :

Polluant	Coût unitaire hors analyse (€HT)	Coût unitaire avec analyse (€HT)
NO ₂	De 5 à 10	De 10 à 15
O ₃	De 8 à 10	De 10 à 20
BTEX – COV	De 5 à 15	De 30 à 70
SO ₂	De 8 à 12	De 10 à 25

[1] <http://www.ogawausa.com/passive.html>

[2] <http://www.passam.ch/products.htm>

[3] <http://www.gradko.co.uk/introduction.shtml>

[4] <http://www.fsm.it/padova/radiello.html>

II.11 Les préleveurs actifs de polluants gazeux

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Lorsqu'il n'est pas nécessaire de connaître les variations de la concentration d'un polluant atmosphérique en continu ou sur un pas de temps court, le prélèvement sur site suivi d'une analyse différée en laboratoire est envisageable. Les COV sont majoritairement concernés par cette approche, 2 techniques sont possibles :

① l'échantillonnage séquentiel sur cartouches adsorbantes (« préleveur actif »):

Grâce à un système de prélèvement autonome de dimensions réduites (ex : L x l x h = 40 x 20 x 20 cm pour un poids de 10 kg), l'air prélevé passe à travers une cartouche rempli d'adsorbant spécifique au(x) composé(s) ciblé(s) : aldéhydes, cétones, alcanes, alcènes, aromatiques (ex : benzène)...

Référentiel normatif européen: Dans le cas du benzène, le préleveur doit respecter la méthode de référence décrite dans la norme européenne NF EN 14662 (Décembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ » :

- Partie 1: échantillonnage par pompage suivi d'une désorption thermique et d'une méthode chromatographie en phase gazeuse (Indice de classement AFNOR: X43-029-1)
- Partie 2: prélèvement par pompage suivi d'une désorption au solvant et d'une méthode de chromatographie en phase gazeuse (Indice de classement AFNOR: X43-029-2)

Il existe plusieurs fabricants de « préleveurs actifs »: MCZ [5], le National Physical Laboratory (NPL) [6], TERA Environnement [7]...

Le tableau suivant donne le coût d'achat d'un préleveur actif de benzène. La configuration comprend l'appareil avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
TERA Environnement	Sypac	≈ 8 000 € (incluant le logiciel de pilotage du préleveur et 1 jour de formation)	1 an

② l'échantillonnage sur Canister :

L'utilisation des canisters (conteneurs en acier inoxydable) est largement répandue aux États-Unis (technique homologuée par l'Environmental Protection Agency (EPA) dans le cadre de la surveillance de la pollution atmosphérique). Le dispositif de prélèvement sur site est constitué d'un système de régulation de débit, d'une pompe et d'un canister d'une contenance en eau variable (de 1 à 15 litres). La période d'échantillonnage est programmable. Les gaz échantillonnés restent dans leur état d'origine dans la mesure où la surface interne du canister est inerte (acier inoxydable électropolé). On dispose d'une quantité suffisante de gaz qui permet des analyses ultérieures en laboratoire par CPG.

[5] http://www.ecomesure.com/IMG/pdf/Fiche_MCZ.pdf

[6] <http://www.npl.co.uk/environmental-measurement/products-and-services/controlled-flow-air-samplers>

[7] <http://www.tera-environnement.com/images/contenu/SyPAC%20.pdf>

ANNEXES

Annexe n°1 : Exigences réglementaires européennes

Annexe n°2 : Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Annexe n°3 : Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

ANNEXE n°1

Exigences réglementaires européennes

Exigences réglementaires européennes

Polluant	Norme EN correspondante	Valeur de référence (µg/m ³) ⁽¹⁾	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude ⁽²⁾ (%)		Saisie minimale de données (%)
SO ₂	EN 14212	350	1 h	15	25	90 ⁽³⁾
		125	24 h			
		20	1 an			
NO/NO ₂ /NO _x	EN 14211	200 (en NO ₂)	1 h	15	25	
		40 (en NO ₂)	1 an			
		30 (en NO _x)	1 an			
		Pas pour NO ⁽⁴⁾	1 h	15	30	90/75 ⁽⁵⁾
O ₃	EN 14625	120 ⁽⁷⁾	8 h	15	30	90/75 ⁽⁵⁾
CO	EN 14626	10 mg/m ³	8 h	15	25	90
C ₆ H ₆	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5	1 an	25	30	90 ⁽⁶⁾
PM ₁₀	EN 12341	50	24 h	25	50	90
		40	1 an			
PM _{2,5}	EN 14907	25 ⁽⁷⁾	1 an	25	50	90
Pb	EN 14902	0,5	1 an	25	90	90 ⁽⁸⁾
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m ³)	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m ³	1 an	50		

Notes :

(1) : valeur limite / cible exprimée à 20°C et 1013 hPa pour les gaz et aux conditions moyennes ambiantes durant le prélèvement pour les particules

(2) : l'incertitude est définie à un niveau de confiance de 95%. A gauche : la mesure fixe en continu ; à droite : la mesure indicative

(3) : Pour la mesure fixe en continu en NO₂, dans le cadre de la Directive 2008/50/CE, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été et de 75% durant l'hiver. Pour la mesure indicative, l'exigence de 90% est associée à une couverture temporelle minimale de 14% (1 mesure par semaine au hasard, uniformément répartie sur l'année, ou 8 semaines uniformément réparties sur l'année)

(4) : Même si il n'y a pas de valeur limite pour le monoxyde d'azote, concernant la mesure fixe en continu en NO dans le cadre de la Directive 2008/50/CE, des objectifs de qualité de données sont fixés pour les mesures individuelles.

(5) : Pour la mesure fixe en continu, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été et de 75% durant l'hiver. Pour la mesure indicative, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été avec une couverture temporelle minimale supérieure à 10%.

(6) : Pour la mesure fixe en continu, cette exigence est associée à une couverture temporelle minimale spécifique : 35% pour les sites urbain de fond et trafic (répartis sur l'année de façon à être représentatifs des conditions variées de climat et de trafic), 90% pour les sites industriels.

(7) : Valeur Cible

(8) : Pour les mesures fixes, cette exigence est associée à une couverture temporelle minimale spécifique selon le polluant: 33 % pour le Benzo(a)pyrène, 50% pour As, Cd, Ni et 100 % pour Pb (en excluant les pertes de données dues à l'étalonnage régulier ou à l'entretien normal des instruments)

ANNEXE n°2

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Rédaction : F. MATHE (LCSQA – Mines de Douai)

1. rappel du contexte

1.1 La réglementation

La Directive n°2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe introduit la notion d'homologation de type (en anglais « type approval » le plus souvent traduit par « approbation de type ») dans l'annexe VI (relative aux méthodes de référence à mettre en œuvre), au point E (Reconnaissance mutuelle des données) :

« En effectuant l'homologation de type démontrant que les appareils satisfont aux exigences de performance des méthodes de référence énumérées dans la section A, les autorités et les organismes compétents désignés en application de l'article 3 acceptent les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais. »

La définition de l' "homologation de type" (ou approbation de type) est donnée dans les normes européennes éditées par le CEN et désignées comme méthodes de référence dans la Directive:

« Décision d'un laboratoire désigné selon laquelle le modèle d'un analyseur est conforme aux exigences spécifiées dans la norme européenne correspondante » (comparable à l' "approbation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

La conformité est jugée sur la base des résultats obtenus lors d' « essais d'approbation de type » qui consistent en l' :

« examen de deux ou plusieurs analyseurs du même modèle, soumis par un fabricant à un organisme désigné ; cet examen inclut les essais nécessaires à l'approbation de modèle » (comparable à l' "évaluation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

En toute rigueur, l'homologation de type s'applique à tous les appareillages qui sont utilisés dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive, sous réserve de l'existence du cahier des charges que constitue la norme européenne choisie comme méthode de référence. Les référentiels normalisés actuels mentionnant un processus d'homologation de type ne concernent que des appareils automatiques commercialisés (dits « analyseurs ») dont la durée de vie dans le catalogue du constructeur dépasse rarement les 10 ans. Toute modification de conception d'un appareil approuvé par type doit être signalée par le fabricant à l'autorité responsable, afin que soit jugée la pertinence de nouveaux essais. Ce processus, sommairement décrit dans les normes EN, est plus détaillée dans la récente norme EN 15267 « Qualité de l'air - Certification des systèmes de mesurage automatisés » dans la partie 2 « évaluation initiale du système de gestion de la qualité des fabricants de systèmes de mesure automatisés et surveillance après certification du procédé de fabrication ». Cette norme sera mentionnée dans la prochaine version révisée des normes EN (prévue pour la fin 2009).

Les organismes impliqués dans le processus d'homologation de type étaient définis à l'origine dans l'article 3 de la Directive Cadre n°96/62/CE:

« ... les Etats Membres désignent aux niveaux appropriés les autorités compétentes et les organismes chargés de l'agrément des dispositifs de mesure (méthodes, appareils, réseaux, laboratoires) »

La récente Directive n°2008/50/CE reprend le texte original dans son article 3 en ajoutant :

- la coopération avec les autres Etats Membres et la Commission
- des recommandations sur le plan de l'assurance de la qualité (cf. annexe I « objectifs de qualité des données - point C » concernant l'assurance de la qualité pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant: validation des données) qui font référence à la norme EN ISO 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »

L'une des conséquences de la coopération avec les autres Etats Membres est la « reconnaissance mutuelle des données » citée ci dessus. Cette reconnaissance des processus d'homologation de type s'illustre d'ores et déjà avec l'accord entre l'UBA en Allemagne (où les tests d'approbation de type sont effectués par le TÜV ou le LUBW qui sont accrédités ISO 17025 pour ce type d'activités) et l'Agence de l'Environnement en Angleterre et Pays de Galles (Environment Agency of England and Wales) qui gère le système UK MCERTS (où les tests d'approbation de type sont effectués par le NPL ou la société AEA Technology)

Sur le plan du matériel, la Directive fixe un planning de mise en œuvre de la réglementation (cf. Annexe VI point D. Introduction de nouveaux appareils) :

« Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en œuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010.

Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 »

1.2 Les normes CEN

Les normes CEN ayant le statut de méthode de référence dans la réglementation européenne et décrivant un processus d'approbation de type sont les suivantes:

1. **NF EN 14211 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR";
2. **EN 14212 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV";
3. **EN 14624 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV »;
4. **EN 14625 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif »;
5. **EN 14662 Partie 3 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ - Partie 3 : prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site »

Il convient de noter que :

- les méthodes 1 à 4 sont en cours de révision mais le texte relatif à l'approbation de type n'est pas (ou peu) concerné.
- certains paramètres déterminés lors des tests d'approbation de type doivent être repris par l'utilisateur dans le calcul d'incertitude demandé par la Directive dans le cadre des Objectifs de Qualité des Données.
- les autres méthodes de référence mentionnées dans la Directive n°2008/50/CE sont manuelles et n'imposent rien en matière d'approbation de type. Il est à noter que dans le cadre de la Directive n°2004/107/CE (4^{ème} Directive Fille relative aux métaux lourds et aux HAP), la norme EN 15852 (en cours d'élaboration) « Qualité de l'air ambiant - Méthode

normalisée pour la détermination du mercure gazeux total » décrira un processus d'approbation de type. De même, la future norme décrivant la méthode normalisée pour le mesurage de la concentration massique de particules en suspension dans l'air ambiant intégrera l'approbation de type.

- dans les normes CEN, l'accréditation d'un laboratoire conformément à l'EN ISO 17025 pour effectuer des essais d'approbation de type est une recommandation et non une exigence.
- lorsqu'une méthode de référence n'est pas utilisée par un Etat Membre, le recours à une méthode dite « équivalente » est possible, sous couvert des recommandations données par la Directive (cf. Annexe VI point B « démonstration de l'équivalence »)

1.3 La situation de la France

L'autorité compétente est le Ministère en charge de l'Environnement.

Créée en 2003 par AFNOR Certification, le LNE et l'INERIS, l'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure de l'Environnement) est un organisme de certification spécialisé dans le domaine de l'instrumentation pour l'environnement. Il est mandaté pour l'attribution de la marque « NF Instrumentation pour l'Environnement » aux appareils de mesure à l'émission et dans l'air ambiant. Dans un proche avenir, il pourrait jouer le rôle d'organisme désigné dans le cadre du processus français d'homologation de modèle, en tenant compte qu'en tant qu'organisme de certification, l'ACIME n'effectue pas de tests d'approbation de type mais peut avoir recours à un laboratoire, si possible ayant l'accréditation ISO 17025 pour la conduite de tels essais.

Note: l'ACIME a par le passé délivré une certification pour des analyseurs de la qualité de l'air ambiant (analyseurs de CO, SO₂, O₃, NO_x, BTX), réalisées sur la base d'un nombre plus limité de caractéristiques de performances que celles prises en compte dans les normes européennes parues en 2005 et selon des modes opératoires différents. Cela avait entraîné une non-reconnaissance de la part des Etats Membres. Pour des raisons stratégiques, les constructeurs se sont alors tournés vers les systèmes plus reconnus (tel que le système allemand UBA - TÜV). Ceci a pour conséquence d'avoir une seule marque avec deux types d'appareils pour l'analyse de l'air ambiant ayant la marque « NF Instrumentation pour l'environnement » alors que le parc instrumental français comporte d'ores et déjà quatre marques d'analyseurs bénéficiant de rapports d'approbation de type ou ayant le statut d'appareils homologués dans d'autres Etats Membres. Les caractéristiques de performance déterminées lors des essais d'approbation de type sont d'ailleurs reprises dans le calcul d'incertitude effectué par certaines AASQA, conformément aux règles émises au niveau national par le LCSQA ^[1]

Dans ces conditions, compte tenu du délai imposé par la Directive, il semble approprié de baser l'homologation française sur les critères suivants :

- existence et reconnaissance des rapports d'approbation de type montrant la conformité à la méthode de référence réglementaire, sur la base d'essais effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités
- le cas échéant, prise en compte du retour d'expérience sur le terrain
- démonstration de l'équivalence à la méthode de référence
- établissement d'une liste de référence des appareils pouvant être utilisés dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air ambiant
- mise à jour périodique de cette liste par l'ACIME (sur la base d'une évaluation de dossier technique, d'un audit sur site du fournisseur et de la prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs d'appareils certifiés)

^[1] Fascicule de Documentation AFNOR FD X43-070-2 (Avril 2007) « Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site »

ANNEXE n°3

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Cas des polluants gazeux inorganiques

	Polluant			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
méthode de référence	EN 14211	EN 14625	EN 14212	EN 14626
Principe de mesure	Chimiluminescence	Absorption UV	Fluorescence UV	Rayonnement IR non dispersif

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M ⁽¹⁾	O3 42M ⁽²⁾	AF 22M ⁽³⁾	CO 12M ⁽⁴⁾
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i ⁽⁵⁾	49 i ⁽⁶⁾	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer ⁽⁷⁾			

(1) Applicable aux appareils équipés de l'option « sécheur » :

- Sous condition de l'option « sécheur », les N° de série supérieurs à 500 sont conformes
- Pour les modèles antérieurs, une mise à jour est à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(2) Conformité pour les N° de série supérieurs à 250

- Pour les N° de série antérieurs mise à jour à prévoir (concerne principalement le logiciel, à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(3) Conformité pour les N° de série supérieurs à 500

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(4) Conformité pour les N° de série supérieurs à 400

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(5) Applicable aux appareils équipés de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon » :

- L'upgrade d'un Modèle 42i sans cette option nécessitera un kit de montage d'un sécheur Permapure sur le circuit échantillon de l'appareil à mettre à jour
- appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(6) appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(7) Système de mesure multigaz compact

Commentaires additionnels :

- L'approbation par type correspond à la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type.

- Les appareils API, Environnement SA, Horiba et TEI (Thermo Fisher Scientific) bénéficient d'un rapport d'approbation de type du TÜV (à ce jour a priori seul labo européen à être accrédité ISO 17025 à faire ce type d'essais) selon les référentiels EN pour les analyseurs de gaz à l'air ambiant. Ces rapports sont disponibles sous format électronique au LCSQA

Cas du benzène

méthode de référence	EN 14662 - 3
----------------------	--------------

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID ^(a)
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID ^(b)

(a) : appareil certifié « conforme à la méthode de référence » (en date du 30-07-07) par le CNR-IIA (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico – Rome, Italie)

(b) : appareil approuvé par type par l’UMEG (report n° 53-09/05 du 26-04-06)

Cas des particules en suspension (concentration massique)

	Polluant	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
méthode de référence	EN 12341	EN 14907
Principe de mesure	Gravimétrie sur filtre	

Constructeur	Polluant & modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c ^(a) TEOM 1405 ^(b) TEOM 1405 F ^(c)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(a) Concernant l’appareil TEOM-FDMS 8500, seule la version b a réussi les tests de démonstration d’équivalence. La conformité de la version c vis à vis de la méthode de référence peut cependant être admise, compte tenu des résultats de la campagne d’intercomparaison avec le JRC en mars 2008 ^[1], et sous réserve d’une installation initiale et d’une maintenance adéquates, d’un suivi métrologique adapté prenant en compte le retour d’expérience ^[2]

(b) L’acquisition du TEOM 1405 nécessite obligatoirement de disposer au préalable d’un module FDMS pour adaptation (**sous réserve de faisabilité**), afin d’obtenir des mesures équivalentes.

(c) L’évolution de l’appareil TEOM-FDMS 8500 en TEOM 1405 F est une optimisation de conception. Le principe de mesure et de traitement de l’échantillon n’étant pas modifié, il est considéré que les performances métrologiques du TEOM-FDMS 8500 sont conservées ^[3]

^[1] Etude LCSQA-INERIS (2008) « Accompagnement au déploiement des modules FDMS » G. AYMOZ

^[2] Guide pour l’utilisation du TEOM-FDMS – LCSQA (2008) A. USTACHE, G. AYMOZ

^[3] Relevé de décisions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension" du mercredi 10 juin 2009

Cas des particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀)

méthode de référence pour le prélèvement	EN 12341 (échantillonnage sur filtre)
méthode de référence pour l’analyse des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb)	EN 14902
méthode de référence pour l’analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (B(a)P)	EN 15549

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>)
DIGITEL	DA 80
Leckel	SEQ 47/50

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Commentaire additionnel :

- Il est à la charge du responsable du prélèvement (en l’occurrence l’AASQA) de vérifier que l’analyse chimique est effectuée conformément à la méthode analytique de référence par le laboratoire qu’il a choisi.



PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, sous la coordination technique de l'ADEME et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.

ECOLE DES MINES DE DOUAI
DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

François MATHE

Convention : 0005987

Novembre 2009

SOMMAIRE

RESUME DE L'ETUDE EMD 2009	1
INTRODUCTION	3
1 ETAT DU PARC D'APPAREILS DES AASQA.....	4
1.1 INTRODUCTION	4
1.2 ETAT DU PARC D'ANALYSEURS.....	5
1.3 ETUDE DETAILLEE DU PARC INSTRUMENTAL FRANÇAIS	8
1.3.1 <i>Les analyseurs de SO₂</i>	8
1.3.2 <i>Les analyseurs de NO/NO_x</i>	10
1.3.3 <i>Les analyseurs de O₃</i>	11
1.3.4 <i>Les analyseurs de CO</i>	12
1.3.5 <i>les analyseurs automatiques de particules</i>	13
1.3.6 <i>les préleveurs séquentiels de particules & gaz</i>	15
1.3.7 <i>les analyseurs automatiques de BTX</i>	16
1.3.8 <i>Les appareillages particuliers</i>	18
1.3.9 <i>Les systèmes d'étalonnages dynamiques portables</i>	19
1.4 BILAN DES APPAREILS APPROUVES PAR TYPE PRESENTS SUR LE PARC INSTRUMENTAL FRANÇAIS.....	19
2 RETOUR D'EXPERIENCE DES AASQA SUR LA THEMATIQUE « PROBLEMES D'INSTRUMENTATION » EN 2009.....	20
3 BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN AASQA... 21	21
4 CONCLUSION.....	21
ANNEXES	22

RESUME DE L'ETUDE EMD 2009

SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

François MATHE

mathe@ensm-douai.fr ☎ 03 27 71 26 10**1. Présentation des travaux**

La Directive européenne n°2008/50/CE de 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe a donné de nouvelles règles pour la surveillance de la qualité de l'air. Outre le fait d'ajouter les particules PM_{2.5} sur la liste des polluants à mesurer (à savoir SO₂, NO/NO_x/NO₂, CO, O₃, C₆H₆, les PM₁₀ et le plomb), avec une valeur limite et un objectif de qualité des données à respecter, elle a fixé un échéancier de mise à conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre réglementaire européen selon un timing spécifique. Cette conformité se réfère aux référentiels normatifs en vigueur depuis 2005, qui intègrent la notion d'approbation de type (donc d'homologation de matériel par l'Etat Membre). Le timing est le suivant : « *Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013.* »

La France est actuellement un des Etats Membres les plus équipés (avec plus de 3000 instruments répartis sur plus de 800 stations de mesures). Une telle configuration rend nécessaire un suivi permanent du parc instrumental, du comportement effectif des appareils sur le terrain et de la qualité de fabrication des appareils. Cela implique une connaissance exhaustive du parc et un échange d'informations, notamment:

- entre les utilisateurs sur le plan technique
- avec les constructeurs pour le retour d'expérience sur leurs produits
- avec les pouvoirs publics (MEEDDM, ADEME) pour l'élaboration du budget pour la mise en conformité du parc d'appareils selon les exigences réglementaires

En réponse à ces besoins, le LCSQA - EMD suit l'état du parc d'appareils des AASQA au travers de son expertise dans le cadre de la base de données INVEST de suivi des équipements analytiques des AASQA (partie « inventaire national des équipements ») et joue depuis 2006 le rôle de point focal de centralisation des problèmes rencontrés sur les appareils au travers de l'animation de l'atelier sur la thématique « Appareils » qui est organisé chaque année lors des Journées Techniques des AASQA (en 2009 à Belfort, du 29 au 30 septembre). Le LCSQA-EMD sert également d'expert technique auprès de l'ADEME au travers de la connaissance du fonctionnement des équipements analytiques des AASQA et de la veille technologique, afin d'être une source d'informations pour les délégations régionales de l'ADEME, pour la gestion des demandes d'investissement de la part des AASQA.

L'objectif du suivi des appareils est également de maintenir les échanges d'informations entre les utilisateurs et de pouvoir le cas échéant identifier les principaux défauts constatés sur une marque et un type d'appareillage.

2. Principaux résultats obtenus

Le questionnaire pour l'atelier «Forum Analyseurs » des Journées Techniques des AASQA les 29 et 30/09/2009 ainsi que les échanges qui s'y sont tenus ont mis en évidence le besoin pour les utilisateurs de disposer d'une liste d'appareils « homologués par les pouvoirs publics » pour leur stratégie de renouvellement de parc en vue de répondre à l'exigence réglementaire européenne. Compte tenu du retour d'expérience et du contexte budgétaire de plus en plus difficile, la diminution de la présence de constructeurs français dans le parc d'appareils des AASQA est confirmée au profit des produits étrangers (principalement américain avec les fabricants Thermo et API mais avec une montée en puissance de la marque japonaise HORIBA due à sa politique commerciale agressive). Le processus français d'homologation des appareils n'est cependant qu'à l'état de projet à ce jour. Le LCSQA a apporté une aide au Ministère en charge de l'Environnement, au travers de l'élaboration d'une note sur la certification et d'une liste d'appareils pouvant être qualifiés d' « homologables ».

Pour les appareils actuellement utilisés, les problèmes traditionnels (liés à la technique ou au service après vente) demeurent et conditionnent les acquisitions futures. Ainsi, les AASQA semblent maintenant privilégier une source de matériel. Les problèmes liés à la mesure automatique des particules confirment la nécessité de continuer à travailler sur la thématique « Assurance Qualité / Contrôle Qualité », avec l'utilisation de procédures communes de suivi de paramètres clé, l'échange des expériences, tant sur la maintenance que sur la validation des données.

S'agissant de l'échange d'informations entre utilisateurs, l'attention s'est portée cette année sur l'appareil de type SYPAC de la marque TERA, mis en œuvre sur site depuis 2007, qui a été au centre des débats. Cet appareil d'origine française est un préleveur de COV sur cartouches et est appelé à être de plus en plus utilisé en AASQA pour la mesure du benzène ou pour la mesure d'autres COV dans un cadre spécifique (exemple : le formaldéhyde en air intérieur). Un premier retour d'expérience a eu lieu aux JTA de 2009 grâce aux informations récoltées dans les AASQA avec un questionnaire préparatoire. Si des problèmes généralisés se confirment, une rencontre utilisateurs / fabricant pour échange est susceptible d'être organisée afin de mettre en place des actions correctives globales. Ce travail spécifique rentre dans le cadre des travaux LCSQA 2009 (étude n°4/1 « Surveillance du benzène » point "assistance aux AASQA") assuré par le LCSQA-INERIS.

INTRODUCTION

Depuis 2007, l'ADEME et le LCSQA-EMD gèrent un inventaire de référence national du parc instrumental des AASQA. Cet inventaire a été constitué à partir des données fournies par les AASQA à l'ADEME puis à l'Ecole des Mines de Douai dans le cadre de travaux débutés en 2002

Cet inventaire national est actualisé annuellement à partir des saisies des AASQA depuis un applicatif dédié sur le site web atmonet.org.

Ces données ont vocation à être utilisées :

- par l'ADEME pour d'une part apprécier et planifier au mieux les évolutions budgétaires des aides à l'investissement et d'autre part pour répondre aux besoins en matière de suivi du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air,
- par le LCSQA-EMD pour poursuivre et enrichir des études sur le fonctionnement des appareils de mesure et d'étalonnage, et suivre les tendances des équipements dans les AASQA (choix ou abandon d'une technique d'analyse ou d'un fournisseur, etc...) .

L'applicatif est géré par l'ADEME au sein de la base de données INVEST. L'EMD a en charge l'assurance qualité des données et l'interface avec les AASQA pour l'alimentation des données de l'applicatif.

Dans le cadre de leurs activités de surveillance de la Qualité de l'Air, les AASQA sont confrontées régulièrement à des problèmes techniques sur les appareils automatiques de mesure de la pollution atmosphérique.

Pour la préparation des ateliers « Forum analyseurs – point sur la mesure des particules » et « Mesure par prélèvement », un questionnaire a été envoyé aux AASQA, portant sur les principaux reproches portés sur les appareils récents et répondant aux critères fixés par la Directive (conformité à la norme européenne correspondante). Un document de travail a été établi sur la base des réponses pour l'animation des ateliers qui se sont tenus lors des Journées Techniques des AASQA de Belfort les 29 & 30 septembre 2009.

Dans le cadre des demandes d'investissement, l'ADEME a souhaité pouvoir disposer d'un document de référence communicable à ses délégations régionales, présentant les appareils susceptibles d'être utilisables en réseau de surveillance de la qualité de l'air. Outre des informations techniques, ce document doit également comporter des éléments financiers sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. Le LCSQA-EMD a donc répondu à cette demande.

