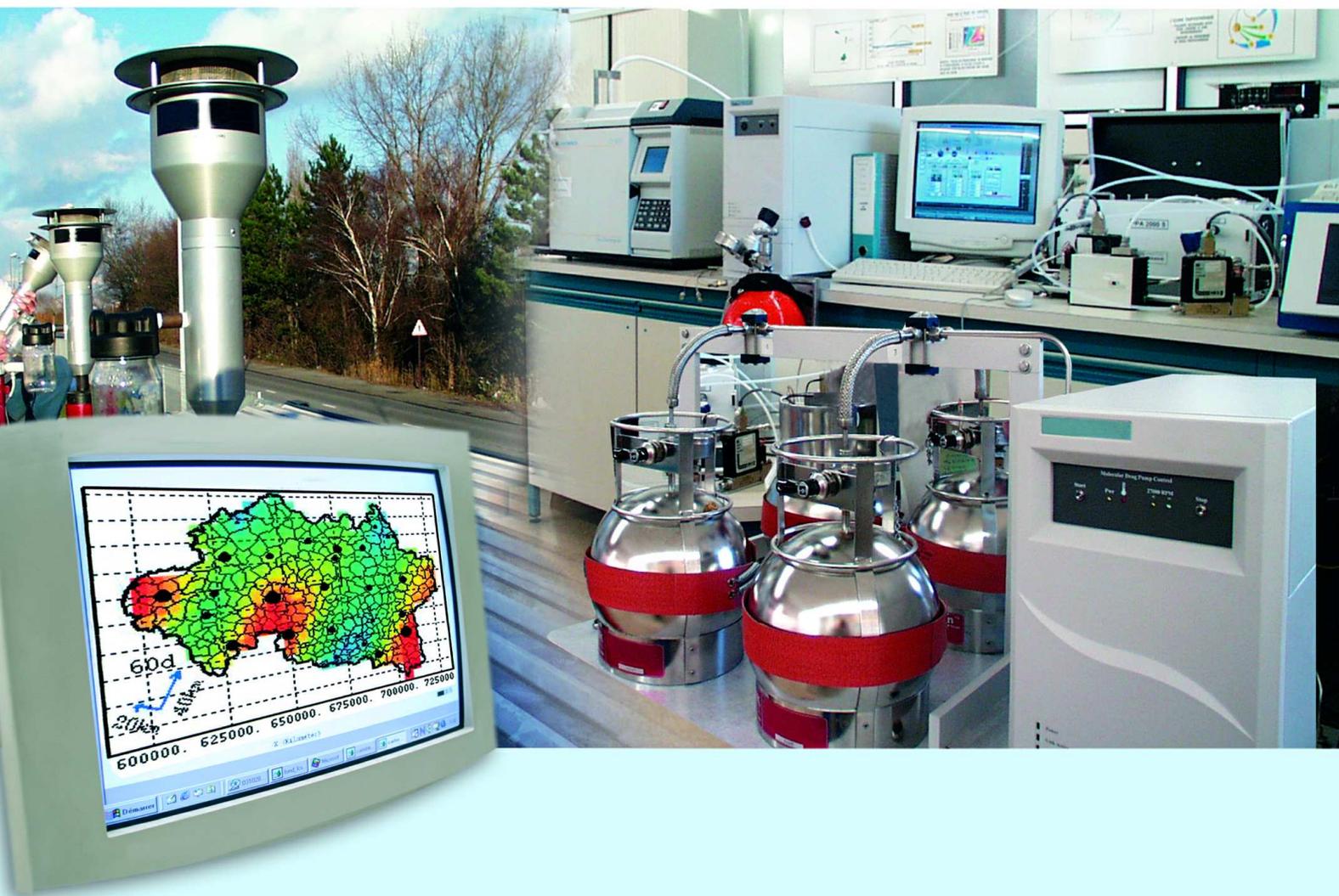




Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Etudes métrologiques sur les appareils de mesure automatiques (rapport 2/4)

Version finale 2005

Harmonisation des contrôles métrologiques

Novembre 2005

Convention: 05000051

C. RAVENTOS





Ministère de l'Ecologie
et du Développement Durable

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 des Préventions des Pollutions et des Risques du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable 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.



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Harmonisation des contrôles métrologiques

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Mesure des polluants réglementés Appareils automatiques

Convention 05000051

Financée par la Direction des Préventions des Pollutions et des Risques
(DPPR)

Novembre 2005

Y. GODET - -J. POULLEAU – C. RAVENTOS

L'ensemble des AASQA ayant répondu à l'enquête et fourni des
informations pour l'étude

Ce document comporte 75 pages (hors couverture).

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	C. RAVENTOS	J. POULLEAU	M.RAMEL
Qualité	Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Unité Qualité de l'Air Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIERES

1. RESUMÉ.....	3
2. INTRODUCTION	7
3. DEFINITIONS	7
4. ESSAIS D'APPROBATION DE TYPE.....	9
4.1 Objectif des essais d'approbation de type.....	9
4.2 Nature des essais	10
4.3 Information apportée par les évaluations par rapport au suivi métrologique des analyseurs par les utilisateurs	13
5. CONTRÔLES EFFECTUÉS PAR LES FABRICANTS ET PRÉCONISATION EN MATIERE DE MAINTENANCE.....	15
5.1 Contrôles des analyseurs par les fabricants et distributeurs avant envoi....	15
5.2 Maintenance préconisée dans les manuels d'utilisation des analyseurs.....	17
5.3 Exploitation des données des constructeurs	18
6. PRATIQUES AU SEIN DES AASQA	19
6.1 Prescriptions normatives en terme de contrôles et maintenance des analyseurs.....	20
6.2 Organisation des contrôles en AASQA : qui realise les contrôles ?	22
6.2.1 Contrôles métrologiques périodiques et sur analyseurs neufs	22
6.2.2 Contrôles de routine (hors contrôles métrologiques)	23
6.3 Bilan de la nature des contrôles réalisés par rapport aux exigences normatives.....	24
6.3.1 Contrôles métrologiques exigés par les normes.....	24
6.3.2 Contrôles métrologiques non imposés par les normes	24
6.4 Fréquence de réalisation des contrôles.....	25
6.4.1 Contrôles métrologiques.....	25
6.4.2 Contrôles de routine autres que les contrôles métrologiques	26
6.5 Protocoles appliqués pour les contrôles métrologiques	26
6.6 Moyens nécessaires pour la réalisation des contrôles métrologiques.....	27
7. SYNTHÈSE : ANALYSE DES DONNÉES, PROPOSITIONS	28
7.1 Quelle harmonisation des contrôles métrologiques proposer ?.....	28
7.1.1 Contrôles métrologiques prescrits par les normes.....	29

7.1.2	Autres contrôles métrologiques mis en œuvre en AASQA	29
7.1.3	Autres contrôles métrologiques qu'il serait pertinent de mettre en oeuvre	30
7.2	Quelle harmonisation des contrôles de routine proposer ?	31
7.3	Comment organiser les contrôles ?	32
7.4	Conclusion.....	33
8.	LISTE DES ANNEXES	36
	ANNEXE 1 PROTOCOLE DES TESTS EFFECTUÉS PAR THERMO ENVIRONNEMENTAL INSTRUMENTS SUR UN ANALYSEUR 49CPS.....	37
	ANNEXE 2 QUESTIONNAIRE ENVOYÉ AUX AASQA.....	38
	ANNEXE 3 SYNTHÈSE DES RÉPONSES À L'ENQUÊTE : CONTRÔLES MÉTROLOGIQUES ET CONTRÔLES DES PARAMÈTRES DE FONCTIONNEMENT DES ANALYSEURS	45
	ANNEXE 4 SYNTHÈSE DES RÉPONSES À L'ENQUÊTE : NATURE ET FRÉQUENCE DES CHANGEMENTS D'ÉLÉMENTS / DE PIÈCES SUR LES ANALYSEURS	57
	ANNEXE 5 SYNTHÈSE DES RÉPONSES À L'ENQUÊTE : DÉFAUTS LES PLUS COURAMMENT OBSERVÉS, DÉGRADATIONS DANS LE TEMPS, TESTS PERMETTANT D'IDENTIFIER LES DÉFAUTS ET DYSFONCTIONNEMENTS.....	61
	ANNEXE 6 ORGANISATION DE LA MAINTENANCE DES ANALYSEURS DE LA QUALITÉ DE L'AIR DANS LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR ETUDE TECHNICO-ÉCONOMIQUE DE LA MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR.....	65
1.	Objectifs de l'étude : <i>les 3 objectifs de l'étude sont</i> :	65
4.2.1	<u>Description des scenarii de maintenance internalisée</u>	66
	Scénario 1 - Maintenance internalisée non mutualisée	66
	Scénario 2 - Maintenance internalisée mutualisée	66
	Scénario 3 - Maintenance internalisée mixte.....	67
4.2.2	<u>Description des scenarii de maintenance externalisée</u>	67
	Scénario 4 - Maintenance externalisée non mutualisée	67
	Scénario 5 - Maintenance externalisée mutualisée	67
	Scénario 6 - Maintenance externalisée mixte.....	67