1 ETAT DU PARC D'APPAREILS DES AASQA

1.1 Introduction

La configuration du parc français d'appareils a été établie à partir de l'inventaire des équipements accessible pour chaque AASQA sur une application informatisée mise en place sur le site Web atmonet.org. Chaque AASQA a ainsi mis à jour son parc d'appareils en fonction des informations demandées. Il était demandé aux AASQA de renseigner leur inventaire entre juin et septembre.

Ce dépouillement a été effectué sur la base de l'inventaire des 30 structures répertoriées (en tenant compte des réunions telles qu'en région Atmo-Rhône Alpes ou en région Haute Normandie). Tous les appareils ont été pris en compte, quel que soit le type d'utilisation ou l'état (en station ou en attente d'installation, en moyen mobile, en exploitation cyclique, en réparation, en tant que moyen de dépannage (« mulet »), comme source pièces détachées). Les appareils réformés ont également été identifiés mais ont été exclus de l'inventaire ci après (398 appareils au total, par rapport au dernier inventaire de 2008. A titre indicatif, à la même époque l'année dernière, 164 appareils avaient été déclarés « réformés »).

Au 15 Septembre 2009, le parc d'instruments des AASQA est constitué de:

- 434 analyseurs de SO₂
- 736 analyseurs de NO/NO_x
- 654 analyseurs de O₃
- 174 analyseurs de CO
- 59 analyseurs de BTX
- 20 analyseurs de COV
- 20 analyseurs d'hydrocarbures totaux / non méthaniques
- 724 analyseurs automatiques de particules en suspension
- 236 préleveurs de particules en suspension ou de gaz
- 11 analyseurs multi polluants (SO₂, NO₂, O₃) type DOAS à long trajet optique (plusieurs centaines de mètres)

soit un total de 3066 analyseurs ou préleveurs, auquel s'ajoutent 157 systèmes d'étalonnage dynamiques portables (tous polluants gazeux confondus).

Les appareils récents (c'est à dire de moins de 5 ans) impliqués dans le dispositif national de surveillance représentent 23,8% du parc (soit environ 728 appareils). Les instruments anciens (c'est à dire de plus de 10 ans) représentent environ 35% du parc avec environ 1080 appareils

S'agissant des marques, les constructeurs français sont en diminution suite à la Directive et à ses conséquences sur la stratégie nationale de mesure de la qualité de l'air. Seuls les constructeurs bénéficiant de l'approbation de type (couvrant SO₂, NO/NO₂, O₃ et CO) sont concernés : les américains Thermo Fischer Scientific - TEI et API, le japonais HORIBA et le seul français Environnement SA. La politique commerciale sera l'élément clé (prix concurrentiels, extension de garantie de 3 à 5 ans, réactivité du SAV). La priorité est donnée aux particules, oxydes d'azote et ozone par rapport au dioxyde de soufre et au monoxyde de carbone.

1.2 Etat du parc d'analyseurs

L'état du parc français d'appareils de mesure de la pollution atmosphérique au 15/09/2009 est résumé dans le tableau I. Il représente un total de 3066 analyseurs automatiques et préleveurs de particules (pour l'analyse chimique, i.e. métaux lourds, HAP) ou de gaz (BTX). La figure 1 en résume les principales caractéristiques :

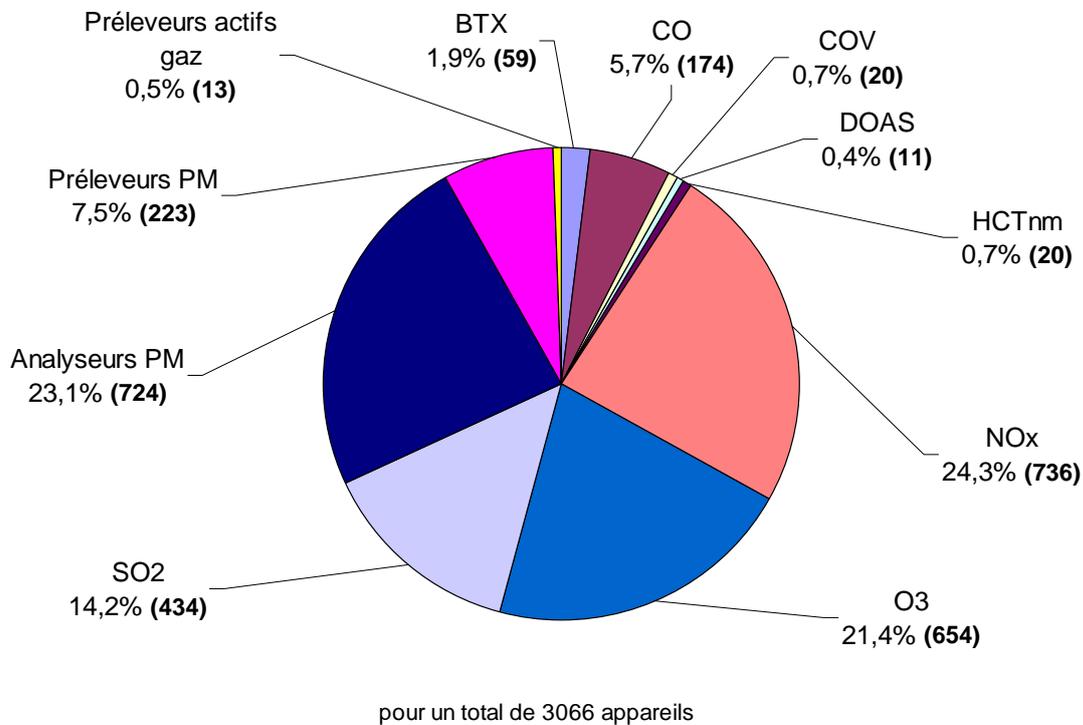


Figure 1 : Répartition du parc d'appareils en AASQA (au 15/09/2009)

Le tableau montre les variations entre les bilans de 2008 et 2009:

Tableau I : Répartition du parc d'analyseurs par polluant entre 2008 et 2009

	Etat 2008	Etat 2009	Variation
SO ₂	510	434	-14,9%
NO/NO _x	763	736	-3,5%
O ₃	670	654	-2,4%
PM ₁₀ & PM _{2,5}	631	724	+14,7%
CO	192	174	-9,4%
Préleveurs	221	236	+6,8%
BTX-COV	88	79	-10,2%
HCTnm	20	20	0%
DOAS	11	11	0%
Total	3107	3066	-1,3%

Une légère baisse de l'équipement est constatée sur le plan global, cependant l'accent a été porté sur la mesure et le prélèvement des particules.

Le tableau II donne le détail pour chaque AASQA et par région française.

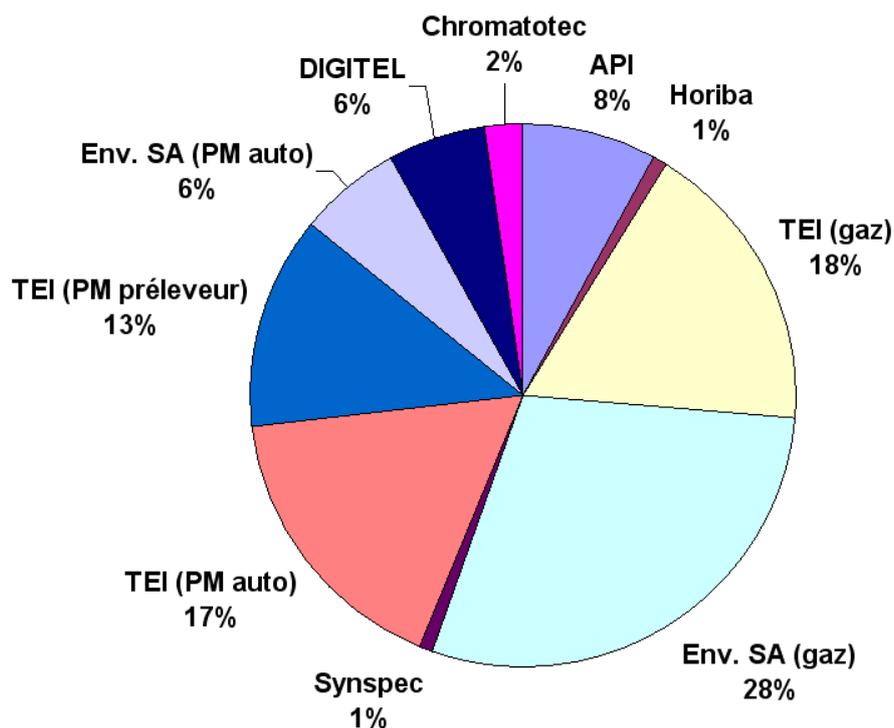
Tableau II : Répartition du parc d'analyseurs par polluant au 15 Septembre 2009

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTn _m	BTX	COV	DOAS	Préleveurs	Total AASQA	Total région
Alsace	ASPA	17	22	5	17	18	0	2	1	1	10	93	93
Aquitaine	AIRAQ	19	27	6	24	37	3	1	2	1	8	128	128
Auvergne	ATMO Auvergne	2	22	3	25	26	0	3	0	1	10	92	92
Basse- Normandie	AIR C.O.M	6	14	1	14	21	0	1	0	0	3	60	60
Bourgogne	ATMOSF'AIR Bourgogne	5	24	7	24	20	0	0	0	0	4	84	84
Bretagne	AIR BREIZH	10	33	6	20	16	0	1	0	0	5	91	91
Centre	LIG'AIR	8	30	4	32	29	0	2	1	0	15	121	121
Champagne- Ardenne	ATMO Champagne-Ardennes	11	17	5	18	24	0	1	0	0	10	86	86
Franche-Comté	ATMO Franche-Comté	9	22	2	22	19	0	0	0	0	8	82	82
Haute- Normandie	AIR NORMAND	54	20	5	28	22	4	1	2	0	15	151	152
Ile-de-France	AIRPARIF	21	60	16	40	44	0	4	2	0	13	200	200
Languedoc- Roussillon	AIR Languedoc- Roussillon	11	16	7	23	18	0	2	0	0	7	84	84
Limousin	LIMAIR	10	15	3	13	13	1	1	0	0	6	61	61
Lorraine	AIRLOR	15	24	13	20	16	0	1	0	0	5	94	232
	Atmo Lorraine Nord	28	35	4	21	33	1	8	0	1	7	138	
Midi-Pyrénées	ORAMIP	15	29	10	20	26	0	5	0	2	13	120	120
Pays-de-Loire	AIR Pays de la Loire	20	29	9	22	24	0	2	0	1	9	116	116
Picardie	ATMO Picardie	4	12	2	16	14	1	0	1	0	7	58	58

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTnm	BTX	COV	DOAS	Préleveurs	Total AASQA	Total région
Nord-Pas de Calais	ATMO Nord Pas de Calais	38	54	15	46	77	2	11	0	1	25	268	268
Poitou-Charentes	ATMO Poitou-Charentes	6	22	5	21	23	1	1	1	0	9	89	89
Provence Alpes Côte d'Azur	ATMO PACA	14	37	12	48	33	0	1	1	1	5	152	262
	AIRFOBEP	35	19	5	23	16	7	3	0	0	2	110	
Corse	QUALITAIR Corse	1	12	0	9	8	0	0	0	0	1	31	31
Rhône-Alpes	GIERSA	44	80	21	63	68	0	7	6	2	29	319	427
	AIR AIN & Pays Savoie	6	31	2	24	36	0	2	0	0	7	108	
DOM	GWAD'AIR	2	4	0	4	3	0	0	0	0	0	13	128
	ORA GUYANE	2	3	1	3	4	0	0	0	0	0	13	
	MADININAIR	5	11	2	5	10	0	0	0	0	1	34	
	ORA REUNION	16	12	3	9	26	0	0	0	0	2	68	
	Total	434	736	174	654	724	20	59	17	11	236	3066	

La répartition entre fournisseurs est décrite par la figure 2:

Figure 2 : Répartition des appareils en AASQA selon les fournisseurs sur l'ensemble du parc



Même si le constructeur français Environnement SA occupe une part importante du parc, on constate son repli par rapport à l'année dernière au profit des constructeurs étrangers. La clé de la répartition devrait évoluer assez vite, suite à la mise en conformité du parc analytique selon les recommandations de la dernière Directive européenne.

1.3 Etude détaillée du parc instrumental français

1.3.1 Les analyseurs de SO₂

Le tableau III résume la situation du parc d'appareils de SO₂ en AASQA au 15 Septembre 2009:

Tableau III : Composition du parc d'analyseurs de SO₂ (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	434	100
Environnement SA AF21M	247	56,9
Environnement SA AF22M	30	6,9
SERES (SF2000 & 2000G)	87	20,0
TEI Modèle 43C	18	4,1
TEI Modèle 43i	28	6,5
API Modèle 100 ^E	17	3,9
HORIBA Modèle APSA 370	1	0,2
Environnement SA CH2S (mesure composés soufrés)	6	1,4

Les 434 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 271 (62,4%) en station de mesure de la qualité de l'air (donc a priori directement concernés par la norme NF EN 14212)
- 65 (15 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 9 (2,1 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 89 (20,5 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

61% du parc d'appareils (soit environ 265 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur est donnée dans le graphe suivant, confirmant la représentation majoritaire des fournisseurs français SERES et Environnement SA (85% de représentation) :

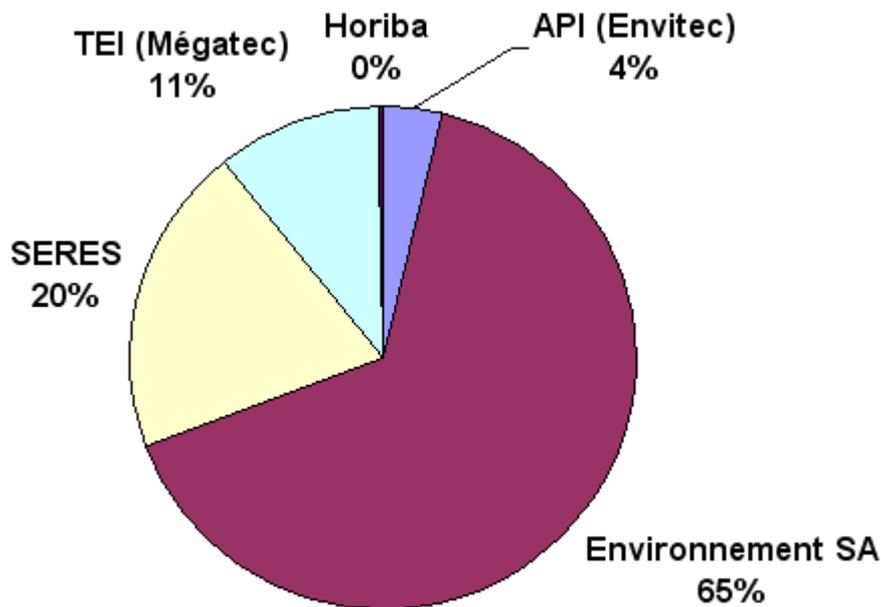


Figure 3: Répartition chez les AASQA par marque des analyseurs de SO₂ (au 15/09/2009)

La mesure des composés soufrés est spécifique à deux AASQA (ORAMIP et AIRFOBEP).

La marque SERES est toujours présente (87 appareils de cette marque déclarés sur le parc dont 66 encore en station de mesure ou en moyen mobile), la diminution par rapport à l'année dernière étant de l'ordre de 34%.

Si on se réfère au critère « appareil approuvé par type selon la norme NF EN 14212 », le nombre d'appareils remplissant ce critère est estimé à 56 (soit environ 17% du parc actif, c'est à dire en station ou en moyen mobile)

1.3.2 Les analyseurs de NO/NO_x

Le tableau IV donne la répartition des appareils par marque et type :

Tableau IV : Composition du parc d'analyseurs de NO/NO_x (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	736	100
Environnement SA AC31M	263	35,7
Environnement SA AC32M	120	16,3
SERES NO _x 2000 et 2000G	97	13,2
TEI Modèle 42C	104	14,1
TEI Modèle 42 i	101	13,7
API Modèle 200E	44	6,0
HORIBA Modèle APNA 370	4	0,5
Mesure Ammoniac	3	0,4
Dont Environnement SA NH3 31M	1	
Dont SERES NH3 2000G	1	
dont Mégatec modèle 17C	1	

Les analyseurs de NO/NO_x du parc sont utilisés selon une répartition similaire à celle des analyseurs de SO₂ :

- 484 (65,8%) en station de mesure de la qualité de l'air
- 86 (11,7%) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 14 (1,9%) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 152 (20,7%) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

60% du parc d'appareils en activité (soit environ 441 appareils) a plus de 10 ans.

La mesure de l'ammoniac concerne 3 AASQA (Atmo Lorraine Nord, Airbreizh et Air Normand)

Par rapport à SO₂, la part des constructeurs étrangers par rapport aux fournisseurs français SERES et Environnement SA est plus importante (environ 35% contre 15% en SO₂) :

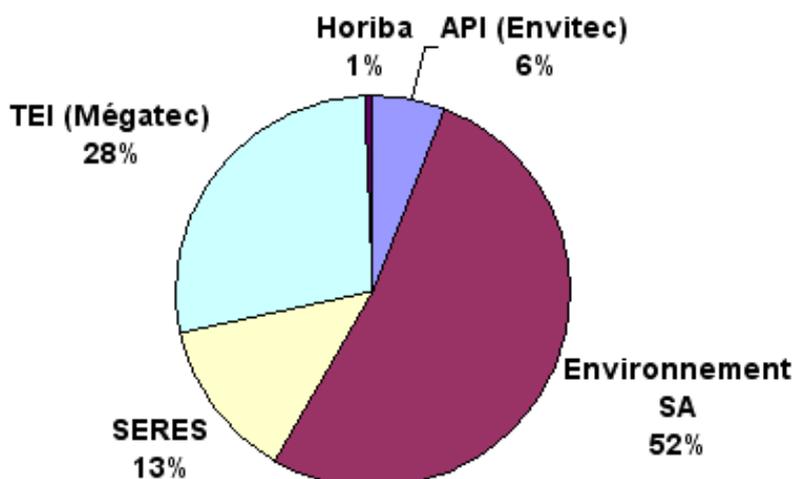


Figure 4: Répartition en AASQA par marque des analyseurs de NO_x (au 15/09/2009)

La présence de la marque SERES est toujours constatée (98 appareils de cette marque déclarés sur le parc dont 76 encore en station de mesure ou en moyen mobile), la diminution par rapport à l'année dernière étant de l'ordre de 20%.

Si on se réfère au critère « appareil approuvé par type selon la norme NF EN 14211 », le nombre d'appareils remplissant ce critère est évalué à 184 (soit environ 32,2% du parc actif en site fixe ou en moyen mobile) au minimum voire 196 en intégrant des appareils potentiellement « upgradables ». Cet aspect nécessitera une étude au cas par cas avec le fabricant.

1.3.3 Les analyseurs de O₃

Le tableau V résume la situation du parc d'appareils de O₃ en AASQA au 15/09/2009:

Tableau V : composition du parc d'analyseurs de O₃ (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	654	100
Environnement SA O3 41M	386	59,0
Environnement SA O3 42M	127	19,4
SERES Oz2000 & Oz2000G	31	4,7
TEI Modèle 49C	41	6,3
TEI Modèle 49 i	47	7,2
API Modèle 400E	22	3,4

Les appareils du parc sont utilisés selon une répartition similaire à celle des analyseurs de SO₂ et de NO/NO_x:

- 427 (65,3 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 80 (12,2 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 19 (2,9 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 128 (19,6%) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

39,4% du parc d'appareils (soit environ 258 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur montre l'hégémonie d'Environnement avec son modèle d'analyseur d'ozone O₃41M (près de 59% de représentation du parc à lui seul) :

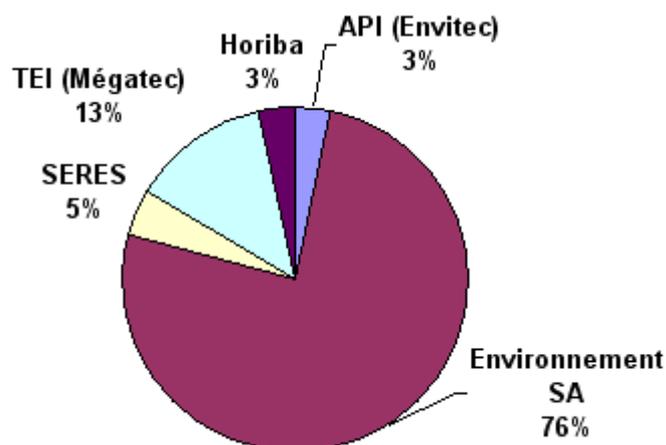


Figure 5: répartition en AASQA par marque des analyseurs de O₃ (au 15/09/2009)

A ce jour, la marque SERES représente encore près de 5% du parc (avec 31 appareils dont 26 en station de mesure ou moyen mobile).

En ne retenant que les appareils répondant au critère « modèle approuvé par type selon la norme NF EN 14211 », un total de 132 analyseurs est atteint (soit environ 20,2% du parc actif en site fixe ou en moyen mobile). En intégrant des appareils potentiellement « upgradables », ce total passe à 154. Là encore, une étude au cas par cas avec le fournisseur est à envisager.

1.3.4 Les analyseurs de CO

Le tableau VI résume la situation du parc d'appareils de CO en AASQA au 15/09/2009:

Tableau VI : composition du parc d'analyseurs de CO (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	174	100
Environnement SA CO11M	108	62,1
Environnement SA CO12M	24	13,8
SERES CO2000 et CO2000G	9	5,2
TEI Modèle 48C	20	11,5
TEI Modèle 48i	8	4,6
Horiba Modèle APMA 370	5	2,9

Le contexte d'utilisation des appareils du parc est sensiblement différent des cas précédents :

- 77 (44,3 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 50 (28,7 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 9 (5,2 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou les activités de raccordement dans le cadre de la chaîne nationale d'étalonnage)
- 38 (21,8 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

40,8 % du parc d'appareils (soit 71 appareils dont 51 en station ou moyen mobile) a plus de 10 ans.

La diminution du nombre d'appareils par rapport à l'année dernière (de l'ordre d'une vingtaine d'appareils) n'a pas changé la clef de répartition entre les fournisseurs, Environnement SA détenant les $\frac{3}{4}$ du parc:

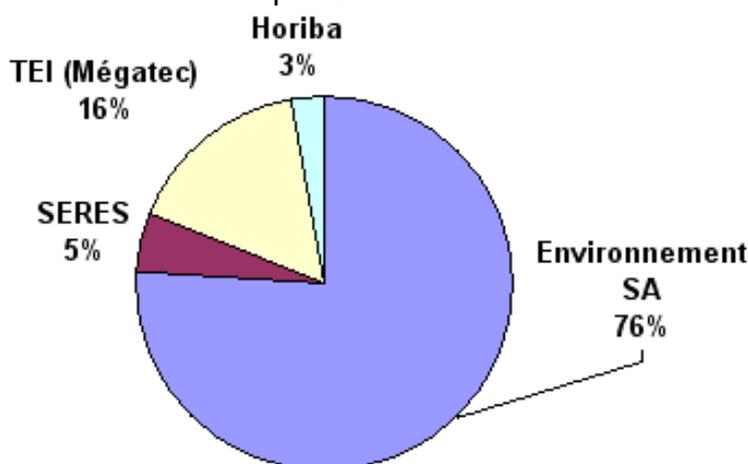


Figure 6: Répartition en AASQA par marque des analyseurs de CO (au 15/09/2009)

Concernant la marque SERES, le polluant CO est le poste sur lequel sa représentation sur le parc est la plus faible (5% soit 9 appareils dont 7 sont encore implantés en site fixe ou en moyen mobile).

En ne retenant que les appareils disposant de l'approbation de type selon la norme NF EN 14626, le parc rassemblerait 19 analyseurs. Ce total pourrait atteindre 32 appareils en incluant les appareils susceptibles d'être mis à jour, sous couvert de l'avis du fabricant.

1.3.5 les analyseurs automatiques de particules

Le tableau VII résume la situation du parc d'analyseurs automatiques de particules (PM₁₀ et PM_{2.5}) en AASQA :

Tableau VII : composition du parc d'analyseurs de PM₁₀ & PM_{2.5} (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	724	100
Environnement SA MP101M PM ₁₀	17	2,3
Environnement SA MP101M-RST PM ₁₀	15	2,1
Environnement SA module RST pour MP101M PM ₁₀	30	4,1
R&P TEOM 1400A PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	10 (<u>1</u>)	1,5
R&P TEOM 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	416 (<u>53</u>)	63,5
R&P TEOM-FDMS version B 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	23 (<u>1</u>)	3,3
R&P TEOM-FDMS version C 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	55 (<u>36</u>)	12,6
R&P module FDMS version B 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	4 (<u>?</u>)	0,6
R&P module FDMS version C 1400AB PM ₁₀ (<u>ou PM_{2.5}</u>)	48 (<u>23</u>)	9,8
TEI Carusso (*)	1	0,1

(*) : Appareil de mesure automatique de Fumées Noires

La configuration actuelle de la base de données ne permet pas une information précise concernant la tête de prélèvement (PM₁₀ ou PM_{2.5}) car celle-ci n'est malheureusement pas systématiquement donnée par l'AASQA. La clé de répartition entre ces 2 polluants n'est donc qu'indicative (à savoir environ 16% du parc d'appareils automatiques serait en PM_{2.5}, soit 114 appareils). Les évolutions de la base de données prévue en 2010 clarifieront ce point, de même que le risque de redondance (ex : module déclaré individuellement dans l'inventaire ainsi que son association avec un analyseur).

Les 724 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante:

- 549 (75,8%) en station de mesure de la qualité de l'air
- 102 (14,1%) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 73 (10,1 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

30% du parc d'appareils (soit environ 216 appareils) a plus de 10 ans.