1. RESUME

Au cours de leur « vie », les analyseurs subissent un certain nombre de tests : contrôles mis en œuvre par le fabricant avant livraison de l'appareil, par le revendeur le cas échéant, évaluations de l'appareil par exemple dans le cadre de la certification de l'analyseur, et par l'utilisateur (c'est à dire par les réseaux de niveau 2 et de niveau 3). Ce dernier peut à son tour intervenir à différentes étapes de la « vie » de l'appareil : lors de sa réception, en retour de réparation et périodiquement, à titre préventif ou pour détecter d'éventuelles dérives ou anomalies de fonctionnement.

L'étude a pour finalité de rendre compte des différentes pratiques d'intervention et de contrôle de l'ensemble des intervenants, de s'assurer de la cohérence des tests métrologiques effectués sur les analyseurs par les réseaux, et de proposer des voies d'optimisation de l'organisation de ces contrôles afin d'assurer le maintien de la conformité des caractéristiques de performance aux prescriptions normatives et réglementaires à un coût acceptable. L'organisation de la métrologie est d'autant plus nécessaire que les normes européennes NF EN 14211¹, NF EN 14212², NF EN 14625³ et NF EN 14626⁴ relatives respectivement aux mesures de NO₂-NO, SO₂, O₃ et CO incitent à renforcer les contrôles métrologiques. S'il est nécessaire de veiller à être en accord avec les normes en respectant ces exigences, il convient d'éviter les contrôles redondants ou inutiles qui n'apporteraient pas de plus value en terme de « bon » fonctionnement des analyseurs et de qualité de la mesure.

Cette étude s'est déroulée sur 2 ans (2004 et 2005).

Elle a consisté dans un premier temps à recenser les contrôles réalisés par les AASQA. Cette partie de l'étude a été menée sous forme d'enquête. Un questionnaire a été envoyé à l'ensemble des AASQA pour lister la nature et la fréquence des contrôles et des opérations de maintenance mis en œuvre, l'objectif de ces opérations, les moyens matériels utilisés pour réaliser les contrôles métrologiques, les ressources nécessaires, et les dysfonctionnements ou anomalies que ces contrôles permettent de détecter.

Un travail conséquent a été effectué par les réseaux qui ont non seulement répondu à l'enquête mais ont également transmis des documents complémentaires (données relatives à l'exploitation des résultats des contrôles, procédures appliquées pour les contrôles, les tolérances fixées).

¹ NF EN 14211 - Juillet 2005 : « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimiluminescence »

² NF EN 14212 - Juillet 2005 : « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde de soufre par fluorescence UV »

³ NF EN 14625 - Juillet 2005 : « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration d'ozone par photométrie UV »

⁴ NF EN 14626 - Juillet 2005 : « Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone par la méthode à rayonnement infrarouge non dispersif »

Il a par ailleurs été demandé aux fabricants d'appareils ou aux revendeurs de matériel les contrôles qu'ils prévoient de réaliser avant la livraison des appareils, ainsi que les opérations de maintenance qu'ils préconisent aux utilisateurs.

L'analyse de l'ensemble des informations collectées a permis d'établir un bilan sur la nature et la fréquence des tests auxquels sont soumis les appareils de la fabrication à l'utilisation en routine.

Elle a conduit au constat que des pratiques différentes sont mises en œuvre au sein des réseaux, notamment en ce qui concerne :

- L'organisation pour réaliser les opérations de maintenance et de contrôles métrologiques, qui sont effectués soit en interne, soit par mutualisation des moyens dans un laboratoire de métrologie régional ou une AASQA, soit sous-traités à une entreprise extérieure ;
- La nature et surtout l'étendue des contrôles qui varient en fonction de la taille des AASQA, et de l'organisation de la métrologie, la mutualisation des moyens métrologiques facilitant en général la mise en œuvre des contrôles métrologiques tels que linéarité, détermination du rendement du convertisseur exigés par les normes.
- La périodicité fixée pour les contrôles : les contrôles sont selon les cas, réalisés à réception des analyseurs seulement, ou également de façon périodique pour vérifier le maintien de la conformité et du bon fonctionnement des analyseurs dans le temps.

Comme présenté lors du séminaire LCSQA du 13/10/2005, l'étude montre qu'un certain nombre d'actions sont à mettre en place afin de se conformer aux prescriptions normatives et réglementaires et pour garantir la fiabilité des mesures :

Actions à prévoir par les AASQA :

- A minima, il convient que les AASQA réalisent les contrôles imposés par les normes, et pour les contrôles à effectuer sur analyseurs neufs, exploitent quand cela est possible, les tests réalisés par les fabricants avant envoi des appareils.
- Pour améliorer la fiabilité des mesures, des contrôles métrologiques complémentaires, comme la détermination de la répétabilité de l'analyseur, identifié comme un bon indicateur de dysfonctionnement et pouvant être mis en œuvre en AASQA, seraient à généraliser. Par exemple le contrôle de linéarité pourrait être réalisé à réception de l'analyseur neuf si le fabricant ne l'a pas déjà fait, et périodiquement, simultanément au contrôle de linéarité.
- Lorsque la mise en place d'une organisation des contrôles métrologiques, est encore à mettre en place, une étude des différents schémas possibles doit être effectuée, l'étude menée en région PACA et l'expérience d'autres régions (régions Nord Pas de Calais, Grand Ouest, Rhône-Alpes) pouvant servir de point d'appui pour optimiser cette organisation.

Actions conjointes AASQA-LCSQA

Une réflexion est à mener par le LCSQA, en collaboration avec les AASQA pour proposer une harmonisation des contrôles métrologiques, de routine et de maintenance, tant sur le plan de la nature des contrôles que sur leur périodicité et au besoin sur le mode opératoire à suivre, afin de fixer les prescriptions minimales permettant de garantir la fiabilité des mesures, et de hiérarchiser les autres contrôles.

Suite au débat lors du séminaire LCSQA, c'est ce qui est proposé dans le cadre du programme des travaux LCSQA pour 2006.

Action à la charge du LCSQA

Les caractéristiques de performance liées aux facteurs d'influence sont des paramètres qui ont un impact significatif sur la justesse de la mesure et sur l'incertitude associée aux résultats de mesurage, mais qui ne peuvent être déterminés en AASQA compte tenu des moyens nécessaires à mettre en oeuvre.

Elles sont déterminées lors de la mise en œuvre d'essais d'approbation de type, mais il conviendrait de savoir si ces caractéristiques évoluent et surtout se dégradent dans le temps, risquant de conduire à des erreurs de mesure et une augmentation de l'incertitude au-delà du seuil admissible. Pour cela, un suivi dans le temps de ces caractéristiques, serait à mettre en place par le LCSQA, sur des analyseurs fonctionnant en station (étude à mener en collaboration avec des AASQA), afin d'évaluer les dérives des coefficients de sensibilité et l'impact sur les écarts et sur l'incertitude de mesure.

NOTE Il n'a pas été traité dans le présent rapport, les opérations de raccordement des gaz pour étalonnage réalisés en amont des contrôles métrologiques et des contrôles de routine des analyseurs, en vue de leur mise en oeuvre.

2. INTRODUCTION

L'objectif de l'étude est de procéder à un bilan des contrôles métrologiques et opérations de maintenance effectués sur les analyseurs de gaz, du fabricant à l'utilisateur en vue de les harmoniser et d'optimiser l'efficacité de l'organisation des essais métrologiques, afin de garantir une meilleure qualité des mesures.

Le but a donc été de recenser quels contrôles étaient prévus par les fabricants ou par les revendeurs sur les appareils avant leur livraison, et quelles étaient leurs préconisations en ce qui concerne les opérations de maintenance.