La répartition par fournisseur montre le quasi « monopole » de la marque américaine Thermo avec la microbalance TEOM (plus de 90% de représentation du parc à lui seul) :

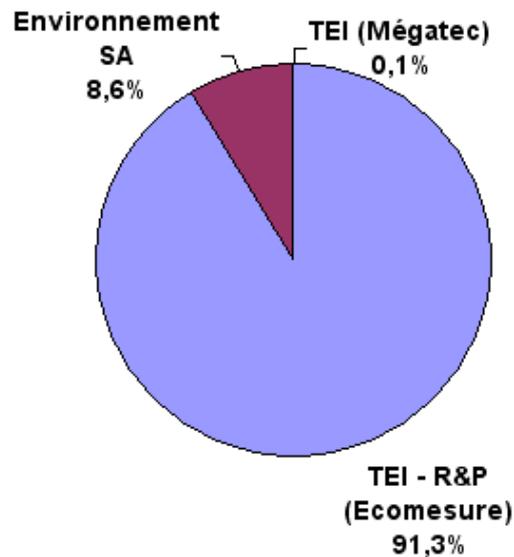


Figure 7: Répartition en AASQA par marque des analyseurs automatiques de particules (au 15/09/2009)

L'explication réside dans le choix de cette technique de mesure en temps réel par les AASQA à partir de 1995 au détriment de la radiométrie bêta (jugée trop contraignante sur le plan administratif compte tenu de la présence d'une source radioactive). L'application de la Loi sur l'Air de 1997 a entraîné un équipement massif et l'application de la Directive de 2008 impliquera le maintien de cette technique dans une certaine proportion :

- pour les particules, la Directive requiert l'emploi d'appareils équivalents à la méthode de référence gravimétrique (respectivement les normes NF EN 12341 pour les PM₁₀ et NF EN 14907 pour les PM_{2.5}), c'est à dire la jauge radiométrique MP101M-RST d'Environnement SA (pour PM₁₀) et le TEOM-FDMS 8500 version b de Thermo (pour PM₁₀ & PM_{2.5}).

- A ce jour, le seul appareil retenu par les pouvoirs publics pour la mesure de l'Indice d'Exposition Moyen associé aux PM_{2.5} est le TEOM avec son module FDMS

La méthode par variation de fréquence restera donc la technique majoritaire dans les réseaux français. Cependant, la mise en place du système centralisé de gestion des sources radioactives ¹⁴C des AASQA dès 2010 devrait favoriser la radiométrie bêta.

En se basant sur les modèles dont la démonstration d'équivalence à la méthode de référence gravimétrique est admise par les pouvoirs publics, 235 appareils du parc actuel ont été identifiés comme répondant aux exigences de la Directive pour PM₁₀. Ce nombre est estimé à une soixantaine d'appareils pour PM_{2.5}, correspondant au nombre de sites requis pour la mesure de l'Indice d'Exposition Moyen qui a démarré en France depuis le 01/01/2009.

La clé de répartition entre les différents appareils risque d'évoluer à court terme, compte tenu des critères budgétaires et techniques. Les appareils peuvent facilement évoluer vers une configuration « conforme » par ajout du module adapté (RST pour la jauge bêta, FDMS pour le TEOM). S'agissant du TEOM, cet ajout ne pouvant se faire que sur des appareils postérieurs à 2001 et ayant des caractéristiques métrologiques suffisantes (ex: faible bruit de fond en fréquence). Ainsi, sur une base de 243 appareils pouvant bénéficier de cette opération, en se limitant aux appareils récents (2 ans maximum), ce nombre n'est plus que de 40. Enfin, il est à noter que la microbalance TEOM 1400AB est retirée du catalogue du constructeur en 2010, au profit d'un nouveau modèle (TEOM 1405) dont l'adaptabilité à un module FDMS existant n'est pas évidente.

1.3.6 les préleveurs séquentiels de particules & gaz

Le tableau VIII résume la situation du parc de préleveurs séquentiels de particules & gaz en AASQA mi septembre 2009. Comme pour les analyseurs automatiques de particules, l'information concernant la tête de prélèvement (PM₁₀ ou PM_{2.5}) n'est malheureusement pas systématiquement donnée par l'AASQA. Cependant, la fraction PM₁₀ est privilégiée pour l'analyse chimique des prélèvements pour la mesure des métaux lourds et des HAP :

Tableau VIII : composition du parc de préleveurs de particules & gaz (au 15/09/2009)

		Nombre	%
Marque & Type	Débit	236	100
R&P Partisol Plus 2025	1 m ³ /h	101	42,8
R&P Partisol 2000	1 m ³ /h	15	6,4
R&P Partisol 2300	1 m ³ /h	20	8,5
R&P ACCU	1 m ³ /h	1	0,4
Mini Partisol 2100	De 1 à 5 L/min	7	3,0
DIGITEL DA80	30 m ³ /h	61	25,8
DIGITEL DPA96	1 m ³ /h	2	0,8
Environnement SA PM162M / PPA60	2,3 – 1,5 m ³ /h	8	3,0
TERA Sypac	ND	11	4,7
Umeg GPST15	ND	4	1,7
Système Breidfuss	1 m ³ /h	2	0,8
ADA2 (**)	ND	2	0,8
Desaga	ND	1	0,4
Echochem Pas2000	120 L/h	1	0,4

(*) appareil destiné aux particules sédimentables (particules retombant spontanément par gravité, par opposition aux particules en suspension qui ont dans l'air une vitesse de chute négligeable)

Les 236 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 106 (44,9 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 94 (39,8 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 36 (15,3 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

Le parc d'appareils reste très diversifié dans la mesure où 15 types d'appareils répartis entre 8 marques sont répertoriés. Cette diversification s'explique par les objectifs variés des préleveurs, destinés à :

- l'analyse en différé de leurs échantillons pour les métaux lourds, les HAP-dioxines-pesticides ou le fluor (R&P, DIGITEL, Breidfuss, Environnement SA, Desaga),
- l'analyse directe en HAP (Echochem)
- la détermination de la teneur pondérale en poussières sédimentables (ADA2)
- la mesure de COV type BTX ou aldéhydes (Umeg ou TERA).

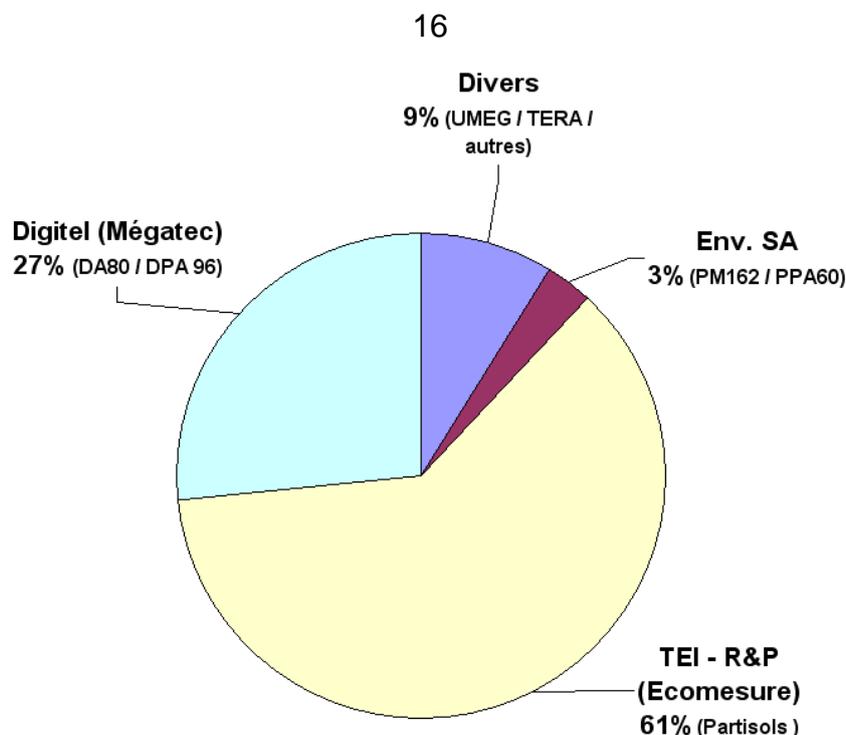


Figure 8: Répartition en AASQA par marque des préleveurs de particules & gaz (au 15/09/2009)

En ne considérant que les mesures relevant de la réglementation européenne (métaux lourds, HAP, benzène) ainsi que le retour d'expérience permettant d'attester la conformité de l'appareil par rapport à un préleveur de référence selon la norme correspondante (NF EN 12341 pour les PM₁₀, NF EN 14662-1&2 pour le benzène), le nombre d'appareils à considérer est de 221: 206 pour les PM₁₀, couverts par les constructeurs Thermo et DIGITEL, 15 pour le benzène couverts par les fabricants Umeg et TERA. Il est à noter que l'institut Umeg a cessé la fabrication de son préleveur actif de gaz.

1.3.7 les analyseurs automatiques de BTX

Le tableau IX résume la situation du parc d'appareils de BTX en AASQA fin 2009:

Tableau IX : composition du parc d'analyseurs de BTX (au 15/09/2009)

	Principe analytique	Nombre	%
Marque & Type		59	100
Environnement SA VOC 71M	Chromatographie FID	10	16,9
Environnement SA VOC 71M	Chromatographie PID	20	33,9
Environnement SA BTX 61M	Chromatographie FID	2	3,4
ChromatoTec Airmotec (*)	Chromatographie FID	15	25,4
Syntec GC855	Chromatographie PID	4	6,8
Syntec GC955	Chromatographie PID	8	13,6

(*) : 3 types d'appareil de la marque Chromatotec utilisés pour la mesure des BTX ont été réunis: l'Airmotec, l'Airmo-BTX 1000 et le ChromaTrap BTX

Le constructeur Environnement SA est majoritaire :

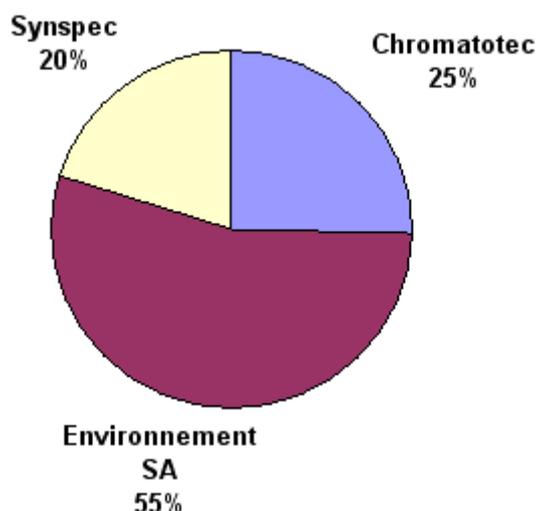


Figure 9: Répartition en AASQA par marque des analyseurs automatiques de benzène (au 15/09/2009)

Les 59 appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 34 (57,6 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 12 (20,3 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 2 (3,4 %) en laboratoire de métrologie (pour les tests de réception métrologique ou d'activités d'étalonnage)
- 11 (18,6 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

Si on ne retient que les appareils bénéficiant de l'approbation de type décrite dans la norme NF EN 14662-3, 17 analyseurs sont répertoriés

- 8 de la marque Synspec avec le modèle GC 955 série 601 PID¹
- 9 du fabricant ChromatoTec avec le modèle Airmo BTX 1000 PID² (sous réserve de la confirmation de la configuration PID des appareils des AASQA)

La caractérisation spécifique de COV (ex : précurseurs de l'ozone) requiert un appareillage spécifique (TurboMatrix de Perkin Elmer, AirmoVOC (C₆ à C₁₂) de ChromatoTec, COV AMA) utilisant un principe "assez différent" des analyseurs de polluants classiques, à savoir la Chromatographie en Phase Gazeuse associée à une pré-concentration sur adsorbants et couplée dans certains cas à la Spectrométrie de Masse. Les 18 appareils utilisés en France (1 Turbomatrix à l'Aspa, 2 AirmoVOC C₆-C₁₂ à Airaq, 1 AirmoVOC à Lig'air, 2 Turbomatrix à Airparif, 1 Turbomatrix à Atmo Picardie, 3 AirmoVOC à Airnormand, 1 AirmoVOC à Atmo Poitou-Charentes, 1 Turbomatrix à Atmo PACA, 5 Turbomatrix à Atmo Rhône Alpes, 1 COV AMA à Atmo Rhône Alpes) sont utilisés ainsi :

- 6 (33,3%) en laboratoire d'analyses
- 7 (38,9%) sur site
- 4 (22,2%) en cabine mobile
- 1 (5,6) en réserve

¹ "Supplementary report according to DIN EN 14662-3 to the type-approval-test of two gas chromatographs of Synspec GC 955 serie 601" – Rapport UMEG n° 53-09/05 du 26/04/06

² certification européenne décernée par le CNR (Italie) en Juillet 2007, basée sur une actualisation des tests de « certification » TÜV (Allemagne) faits en 1996 sur le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes

1.3.8 Les appareillages particuliers

1.3.8.1 Les analyseurs d'hydrocarbures totaux et non-méthaniques (HCTnm)

Le tableau X résume la situation du parc d'appareils de HCTnm en AASQA fin 2009:

Tableau X : composition du parc d'analyseurs de HCTnm (au 15/09/2009)

	Nombre
Marque & Type	20
Environnement SA HC51M	8
SERES HCTNM 2000 & 2000 G	12

Les appareils du parc sont utilisés selon la répartition suivante :

- 11 (55 %) en station de mesure de la qualité de l'air
- 3 (15 %) en laboratoire (ou cabine) mobile
- 6 (30 %) en réserve (en tant qu'appareil de remplacement ou « mulet »)

La majorité des appareils est antérieure à 2002 et est de la marque SERES. Cependant le maintien de ce type d'appareil est constaté. Ce type de mesure est essentiellement pratiqué dans un contexte industriel.

1.3.8.2 Les appareils à long trajet optique

Le tableau XI résume la situation du parc d'appareils à long trajet optique en AASQA fin 2009:

Tableau XI : composition du parc d'analyseurs à long trajet optique (au 15/09/2009)

	Nombre
Marque & Type	11
Environnement SA SANOVA 3C	4
OPDIS 300 ou ER150	6
TEI DOAS 2000	1

Les appareils du parc sont tous utilisés selon la même configuration en station de mesure de la qualité de l'air, à savoir la mesure de SO₂, NO₂ et O₃. Bien que vieillissants, 10 de ces appareils continuent d'être utilisés sur site. Cette technique peut ressusciter un intérêt avec la mise en route de travaux spécifiques sur la Differential Optical Absorption Spectroscopy (D.O.A.S.) par le GT CEN n° 18 « Mesures optiques à longue distance »

1.3.9 Les systèmes d'étalonnages dynamiques portables

144 systèmes d'étalonnage dynamiques portables ont été recensés au 15/09/2009. Le tableaux XII résume la situation du parc par polluant:

Tableau XV : composition du parc d'appareils (au 15/09/2009)

	Nombre	%
Marque & Type	157	100
Environnement SA VE3M	35	22,3
LNI (3001-3002-3012-3022 & 3025)	53	33,8
Ansyco (KT-GPT, KT O3 & KV2M)	52	33,1
Thermo (49i PS, 49 CPS et 165C)	16	10,2
Calibrage Aircal 2000	1	0,6

Le type de matériel le plus ancien est la valise portable par perméation VE3M d'Environnement SA, dédiée spécifiquement au polluant SO₂.

Le constructeur suisse LN Industries et le fabricant allemand Ansyco sont spécialisés dans la fabrication de matériel destiné à l'étalonnage des analyseurs de gaz.

1.4 Bilan des appareils approuvés par type présents sur le parc instrumental français

L'approbation par type (ou « homologation de type » dans la nouvelle Directive est un processus à 2 étapes :

- la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante et effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type
- l'accord délivré par les autorités compétentes, permettant aux usagers d'acquérir le matériel jugé conforme.

Lors de ce processus, les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais doivent être acceptés. A ce jour, seul le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne) répond à cette condition et 4 marques & type d'analyseurs automatiques de polluants atmosphériques gazeux inorganiques bénéficiant de rapports d'essais ont été testés dans cet organisme. Les dernières recommandations du Ministère en Charge de l'Environnement stipulent que « *le LCSQA tient à jour une liste de référence (validée par le MEEDDM) des appareils que les AASQA peuvent acheter (déclarés conformes par l'ACIME ou par d'autres organismes européens équivalents)* »³. L'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure pour l'Environnement) délivre une certification pour les appareils selon le label « Marque NF Instrumentation pour l'Environnement » mais ne dispose pas en France de laboratoire accrédité ISO 17025 pour la conduite d'essais d'approbation de type. Au 1^{er} janvier 2008, seuls 2 appareils d'un seul fabricant étaient couverts par cette marque.

³ Surveillance de la qualité de l'air ambiant - Guide de lecture des directives européennes 2008/50/CE et 2004/107/CE (Octobre 2009) – document ADEME n°6534 - ISBN 978-2-35838-028-7

Pour aider la mise en place d'un processus d'homologation des appareils en France, le LCSQA-EMD a rédigé une note d'explication pour le Ministère en charge de l'Environnement, détaillant le contexte réglementaire et normatif et proposant une liste d'appareils susceptibles de répondre aux exigences réglementaires européennes couvrant l'ensemble des polluants réglementés (cf. annexe 1). A ce jour, cette liste est en attente de validation. Elle est basée sur les appareils :

- disposant de rapports d'essais (disponibles auprès du LCSQA),
- montrant le respect de l'équivalence à la méthode de référence dans le cas des particules

Cette liste comprend également les préleveurs pour la mise en oeuvre de la Directive 2004/107/CE.

En se basant sur cette liste, le total d'appareils répondant aux exigences de la Directive de 2008 peut être estimé à 864 extensible à 898 (soit environ 28,2% à 29,3% du parc actuel), selon la répartition donnée dans le tableau XVI :

Tableau XV : répartition des appareils pouvant être considérés comme « conforme à la Directive de 2008 » à partir du parc d'appareils (au 15/09/2009)

Polluant	Nombre & type
SO ₂	56 analyseurs automatiques
NO – NO _x – NO ₂	184 à 196 analyseurs automatiques
O ₃	132 à 154 analyseurs automatiques
CO	19 analyseurs automatiques
Benzène	17 analyseurs automatiques + 15 préleveurs actifs
PM ₁₀ & PM _{2,5} (concentration massique)	235 analyseurs automatiques
PM ₁₀ (métaux lourds & HAP)	206 préleveurs séquentiels

2 RETOUR D'EXPERIENCE DES AASQA SUR LA THEMATIQUE « PROBLEMES D'INSTRUMENTATION » EN 2009

Suite à un questionnaire préparatoire aux ateliers « Forum analyseurs & point sur la mesure des particules » et « Mesure par prélèvement » des Journées Techniques des AASQA de Belfort les 29 & 30 septembre 2009, un retour d'expérience sur le comportement des équipements (selon le polluant, la marque et le type d'appareil) et un avis sur le Service Après Vente des constructeurs a été effectué (cf. documents de travail pour les ateliers en annexe 2) :

Les principales informations tirées de l'enquête sont les suivantes :

- Les renouvellements d'appareils se portent uniquement vers les modèles approuvés par type. Les AASQA ont un grand besoin de décision et d'orientation par les pouvoirs publics vers les appareils à prendre en considération. La validation de la liste d'appareils proposée par le LCSQA est un premier élément.
- Le constructeur français Environnement SA semble avoir regagné la confiance de la plupart des utilisateurs, qui notent une certaine amélioration de ses prestations. Cela prédit un partenariat spécifique du constructeur avec certaines AASQA. Même si ils sont couverts par l'approbation de type, les constructeurs étrangers (Thermo, API et Horiba)

suscitent des questions dans les AASQA (prix des pièces détachées, évolution des prestations de service, maintien de la qualité des produits).

- Il y a confirmation du besoin des AASQA pour la mesure des particules : recommandations en terme d'assurance-qualité, tant sur le plan de la maintenance (préventive & curative) que de la validation des données, transmission rapide des informations entre utilisateurs et décideurs.
- Le préleveur actif sur cartouche commercialisé par TERA pour les gaz (essentiellement benzène et COV) montre un potentiel intéressant mais doit absolument faire l'objet d'échanges entre les utilisateurs et le constructeur si on veut éviter que l'appareil ne soit pénalisé par une mauvaise réputation.

3 BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN AASQA

Dans le cadre des demandes d'investissement, l'ADEME a souhaité pouvoir disposer d'un document de référence communicable à ses délégations régionales, présentant les appareils susceptibles d'être utilisables en réseau de surveillance de la qualité de l'air. Outre des informations techniques, ce document doit également comporter des éléments financiers sur les coûts d'investissement et de fonctionnement. Le LCSQA-EMD a donc répondu à cette demande. Le rapport est en annexe 3.

4 CONCLUSION

La Directive 2008/50/CE fixe un échéancier de mise en conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre réglementaire européen selon un timing spécifique. Ainsi elle exige spécifiquement que «tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes (sous entendu pour l'application des 2 Directives) doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 ».

Une estimation du nombre d'appareils répondant à cette exigence a pu être faite. Ainsi, environ 29% du parc actuel (soit entre 850 et 900 appareils) conviendrait.

S'agissant de l'évolution de la configuration du parc d'appareils, les éléments importants influençant un achat sont le retour d'expérience d'utilisateurs, les originalités technologiques (ex : gestion spécifique de dérive de lampe pour un analyseur de SO₂), la réactivité du fabricant ou du distributeur, les prix attractifs (tant à l'achat qu'à l'entretien) et les extensions de garantie (pouvant atteindre plusieurs années). Le besoin d'achat est souvent justifié par le coût d'entretien (pouvant devenir excessif au delà de 8 à 10 ans d'exploitation) et la dégradation des performances métrologiques (répétabilité, dérives) qui sont des éléments importants pour la fiabilité des résultats. Il est donc nécessaire d'avoir une bonne connaissance du parc et de consulter régulièrement les utilisateurs sur le comportement effectif des appareils sur le terrain, permettant de juger des performances d'un constructeur (qualité de fabrication et du service après vente).

ANNEXES

Annexe n°1 : Document de référence de l'étude

Annexe n°2 : Note du LCSQA « Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009 » (août 2009)

Annexe n°3 : Documents de travail de l'atelier « Forum analyseurs - points sur Particules » et de l'atelier « Mesure par prélèvement » des Journées Techniques des AASQA (Belfort – 29 & 30/09/2009)

Annexe n°4 : Rapport d'étude « Bilan des appareils susceptibles d'être utilisés en réseau de surveillance de la qualité de l'air »

ANNEXE N°1

DOCUMENT DE REFERENCE DE L'ETUDE

THEME 2 : Métrologie / Etude des performances des appareils de mesure

ETUDE N° 2/2: SUIVI DU PARC INSTRUMENTAL DES AASQA

Responsable de l'étude : EMD

Objectifs

Les objectifs de cette étude sont multiples :

- Suivi permanent du parc instrumental du dispositif français de surveillance de la qualité de l'air
- Gestion des échanges d'informations entre les utilisateurs, les constructeurs et les pouvoirs publics
- Animation de l'atelier concernant les problèmes techniques observés sur les appareils lors des Journées Techniques des AASQA (désormais annuelles)
- Aide à la gestion de la base de données INVEST de suivi des équipements analytiques des AASQA (partie « inventaire national des équipements »)
 - ↳ Assurance – Qualité des données et exploitation scientifique de l' « Inventaire National des Equipements » (sous-ensemble de la base INVEST sur Atmonet.org, gérée par l'ADEME)
 - ↳ Expertise pour l'ADEME sur le fonctionnement des équipements analytiques des AASQA
- Veille technologique sur les appareils (amélioration des produits existants, entrée sur le marché de nouveaux systèmes avec retour d'expérience le cas échéant) pour l'information des utilisateurs avant acquisition de matériel.

Contexte et travaux antérieurs

A l'horizon 2013, le parc instrumental français utilisé dans le cadre de l'application de la nouvelle Directive sur la Qualité de l'air ambiant devra être conforme aux méthodes de référence décrites par les normes EN de 2005 pour les polluants SO₂, NO/NO_x/NO₂, O₃, CO et C₆H₆.

Bien que les appareils concernés soient couverts par une approbation de type et une certification de produit, leur comportement effectif sur le terrain et la qualité de leur fabrication nécessitent d'être surveillés. Ce constat concerne également les préleveurs de particules sur filtres ainsi que les dispositifs d'étalonnage portables (hors mélanges gazeux comprimés). L'atelier relatif aux problèmes rencontrés sur ces différents appareillages, régulièrement au programme des Journées Techniques des AASQA en témoigne.

Un point focal d'informations pour les différents protagonistes du dispositif national de surveillance est donc nécessaire :

- pour les utilisateurs sur le plan technique, tant sur les appareils usuels que sur les nouveaux dispositifs
- pour les constructeurs pour le retour d'expérience sur leurs produits,
- pour les pouvoirs publics (Ministère en charge de l'Environnement, ADEME) dans le cadre des orientations techniques, notamment vers les appareils approuvés par type tel que définis dans les normes EN et tel que imposés à moyen terme par la nouvelle Directive unifiée,
- pour l'organisme national de certification (ACIME) dans le cadre du suivi des produits certifiés.

Travaux proposés pour 2009

En réponse à ces besoins, le LCSQA propose d'assurer le suivi du parc instrumental français au travers :

- de la centralisation des problèmes rencontrés sur les différents appareillages (analyseurs automatiques, préleveurs séquentiels de particules, systèmes dynamiques d'étalonnage portables) du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air, à partir d'une consultation régulière des responsables techniques d'AASQA. Cela pourra amener l'organisation de rencontres utilisateurs / fabricant dans le cas de problèmes généralisés, afin d'aboutir à la mise en place d'actions correctives globales. De même, dans le cas d'appareils certifiés "NFIE", un retour d'informations à l'ACIME pourra être fait, permettant une action auprès du fabricant.
- de l'aide à la gestion de la Base de Données INVEST (partie « inventaire national des équipements ») permettant un suivi des équipements métrologiques des AASQA. Le contrôle de la qualité des données de l'inventaire sera assuré, ainsi qu'une exploitation permettant à l'ADEME d'avoir une veille technologique et informative communicable aux délégations régionales (génération d'appareil, avantages & inconvénients ou innovations technologiques selon la marque et le type, liste actualisée des appareils approuvés par type etc...)
- d'une veille technologique sur les appareils, organisée autour d'une cellule d'alerte qui réunira les experts thématiques du LCSQA (EMD, LNE et INERIS), l'ADEME et des représentants des AASQA.. En cas d'amélioration de produit existant ou de l'entrée sur le marché de nouveaux systèmes, identifiée par le LCSQA ou par une AASQA, un dossier technique sera constitué (avantages & inconvénients avec retour d'expérience le cas échéant) pour l'information de l'ensemble des utilisateurs potentiels avant acquisition de matériel. Dans le cas de nouveaux appareils certifiés arrivant sur le marché, l'objectif sera de mutualiser les premières expériences sur le terrain avant d'envisager des achats massifs d'appareils qui ne donneraient pas satisfaction dans le temps. Dans le cas d'appareils qui ne font pas aujourd'hui l'objet d'une certification (TEOM-FDMS 1405, préleveurs de particules bas débit ...) ou qui ne le feront pas dans le futur (analyseurs miniaturisés ...), l'objectif sera d'informer les AASQA le plus efficacement possible sur les tests de performances réalisés par le LCSQA ou éventuellement par des AASQA (programmation, échéances, et résultats).