En 2004 une enquête a été envoyée à l'ensemble des AASQA et une visite d'un laboratoire de métrologie régional a été proposée par un réseau.

L'analyse et la synthèse des données ont été effectuées en 2005, avec comme finalité, de présenter les différents modes d'organisation des contrôles métrologiques au niveau des AASQA et les travaux qui peuvent être menés au LCSQA, pour assurer à un coût acceptable, des opérations de maintenance et de contrôle de qualité garantissant le bon fonctionnement des appareils et la fiabilité des mesures dans le respect des exigences normatives européennes (normes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625 et NF EN 14626 relatives respectivement aux mesures de NO₂/NO, SO₂, O₃ et CO) et des prescriptions réglementaires.

3. DEFINITIONS

Au vu des enquêtes et entretiens avec les réseaux et autres partenaires de l'étude, il est apparu que tout le monde n'employait pas les mêmes termes, notamment pour désigner les différents types de contrôles effectués sur les analyseurs. Ceci a eu pour conséquence des interprétations différentes des questions lors de l'enquête et lors de son dépouillement.

Aussi afin d'éviter toute ambiguïté en ce qui concerne la suite du rapport, les définitions de certains termes et surtout les équivalences des termes les plus couramment utilisés par les AASQA, l'ADEME, le LCSQA ... aux termes utilisés dans les normes, sont rappelées ci-après.

La terminologie utilisée dans les normes d'une part, et d'autre part par les différents acteurs de la surveillance de la qualité de l'air est récapitulée dans le tableau 1.

- Approbation de type : décision prise par un organisme désigné selon laquelle le modèle d'un analyseur est conforme aux exigences d'un référentiel
Autre terme utilisé : certification ; la certification inclut en plus, le suivi de l'assurance qualité chez le constructeur.
- Essai d'approbation de type : test et examen de deux ou plusieurs analyseurs de même modèle qui sont confiés par un fabricant à un organisme désigné.
Autre terme utilisé : évaluation

- Test de bon fonctionnement à l'installation initiale (§9.3 des normes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626) : tests que doit effectuer l'utilisateur lors de l'installation initiale de l'analyseur et du système de prélèvement dans la station.

Autres termes utilisés :

- réception de l'analyseur
- qualification de l'appareil neuf
- recette primitive
- contrôle de conformité initiale

- Contrôles qualité en routine (§9.4 des normes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626) : dans les normes citées en référence, ces contrôles désignent :

- l'étalonnage de l'analyseur (§9.5 des normes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626) : correspond à l'injection de gaz pour étalonnage, suivie au besoin de l'ajustage de l'analyseur
- les contrôles (§9.6 des normes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626), comprenant notamment :

- ↗ les contrôles d'écart de linéarité (§9.6.3) et de rendement de conversion (pour les analyseurs de NOx à chimiluminescence : §9.6.4) :

Autres termes utilisés :

- contrôle métrologique périodique
- qualification périodique
- contrôle de conformité périodique
- recette périodique

- ↗ les contrôles au zéro et au point d'échelle (§9.6.2)

Autres termes utilisés :

- étalonnage : ce terme est parfois improprement utilisé pour désigner les contrôles de zéro et point d'échelle, d'où une confusion avec l'étalonnage tel que défini dans les normes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626 et rappelé ci-dessus
- maintenance conditionnelle

- ↗ la maintenance (§9.7)

Autre terme utilisé : maintenance préventive.

Tableau 1 : Terminologie

Terminologie utilisée dans les normes NF EN 14211-14212-14625-14626 <u>et dans le présent rapport</u>	Autres termes employés par les acteurs de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA, ADEME, LCSQA)
Approbation de type	
Essais d'approbation de type	Evaluation
Test de bon fonctionnement à l'installation initiale (§9.3 des normes)	Réception de l'analyseur Qualification de l'appareil neuf Recette primitive Contrôle de conformité initiale
Etalonnage de l'analyseur (§9.5 des normes)	
Contrôles d'écart de linéarité	Contrôle métrologique périodique Qualification périodique Contrôle de conformité périodique Recette périodique
Contrôle au zéro et au point d'échelle (§9.6.2 des normes)	Etalonnage Maintenance conditionnelle
Maintenance (§9.7)	Maintenance préventive

4. ESSAIS D'APPROBATION DE TYPE

4.1 OBJECTIF DES ESSAIS D'APPROBATION DE TYPE

Les essais d'approbation de type des analyseurs (ou essais d'évaluation) ne concernent pas chaque appareil fabriqué, contrairement aux contrôles réalisés par les utilisateurs.