Renseignements synthétiques

Titre de l'étude	Suivi du parc instrumental des AASQA		
Personne responsable de l'étude	F. MATHE		
Travaux	pérennes		
Durée des travaux pluriannuels			
Collaboration AASQA	Oui		
Heures d'ingénieur	EMD: 300	INERIS:	LNE:
Heures de technicien	EMD:	INERIS :	LNE :
Document de sortie attendu	Rapport d'étude		
Lien avec le tableau de suivi CPT	Thème 2 : Métrologie / poursuite du suivi du parc		
Lien avec un groupe de travail	Non		
Matériel acquis pour l'étude	-		

ANNEXE n°2

Note du LCSQA « Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009 » (août 2009)

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Rédaction : F. MATHE (LCSQA – Mines de Douai)

1. rappel du contexte

1.1 La réglementation

La Directive n°2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe introduit la notion d'homologation de type (en anglais « type approval » le plus souvent traduit par « approbation de type ») dans l'annexe VI (relative aux méthodes de référence à mettre en œuvre), au point E (Reconnaissance mutuelle des données) :

« En effectuant l'homologation de type démontrant que les appareils satisfont aux exigences de performance des méthodes de référence énumérées dans la section A, les autorités et les organismes compétents désignés en application de l'article 3 acceptent les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais. »

La définition de l' "homologation de type" (ou approbation de type) est donnée dans les normes européennes éditées par le CEN et désignées comme méthodes de référence dans la Directive:

« Décision d'un laboratoire désigné selon laquelle le modèle d'un analyseur est conforme aux exigences spécifiées dans la norme européenne correspondante » (comparable à l' "approbation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

La conformité est jugée sur la base des résultats obtenus lors d' « essais d'approbation de type » qui consistent en l' :

« examen de deux ou plusieurs analyseurs du même modèle, soumis par un fabricant à un organisme désigné ; cet examen inclut les essais nécessaires à l'approbation de modèle » (comparable à l' "évaluation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

En toute rigueur, l'homologation de type s'applique à tous les appareillages qui sont utilisés dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive, sous réserve de l'existence du cahier des charges que constitue la norme européenne choisie comme méthode de référence. Les référentiels normalisés actuels mentionnant un processus d'homologation de type ne concernent que des appareils automatiques commercialisés (dits « analyseurs ») dont la durée de vie dans le catalogue du constructeur dépasse rarement les 10 ans. Toute modification de conception d'un appareil approuvé par type doit être signalée par le fabricant à l'autorité responsable, afin que soit jugée la pertinence de nouveaux essais. Ce processus, sommairement décrit dans les normes EN, est plus détaillée dans la récente norme EN 15267 « Qualité de l'air - Certification des systèmes de mesurage automatisés » dans la partie 2 « évaluation initiale du système de gestion de la qualité des fabricants de systèmes de mesure automatisés et surveillance après certification du procédé de fabrication ». Cette norme sera mentionnée dans la prochaine version révisée des normes EN (prévue pour la fin 2009).

Les organismes impliqués dans le processus d'homologation de type étaient définis à l'origine dans l'article 3 de la Directive Cadre n°96/62/CE:

« ... les Etats Membres désignent aux niveaux appropriés les autorités compétentes et les organismes chargés de l'agrément des dispositifs de mesure (méthodes, appareils, réseaux, laboratoires) »

La récente Directive n°2008/50/CE reprend le texte original dans son article 3 en ajoutant :

- la coopération avec les autres Etats Membres et la Commission
- des recommandations sur le plan de l'assurance de la qualité (cf. annexe I « objectifs de qualité des données - point C » concernant l'assurance de la qualité pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant: validation des données) qui font référence à la norme EN ISO 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »

L'une des conséquences de la coopération avec les autres Etats Membres est la « reconnaissance mutuelle des données » citée ci dessus. Cette reconnaissance des processus d'homologation de type s'illustre d'ores et déjà avec l'accord entre l'UBA en Allemagne (où les tests d'approbation de type sont effectués par le TÜV ou le LUBW qui sont accrédités ISO 17025 pour ce type d'activités) et l'Agence de l'Environnement en Angleterre et Pays de Galles (Environment Agency of England and Wales) qui gère le système UK MCERTS (où les tests d'approbation de type sont effectués par le NPL ou la société AEA Technology)

Sur le plan du matériel, la Directive fixe un planning de mise en œuvre de la réglementation (cf. Annexe VI point D. Introduction de nouveaux appareils) :

« Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en œuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010.

Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 »

1.2 Les normes CEN

Les normes CEN ayant le statut de méthode de référence dans la réglementation européenne et décrivant un processus d'approbation de type sont les suivantes:

1. **NF EN 14211 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR";
2. **EN 14212 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV";
3. **EN 14624 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV »;
4. **EN 14625 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif »;
5. **EN 14662 Partie 3 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ - Partie 3 : prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site »

Il convient de noter que :

- les méthodes 1 à 4 sont en cours de révision mais le texte relatif à l'approbation de type n'est pas (ou peu) concerné.
- certains paramètres déterminés lors des tests d'approbation de type doivent être repris par l'utilisateur dans le calcul d'incertitude demandé par la Directive dans le cadre des Objectifs de Qualité des Données.
- les autres méthodes de référence mentionnées dans la Directive n°2008/50/CE sont manuelles et n'imposent rien en matière d'approbation de type. Il est à noter que dans le cadre de la Directive n°2004/107/CE (4^{ème} Directive Fille relative aux métaux lourds et aux HAP), la norme EN 15852 (en cours d'élaboration) « Qualité de l'air ambiant - Méthode

normalisée pour la détermination du mercure gazeux total » décrira un processus d'approbation de type. De même, la future norme décrivant la méthode normalisée pour le mesurage de la concentration massique de particules en suspension dans l'air ambiant intégrera l'approbation de type.

- dans les normes CEN, l'accréditation d'un laboratoire conformément à l'EN ISO 17025 pour effectuer des essais d'approbation de type est une recommandation et non une exigence.
- lorsqu'une méthode de référence n'est pas utilisée par un Etat Membre, le recours à une méthode dite « équivalente » est possible, sous couvert des recommandations données par la Directive (cf. Annexe VI point B « démonstration de l'équivalence »)

1.3 La situation de la France

L'autorité compétente est le Ministère en charge de l'Environnement.

Créée en 2003 par AFNOR Certification, le LNE et l'INERIS, l'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure de l'Environnement) est un organisme de certification spécialisé dans le domaine de l'instrumentation pour l'environnement. Il est mandaté pour l'attribution de la marque « NF Instrumentation pour l'Environnement » aux appareils de mesure à l'émission et dans l'air ambiant. Dans un proche avenir, il pourrait jouer le rôle d'organisme désigné dans le cadre du processus français d'homologation de modèle, en tenant compte qu'en tant qu'organisme de certification, l'ACIME n'effectue pas de tests d'approbation de type mais peut avoir recours à un laboratoire, si possible ayant l'accréditation ISO 17025 pour la conduite de tels essais.

Note: l'ACIME a par le passé délivré une certification pour des analyseurs de la qualité de l'air ambiant (analyseurs de CO, SO₂, O₃, NO_x, BTX), réalisées sur la base d'un nombre plus limité de caractéristiques de performances que celles prises en compte dans les normes européennes parues en 2005 et selon des modes opératoires différents. Cela avait entraîné une non-reconnaissance de la part des Etats Membres. Pour des raisons stratégiques, les constructeurs se sont alors tournés vers les systèmes plus reconnus (tel que le système allemand UBA - TÜV). Ceci a pour conséquence d'avoir une seule marque avec deux types d'appareils pour l'analyse de l'air ambiant ayant la marque « NF Instrumentation pour l'environnement » alors que le parc instrumental français comporte d'ores et déjà quatre marques d'analyseurs bénéficiant de rapports d'approbation de type ou ayant le statut d'appareils homologués dans d'autres Etats Membres. Les caractéristiques de performance déterminées lors des essais d'approbation de type sont d'ailleurs reprises dans le calcul d'incertitude effectué par certaines AASQA, conformément aux règles émises au niveau national par le LCSQA ^[1]

Dans ces conditions, compte tenu du délai imposé par la Directive, il semble approprié de baser l'homologation française sur les critères suivants :

- existence et reconnaissance des rapports d'approbation de type montrant la conformité à la méthode de référence réglementaire, sur la base d'essais effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités
- le cas échéant, prise en compte du retour d'expérience sur le terrain
- démonstration de l'équivalence à la méthode de référence
- établissement d'une liste de référence des appareils pouvant être utilisés dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air ambiant
- mise à jour périodique de cette liste par l'ACIME (sur la base d'une évaluation de dossier technique, d'un audit sur site du fournisseur et de la prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs d'appareils certifiés)

^[1] Fascicule de Documentation AFNOR FD X43-070-2 (Avril 2007) « Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site »

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Cas des polluants gazeux inorganiques

	Polluant			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
méthode de référence	EN 14211	EN 14625	EN 14212	EN 14626
Principe de mesure	Chimiluminescence	Absorption UV	Fluorescence UV	Rayonnement IR non dispersif

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M ⁽¹⁾	O3 42M ⁽²⁾	AF 22M ⁽³⁾	CO 12M ⁽⁴⁾
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i ⁽⁵⁾	49 i ⁽⁶⁾	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer ⁽⁷⁾			

(1) Applicable aux appareils équipés de l'option « sécheur » :

- Sous condition de l'option « sécheur », les N° de série supérieurs à 500 sont conformes
- Pour les modèles antérieurs, une mise à jour est à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(2) Conformité pour les N° de série supérieurs à 250

- Pour les N° de série antérieurs mise à jour à prévoir (concerne principalement le logiciel, à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(3) Conformité pour les N° de série supérieurs à 500

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(4) Conformité pour les N° de série supérieurs à 400

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(5) Applicable aux appareils équipés de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon » :

- L'upgrade d'un Modèle 42i sans cette option nécessitera un kit de montage d'un sécheur Permapure sur le circuit échantillon de l'appareil à mettre à jour
- appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(6) appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(7) Système de mesure multigaz compact

Commentaires additionnels :

- L'approbation par type correspond à la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type.

- Les appareils API, Environnement SA, Horiba et TEI (Thermo Fisher Scientific) bénéficient d'un rapport d'approbation de type du TÜV (à ce jour a priori seul labo européen à être accrédité ISO 17025 à faire ce type d'essais) selon les référentiels EN pour les analyseurs de gaz à l'air ambiant. Ces rapports sont disponibles sous format électronique au LCSQA

Cas du benzène

méthode de référence	EN 14662 - 3
----------------------	--------------

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID ^(a)
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID ^(b)

(a) : appareil approuvé par type par l’UMEG (report n° 53-09/05 du 26-04-06)

(b) : appareil certifié « conforme à la méthode de référence » (en date du 30-07-07) par le CNR-IIA (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico – Rome, Italie), sur la base de tests effectués par le TÜV. Un rapport en italien est disponible mais portant sur un modèle d’appareil différent (un problème de nom de modèle est possible)

Cas des particules en suspension (concentration massique)

	Polluant	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
méthode de référence	EN 12341	EN 14907
Principe de mesure	Gravimétrie sur filtre	

Constructeur	Polluant & modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c ^(a) TEOM 1405 ^(b) avec module FDMS TEOM 1405 F ^(c)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(a) Concernant l’appareil TEOM-FDMS 8500, seule la version b a réussi les tests de démonstration d’équivalence. La conformité de la version c vis à vis de la méthode de référence peut cependant être admise, compte tenu des résultats de la campagne d’intercomparaison avec le JRC en mars 2008 ^[1], et sous réserve d’une installation initiale et d’une maintenance adéquates, d’un suivi métrologique adapté prenant en compte le retour d’expérience ^[2]

(b) L’acquisition du TEOM 1405 nécessite obligatoirement de disposer au préalable d’un module FDMS pour adaptation (**sous réserve de faisabilité**), afin d’obtenir des mesures équivalentes.

(c) L’évolution de l’appareil TEOM-FDMS 8500 en TEOM 1405 F est une optimisation de conception. Le principe de mesure et de traitement de l’échantillon n’étant pas modifié, il peut être considéré que les performances métrologiques du TEOM-FDMS 8500 sont conservées ^[3]

^[1] Etude LCSQA-INERIS (2008) « Accompagnement au déploiement des modules FDMS » G. AYMOZ

^[2] Guide pour l’utilisation du TEOM-FDMS – LCSQA (2008) A. USTACHE, G. AYMOZ

^[3] Relevé de décisions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension" du mercredi 10 juin 2009

Cas des particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀)

méthode de référence pour le prélèvement	EN 12341 (échantillonnage sur filtre)
méthode de référence pour l’analyse des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb)	EN 14902
méthode de référence pour l’analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (B(a)P)	EN 15549

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>) Partisol 2000
DIGITEL	DA 80
Leckel	SEQ 47/50

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Commentaire additionnel :

- Il est à la charge du responsable du prélèvement (en l’occurrence l’AASQA) de vérifier que l’analyse chimique est effectuée conformément à la méthode analytique de référence par le laboratoire qu’il a choisi.

ANNEXE n°3

**Documents de travail de l'atelier « Forum analyseurs - points sur
Particules» et de l'atelier « Mesure par prélèvement » des Journées
Techniques des AASQA (Belfort – 29 & 30/09/2009)**



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Journées Techniques des AASQA
Atelier technique « Forum analyseurs & point
sur les mesures de particules »

François MATHE (Département Chimie & Environnement - Mines de Douai)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

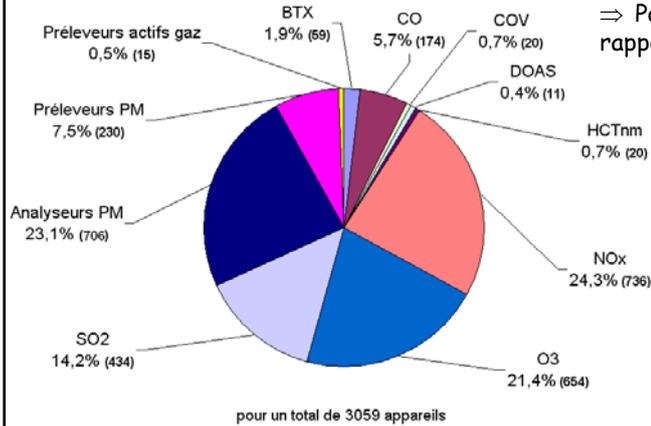
Programme de l'atelier

- ① l'état actuel du parc instrumental des AASQA (partie « gaz »)
- ② retour d'expérience sur les appareils des « fournisseurs d'analyseurs de gaz approuvés par type »
 - ↪ échanges sur les problèmes techniques constatés
- ③ point sur les particules (parc instrumental)
 - ↪ échanges sur les problèmes techniques constatés
 - ↪ retours d'expérience sur la validation de données PM
- ④ point d'information sur
 - ↪ le futur système de gestion centralisé des sources radioactives des jauges bêta
 - ↪ le processus d'homologation des appareils (système envisagé en France)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Etat des lieux en France juillet 2009
Vue générale

➤ 3059 analyseurs/préleveurs répertoriés

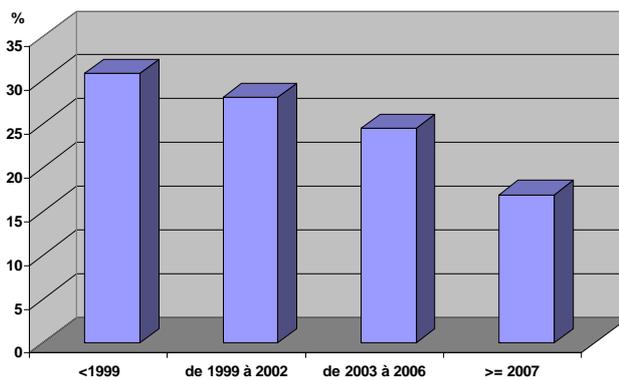


⇒ Parc en légère baisse par rapport à 2008 (- 1,6%)

⇒ ≈ 1045 appareils (34%) couverts par « l'homologation française »

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Allure de l'âge du parc ?



Etendue de l'âge: de 1988 à 2009

≈ 30% du parc a 10 ans ou plus

NB: « poids » important des appareils « anciens »: SERES (237 analyseurs), série 1 M (1006 analyseurs)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

Les polluants gazeux inorganiques

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M	O3 42M	AF 22M	CO 12M
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	49 i	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer			

Le benzène

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

Les particules en suspension (concentration massique)

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c TEOM 1405 (*) avec module FDMS TEOM 1405 F (**)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(*) sous réserve de faisabilité

(**) tests d'équivalence en cours au TÜV & NPL

Les particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀ - HAP)

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Les appareils « homologués » ?

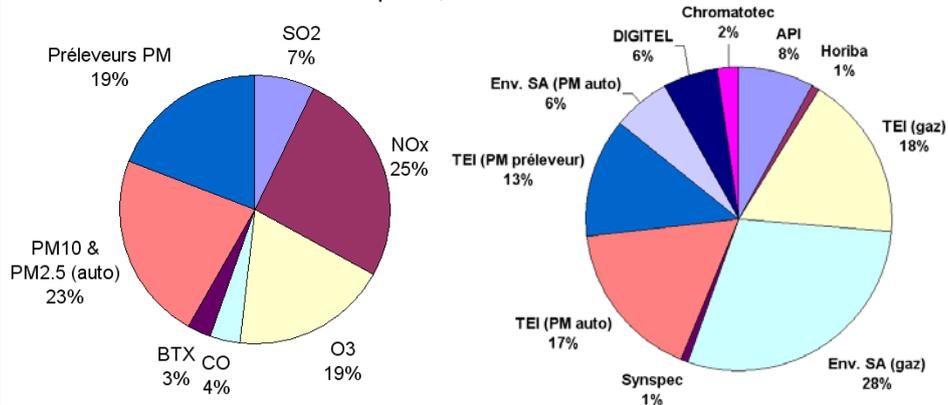
Les particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀ - ML)

Constructeur	Modèle d'appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>) Partisol 2000
DIGITEL	DA 80 - DPA 96
Leckel	SEQ 47/50

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Répartition pour les analyseurs automatiques « homologués »

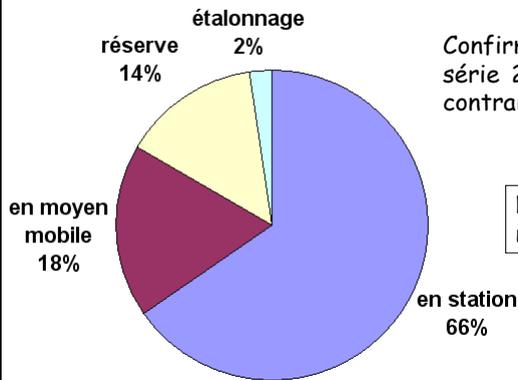
⇒ ≈ 34 % du parc (soit 1045 appareils)



NB: répartition sur analyseurs gaz ➔ 608 appareils

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Contexte d'utilisation (gaz)



Confirmation de l'utilisation moindre de la série 2 M en moyen mobile ou étalonnage contrairement à la série i de Thermo

NB: appareils concernés par les normes EN ➔ 542 en station

Comportement des analyseurs de SO₂

⇒ Constat de défauts « traditionnels »:

exemple de l'AF22M

- souci de lampe (durée de vie « courte », réglage peu aisé...)

exemple du TEI 43i

- souci de communication avec SAM, sur pompe et module intensité pulsée ...

⇒ pas de commentaires sur API & HORIBA

⇒ avis de l'assistance?...



Comportement des analyseurs de NO/NO_x

- ⇒ Constat de défauts « traditionnels »:
- Peltiers, fours de conversion, électronique...
 - Exemple de l'AC32M: fragilité carte alim / capteurs P&T, défaut étanchéité ozoneur, tarif pièces détachées (ex: chgt four)
 - Exemple du TEI 42 i: durée de vie du peltier, pb pompe / débitmètre /HT, fragilité raccords ozoneur, encrassement EV « sample », condensation ds bloc PM après coupure secteur, tarif pièces détachées.
 - Exemple du API 200E: qqes soucis de carte puissance + débit (porte filtre)
 - pas de commentaires sur HORIBA
- ⇒ Avis de l'assistance?...



Comportement des analyseurs de O₃

- ⇒ Constat de défauts « traditionnels »:
- Durée de vie « variable » du scrubber, qualité lampe, électronique...
 - Exemple de l'O3 42M: souci efficacité scrubber neuf, pb d'étanchéité, lampe, stabilité capteurs P&T, conception (pompe)
 - Exemple du TEI 49 i: condensation ds cartouche CA (avec GOI et après pompe), soucis sur EV, tarif pièces détachées.
 - Exemple de l'APOA-370: durée de vie de lampe
 - pas de commentaires sur API
- ⇒ Avis de l'assistance?...

Comportement des analyseurs de CO

- ⇒ pas de retours...
- ⇒ avis de l'assistance?...

Comportement des analyseurs de BTX

- Coût des pièces détachées (lampe UV, détecteur, colonne → GC955)
- Compétence du SAV (Néréides)
- Fragilité électrodes + pbs sur générateurs H₂ / air zéro → Chromatotec
- ⇒ avis de l'assistance?...

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Impressions générales sur les fournisseurs

⇒ Environnement SA:

- ↳ SAV en amélioration (réactivité) mais encore qqes bémols (ciblage JDS, élaboration devis, coûts intervention + pièces détachées, immobilisation Poissy)

⇒ Thermo Gaz (Mégatec):

- ↳ Tarifs pièces détachées
- ↳ compétence SAV appréciée (mais série i?)
- ↳ taille structure? (compétence ciblée sur 1 pers)
- ↳ conception en Chine?

⇒ HORIBA:

- ↳ service commercial OK (prix, prêt appareil)
- ↳ compétence technique SAV?
- ↳ coûts pièces détachées ?

⇒ API (Envitec):

- ↳ SAV très bien perçu (compétence technique, réactivité & disponibilité)

⇒ Thermo PM (Ecomesure):

- ↳ SAV très apprécié (compétence technique ciblée)
- ↳ Influence passage R&P à Thermo? (sensation de « monopole »? Avis distributeur? L'affaire « pompes »?)
- ↳ variabilité tarifs & délais

⇒ ChromatoTec:

- ↳ compétence SAV en chromato

⇒ Syntech (Néréides):

- ↳ SAV peu apprécié

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

répartition des analyseurs automatiques de PM

- 238 appareils avec une répartition $\frac{3}{4}$ FDMS / $\frac{1}{4}$ jauge bêta
- exclusivité FDMS pour PM_{2.5} (42 appareils au 30-06-09)
- exclusivité FDMS en moyen mobile (≈15%)

Comportement des analyseurs automatiques de PM

- jauge bêta MP101M:
 - ↪ Simplicité d'utilisation, innovation technologique en cours (module CPM)
 - ↪ Maintien de la compétence ?
 - ↪ qques soucis de communication (cf. ISEO)
 - ↪ qualité cartes électroniques + sondes T / RH

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Comportement des analyseurs automatiques de PM

- 1400AB / FDMS / 1405F:
 - ↪ l'affaire « pompe »: capacité insuffisante (pb résolu?), durée de vie, sentiment de travailler pour le fabricant...
 - ↪ soucis de fuites (conception ex: raccords Y) ? Tenue dans le temps?
 - ↪ fragilité μ balance (critère pour compatibilité avec module FDMS? Détérioration résine)
 - ↪ soucis carte électronique (perte de soft) + bloc vanne
 - ↪ variabilité qualité du sécheur (conception?)
 - ↪ question de l'équivalence à 10°C?
 - ↪ entrée du 1405F dans le parc
 - ↪ question de la validation des données?

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Conseil technique?

➤ Constat: moins d'humidité récupérée dans le réceptacle d'une tête PM₁₀ « à chevrons » (louvered US PM₁₀ inlet)

↪ hypothèse: protection accrue contre l'intrusion d'eau

↪ intérêt pour le FDMS (préservation du Nafion)

Remarques:

- pas d'influence sur le seuil de coupure (*)

- déjà utilisée en DOM-TOM

↪ Statut à aborder à la prochaine CS « Particules »



(*): Aerosol Science and Technology 34: 407-415 (2001) « On the Modification of the Low Flow-Rate PM₁₀ Dichotomous Sampler Inlet » M.P. Tolocka, T.M. Peters, R.W. Vanderpool, R.W. Wiener

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

Gestion centralisée des sources pour les AASQA

Principe:

- **Choix du LCSQA - Mines de Douai comme PCR des AASQA utilisatrices de jauges bêta ¹⁴C MP101M, signifiant un engagement de cet organisme indépendant à:**

- assurer la traçabilité des sources (entrée, mouvement, sortie)
- vérifier la correcte évaluation des risques (étude de poste, conformité des locaux)
- assurer un suivi des contrôles périodiques d'ambiance (internes, externes)
- informer les personnes exposées (consignes afférentes)
- assurer une veille réglementaire

Choix justifié par:

- connaissance du contexte
- connaissance des appareils
- implication dans le dispositif national

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"



Description du système envisagé

• Description détaillée du dispositif envisagé au travers:

↳ du dossier IND/RN/001 « Fabrication, détention, utilisation ou manipulation de radionucléides ou de dispositifs ou produits en contenant » → fait

↳ d'un document – cadre (convention) entre tous les partenaires → fait (transmis à toutes les AASQA pour info)

• établissement d'un réseau de référents locaux (nominatifs):

↳ Désignation d'une personne spécifique par AASQA → fait

• traçabilité totale des sources (localisation, mouvement etc...)

↳ Constitution d'un fichier d'identification: description détaillée (localisation, traçabilité documentaire...) → fait

• formation spécifique de ces référents (si besoin est) par la PCR nationale → à faire

• Etat actuel du dossier:

- dépôt auprès de l'ASN début septembre, attente de son avis écrit



Le processus d'homologation des appareils: le système envisagé en France

⇒ Reconnaissance (a priori) des appareils bénéficiant de rapports d'approbation de type

↳ cf. liste précédente

⇒ processus d'homologation envisagé: examen des rapports par l'ACIME pour confirmation / infirmation

↳ critères: analyse du rapport (respect cahier des charges norme EN + calcul d'incertitude)

↳ timing: verdict fin 2009

⇒ accord du MEEDDM sur ce processus: en cours



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

La situation à l'étranger?

L'exemple de l'Allemagne et du Royaume-Uni

⇒ Liste des appareils homologués en Allemagne (UBA - TÜV):

- ↔ HORIBA - API - Thermo - Environnement SA (SO_2 , NO_x , CO, O_3)
- ↔ Syntech GC955 (C_6H_6)
- ↔ Thermo SHARP 5030 (PM_{10} & $PM_{2.5}$)
- ↔ Met One BAM 1020 (PM_{10})
- ↔ OPSIS SM200 (PM_{10})
- ↔ GRIMM Dust Monitor Modèle 180 (fraction?)

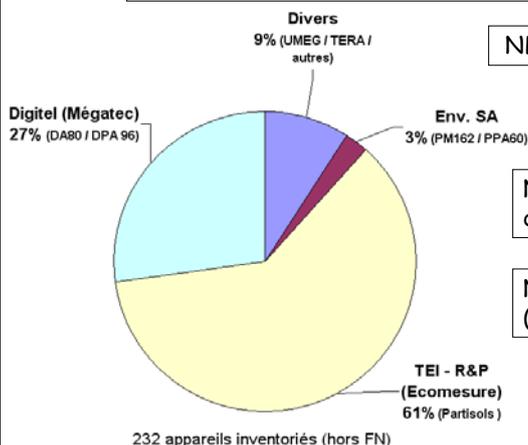
⇒ *ambiguïté de la mise à jour de la liste?*

⇒ Liste des appareils homologués au Royaume-Uni (DETR - MCERTS):

- ↔ HORIBA - API - Thermo - Monitor Europe/Casella (SO_2 , NO_x , CO, O_3)
- ↔ OPSIS ER500 (SO_2 , NO_2 , C_6H_6 , O_3) et SM200 (PM_{10})
- ↔ Thermo SHARP 5030 (PM_{10} & $PM_{2.5}$)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "analyseurs & point sur les PM"

**Mesure par prélèvement:
Etat des lieux de l'équipement en France (juillet 2009)**



NB1: 2 « philosophies »: LVS et HVS

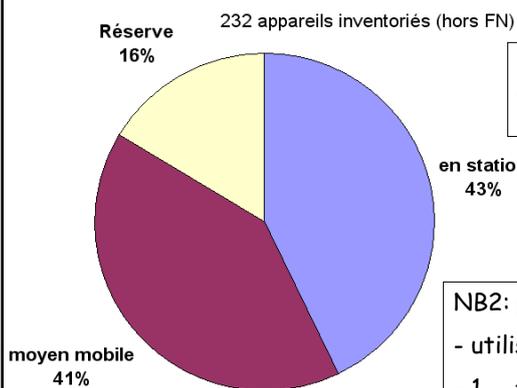
NB2: dominante PM

NB3: Egémonie étrangère (via 2 distributeurs)

NB4: spéciation chimique diversifiée (≠ COV, ML, HAP, pesticides, fluor...)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Contexte d'utilisation des préleveurs

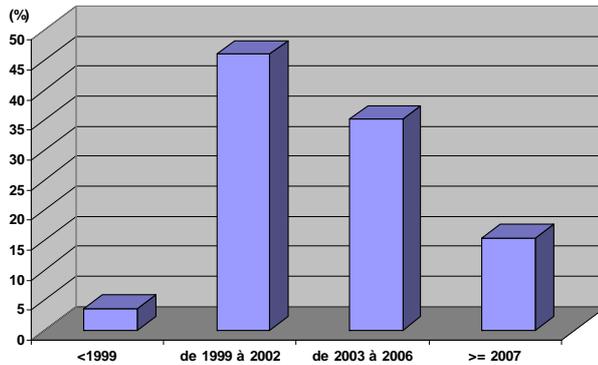


NB1: contexte ≠ des analyseurs automatiques (67% sur site, 14% en moyen mobile, 18% en « mulet »)

NB2: pour les préleveurs actifs sur tubes:
- utilisation mixte (en site fixe / en mobile)
- 1 fournisseur «ancien-2001» & 1 «nouveau-2008»

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Age moyen du parc de préleveurs



Etendue de l'âge: de 1992 (DA80) à 2009 (Partisols / DA80)

≈ 40% du parc a moins de 5 ans (90 appareils)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (1)

➤ Pour les préleveurs de PM (Partisols / DA80) :

Points positifs
<ul style="list-style-type: none"> - robustesse (pour un usage extérieur « fixe ») - fiabilité (faible nombre de pannes) - qualité de conception + simplicité - qualité du SAV (réactivité & compétence)
Points négatifs
<ul style="list-style-type: none"> - une certaine « sensibilité » aux <u>déplacements fréquents</u> (position ?) → bugs de logiciels (DA80 & Partisol) → faux contacts (connexions électroniques ?) (DA80 - carrousel ?) - contrôle / réglage du débit ? (DA80) - pbs d'enregistrement de données (USB / PCMCIA) (DA80) → usage d'1 SAM ? - prix d'achat appareil (DA80) + pièces détachées (compartiment réfrigéré pour HAP sur Partisol et DA80)

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (2)

- Pour les préleveurs de gaz sur tubes:
 - 2 produits déclarés en inventaire: le GPS T15 de l'UMEG et le SYPAC de TERA
 - le GPS T15 n'est plus commercialisé à ce jour et est exclusif au « Grand Est »:
 - ↪ Comportement globalement satisfaisant (conception simple mais efficace)
 - le SYPAC est arrivé en 2008 en AASQA:
 - ↪ Appareil souffrant de « défauts de jeunesse » mais réactivité de TERA pour y remédier:
 - Pb de régulation de débit (décalage / dérive / instabilité)
 - Pb de soft (bugs infos: pas de volume calculé, mauvaise attribution de date ou de n° de tube, programmation délicate...)
 - mise en place des tubes délicate
 - gestion informatique simultanée de plusieurs préleveurs pas évidente

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (3)

- ↪ Nécessité d'un retour d'infos vers le fournisseur pour prise en compte
- ↪ solutions trouvées ou en cours d'étude:
 - Pb de débit:
 - cause = pollution RDM par particules des tubes
 - Solution (à l'étude) = filtre de protection (dans le préleveur & les tubes) + maintenance préventive (proposée par TERA) + mise en place d'une nouvelle pompe
 - Pb de soft & de communication:
 - Solution: nouvelle version de soft (2F) + nouvelle simplification de communication en cours (nouveau cahier des charges à élaborer entre usagers et concepteur?)
 - Conseil TERA: achat d'un couple SYPAC / Note Book assurant la compatibilité

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

Retour d'expérience sur les préleveurs (4)

➤ Mise en place des tubes délicates:

Intrinsèque à la conception du préleveur

Solution = modification des cartouches et des joints (assurée par TERA lors des « maintenances préventives »)

⇒ conclusion: besoin de retour d'infos auprès du constructeur

↪ Par le biais d'une fiche navette à renvoyer au constructeur [\(\)](#)

↪ Lors d'une réunion « utilisateurs / constructeur » pour amélioration du produit / formation ?

↪ avis de l'assistance?...

les tubes passifs

➤ 3 fournisseurs identifiés:

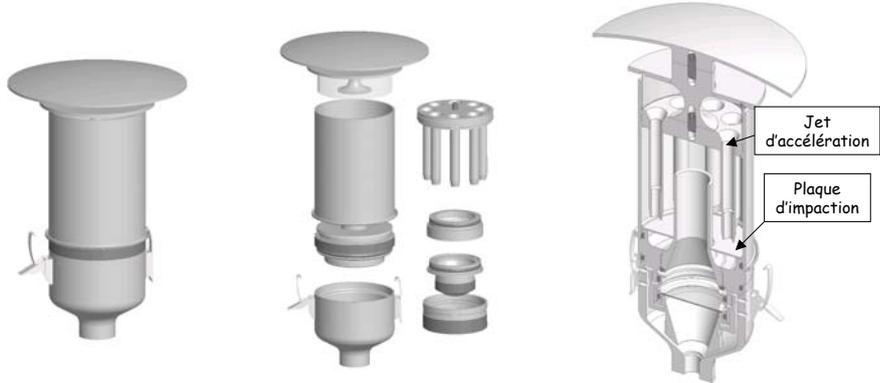
↪ Gradko (NO_2 & O_3): peu onéreux, rapide mais « variabilité » des résultats

↪ Passam (BTX & O_3): rapide mais « variabilité » des résultats + coûts annexes

↪ Radiello FSM (BTEX & HCHO): coûts + délais

↪ avis de l'assistance?...

La tête de prélèvement européenne PM_{10} & $PM_{2.5}$ (DIGITEL)



- ↳ Existe en version 2,3 m³/h et 1 m³/h (adaptable sur Partisol 2025)
- ↳ Equivalence prouvée de la version 1 m³/h (équivalence EN12341 en PM_{10})
- ↳ Coût ≈ 1600 € HT

Journées Techniques AASQA - 29 & 30/09/2009 - Atelier technique "mesure par prélèvement"

ANNEXE n°4

Rapport d'étude « Bilan des appareils susceptibles d'être utilisés en réseau de surveillance de la qualité de l'air » (juillet 2009)



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

François MATHE

Juillet 2009



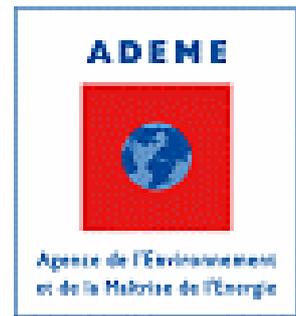
LCSQA - MINES DE DOUAI

DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

**BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE
UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA
QUALITE DE L'AIR**

**François MATHE
Juillet 2009**

Document à diffusion interne réalisé par le LCSQA pour le compte de l'ADEME



PREAMBULE

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) compte parmi ses missions la coordination technique du dispositif de surveillance de la qualité de l'air. Elle assure à ce titre, en lien avec le Ministère de l'Énergie, de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire, une part du financement de l'État aux Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

Ce document a été réalisé par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) afin de permettre à l'ADEME de disposer d'informations techniques et financières sur les principaux équipements susceptibles d'être utilisés dans les AASQA. Il est en particulier destiné à aider les Délégations Régionales de l'ADEME dans l'instruction des demandes budgétaires des AASQA en leur fournissant des éléments synthétiques sur les moyens à mettre en œuvre pour assurer les missions de surveillance de la qualité de l'air. Ainsi la description des techniques requises ainsi qu'un coût d'achat associé sont donnés.

Les informations ayant permis d'établir ce document ont été recueillies auprès des fournisseurs et distributeurs d'équipements ou sont issues des données tirées de l'exploitation de l'inventaire des équipements des AASQA dont le LCSQA assure la qualité des données.

Les coûts annoncés peuvent être sujet à variation en fonction de la politique commerciale des équipementiers et des fluctuations monétaires.

SOMMAIRE

Avant propos	2
I. Etat des lieux.....	4
II. Equipements pouvant être utilisés en AASQA	4
II.1 Les analyseurs automatiques de SO ₂	7
II.2 Les analyseurs automatiques de NO/NO _x /NO ₂	9
II.3 Les analyseurs automatiques de O ₃	11
II.4 Les analyseurs automatiques de CO	13
II.5 Les systèmes de mesure multigaz compacts	15
II.6 les analyseurs automatiques de particules PM ₁₀ & PM _{2.5}	17
II.7 La mesure automatique de particules par méthode optique	21
II.8 les préleveurs séquentiels de particules	21
II.9 les analyseurs automatiques de BTX.....	25
II.10 Les préleveurs passifs de polluants gazeux	27
II.11 Les préleveurs actifs de polluants gazeux	29
ANNEXES.....	30

BILAN DES APPAREILS SUSCEPTIBLES D'ETRE UTILISES EN RESEAU DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR

Avant propos

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, la mise en œuvre de 2 référentiels réglementaires européens constitue une action prioritaire pour l'Etat français.

La Directive 2004/107/CE de décembre 2004 concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant a fait l'objet en 2008 de recommandations techniques et méthodologiques [1]

La nouvelle Directive européenne 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, parue en milieu de l'année 2008, fixe de nouvelles règles pour la surveillance de la qualité de l'air. Elle va au delà d'une simple fusion de documents existants (à savoir la Directive Cadre de 1996, les 3 premières Directives Filles et la décision du Conseil concernant l'échange d'informations).

Une lecture commune de ces 2 textes relatifs à la gestion de la qualité de l'air a fait l'objet d'un document favorisant leur compréhension [2]. Ce document a été établi au sein d'un groupe de travail initié et animé par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire (MEEDDAT), l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et auquel participent des représentants des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA).

S'agissant de la Directive 2008/50/CE, outre le fait d'ajouter les particules PM_{2.5} sur la liste des polluants à mesurer (avec une valeur limite et un objectif de qualité des données à respecter), elle spécifie le recours aux normes européennes parues en 2005 en tant que méthodes de référence pour la mesure :

- des polluants gazeux SO₂, NO/NO_x/NO₂, CO, O₃ et C₆H₆
- des particules PM₁₀ & PM_{2.5} (pour PM₁₀, la norme parue en 1999 est en cours de révision)
- du plomb dans les PM₁₀

Concernant les particules, compte tenu de la difficulté d'utilisation de la méthode de référence, il est possible d'utiliser toute autre méthode dont il peut être prouvé qu'elle donne des résultats équivalents. La France dispose de 2 méthodes « équivalentes » pour les PM₁₀ et d'une méthode « équivalente » pour les PM_{2.5} [3]

L'annexe 1 résume les exigences réglementaires des 2 Directives actuellement en vigueur.

Les référentiels normatifs européens pour les polluants gazeux intègrent la notion d'approbation de type, assujettie à des essais en laboratoire et sur site (cf. annexe 2). La

[1] « Recommandations concernant la stratégie de mesure (évaluation préliminaire & surveillance) des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb) et HAP (principalement BaP) dans l'air ambiant » - Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durable – Courrier DPPR/SEI/BPAEET en date du 29-01-2008

[2] « Vademecum – Guide de lecture et de compréhension des Directives Européennes n° 2008/50/CE et n° 2004/107/CE concernant la qualité de l'air ambiant » - Groupe de Travail « Mise en oeuvre des directives et stratégies de surveillance réglementaire » (27/02/09)

[3] « Note des autorités françaises à la Commission - Mise en œuvre de la directive 1999/30/CE du 22/04/99 – mesure des particules dans l'air ambiant » - Ministère de l'Écologie et du Développement Durable – Courrier DPPR/SEI/BPAEET en date du 03-05-2007

conformité d'un appareil de mesure à la norme européenne correspondante peut être démontrée dans d'autres États membres, par des laboratoires si possible accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer les essais. Le processus d'autorisation à utiliser des appareils (« homologation de type ») est en cours d'élaboration en France (en lien avec l'Association pour la Certification des Instruments de Mesure pour l'Environnement – ACIME).

La liste de référence des appareils que les AASQA peuvent acheter est donnée en annexe 3. Elle a été établie par le LCSQA et validée par le MEEDDAT. Elle est basée sur les appareils :

- disposant de rapports d'essais (disponibles auprès du LCSQA),
- montrant le respect de l'équivalence à la méthode de référence dans le cas des particules

Cette liste comprend également les préleveurs pour la mise en oeuvre de la Directive 2004/107/CE.

Concernant les appareils actuellement en service en AASQA n'appartenant pas à cette liste, leur cas sera statué dans la procédure d'homologation en cours d'élaboration par les pouvoirs publics. Il semble cependant qu'une certification a posteriori d'anciens appareils ne soit pas possible, compte tenu du grand nombre de modèles et de déclinaisons d'appareils pour un même modèle (pas forcément traçables)

La Directive fixe un échéancier de mise à conformité du parc d'appareils impliqués dans ce cadre réglementaire européen selon un timing spécifique. Ainsi elle exige spécifiquement que «tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en oeuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010. Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes (*sous entendu pour l'application des 2 Directives*) doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 ».

Les éléments importants influençant un achat sont le retour d'expérience d'utilisateurs, les originalités technologiques (ex : gestion spécifique de dérive de lampe), la réactivité du fabricant ou du distributeur, les prix attractifs (tant à l'achat qu'à l'entretien) et les extensions de garantie (pouvant atteindre plusieurs années). Le besoin d'achat est souvent justifié par le coût d'entretien (pouvant devenir excessif au delà de 8 à 10 ans d'exploitation) et la dégradation des performances métrologiques (répétabilité, dérives) qui sont des éléments importants pour la fiabilité des résultats.

I. Etat des lieux

La « photographie » du parc français d'appareils donnée ci après (et datant de fin 2008) a été établie à partir de l'inventaire des équipements accessible pour chaque AASQA sur une application informatisée mise en place par l'ADEME sur le site Web atmonet.org.

Cet état des lieux a été effectué sur la base de l'inventaire des 30 structures répertoriés (en tenant compte des réunions telles qu'en région Atmo-Rhône Alpes ou en région Haute Normandie). Tous les appareils ont été pris en compte, quel que soit le type d'utilisation ou l'état (en station ou en attente d'installation, en moyen mobile, en exploitation cyclique, en réparation, en tant que moyen de dépannage (« mulet »), comme source pièces détachées).

Au 30 Novembre 2008, le parc d'instruments des AASQA est constitué de:

- 510 analyseurs de SO₂
- 763 analyseurs de NO/NO_x
- 670 analyseurs de O₃
- 192 analyseurs de CO
- 67 analyseurs de Benzène, Toluène, Xylènes (BTX)
- 21 analyseurs de COV (ex : précurseurs de l'ozone)
- 20 analyseurs d'HydroCarbures Totaux / non méthaniques (HCTnm)
- 631 analyseurs automatiques de particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5})
- 222 préleveurs de particules en suspension
- 10 analyseurs tri polluants (SO₂, NO, O₃) à long trajet optique (type DOAS)

soit un total de 3106 analyseurs ou préleveurs, auquel s'ajoutent 144 systèmes d'étalonnage dynamiques portables (tous polluants gazeux confondus).

Les analyseurs automatiques récents (c'est à dire de moins de 5 ans) représentent le quart du parc (soit environ 760 appareils). A peu près la même proportion est observée pour les instruments anciens (c'est à dire de plus de 10 ans) avec environ 670 appareils

S'agissant des préleveurs, ces proportions sont différentes avec respectivement environ 2% du parc pour les préleveurs anciens (à l'exception des appareils Fumées Noires) et 30% pour les appareils récents.

S'agissant des marques, les constructeurs français restent majoritaires (Environnement SA et SERES), sachant qu'un seul bénéficie de rapports d'approbation de type (cf. annexe 4). Une description plus détaillée est disponible sur le site du LCSQA (www.lcsqa.org).

La récente révision des Zones Administratives de Surveillance (ZAS) est un paramètre clé pour les choix d'équipements. La priorité de mesurage selon les polluants sera également un paramètre à prendre en compte (par exemple, priorité donnée aux particules, oxydes d'azote et ozone par rapport au dioxyde de soufre et au monoxyde de carbone).

Le tableau I donne le détail pour chaque AASQA et par région française.

II. Equipements pouvant être utilisés en AASQA

Le descriptif est donné sous la forme d'une fiche technique rassemblant des informations générales (référentiels réglementaires et normatifs, principe de mesure, coûts d'achat par appareil, commentaires additionnels). S'agissant des coûts d'achat, en cas de plusieurs appareils, la configuration technique est identique, permettant ainsi une comparaison. Cependant, la politique commerciale des fabricants et des distributeurs ainsi que les fluctuations monétaires pour les appareils étrangers peuvent amener à des variations des chiffres annoncés.

Tableau I : Répartition du parc d'analyseurs par polluants au 30 Novembre 2008

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTn _m	BTX	COV	DOAS	Préleveurs PM	Total AASQA	Total région
Alsace	ASPA	20	26	6	20	17	0	2	4	1	10	106	106
Aquitaine	AIRAQ	28	33	9	25	30	3	1	2	1	6	138	138
Auvergne	ATMO Auvergne	5	23	5	23	15	0	3	0	1	10	85	85
Basse- Normandie	AIR C.O.M	6	14	3	14	9	0	1	0	0	3	50	50
Bourgogne	ATMOSF'AIR Bourgogne	12	22	10	25	14	0	1	0	0	2	86	86
Bretagne	AIR BREIZH	10	33	6	20	16	0	1	0	0	5	91	91
Centre	LIG'AIR	13	26	3	30	24	0	2	1	0	10	109	109
Champagne- Ardenne	ATMO Champagne-Ardennes	11	20	5	21	17	0	1	0	0	10	86	86
Franche-Comté	ARPAM	3	10	0	10	8	0	0	0	0	4	35	81
	ASQAB	6	11	2	12	11	0	0	0	0	4	46	
Haute- Normandie	AIR NORMAND	59	20	6	28	22	4	1	2	0	16	158	158
Ile-de-France	AIRPARIF	19	51	16	38	38	0	4	2	0	14	182	182
Languedoc- Roussillon	AIR Languedoc- Roussillon	11	16	7	23	16	0	2	0	0	7	82	82
Limousin	LIMAIR	10	13	2	12	11	1	2	0	0	6	57	57
Lorraine	AIRLOR	15	26	11	18	13	0	1	0	0	1	85	246
	Atmo Lorraine Nord	38	37	9	26	33	1	8	0	1	7	161	
Midi-Pyrénées	ORAMP	15	32	10	20	25	0	5	0	2	14	123	123
Pays-de-Loire	AIR Pays de la Loire	20	31	8	22	25	0	2	0	1	9	118	118
Picardie	ATMO Picardie	10	15	2	21	21	1	0	1	0	7	78	78

Région	AASQA	SO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀ & PM _{2,5}	HCTnm	BTX	COV	DOAS	Préleveurs PM	Total AASQA	Total région
Nord-Pas de Calais	ATMO Nord Pas de Calais	55	68	15	49	70	2	11	0	1	25	296	296
Poitou-Charentes	ATMO Poitou-Charentes	9	22	5	21	23	1	3	1	0	9	94	94
Provence Alpes Côte d'Azur	ATMO PACA	18	40	13	49	32	0	1	1	1	5	160	272
	AIRFOBEP	36	20	5	23	16	7	3	0	0	2	112	
Corse	QUALITAIR Corse	1	12	0	10	8	0	0	0	0	1	32	32
Rhône-Alpes	GIERSA	48	84	24	66	58	0	9	6	1	25	321	425
	AIR AIN & Pays Savoie	6	31	2	24	32	0	2	0	0	7	104	
DOM	GWAD'AIR	2	4	0	4	3	0	0	0	0	0	13	112
	ORA GUYANE	2	3	1	3	2	0	0	0	0	0	11	
	MADININAIR	3	8	1	4	8	0	1	0	0	1	26	
	ORA REUNION	19	12	6	9	14	0	0	0	0	2	62	
	Total	510	763	192	670	661	20	67	20	10	221	3106	

II.1 Les analyseurs automatiques de SO₂

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure du SO₂ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14212 (Juillet 2005) "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV" (Indice de classement AFNOR: X43-062).

Principe de mesure: Les molécules de SO₂ présentes dans l'air ambiant passent de l'état électronique fondamental E₀ à l'état excité E₁ grâce au rayonnement ultra-violet ($\lambda_{UV} = 214$ nm) fourni par une lampe à vapeur de zinc basse pression. Le retour à l'état fondamental se fait avec ré émission d'un rayonnement de fluorescence caractéristique de longueur d'onde $\lambda = 340$ nm qui est mesuré. L'intensité de fluorescence est directement proportionnelle à la concentration de SO₂, à intensité du rayonnement incident constante :



L'air préalablement filtré et débarrassé des composés soufrés et des hydrocarbures pouvant provoquer une interférence sur la mesure, traverse une chambre de réaction. Le signal obtenu est ensuite mis en forme pour la lecture de la concentration, généralement en ppb. Les points névralgiques de cette technique sont la qualité de la lampe UV et du traitement préalable de l'air.

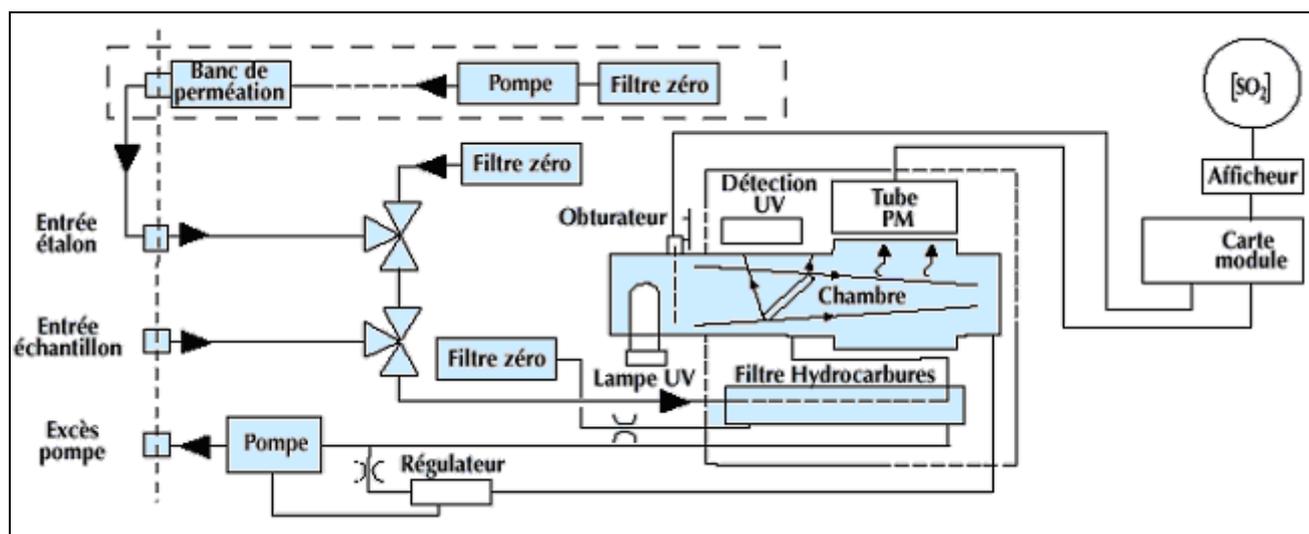


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique

Le banc à perméation est un moyen de contrôle de l'étalonnage intégré à l'appareil, permettant une vérification à distance de la conformité métrologique de l'appareil. Un tel dispositif est en option mais est assez utilisé en AASQA, sous réserve du respect des recommandations du fournisseur (épuration correcte de l'air de balayage devant être assuré constamment).

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil SO₂ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec son banc à perméation doté de son tube et un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	100 E	≈ 9 200	2 ans
Environnement SA	AF 22M	≈ 12 900	2 ans
Horiba	APSA-370	≈ 11 650	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	43 i	≈ 12 600	1 an ½

Constructeur	Modèle	pompe	lampe UV	Tube à perméation SO ₂
API	100 E	≈ 610	≈ 360	≈ 425
Environnement SA	AF 22M	≈ 135	≈ 460	≈ 369
Horiba	APSA-370	≈ 480	≈ 360	≈ 560
Thermo Fischer Scientific (TEI)	43 i	≈ 730	≈ 780	ND

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14212 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La marque américaine API est distribuée en France par la société belge ENVICONTROL qui dispose désormais d'une antenne technique sur le territoire français (Envicontrol – Envitec 54 route de Sartrouville 78230 Le Pecq)
- La marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) est distribuée en France par la société Mégatec (Immeuble Homère - Les Algorithmes 91190 Saint Aubin)
- Compte tenu des niveaux mesurés en SO₂, notamment en zones urbaines, la surveillance devrait être principalement axée sur les zones à risque (zones industrielles).
- Le constructeur français SERES est actuellement le sujet de questions de la part des AASQA (continuation des activités ? fourniture de pièces détachées ?). De plus, le fabricant n'envisageant (a priori) pas d'approbation de type de ses appareils, il donc est envisageable que des AASQA se séparent de ce matériel. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 78 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : AirAq, Atmo Auvergne, Air Breizh, Limair, Atmo Lorraine Nord, Oramip, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmos'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinainair.