Les essais d'approbation de type visent à déterminer les caractéristiques de performance d'un modèle sur la base de tests réalisés sur un ou deux appareils, et de s'assurer que le modèle est conforme à des critères de performance, qui peuvent être normatifs (les normes européennes NF EN 14211, 14212, 14625 et 14626 fixent des seuils pour chaque caractéristique de performance), réglementaires (cas de l'incertitude élargie au niveau de la valeur limite), ou fixés dans un règlement de certification.

Les essais d'approbation de type d'un analyseur correspondent à une vérification de la conformité technique d'un modèle à un référentiel. Mais **compte tenu que les tests ne sont effectués que sur 1 ou 2 appareils** (2 appareils sont imposés dans les futures normes européennes), **ces essais ne constituent pas à eux seuls une garantie sur les caractéristiques de tous les appareils livrés.**

La certification telle que mise en place à travers la marque NF Instrumentation pour l'Environnement, répond à ce souhait de garantir que tout analyseur produit et commercialisé soit conforme au modèle évalué. Pour cela un suivi du constructeur est effectué afin de s'assurer de sa capacité à maîtriser la qualité de production des analyseurs et l'évolution des caractéristiques de ses produits. Il est à noter que les audits du constructeur sont prévus dans les schémas de certification européenne qui sont en train de se mettre en place par le biais des travaux de normalisation du groupe de travail CEN/TC 264/WG22 « Normalisation européenne », mais qu'ils n'étaient jusqu'à présent pas toujours effectués dans les systèmes existants de nos voisins européens. La maîtrise de la production par le fabricant se traduit notamment par des contrôles effectués par le fabricant sur les appareils avant livraison (voir chapitre 5).

4.2 NATURE DES ESSAIS

Jusqu'en 2002, les essais d'approbation de type des analyseurs à l'INERIS ont été réalisés selon la norme française NF X 20-300 « Evaluation des caractéristiques des analyseurs de gaz sur banc d'essai » définissant les principes et les procédures d'évaluation applicables à tout analyseur de gaz fonctionnant en continu ou en discontinu.

Les évaluations d'analyseurs d'oxydes d'azote et d'ozone réalisées respectivement en 2002-2003 et en 2003-2004 dans le cadre des travaux du LCSQA ont été basées sur les protocoles de tests définis dans les normes européennes NF EN 14211 et NF EN 14625. Les normes étaient à l'état de projet lors de ces évaluations, mais dans les versions publiées en 2005, la nature des caractéristiques de performance à tester et les principes des protocoles d'essai sont les mêmes que ceux qui étaient décrits dans les projets de normes qui avaient été appliqués (les modifications les plus importantes concernent le traitement des données pour la détermination de la reproductibilité sur site et certains critères de performance).

Les caractéristiques de performance référencées dans la norme NF X 20-300 et dans les normes européennes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625 et NF EN 14626 sont listées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques de performances à déterminer

	Norme NF X 20-300	Normes européennes
ESSAIS EN LABORATOIRE		
Temps de réponse	X	X
Différence relative entre temps de réponse à la montée et à la descente		X
Linéarité	X	X
Limite de décision	X	
Limite de détection	X	
Limite de quantification	X	
Répétabilité		X
Dérive « à court terme »	X (sur 8 jours)	X (sur 12h)
Facteurs d'influence	X	X : Téchantillon, Tambiante, Pression atmo, Tension élec.
Interférents	X	X
Hystérésis	X	
Essai de moyennage		X
Différence entre ports de prélèvement et de calibrage		X
Pour NOx : rendement convertisseur	X	X
ESSAI SUR SITE (3 mois)		
Dérive à long terme		X
Reproductibilité		X
Période de fonctionnement sans intervention		X
Période de disponibilité de l'analyseur		X
CALCUL D'INCERTITUDE		
Incertitude élargie		X

(a) VLH : valeur limite horaire ou autre valeur limite réglementaire de référence

(b) PE : pleine échelle de certification

Par rapport à la norme NF X 20-300, les projets de normes CEN prévoient un nombre plus important de caractéristiques métrologiques à déterminer en laboratoire et un essai sur site de 3 mois, ce qui apporte globalement une meilleure connaissance des appareils ; elles incluent également le calcul de l'incertitude élargie déterminée au niveau des valeurs limites horaire et annuelle.