II.2 Les analyseurs automatiques de NO/NO_x/NO₂

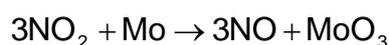
Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de NO/NO_x/NO₂ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14211 (Juillet 2005) "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR" (Indice de classement AFNOR: X43-061).

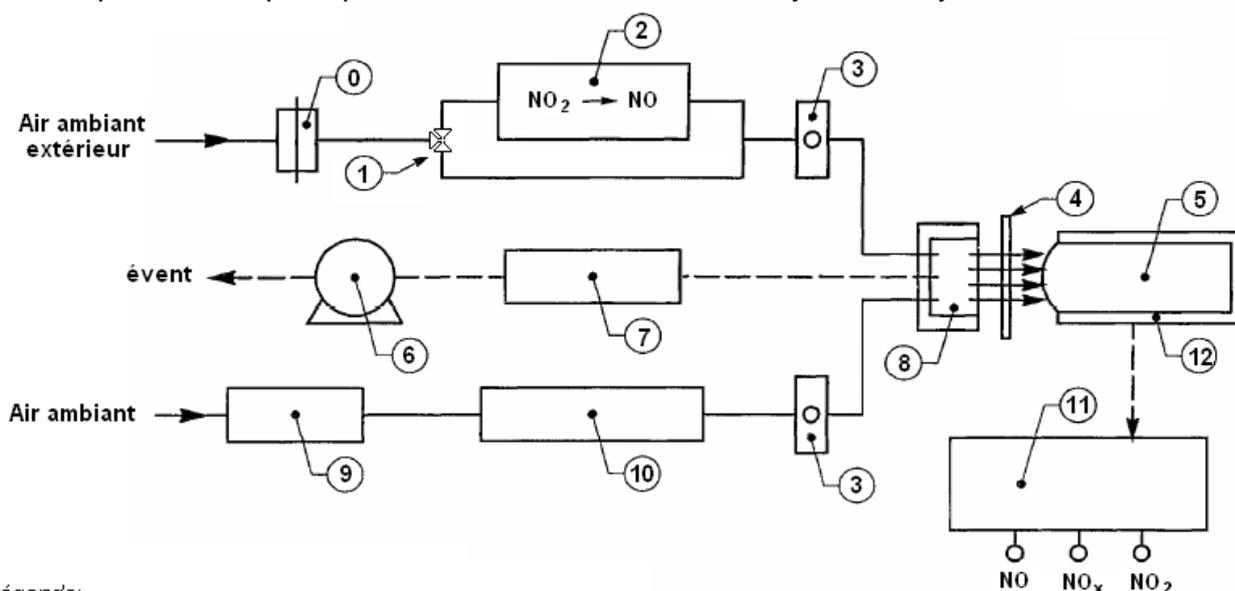
Principe de mesure: L'air ambiant contient des oxydes d'azote NO_x constitués essentiellement de NO et de NO₂. La réaction de chimiluminescence n'existe qu'entre NO et l'oxydant puissant O₃ et ne permet donc que la mesure directe du monoxyde d'azote seul. Elle nécessite une source d'ozone à haute concentration qui est un dispositif spécifique à l'appareil :



Les molécules de NO₂^{*} générées sont à l'état excitées et reviennent à l'état fondamental en émettant un rayonnement caractéristique (à une longueur d'onde proche de 1100 nm). L'intensité de la raie d'émission est proportionnelle à la quantité de NO dans l'échantillon. La mesure de NO₂ initialement présent dans l'air ambiant est indirecte car l'analyse est effectuée après que le NO₂ dans l'échantillon a été chimiquement réduit en NO sur un four convertisseur au molybdène chauffé:



L'échantillon est donc alternativement envoyé directement dans la cellule de mesure («signal» NO) ou passe dans le four convertisseur avant («signal» NO_x) ; la concentration en NO₂ est alors obtenue par soustraction du «signal» NO du «signal» NO_x. La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur d'oxydes d'azote :



Légende:

- | | |
|---|--|
| 0: filtre de protection contre les particules | 7: piège à ozone |
| 1: électrovanne | 8: chambre de réaction |
| 2: four convertisseur | 9: système d'assèchement d'air (ex: membrane Nafion) |
| 3: régulateur de débit | 10: générateur d'ozone |
| 4: filtre optique | 11: unité de contrôle & affichage |
| 5: tube photo-multiplieur | 12: système de réfrigération (ex: Peltier) |
| 6: pompe | |

Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique d'oxydes d'azote

Il s'agit d'une mesure cyclique avec traitement spécifique de l'échantillon. Les pièces névralgiques sont donc plus nombreuses et à durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: le four convertisseur, l'électrovanne de basculement associée au four, le générateur d'ozone, le système de réfrigération Peltier, le système d'assèchement de l'air prélevé. Comme pour l'analyseur de SO₂, il est possible de disposer d'un banc à perméation intégré à l'appareil. Cependant un tel dispositif est pour le moment rarement utilisé en AASQA.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil NO/NO_x/NO₂ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	200 E	≈ 8 900	2 ans
Environnement SA	AC 32M	≈ 12 800	2 ans
Horiba	APNA-370	≈ 8 830	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	≈ 12 100	1 an ½

Constructeur	Modèle	Cartouche Molybdène	Peltier	Sécheur pour ozoneur
API	200 E	≈ 485	≈ 80	≈ 510
Environnement SA	AC 32M	≈ 1660 (four complet)	ND	≈ 400
Horiba	APNA-370	≈ 200	ND	≈ 440
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i	≈ 850	≈ 900	≈ 630

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14211 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- Il convient de veiller à ce que la configuration de l'appareil corresponde à celle du modèle approuvé par type. Ainsi, le modèle AC32M d'Environnement SA doit être équipé de l'option « sécheur » (afin de réduire l'effet d'interférence de l'humidité) et le modèle 42i de TEI doit être pourvu de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon ».
- Dans le cas d'une implantation en site trafic impliquant des fluctuations rapides de concentrations en oxydes d'azote, il peut être nécessaire d'ajouter une boucle de synchronisation NO/NO₂ sur le modèle 42i de TEI (coût : 560 €HT).
- Comme pour SO₂, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 83 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : ASPA, Atmo Franche Comté, Air Languedoc Roussillon, Air Pays de Loire, Air Breizh, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmosf'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madininair.

II.3 Les analyseurs automatiques de O₃

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de O₃ dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14625 (Juillet 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV » (Indice de classement AFNOR: X43-064)

Principe de mesure: L'air à analyser est envoyé dans une cellule irradiée par un rayonnement UV monochromatique dont la longueur d'onde se situe dans la bande d'absorption maximale de l'ozone (253,7 nm). L'absorption de ce rayonnement monochromatique par l'ozone suit la loi de Beer-Lambert. I₀ étant l'intensité du rayonnement à la sortie de la cellule en l'absence d'ozone et I étant l'intensité à la sortie de la cellule après absorption partielle par l'ozone, la concentration en O₃ est donnée par la relation :

$$I = I_0 \cdot \exp(-\alpha LC)$$

α est le coefficient d'absorption de l'ozone

C est la concentration en ozone (exprimée en unités volume/volume)

L est la longueur de la cellule (en cm)

Pour un gaz à une température T et une pression p, la température et la pression de référence étant respectivement T₀ et p₀, l'expression de la concentration en ozone du mélange gazeux est la suivante :

$$C = \left(\frac{-10^9}{\alpha \cdot L} \ln \left(\frac{I}{I_0} \right) \right) \frac{T \cdot p_0}{T_0 \cdot p} \quad (\text{en ppb})$$

Pour l'ozone à 253,7 nm, et dans des conditions de référence T₀ = 273 K et p₀ = 1013,25 mbar, la valeur de α est de 308 cm⁻¹ si la longueur L de la cellule est exprimée en centimètres.

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur d'ozone :

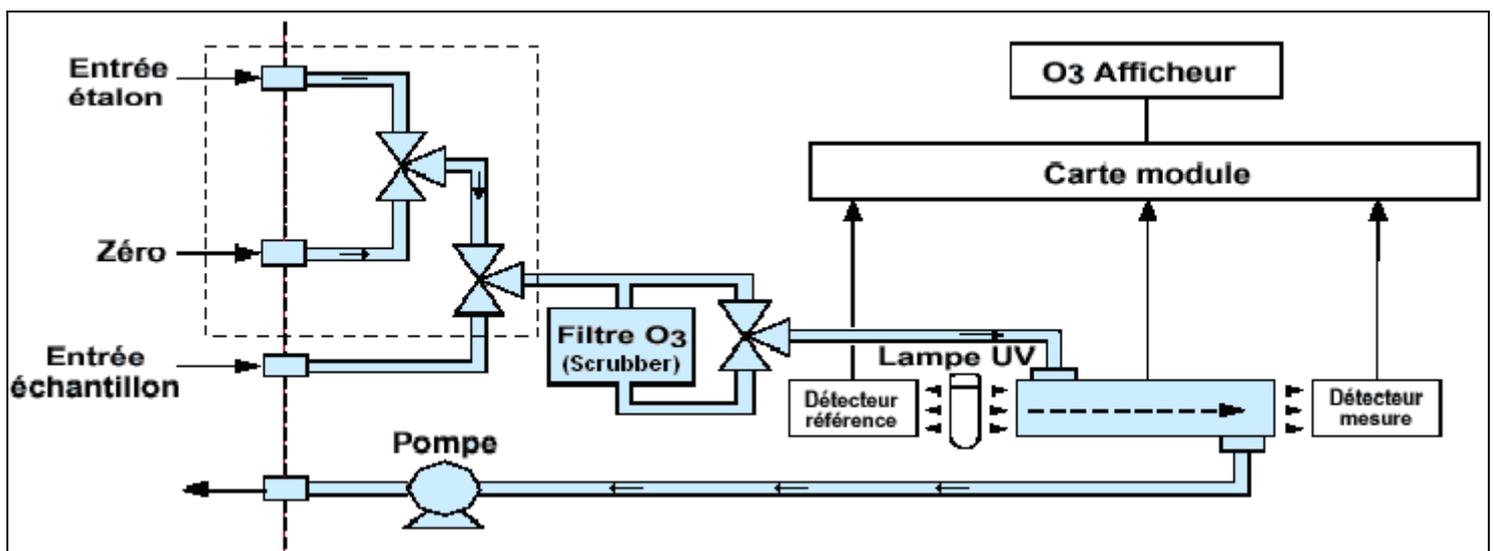


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique d'ozone

Comme pour la mesure des oxydes d'azote, il s'agit d'une mesure cyclique avec traitement spécifique de l'échantillon. Les pièces névralgiques sont cependant moins nombreuses mais à durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: le filtre sélectif

en ozone (« scrubber »), les lampes (mesure ou génération d'ozone) et l'électrovanne de basculement associée.

Il est possible de disposer d'un générateur d'ozone intégré à l'appareil qui est un moyen de contrôle à distance de la réponse de l'appareil. Comme pour SO₂, un tel dispositif est assez utilisé en AASQA, sous réserve du respect des recommandations du fournisseur (thermostatisation correcte du générateur, contrôle régulier de la lampe UV de génération).

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil O₃ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec son générateur d'ozone interne et un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	400 E	≈ 7 000 €	2 ans
Environnement SA	O3 42M	≈ 10 400 €	2 ans
Horiba	APOA-370	≈ 8 000 €	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	49 i	≈ 9 500 €	1 an ½

Constructeur	Modèle	Lampe (mesure)	Lampe (générateur interne)	Filtre O ₃ complet (scrubber)
API	400 E	≈ 260 €	≈ 260 €	≈ 220 €
Environnement SA	O3 42M	≈ 230 €	≈ 220 €	≈ 120 €
Horiba	APOA-370	≈ 600 €	≈ 325 €	≈ 545 €
Thermo Fischer Scientific (TEI)	49 i	≈ 360 €	≈ 330 €	≈ 250 €

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14625 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La configuration d'implantation à privilégier est la zone rurale et la zone périurbaine (voire urbaine). Dans ces 2 cas, la mesure conjointe des NO_x peut être faite.
- Bien qu'ils ne soient pas approuvés par type, certains modèles d'appareils anciens sont préférés à la génération suivante (approuvée par type) : le modèle 49C de TEI ou l'O3 41M d'Environnement SA.
- Comme pour SO₂, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 36 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Oramp, Atmo PACA, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Atmos'Air Bourgogne, Gwadair, Ora Guyane, Ora Réunion, Madininair.

II.4 Les analyseurs automatiques de CO

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de CO dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14626 (Juillet 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif » (Indice de classement AFNOR: X43-065)

Principe de mesure: La concentration en oxyde de carbone dans l'air ambiant est mesurée au moyen de méthodes utilisant le rayonnement infra rouge non dispersif. Après avoir traversé une cellule de longueur L contenant le gaz à doser à la concentration C , l'intensité I transmise d'un faisceau lumineux d'intensité incidente I_0 à la longueur d'onde λ d'absorption du gaz considéré ($4,7 \mu\text{m}$ pour CO), est donnée par la loi de Beer-Lambert:

$$A = \log \frac{I_0}{I} = K.L.C$$

où : A est l'absorbance
 I_0 est l'intensité incidente en W.m^{-2}
 I est l'intensité transmise en W.m^{-2}
 K est le coefficient d'absorption en $\text{ppm}^{-1}.\text{m}^{-1}$, pour une longueur d'onde donnée λ
 L est la longueur du milieu absorbant en m
 C est la concentration du mélange gazeux en ppm (10^{-6} V/V)

Selon les fournisseurs, diverses variantes techniques existent sur le marché tel que l'absorption IR non dispersive avec modulation de flux croisés (Horiba) ou la corrélation IR par filtre gazeux (TEI, API, Environnement SA). C'est ce dernier qui est majoritairement utilisé en France.

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur de monoxyde de carbone:

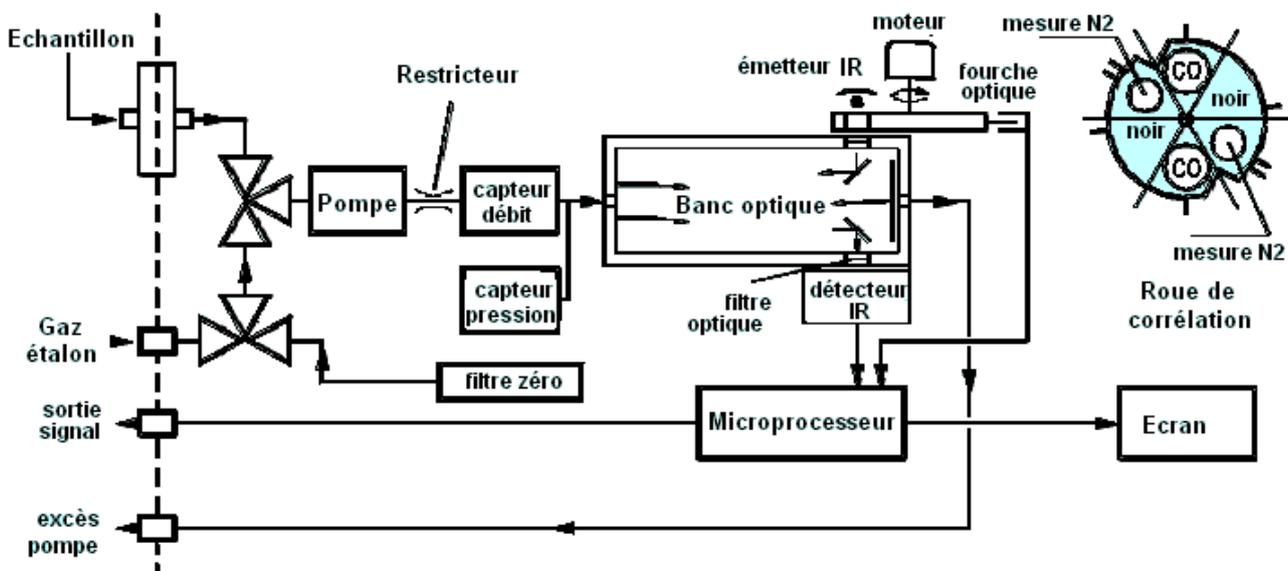


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique de CO (corrélation par filtre gazeux)

Les pièces névralgiques ont une durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: la roue de corrélation, la source IR, la roue de corrélation (susceptible de se vider), le moteur de rotation associé et le banc optique (miroirs multiples pouvant de désaligner). Contrairement aux analyseurs précédents, il n'est pas possible de disposer d'un moyen de contrôle intégré à l'appareil. Toutefois, la stabilité du principe de mesure est reconnue.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un appareil de CO pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné pour comparaison.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
API	300 E	≈ 7 700 €	2 ans
Environnement SA	CO 12M	≈ 9 900 €	2 ans
Horiba	APMA-370	≈ 8 000 €	2 ans
Thermo Fischer Scientific (TEI)	48 i	≈ 10 600 €	1 an ½

Constructeur	Modèle	Source IR	Roue de corrélation	Moteur choppeur	Pompe
API	300 E	≈ 155 €	≈ 1130 € (garantie 5 ans contre les fuites)	≈ 380 €	≈ 610 €
Environnement SA	CO 12M	≈ 410 € (bloc complet)	≈ 500 €	≈ 90 €	≈ 135 €
Horiba	APMA-370	Principe de mesure différent			≈ 480 €
Thermo Fischer Scientific (TEI)	48 i	≈ 70 €	≈ 935 €	≈ 350 €	≈ 730 €

Exemple de prix de pieces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

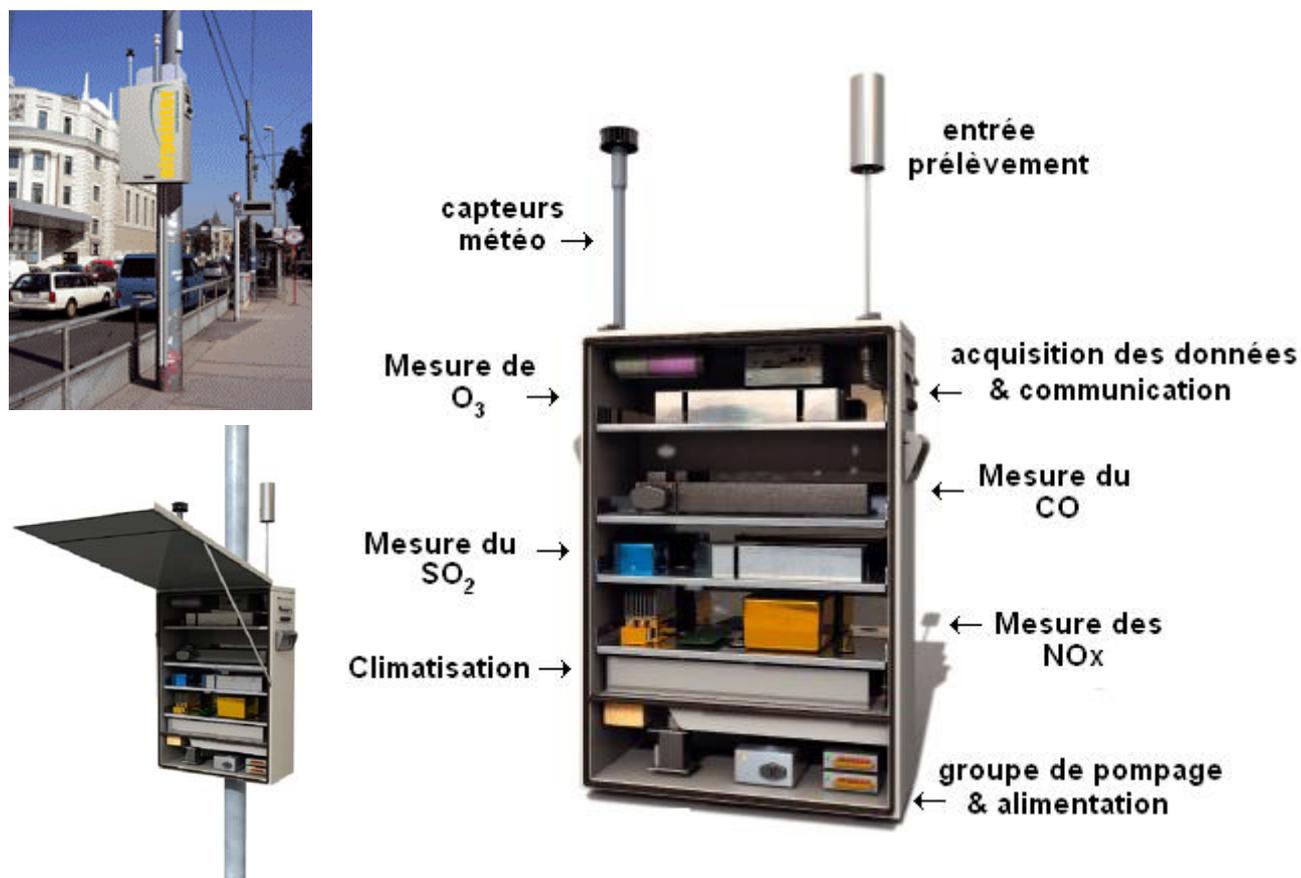
- Les 4 marques ont été jugés conformes (approuvés par type) à la norme NF EN 14626 par le TÜV Rheinland Immissionsschutz und Energiesysteme GmbH (Cologne).
- La configuration d'implantation à privilégier est la zone de proximité du trafic routier et la zone urbaine. Dans le 2^{ème} cas, les teneurs observées actuellement sont très faibles. Une augmentation de l'utilisation en moyen mobile est à prévoir.
- Comme précédemment, il est envisageable que des AASQA se séparent des appareils SERES. A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait 14 appareils SERES en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Atmosf'Air Bourgogne, Air Breizh, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinair.

II.5 Les systèmes de mesure multigaz compacts

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: Etant donné le concept multipolluants du dispositif, l'appareil de mesure doit être conforme aux normes européennes correspondantes. A ce jour, seul le système Airpointer de la société autrichienne Recordum est conforme aux normes européennes associées pour la mesure de NO-NO₂-NO_x, SO₂, O₃ et CO. (cf. § II.1 à 4).

Principe de mesure: L'AIRPOINTER est un analyseur multiparamètres fabriqué en Europe par la société autrichienne RECORDUM et distribué en France par la société ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry). L'appareil consiste en un boîtier en inox avec des sous ensembles compartimentés accueillant les unités de mesure:



l'appareil AIRPOINTER

L'AIRPOINTER est doté d'un groupe de pompage unique pour l'alimentation des analyseurs en air échantillonné. La mesure de ces gaz se fait selon le principe de mesure de la méthode de référence correspondante à l'aide des modules électroniques correspondant à la série i des appareils Thermo qui sont approuvés par type selon les normes EN en vigueur.

Cet appareil peut susciter un intérêt pour les AASQA, notamment dans le cadre d'une installation près d'une infrastructure routière (station de proximité trafic) dont on connaît les contraintes de positionnement au niveau micro-local.

Les coûts associés à l'appareil dépendent du nombre de composés choisis. Le tableau suivant rassemble les prix associés :

Description	Prix (€HT)
Coffret standard (2 composés) avec climatiseur, tête d'échantillonnage, générateur d'air zéro, pompe à vide, filtre d'entrée	12600
Coffret agrandi (4 composés)	13650
Serrures (pour la porte principale et la trappe de maintenance)	105
Poignées de transport fixées sur la plate forme	520
Kit de fixation sur mur	95
Kit de fixation sur mât	De 105 à 520 (selon le diamètre de mât)
unité de mesure Ozone	4830
Générateur d'ozone interne	2200
unité de mesure Oxydes d'azote	8450
Banc à perméation NO ₂ interne (tube en sus)	1680
unité de mesure Monoxyde de carbone	8450
Mélange gazeux comprimé intégré	2200
Kit de remplissage du moyen intégré	525
unité de mesure Dioxyde de soufre	7460
Banc à perméation SO ₂ interne (tube en sus)	1680
unité de mesure Hydrogène sulfuré	12900
unité de mesure Ammoniac	12750
Unité de mesure COV non méthaniques	4300
Unité de mesure optique des Particules	8190
Tête PM ₁₀	525
Tête PM _{2.5}	1040
Anémomètre girouette (à fil chaud)	1100
Anémomètre girouette (à ultrasons)	1470
Thermo-hygromètre	840
Baromètre	630
Modem GPRS	410
Préinstallation pour Modem	260
Carte d'acquisition analogique (0-20 mA ou 0-10V)	252
Kit de mesure CO ₂ – T – HR pour air intérieur	1365
Kit de mesure formaldéhyde pour air intérieur	1565
Kit anémomètre fil chaud pour air intérieur	1105

Ainsi, un appareil AIR POINTER en coffret standard pour la mesure de CO et de NO_x (polluants recommandés pour une station de proximité trafic [1]), à fixer sur un mur ou un poteau électrique standard revient à 30230 € HT.

[1] « Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air » - ADEME Éditions, référence 4307 - Paris (2002)

II.6 les analyseurs automatiques de particules PM₁₀ & PM_{2,5}

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiels normatifs européens: Sur le plan réglementaire, la pollution atmosphérique particulaire est quantifiée par la masse de particules en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur ou égal à 10 µm (PM₁₀, PM pour Particulate Matter) ou 2,5 µm (PM_{2,5}). La mesure s'effectue en couplant une tête de prélèvement permettant de ne capter en théorie que des particules dont le diamètre est inférieur à une certaine valeur, et un système de prélèvement sur filtre permettant une pesée de l'échantillon. La connaissance du débit et de la masse aboutit à la mesure de concentration massique.

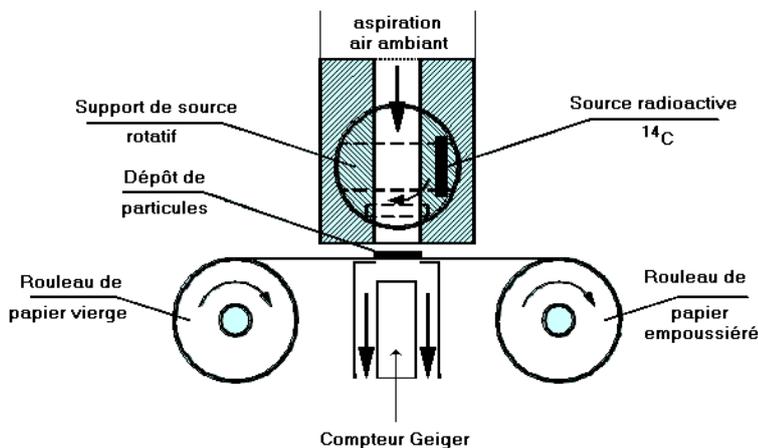
Pour les PM₁₀, la méthode de référence est la norme NF EN 12341 (Janvier 1999) « Qualité de l'air - Détermination de la fraction PM₁₀ de matière particulaire en suspension - Méthode de référence et procédure d'essai in situ pour démontrer l'équivalence à la référence de méthodes de mesurage » (Indice de classement AFNOR: X43-049)

Pour les PM_{2,5}, il s'agit de la norme NF EN 14907 (Mars 2006) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la fraction massique PM_{2,5} de matière particulaire en suspension » (Indice de classement AFNOR: X43-048).

Compte tenu des contraintes techniques liées à ces normes et dans le souci d'obtenir des informations quasiment « en temps réel » (à l'instar des polluants gazeux), les AASQA utilisent des méthodes automatiques dont l'équivalence doit avoir été démontrée :

❶ Absorption de rayonnement bêta avec traitement du prélèvement (MP101M-RST):

Le traitement du prélèvement consiste en une régulation du chauffage du tube de prélèvement après la tête, asservi en fonction de la température et de l'humidité relative ambiantes.



principe de fonctionnement de la jauge bêta

Les particules aspirées se déposent sur un filtre en forme de ruban continu. Un rayonnement de type bêta moins à faible énergie est émis par une source radioactive (telle que ¹⁴C ou ⁸⁵Kr) et est absorbé par les particules collectées sur le filtre. L'absorption est proportionnelle à la masse de matière, indépendamment de la nature physico-chimique de celle-ci.

Pour la mesure, on utilise la technique différentielle (une mesure N₁ de l'intensité du rayonnement bêta est faite sur le filtre vierge, une autre N₂ sur le filtre chargé en fin de cycle de prélèvement, au minimum de l'ordre de 2 heures).

La masse est reliée au rapport entre les 2 mesures selon une relation du type :

$$m = k \cdot \log\left(\frac{N_1}{N_2}\right) \text{ avec } k \text{ constante d'étalonnage propre à l'appareil}$$

La mesure du volume prélevé à un débit nominal fixé permet de calculer la concentration massique de particules sur le cycle de prélèvement.

En France, seul l'appareil MP101M-RST a démontré son équivalence en PM₁₀. Les contraintes réglementaires liées à la gestion de la source radioactive ¹⁴C expliquent en partie la faible implantation de cet appareil mais elles sont en cours de simplification.

② Microbalance à variation de fréquence couplée à un traitement du prélèvement (TEOM-FDMS : Tapered Element Oscillating Microbalance - Filter Dynamics Measurement System) :

Ce système de mesure automatique séquentiel d'origine américaine est constitué d'une tête de prélèvement, d'un module de traitement d'échantillon (FDMS), et d'un ensemble microbalance à élément oscillant + unité de contrôle et de commande (TEOM 1400AB). Un filtre est installé sur un élément oscillant à une fréquence donnée. Les particules déposées augmentent la masse du système produisant une décroissance de la fréquence de vibration. Cette variation de fréquence est enregistrée en permanence par l'unité de contrôle et convertie en masse suivant la relation:

$$\Delta m = K_0 \left(\frac{1}{f_2^2} - \frac{1}{f_1^2} \right)$$

Δm est la masse de particules collectées (en μg),

K_0 est la constante d'étalonnage de la microbalance (en $\mu\text{g} \cdot \text{Hz}^2$),

f_1 et f_2 sont les fréquences d'oscillation (en Hz) de la microbalance (avant et après collection de particules).

La mesure est séquentielle car l'échantillon subit différents traitements, donnant des valeurs (une correspondant à la concentration massique de particules volatiles, l'autre correspondant aux particules non volatiles) qui sont combinées pour donner le résultat final. Comme précédemment, la connaissance du volume prélevé permet de calculer la concentration massique de particules sur le cycle de prélèvement :

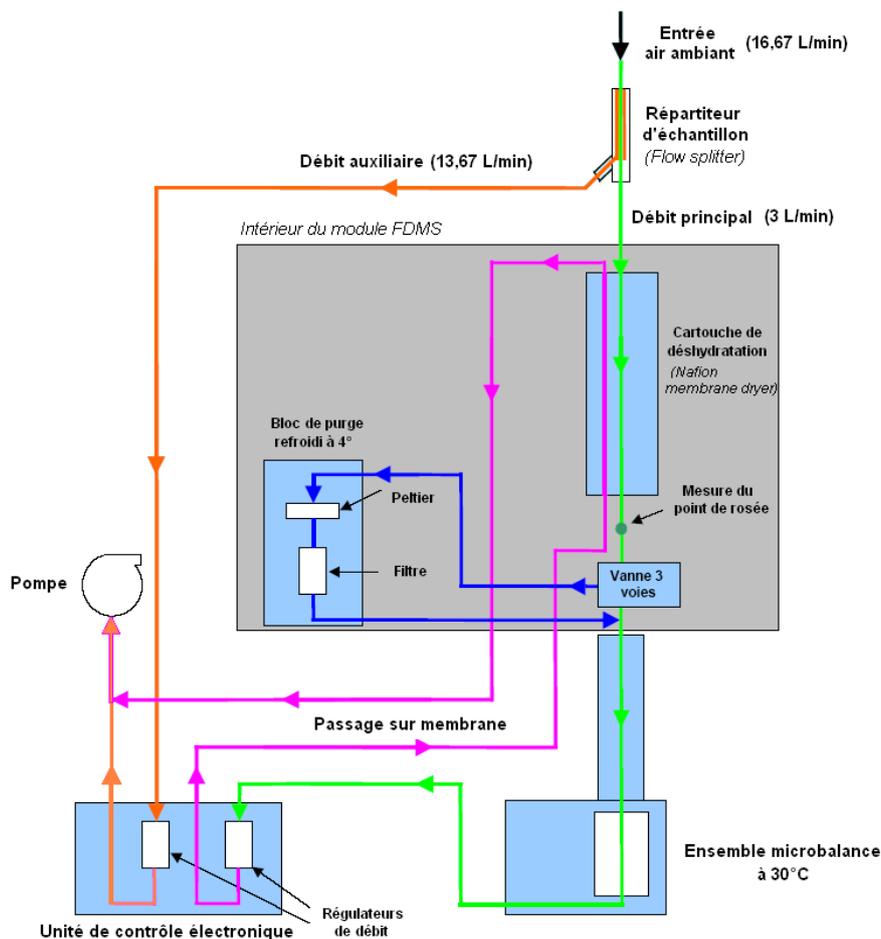


Schéma de principe de fonctionnement du TEOM-FDMS

En France, l'appareil TEOM-FDMS a démontré son équivalence en PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$.

Ces 2 types d'appareil sont plus robustes que des analyseurs de gaz. Les pièces névralgiques sont respectivement le compteur Geiger pour la MP101M-RST et l'élément séchant (membrane Nafion) ainsi que la pompe de prélèvement pour le TEOM-FDMS. Contrairement aux analyseurs de gaz, ces appareils ne disposent pas de moyen de contrôle intégré.

Concernant le TEOM-FDMS, il est à noter que le module de traitement de l'échantillon (FDMS) peut être ajouté a posteriori sur un ensemble TEOM 1400AB déjà existant (sous réserve de quelques spécificités). Cependant, cet ensemble TEOM 1400AB ne sera plus au catalogue du constructeur à partir de Septembre 2009. L'achat d'un module FDMS seul n'est donc à faire que si l'ensemble TEOM 1400AB auquel le module est destiné est récent (moins de 2 ans si possible).

L'autre solution est d'opter pour l'appareil remplaçant le TEOM 1400AB, à savoir le TEOM 1405. 3 appareils sont disponibles : le 1405 (1 seul paramètre, PM₁₀ ou PM_{2.5} sans traitement d'échantillon), le 1405 F (1 seul paramètre, PM₁₀ ou PM_{2.5} avec traitement d'échantillon) ou le 1405 DF (mesure simultanée de PM₁₀ et PM_{2.5} avec traitement d'échantillon)

Dans l'état actuel des connaissances, seul le TEOM 1405 F (remplaçant du TEOM-FDMS complet) ou le TEOM 1405 (remplaçant du TEOM 1400AB, lorsque le module FDMS est déjà disponible) peuvent être achetés.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'analyseur automatique de PM₁₀ pour les marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné à titre indicatif, la comparaison étant difficile dans la mesure où les techniques sont différentes.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Environnement SA	MP101M-RST	≈ 20 000 €	1 an
Thermo Fischer Scientific (TEI)	1400AB	≈ 26 000 €	
	Module FDMS	≈ 9500 €	
	1405	≈ 24 300 €	
	1405 F	≈ 33 500 €	

Le passage de PM₁₀ à PM_{2.5} entraîne un surcoût d'environ 645 € HT

Constructeur	Modèle	Compteur GM	Rouleau papier	Kit de pompe
Environnement SA	MP101M-RST	≈ 630 €	≈ 70 €	≈ 130 €

Constructeur	Modèle	Boîte de 100 filtres	Reconditionnement de membrane sécheuse	Kit de pompe
Thermo Fischer Scientific (TEI)	1400AB	≈ 260 €		≈ 120 €
	Module FDMS		≈ 810 €	
	1405			
	1405 F		≈ 810 €	

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Les coûts de fonctionnement varient selon les conditions d'exploitation (niveaux de concentration en particules, environnement microlocal) et la technique analytique.

Ainsi, le TEOM-FDMS fonctionne en dépression (vide obtenu par pompage) en permanence, sollicitant donc fortement la pompe. Le filtre de collecte doit être changé régulièrement (au moins tous les mois) et le traitement de l'échantillon (« séchage » par membrane) peut entraîner une dégradation de la dite membrane qui est sensible à l'humidité. Le principe de mesure séquentielle ainsi que la complexité technique sont très « consommateurs de temps » (maintenance préventive & curative, validation des données).

La MP101M-RST a une automie plus grande (un rouleau de papier filtre dure au minimum 8 mois en configuration cyclique 24h), le groupe de pompage est moins sollicité (pas de travail en dépression) et le traitement de l'échantillon (basé sur un chauffage thermo-hygro-régulé) est peu problématique. La sensibilité à l'humidité du compteur GM est cependant à noter.

Informations complémentaires:

- En France, seuls les appareils MP101M-RST (en PM_{10}) et TEOM-FDMS (en PM_{10} et $PM_{2.5}$) ont le statut de « méthode conforme à la méthode de référence », conformément aux recommandations de la Directive 2008/50/CE.

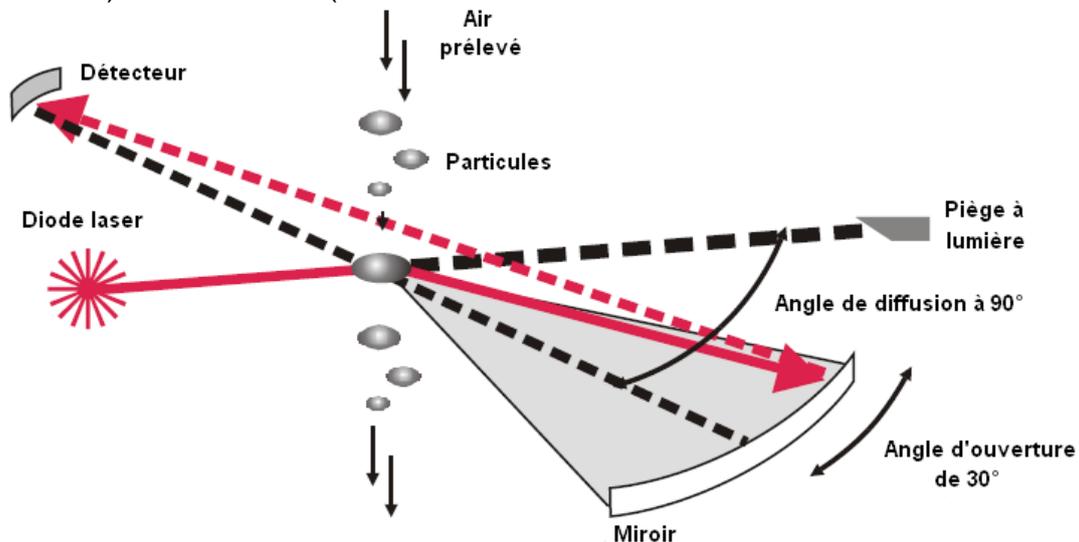
- A ce jour, seul le TEOM-FDMS $PM_{2.5}$ est utilisable pour le calcul de l'Indice d'Exposition Moyen (IEM), devant être établi dans les agglomérations françaises de plus de 100 000 habitants à partir de mesures faites en sites urbains denses (fond urbain).

- Les analyseurs automatiques de particules de la marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) sont distribués en France par la société française ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry)

II.7 La mesure automatique de particules par méthode optique

L'intérêt grandissant pour les particules, notamment pour des tailles plus petites que $2,5\mu\text{m}$ (PUF pour Particules Ultra Fines, particules submicroniques, nanoparticules...) oriente vers une caractérisation en nombre plutôt qu'en concentration massique.

La mesure de la concentration en nombre de particules dans le contexte des AASQA n'est a priori accessible que par certaines méthodes optiques (par exemple la diffusion de lumière, cf. figure suivante) pour des raisons techniques (faible encombrement, facilité de mise en œuvre) et financières (coûts d'investissement et de fonctionnement raisonnables).



principe de fonctionnement d'un Compteur Optique de Particules par diffusion lumineuse

Ce type de technique, utilisée principalement dans la mesure des émissions industrielles ou des atmosphères de travail, est donnée à titre indicatif pour une utilisation en AASQA, compte tenu de l'incertitude sur le plan métrologique (défaut potentiel de justesse et d'exactitude, notamment pour une expression en concentration massique). Cependant, la facilité de mise en œuvre et d'exploitation peut intéresser les AASQA qui peuvent les utiliser dans un cadre d'évaluation préliminaire (en air extérieur) ou prospectif (en air intérieur). Le tableau suivant donne des exemples de matériel avec coûts d'achat associé :

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Grimm	G365	≈ 25 000 €	1 an
	WRAS 565	≈ 68 000 €	
personal Data RAM	pDR-1500	≈ 6 000 €	
Magee Scientific	MicroAeth AE51	≈ 6 000 €	
LightHouse	HH 3016 IAQ	≈ 6 000 €	

Il est important de noter que si ce type de mesure donne des informations intéressantes et exploitables sur le plan de la granulométrie des particules (nombre par unité de volume et par tranche granulométrique), la conversion en concentration massique est très controversée et les résultats obtenus ne sont qu'indicatifs et en aucun cas exploitables sur le plan réglementaire, sous réserve d'une validation solide sur le plan de l'étalonnage ou de l'équivalence des mesures par rapport à la méthode de référence).

II.8 les préleveurs séquentiels de particules

Référentiels réglementaires européens:

- Directive n°2008/50/CE (pour Pb)
- Directive n° 2000/104/CE (pour As, Cd, Hg, Ni et le Benzo(a)Pyrène BaP)

Référentiels normatifs européens: La caractérisation chimique concerne les particules PM₁₀ et les dépôts. Le principe de mesure consiste essentiellement en un prélèvement spécifique suivi d'une analyse différée en laboratoire.

Concernant les PM₁₀, le prélèvement est basée sur la norme EN 12341 (cf. § II.4)

Concernant la mesure du mercure gazeux total dans l'air ambiant, la norme européenne est en cours de finalisation (prNF EN 15852 « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination du mercure gazeux total »).

Note : il s'agit ici d'une analyse en continu de mercure gazeux, l'approche est alors analogue à celle d'un polluant inorganique gazeux.

S'agissant des dépôts, les normes européennes sont également en cours de finalisation :

- pr NF EN 15841 « Qualité de l'air - Air ambiant - Détermination de plomb, de nickel, d'arsenic et de cadmium dans les dépôts atmosphériques »
- pr NF EN 15853 « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la détermination des dépôts de mercure »
- le projet de norme sur les HAP dans les dépôts est moins avancé car pas référencé pour le moment à l'AFNOR (« Air quality — Determination of the atmospheric deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene »)

Il existe plusieurs modèles de préleveurs séquentiels sur filtres, dont les organes principaux (console de commande avec clavier et afficheur, passeur automatique de filtre, tubes d'approvisionnement et de stockage des filtres) sont protégés contre les intempéries et le vandalisme dans un coffret verrouillé lors d'une utilisation extérieure. Une utilisation en intérieur (ex : en cabine autonome) est aussi possible. Le débit est régulé à une certaine valeur selon le type de tête de prélèvement PM₁₀ utilisée et donc le préleveur associé : 1 m³/h pour les appareils TEI, 2,3 m³/h pour le Leckel ou 30 m³/h pour le DA80

Note : le prélèvement pour les HAP est plus contraignant, notamment en ce qui concerne la conservation des échantillons. Cela a pour conséquence des modifications de configuration des préleveurs utilisés initialement pour les métaux lourds.

Après prélèvement pendant une durée déterminée donc pour un volume échantillonné connu, les filtres sont analysés de différentes façons en laboratoire:

Pour les métaux lourds, l'analyse est basée sur la norme EN 14902 («Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour la mesure du plomb, cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM₁₀ de la matière particulaire en suspension»)

Concernant les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, l'analyse est effectuée selon la norme EN 15449 («Qualité de l'air - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration du benzo[a]pyrene dans l'air ambiant»)

Les tableaux suivants donnent les coûts d'achat de préleveurs pour les marques mentionnées dans l'annexe 3, en différenciant les polluants ciblés (métaux lourds ou HAP). La configuration pour HAP n'empêche pas une utilisation pour les métaux lourds. Elle comprend l'appareil avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées ou de consommables des appareils destinés aux HAP est donné à titre indicatif.

Coût d'achat de préleveurs de particules pour la mesure des métaux lourds

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (Partisol Plus)	≈ 17 000 €	1 an
DIGITEL	DA 80 (version extérieure)	≈ 34 000 €	
	DA 80 (version intérieure)	≈ 35 500 €	
Leckel	SEQ 47/50	≈ 14 000 €	

Coût d'achat de préleveurs de particules pour la mesure des HAP

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (Partisol Plus BaP)	≈ 20 400 €	1 an
	Partisol Spéciation 4V	≈ 35 000 €	
DIGITEL	DA 80 (version extérieure)	≈ 44 000 €	
	DA 80 (version intérieure)	≈ 48 000 €	

Constructeur	Modèle	Cartouche spéciation HAP	Dénudeur ozoneur	Kit de pompe
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol Spéciation	≈ 3000 €	≈ 300 €	≈ 470 €

Constructeur	Modèle	Mousse PUF (x10)	Module climatisation pour filtres prélevés	Kit de joints toriques
DIGITEL	DA80	De ≈ 50 à ≈ 100 €	≈ 6 600 €	≈ 110 €

Exemple de prix de pièces détachées (€HT)

Informations complémentaires:

- Les préleveurs séquentiels de particules de la marque américaine Thermo Fischer Scientific (TEI) sont distribués en France par la société française ECOMESURE (3 rue du Grand Cèdre 91640 Janvry)
- La marque suisse DIGITEL est distribuée en France par la société Mégatec (Immeuble Homère - Les Algorithmes 91190 Saint Aubin)
- La marque allemande Leckel ne dispose pas actuellement de distributeur en France, la commande doit se faire directement au siège social de la société situé à Berlin.
- Tous les préleveurs sont à l'origine prévus pour une installation à l'extérieur. Seul le DA80 offre une version intérieure sur catalogue.
- Le diamètre du filtre est fonction du débit de prélèvement ; ainsi 30 m³/h pour le DA80 nécessite des filtres de 150mm de diamètre alors que des débits plus faibles (1 m³/h pour

les appareils TEI, 2,3 m³/h pour le Leckel) requièrent des filtres de diamètre 47mm. Cela peut être un élément important pour les laboratoires chargés de l'analyse.

- L'utilisation d'un piège à ozone (« dénudeur ») est seulement recommandée dans la norme EN 15549. Son utilisation entraîne un surcoût d'environ 1700 € HT à l'achat du Partisol Plus.

- l'appareil Partisol Spéciation est un préleveur multipolluants, développé pour la collecte simultanée & séquentielle de polluants particulaires et gazeux divers (cf. paragraphe xx) pour une fraction donnée (PM₁₀, PM_{2,5}...) : solides, semi volatils, volatils, métaux lourds, anions & cations, HAP, pesticides, dioxines... Jusqu'à 12 voies de prélèvement sont disponibles avec possibilité d'échantillonner simultanément sur plusieurs voies. Le prélèvement est effectué sur un support spécifique (cartouche de spéciation « ChemComb »), optimisable selon le type d'analyse chimique envisagé ultérieurement pour quantifier chaque polluant.

A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait :

- 58 préleveurs à haut débit DA80 dans les AASQA suivantes : Aspa, Airaq, Atmo Auvergne, Air C.O.M., Air Breizh, Lig'Air, Atmo Champagne Ardennes, Atmo Franche Comté, Air Normand, Airparif, Air Languedoc Roussillon, LimAir, Oramip, Atmo Nord Pas de Calais, Atmo PACA, Air Pays de Loire, Atmo PicardieE, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes,

- 95 préleveurs à bas débit Partisol Plus dans les AASQA suivantes : Aspa, Airaq, Atmo Auvergne, Air C.O.M., Air Breizh, Lig'Air, Atmo Champagne Ardennes, Atmo Franche Comté, Atmosf'Air Bourgogne, Air Normand, Airparif, Air Languedoc Roussillon, Airlor, LimAir, Oramip, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Airfobep, Atmo PACA, Air Pays de Loire, Atmo Picardie, Atmo Poitou Charentes, Atmo Rhône Alpes, Qualit'Air Corse, Madinair, ORA Réunion,

- 20 préleveurs à bas débit Partisol Spéciation dans les AASQA suivantes : Airaq, Atmo Auvergne, Air Breizh, Atmo Franche Comté, Air Normand, Airparif, Airlor, LimAir, Oramip, Atmo Lorraine Nord, Atmo Nord Pas de Calais, Air Pays de Loire, Atmo Picardie, Atmo Poitou Charentes.

II.9 les analyseurs automatiques de BTX

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Référentiel normatif européen: L'appareil de mesure de benzène dans l'air ambiant doit être conforme à la norme européenne NF EN 14662-3 (Décembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C_6H_6 - Partie 3: prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site » (Indice de classement AFNOR: X43-029-3)

Principe de mesure: La mesure par Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG) est basée sur la séparation des mélanges gazeux complexes par une suite continue d'équilibres s'établissant entre une phase mobile gazeuse et une phase stationnaire appropriée aux composés ciblés (colonne spécifique le plus souvent de type capillaire). Le détecteur placé en sortie de colonne décèle la présence des composés au fur et à mesure de leur arrivée. Les variations enregistrées sont transformées par le détecteur en signaux électriques qui sont amplifiés et retranscrits. 2 types de détecteurs sont couramment utilisés pour la mesure des COV : le détecteur à ionisation de flamme (FID pour Flame Ionisation Detector) et le détecteur à photo-ionisation (PID pour Photo Ionisation Detector). Pour le FID, lorsqu'un composé organique est brûlé, il produit des ions qui sont convertis en courant. Le courant produit est proportionnel à la quantité d'échantillon brûlé. Dans le cas du PID, les ions sont issus de l'exposition des composés au rayonnement d'une lampe UV. Les deux techniques nécessitent des gaz vecteurs de pureté suffisante, obtenus à l'aide d'un générateur externe (hydrogène pour le FID) ou à partir de bouteille (azote pour le PID).

La figure suivante présente le principe de fonctionnement d'un analyseur automatique de benzène par CPG-FID:

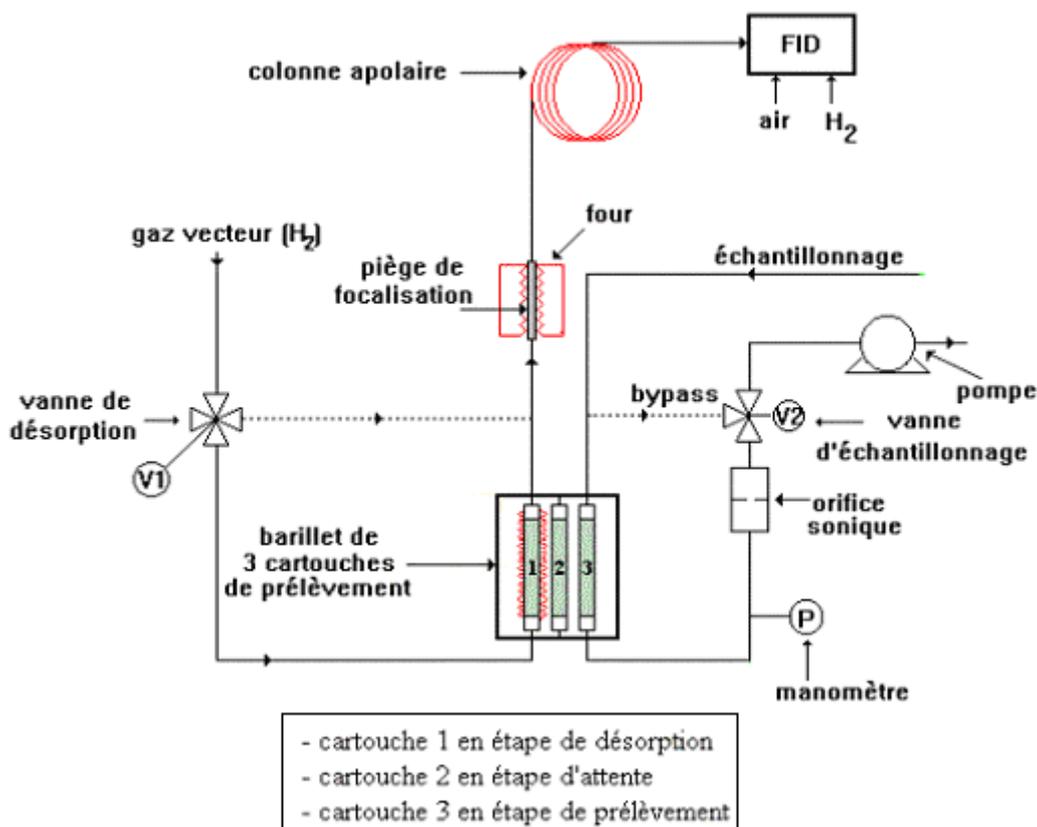


Schéma de fonctionnement d'un analyseur automatique de C_6H_6 (CPG-FID)

Dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, cette technique permet de mesurer d'autres espèces hydrocarbonées tels que le toluène (considéré comme un traceur de la pollution automobile), les xylènes ou l'éthylbenzène utilisés dans l'industrie ainsi que les composés précurseurs de la formation de l'ozone. Cependant, seul le benzène est réglementé (la surveillance des 31 COV précurseurs de l'ozone est seulement recommandée).

Les pièces névralgiques ont une durée de vie dépendante des conditions d'exploitation: la lampe UV du PID, la colonne chromatographique.

Comme pour CO, il n'est pas possible de disposer d'un moyen de contrôle intégré à l'appareil, impliquant donc un contrôle externe régulier.

Le tableau suivant donne les coûts d'achat d'un analyseur de benzène pour une de marques mentionnées dans l'annexe 3. La configuration comprend l'analyseur avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée. Le prix de pièces détachées névralgiques est donné à titre indicatif.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
Synspec	GC955	≈ 27 500 €	1 an

Colonne capillaire	Lampe UV – PID	Kit de réparation diaphragme vanne	Tête de détecteur PID avec électrode	Jeu de filtres interne avec charbon actif	Tube Tenax de pré concentration avec thermocouple
≈ 570 €	≈ 1 050 €	≈ 155 €	≈ 190 €	≈ 170 €	≈ 110 €

Exemple de prix de pièces détachées & consommables (€HT)

Informations complémentaires:

- L'appareil de la marque hollandaise Synspec a été jugée conforme (approuvée par type) à la norme NF EN 14662-3 par l'UMEG (Karlsruhe). Cette marque est distribuée en France par la société Néréides (4 avenue des Indes – 91969 Courtaboeuf)

- Bien qu'il soit cité dans l'annexe 3, l'appareil ChromatoTec modèle Airmo BTX1000 PID n'a pas été détaillé, dans l'attente d'informations complémentaires concernant sa certification de conformité à la norme EN 14662-3 décernée par le CNR (Italie) en Juillet 2007. Cette certification est basée sur une actualisation des tests effectués par le TÜV (Allemagne) en 1996 sur le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes. Son prix d'achat est de l'ordre de 45 000 € HT.

- La configuration d'implantation à privilégier est la zone de proximité du trafic routier et la zone urbaine. Dans le 2^{ème} cas, les teneurs observées actuellement sont très faibles. Une utilisation en moyen mobile est à étudier avec précaution, compte tenu de la technique.

- A titre indicatif, au 30/06/09, il y avait xx appareils Synspec modèle GC955 en activité (station fixe, moyen mobile ou étalonnage) dans les AASQA suivantes : Atmo Auvergne, Atmo Lorraine Nord, Atmosf'Air Bourgogne, Air Breizh, Ora Guyane, Ora Réunion, Madinair.

II.10 Les préleveurs passifs de polluants gazeux

Le principe général consiste en un tube vertical de dimensions réduites (ex : 7cm x 1 cm) ouvert à sa partie inférieure, et contenant en sa partie supérieure interne, un support solide imprégné d'une substance chimique adaptée à l'absorption spécifique d'un gaz qui diffuse naturellement dans le tube qui est exposé dans l'atmosphère à étudier :



Exemples d'échantillonneurs passifs (axial : à droite et à gauche ; radial : au centre)

Le tube est ensuite retourné en laboratoire aux fins de détermination de la masse de gaz capté. Cette masse est convertie en terme de concentration volumique dans l'air par un calcul tenant compte de la durée d'exposition et des propriétés physiques de diffusion du gaz considéré (cf. loi de Fick) .

Ces méthodes séquentielles d'échantillonnage de type "manuel" éprouvées depuis de nombreuses années (SO_2 , NO , NO_2 , N_2O , NH_3 , SO_2 , H_2S , O_3 , COV de C3 à C20 tel que le benzène, les pesticides, les PCB, les organophosphorés..) peuvent être utilisées dans des sites où la connaissance des concentrations en polluants en temps réel n'est pas indispensable. 2 types de tubes sont commercialisés (le tube axial et le tube radial) nécessitant chacun des protocoles d'utilisation spécifiques selon le gaz recherché.

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Compte tenu des performances métrologiques, cette technique est qualifiée de « mesure indicative » c'est à dire de mesure qui respecte des objectifs de qualité des données moins stricts que ceux qui sont requis pour la mesure fixe (c'est à dire la méthode de référence)

Référentiel normatif européen: Il existe plusieurs référentiels normatifs européens compte tenu du nombre de substances mesurables par cette technique. Cependant, n'ayant pas le statut de méthode de référence, la conformité à la norme européenne n'est pas obligatoire. A titre indicatif, les normes suivantes peuvent être citées

- NF EN 14662-4 (Novembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage des concentrations en benzène C_6H_6 - Partie 4 : échantillonnage par diffusion suivi d'une désorption thermique et d'une chromatographie en phase gazeuse » (Indice de classement AFNOR: X43-029-4)

- NF EN 14662-5 (Novembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration de benzène C_6H_6 - Partie 5 : prélèvement par diffusion suivi d'une désorption au solvant et d'une chromatographie gazeuse » (Indice de classement AFNOR: X43-029-5)

- NF EN 13528 « Qualité de l'air - Echantillonneurs par diffusion pour la détermination des concentrations des gaz et des vapeurs - Prescriptions et méthodes d'essai :

↪ partie 1 (2003) : prescriptions générales

↪ partie 2 (2003) : exigences spécifiques et méthodes d'essai

↪ partie 3 (2004) : guide pour la sélection, l'utilisation et la maintenance

- NF EN 838 (2008) : Exposition sur les lieux de travail - Procédures pour le mesurage des gaz et vapeurs à l'aide de dispositifs de prélèvement par diffusion - Exigences et méthodes d'essai
- NF EN ISO 16017-2 (2003) « Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail - Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire - Partie 2 : échantillonnage par diffusion »

Informations complémentaires:

- Il existe plusieurs fabricants de tubes passifs, pouvant également assurer l'analyse des échantillonneurs après exposition : Ogawa [1], Passam [2], Gradko [3], Radiello [4]. Les coûts associés dépendent du polluant ciblé, de la technique d'analyse associée et de la quantité de tubes utilisée. Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur des coûts :

Polluant	Coût unitaire hors analyse (€HT)	Coût unitaire avec analyse (€HT)
NO ₂	De 5 à 10	De 10 à 15
O ₃	De 8 à 10	De 10 à 20
BTEX – COV	De 5 à 15	De 30 à 70
SO ₂	De 8 à 12	De 10 à 25

[1] <http://www.ogawausa.com/passive.html>

[2] <http://www.passam.ch/products.htm>

[3] <http://www.gradko.co.uk/introduction.shtml>

[4] <http://www.fsm.it/padova/radiello.html>

II.11 Les préleveurs actifs de polluants gazeux

Référentiel réglementaire européen: Directive n°2008/50/CE du 21/05/08

Lorsqu'il n'est pas nécessaire de connaître les variations de la concentration d'un polluant atmosphérique en continu ou sur un pas de temps court, le prélèvement sur site suivi d'une analyse différée en laboratoire est envisageable. Les COV sont majoritairement concernés par cette approche, 2 techniques sont possibles :

① l'échantillonnage séquentiel sur cartouches adsorbantes (« préleveur actif »):

Grâce à un système de prélèvement autonome de dimensions réduites (ex : L x l x h = 40 x 20 x 20 cm pour un poids de 10 kg), l'air prélevé passe à travers une cartouche rempli d'adsorbant spécifique au(x) composé(s) ciblé(s) : aldéhydes, cétones, alcanes, alcènes, aromatiques (ex : benzène)...

Référentiel normatif européen: Dans le cas du benzène, le préleveur doit respecter la méthode de référence décrite dans la norme européenne NF EN 14662 (Décembre 2005) « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ » :

- Partie 1: échantillonnage par pompage suivi d'une désorption thermique et d'une méthode chromatographie en phase gazeuse (Indice de classement AFNOR: X43-029-1)
- Partie 2: prélèvement par pompage suivi d'une désorption au solvant et d'une méthode de chromatographie en phase gazeuse (Indice de classement AFNOR: X43-029-2)

Il existe plusieurs fabricants de « préleveurs actifs »: MCZ [5], le National Physical Laboratory (NPL) [6], TERA Environnement [7]...

Le tableau suivant donne le coût d'achat d'un préleveur actif de benzène. La configuration comprend l'appareil avec un kit de maintenance pour un an pour une durée de garantie spécifiée.

Constructeur	Modèle	Coût d'appareil (€HT)	Durée de garantie (pièces & main d'œuvre)
TERA Environnement	Sypac	≈ 8 000 € (incluant le logiciel de pilotage du préleveur et 1 jour de formation)	1 an

② l'échantillonnage sur Canister :

L'utilisation des canisters (conteneurs en acier inoxydable) est largement répandue aux États-Unis (technique homologuée par l'Environmental Protection Agency (EPA) dans le cadre de la surveillance de la pollution atmosphérique). Le dispositif de prélèvement sur site est constitué d'un système de régulation de débit, d'une pompe et d'un canister d'une contenance en eau variable (de 1 à 15 litres). La période d'échantillonnage est programmable. Les gaz échantillonnés restent dans leur état d'origine dans la mesure où la surface interne du canister est inerte (acier inoxydable électropolé). On dispose d'une quantité suffisante de gaz qui permet des analyses ultérieures en laboratoire par CPG.

[5] http://www.ecomesure.com/IMG/pdf/Fiche_MCZ.pdf

[6] <http://www.npl.co.uk/environmental-measurement/products-and-services/controlled-flow-air-samplers>

[7] <http://www.tera-environnement.com/images/contenu/SyPAC%20.pdf>

ANNEXES

Annexe n°1 : Exigences réglementaires européennes

Annexe n°2 : Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Annexe n°3 : Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

ANNEXE n°1

Exigences réglementaires européennes

Exigences réglementaires européennes

Polluant	Norme EN correspondante	Valeur de référence (µg/m ³) ⁽¹⁾	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude ⁽²⁾ (%)		Saisie minimale de données (%)
SO ₂	EN 14212	350	1 h	15	25	90 ⁽³⁾
		125	24 h			
		20	1 an			
NO/NO ₂ /NO _x	EN 14211	200 (en NO ₂)	1 h	15	25	
		40 (en NO ₂)	1 an			
		30 (en NO _x)	1 an			
		Pas pour NO ⁽⁴⁾	1 h	15	30	90/75 ⁽⁵⁾
O ₃	EN 14625	120 ⁽⁷⁾	8 h	15	30	90/75 ⁽⁵⁾
CO	EN 14626	10 mg/m ³	8 h	15	25	90
C ₆ H ₆	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5	1 an	25	30	90 ⁽⁶⁾
PM ₁₀	EN 12341	50	24 h	25	50	90
		40	1 an			
PM _{2,5}	EN 14907	25 ⁽⁷⁾	1 an	25	50	90
Pb	EN 14902	0,5	1 an	25	90	90 ⁽⁸⁾
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m ³)	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m ³	1 an	50		

Notes :

(1) : valeur limite / cible exprimée à 20°C et 1013 hPa pour les gaz et aux conditions moyennes ambiantes durant le prélèvement pour les particules

(2) : l'incertitude est définie à un niveau de confiance de 95%. A gauche : la mesure fixe en continu ; à droite : la mesure indicative

(3) : Pour la mesure fixe en continu en NO₂, dans le cadre de la Directive 2008/50/CE, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été et de 75% durant l'hiver. Pour la mesure indicative, l'exigence de 90% est associée à une couverture temporelle minimale de 14% (1 mesure par semaine au hasard, uniformément répartie sur l'année, ou 8 semaines uniformément réparties sur l'année)

(4) : Même si il n'y a pas de valeur limite pour le monoxyde d'azote, concernant la mesure fixe en continu en NO dans le cadre de la Directive 2008/50/CE, des objectifs de qualité de données sont fixés pour les mesures individuelles.

(5) : Pour la mesure fixe en continu, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été et de 75% durant l'hiver. Pour la mesure indicative, la saisie minimale de données est de 90% durant l'été avec une couverture temporelle minimale supérieure à 10%.

(6) : Pour la mesure fixe en continu, cette exigence est associée à une couverture temporelle minimale spécifique : 35% pour les sites urbain de fond et trafic (répartis sur l'année de façon à être représentatifs des conditions variées de climat et de trafic), 90% pour les sites industriels.

(7) : Valeur Cible

(8) : Pour les mesures fixes, cette exigence est associée à une couverture temporelle minimale spécifique selon le polluant: 33 % pour le Benzo(a)pyrène, 50% pour As, Cd, Ni et 100 % pour Pb (en excluant les pertes de données dues à l'étalonnage régulier ou à l'entretien normal des instruments)

ANNEXE n°2

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Homologation des appareils de mesure de la qualité de l'air ambiant : situation en France en 2009

Rédaction : F. MATHE (LCSQA – Mines de Douai)

1. rappel du contexte

1.1 La réglementation

La Directive n°2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe introduit la notion d'homologation de type (en anglais « type approval » le plus souvent traduit par « approbation de type ») dans l'annexe VI (relative aux méthodes de référence à mettre en œuvre), au point E (Reconnaissance mutuelle des données) :

« En effectuant l'homologation de type démontrant que les appareils satisfont aux exigences de performance des méthodes de référence énumérées dans la section A, les autorités et les organismes compétents désignés en application de l'article 3 acceptent les rapports d'essais délivrés dans d'autres États membres par des laboratoires accrédités selon la norme EN ISO 17025 pour effectuer ces essais. »

La définition de l' "homologation de type" (ou approbation de type) est donnée dans les normes européennes éditées par le CEN et désignées comme méthodes de référence dans la Directive:

« Décision d'un laboratoire désigné selon laquelle le modèle d'un analyseur est conforme aux exigences spécifiées dans la norme européenne correspondante » (comparable à l' "approbation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

La conformité est jugée sur la base des résultats obtenus lors d' « essais d'approbation de type » qui consistent en l' :

« examen de deux ou plusieurs analyseurs du même modèle, soumis par un fabricant à un organisme désigné ; cet examen inclut les essais nécessaires à l'approbation de modèle » (comparable à l' "évaluation de modèle" décrite par l'Organisation Internationale de Métrologie Légale)

En toute rigueur, l'homologation de type s'applique à tous les appareillages qui sont utilisés dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive, sous réserve de l'existence du cahier des charges que constitue la norme européenne choisie comme méthode de référence. Les référentiels normalisés actuels mentionnant un processus d'homologation de type ne concernent que des appareils automatiques commercialisés (dits « analyseurs ») dont la durée de vie dans le catalogue du constructeur dépasse rarement les 10 ans. Toute modification de conception d'un appareil approuvé par type doit être signalée par le fabricant à l'autorité responsable, afin que soit jugée la pertinence de nouveaux essais. Ce processus, sommairement décrit dans les normes EN, est plus détaillée dans la récente norme EN 15267 « Qualité de l'air - Certification des systèmes de mesurage automatisés » dans la partie 2 « évaluation initiale du système de gestion de la qualité des fabricants de systèmes de mesure automatisés et surveillance après certification du procédé de fabrication ». Cette norme sera mentionnée dans la prochaine version révisée des normes EN (prévue pour la fin 2009).

Les organismes impliqués dans le processus d'homologation de type étaient définis à l'origine dans l'article 3 de la Directive Cadre n°96/62/CE:

« ... les Etats Membres désignent aux niveaux appropriés les autorités compétentes et les organismes chargés de l'agrément des dispositifs de mesure (méthodes, appareils, réseaux, laboratoires) »

La récente Directive n°2008/50/CE reprend le texte original dans son article 3 en ajoutant :

- la coopération avec les autres Etats Membres et la Commission
- des recommandations sur le plan de l'assurance de la qualité (cf. annexe I « objectifs de qualité des données - point C » concernant l'assurance de la qualité pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant: validation des données) qui font référence à la norme EN ISO 17025 « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »

L'une des conséquences de la coopération avec les autres Etats Membres est la « reconnaissance mutuelle des données » citée ci dessus. Cette reconnaissance des processus d'homologation de type s'illustre d'ores et déjà avec l'accord entre l'UBA en Allemagne (où les tests d'approbation de type sont effectués par le TÜV ou le LUBW qui sont accrédités ISO 17025 pour ce type d'activités) et l'Agence de l'Environnement en Angleterre et Pays de Galles (Environment Agency of England and Wales) qui gère le système UK MCERTS (où les tests d'approbation de type sont effectués par le NPL ou la société AEA Technology)

Sur le plan du matériel, la Directive fixe un planning de mise en œuvre de la réglementation (cf. Annexe VI point D. Introduction de nouveaux appareils) :

« Tous les nouveaux appareils achetés pour la mise en œuvre de la présente directive doivent être conformes à la méthode de référence ou une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2010.

Tous les appareils utilisés aux fins des mesures fixes doivent être conformes à la méthode de référence ou à une méthode équivalente, au plus tard le 11 juin 2013 »

1.2 Les normes CEN

Les normes CEN ayant le statut de méthode de référence dans la réglementation européenne et décrivant un processus d'approbation de type sont les suivantes:

1. **NF EN 14211 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde d'azote NO par chimiluminescence IR";
2. **EN 14212 (2005)** "Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre SO₂ par fluorescence UV";
3. **EN 14624 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone O₃ par photométrie UV »;
4. **EN 14625 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone CO par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif »;
5. **EN 14662 Partie 3 (2005)** « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène C₆H₆ - Partie 3 : prélèvement par pompage automatique avec analyse chromatographique en phase gazeuse sur site »

Il convient de noter que :

- les méthodes 1 à 4 sont en cours de révision mais le texte relatif à l'approbation de type n'est pas (ou peu) concerné.
- certains paramètres déterminés lors des tests d'approbation de type doivent être repris par l'utilisateur dans le calcul d'incertitude demandé par la Directive dans le cadre des Objectifs de Qualité des Données.
- les autres méthodes de référence mentionnées dans la Directive n°2008/50/CE sont manuelles et n'imposent rien en matière d'approbation de type. Il est à noter que dans le cadre de la Directive n°2004/107/CE (4^{ème} Directive Fille relative aux métaux lourds et aux HAP), la norme EN 15852 (en cours d'élaboration) « Qualité de l'air ambiant - Méthode

normalisée pour la détermination du mercure gazeux total » décrira un processus d'approbation de type. De même, la future norme décrivant la méthode normalisée pour le mesurage de la concentration massique de particules en suspension dans l'air ambiant intégrera l'approbation de type.

- dans les normes CEN, l'accréditation d'un laboratoire conformément à l'EN ISO 17025 pour effectuer des essais d'approbation de type est une recommandation et non une exigence.
- lorsqu'une méthode de référence n'est pas utilisée par un Etat Membre, le recours à une méthode dite « équivalente » est possible, sous couvert des recommandations données par la Directive (cf. Annexe VI point B « démonstration de l'équivalence »)

1.3 La situation de la France

L'autorité compétente est le Ministère en charge de l'Environnement.

Créée en 2003 par AFNOR Certification, le LNE et l'INERIS, l'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure de l'Environnement) est un organisme de certification spécialisé dans le domaine de l'instrumentation pour l'environnement. Il est mandaté pour l'attribution de la marque « NF Instrumentation pour l'Environnement » aux appareils de mesure à l'émission et dans l'air ambiant. Dans un proche avenir, il pourrait jouer le rôle d'organisme désigné dans le cadre du processus français d'homologation de modèle, en tenant compte qu'en tant qu'organisme de certification, l'ACIME n'effectue pas de tests d'approbation de type mais peut avoir recours à un laboratoire, si possible ayant l'accréditation ISO 17025 pour la conduite de tels essais.

Note: l'ACIME a par le passé délivré une certification pour des analyseurs de la qualité de l'air ambiant (analyseurs de CO, SO₂, O₃, NO_x, BTX), réalisées sur la base d'un nombre plus limité de caractéristiques de performances que celles prises en compte dans les normes européennes parues en 2005 et selon des modes opératoires différents. Cela avait entraîné une non-reconnaissance de la part des Etats Membres. Pour des raisons stratégiques, les constructeurs se sont alors tournés vers les systèmes plus reconnus (tel que le système allemand UBA - TÜV). Ceci a pour conséquence d'avoir une seule marque avec deux types d'appareils pour l'analyse de l'air ambiant ayant la marque « NF Instrumentation pour l'environnement » alors que le parc instrumental français comporte d'ores et déjà quatre marques d'analyseurs bénéficiant de rapports d'approbation de type ou ayant le statut d'appareils homologués dans d'autres Etats Membres. Les caractéristiques de performance déterminées lors des essais d'approbation de type sont d'ailleurs reprises dans le calcul d'incertitude effectué par certaines AASQA, conformément aux règles émises au niveau national par le LCSQA ^[1]

Dans ces conditions, compte tenu du délai imposé par la Directive, il semble approprié de baser l'homologation française sur les critères suivants :

- existence et reconnaissance des rapports d'approbation de type montrant la conformité à la méthode de référence réglementaire, sur la base d'essais effectués par un laboratoire accrédité ISO 17025 pour ce type d'activités
- le cas échéant, prise en compte du retour d'expérience sur le terrain
- démonstration de l'équivalence à la méthode de référence
- établissement d'une liste de référence des appareils pouvant être utilisés dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air ambiant
- mise à jour périodique de cette liste par l'ACIME (sur la base d'une évaluation de dossier technique, d'un audit sur site du fournisseur et de la prise en compte du retour d'expérience des utilisateurs d'appareils certifiés)

[1] Fascicule de Documentation AFNOR FD X43-070-2 (Avril 2007) « Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site »

ANNEXE n°3

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Liste des appareils pouvant être utilisés en AASQA pour la surveillance réglementaire de la qualité de l'air

Cas des polluants gazeux inorganiques

	Polluant			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
méthode de référence	EN 14211	EN 14625	EN 14212	EN 14626
Principe de mesure	Chimiluminescence	Absorption UV	Fluorescence UV	Rayonnement IR non dispersif

Constructeur	Polluant & modèle d'appareil conforme à la méthode de référence			
	NO _x -NO ₂ -NO	O ₃	SO ₂	CO
API	200 E	400 E	100 E	300 E
Environnement SA	AC 32M ⁽¹⁾	O3 42M ⁽²⁾	AF 22M ⁽³⁾	CO 12M ⁽⁴⁾
Horiba	APNA-370	APOA-370	APSA-370	APMA-370
Thermo Fischer Scientific (TEI)	42 i ⁽⁵⁾	49 i ⁽⁶⁾	43 i	48 i
MLU (Recordum)	Airpointer ⁽⁷⁾			

(1) Applicable aux appareils équipés de l'option « sécheur » :

- Sous condition de l'option « sécheur », les N° de série supérieurs à 500 sont conformes
- Pour les modèles antérieurs, une mise à jour est à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(2) Conformité pour les N° de série supérieurs à 250

- Pour les N° de série antérieurs mise à jour à prévoir (concerne principalement le logiciel, à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(3) Conformité pour les N° de série supérieurs à 500

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(4) Conformité pour les N° de série supérieurs à 400

- Pour les N° de série antérieurs, mise à jour à prévoir (à examiner au cas par cas en fonction du niveau de mise à jour qui aurait pu être fait)

(5) Applicable aux appareils équipés de l'option « Sécheur interne à perméation circuit échantillon » :

- L'upgrade d'un Modèle 42i sans cette option nécessitera un kit de montage d'un sécheur Permapure sur le circuit échantillon de l'appareil à mettre à jour
- appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(6) appareil disposant de la marque NF Instrumentation pour l'Environnement (certificat n° 12097-1)

(7) Système de mesure multigaz compact

Commentaires additionnels :

- L'approbation par type correspond à la réussite d'un appareil aux tests de conformité stipulés dans la norme EN correspondante. Elle est applicable à tout appareil identique à ceux présentés lors des tests. Tout appareil livré antérieurement conforme sur le plan technique avec les appareils présentés lors des tests (voire mis à jour pour être en conformité) bénéficie de l'approbation par type.

- Les appareils API, Environnement SA, Horiba et TEI (Thermo Fisher Scientific) bénéficient d'un rapport d'approbation de type du TÜV (à ce jour a priori seul labo européen à être accrédité ISO 17025 à faire ce type d'essais) selon les référentiels EN pour les analyseurs de gaz à l'air ambiant. Ces rapports sont disponibles sous format électronique au LCSQA

Cas du benzène

méthode de référence	EN 14662 - 3
----------------------	--------------

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence
Synspec	GC 955 série 601 PID ^(a)
ChromatoTec	Airmo BTX 1000 PID ^(b)

(a) : appareil certifié « conforme à la méthode de référence » (en date du 30-07-07) par le CNR-IIA (Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto sull’Inquinamento Atmosferico – Rome, Italie)

(b) : appareil approuvé par type par l’UMEG (report n° 53-09/05 du 26-04-06)

Cas des particules en suspension (concentration massique)

	Polluant	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
méthode de référence	EN 12341	EN 14907
Principe de mesure	Gravimétrie sur filtre	

Constructeur	Polluant & modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Thermo Fischer Scientific (TEI)	TEOM-FDMS 8500 version b & c ^(a) TEOM 1405 ^(b) TEOM 1405 F ^(c)	
Environnement SA	MP101M avec ligne RST	

(a) Concernant l’appareil TEOM-FDMS 8500, seule la version b a réussi les tests de démonstration d’équivalence. La conformité de la version c vis à vis de la méthode de référence peut cependant être admise, compte tenu des résultats de la campagne d’intercomparaison avec le JRC en mars 2008 ^[1], et sous réserve d’une installation initiale et d’une maintenance adéquates, d’un suivi métrologique adapté prenant en compte le retour d’expérience ^[2]

(b) L’acquisition du TEOM 1405 nécessite obligatoirement de disposer au préalable d’un module FDMS pour adaptation (**sous réserve de faisabilité**), afin d’obtenir des mesures équivalentes.

(c) L’évolution de l’appareil TEOM-FDMS 8500 en TEOM 1405 F est une optimisation de conception. Le principe de mesure et de traitement de l’échantillon n’étant pas modifié, il est considéré que les performances métrologiques du TEOM-FDMS 8500 sont conservées ^[3]

^[1] Etude LCSQA-INERIS (2008) « Accompagnement au déploiement des modules FDMS » G. AYMOZ

^[2] Guide pour l’utilisation du TEOM-FDMS – LCSQA (2008) A. USTACHE, G. AYMOZ

^[3] Relevé de décisions de la Commission de Suivi "Surveillance des particules en suspension" du mercredi 10 juin 2009

Cas des particules en suspension (analyse chimique des particules PM₁₀)

méthode de référence pour le prélèvement	EN 12341 (échantillonnage sur filtre)
méthode de référence pour l’analyse des métaux lourds (As, Cd, Ni, Pb)	EN 14902
méthode de référence pour l’analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (B(a)P)	EN 15549

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des métaux lourds
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 (<i>Partisol Plus</i>)
DIGITEL	DA 80
Leckel	SEQ 47/50

Constructeur	Modèle d’appareil équivalent à la méthode de référence pour le prélèvement des HAP
Thermo Fischer Scientific (TEI)	Partisol 2025 BaP (<i>Partisol Plus BaP</i>) Partisol Speciation
DIGITEL	DA 80

Commentaire additionnel :

- Il est à la charge du responsable du prélèvement (en l’occurrence l’AASQA) de vérifier que l’analyse chimique est effectuée conformément à la méthode analytique de référence par le laboratoire qu’il a choisi.