Parmi les caractéristiques de performance évaluées, on peut distinguer :

- celles qui sont prises en compte dans le calcul d'incertitude, après avoir été comparées à un critère de performance,
- celles qui ne sont que comparées à un critère de performance

Les caractéristiques prises en compte dans le calcul d'incertitude sont en fait celles ayant une influence sur le résultat de la mesure. Il s'agit :

- De certaines caractéristiques métrologiques :
 - Ecart de linéarité : l'écart de linéarité est défini comme le résidu maximum par rapport à la régression linéaire calculée sur la base des 6 points d'essai.
- Mais si sur site les concentrations mesurées en routine ne sont pas corrigées par application de l'équation de la régression linéaire, il convient

pour l'estimation de l'incertitude, de calculer les résidus par rapport à la concentration injectée et non pas l'écart par rapport à la régression linéaire ; ceci afin de ne pas minimiser les écarts et donc de ne pas minimiser l'incertitude associée.

- Répétabilité - reproductibilité : la répétabilité est déterminée en laboratoire par la répétition de mesurages. La reproductibilité est déterminée suite à l'essai sur site ; elle est calculée sur la base des différences entre les résultats des 2 appareils de même modèle placés au même endroit et prélevant le même air.
Ces deux grandeurs n'ont pas la même signification. L'écart-type de répétabilité donne la dispersion d'un appareil mesurant le même gaz dans des conditions stabilisées des grandeurs d'influence. L'écart-type de reproductibilité permet d'évaluer les écarts entre des appareils de même modèle soumis à des conditions d'environnement et de matrice identiques, et quantifie donc les écarts de caractéristiques de performance entre deux appareils qui devraient avoir les mêmes performances ; la reproductibilité au sens des quatre normes européennes donne donc la dispersion des résultats à laquelle on peut s'attendre avec un modèle donné d'analyseur, lorsque les grandeurs d'influence varient. Il est à noter que les écarts calculés dans le cas de la reproductibilité sur site, sont liés, pour les paramètres d'influence physiques et pour les interférents, aux conditions environnementales du site sur lequel les analyseurs sont évalués.
 - Dérive : deux dérives sont déterminées ; une dérive à court terme sur 12 h que l'on peut qualifier de dérive intrinsèque puisqu'elle est déterminée dans des conditions où les paramètres d'environnement susceptibles d'avoir une influence sur la mesure sont maintenus constants. Et une dérive à long terme est déterminée lors de l'essai sur site sur 3 mois : dans ce cas, les écarts de concentrations données par l'analyseur lors de l'injection des gaz pour étalonnage sont dus à la fois à la dérive intrinsèque de l'analyseur et aux variations des facteurs d'influence entre les périodes d'injection des gaz de calibrage. Mais elle ne permet pas de prendre en compte totalement les effets des paramètres d'influence pendant la période de mesure considérée car les valeurs des paramètres d'influence peuvent être différentes entre le moment où l'analyseur est en phase de mesurage dans l'air ambiant et le moment où du gaz pour étalonnage est injecté ; c'est par exemple le cas des interférents présents éventuellement dans l'air au point de mesurage, et en général absents dans les gaz pour étalonnage.
 - Erreur de moyennage : le but du test est d'évaluer l'écart des valeurs moyennes par rapport à la concentration injectée lors de variations de la concentration plus rapides que le processus de mesure de l'analyseur.
 - Ecart entre port de calibrage et port d'échantillonnage : l'essai permet de s'assurer que l'utilisation de l'un ou de l'autre des deux ports ne conduit pas à des écarts de mesure.
 - Rendement de convertisseur pour les analyseurs de NOx à chimiluminescence.
- De facteurs de sensibilité de l'appareil à des grandeurs d'influence, qui peuvent être des grandeurs physiques comme la température, la pression, la tension électrique d'alimentation, ou des grandeurs chimiques.

Trois des paramètres évalués ne sont pas pris en compte dans le calcul d'incertitude. Les résultats des tests pour ces caractéristiques sont à utiliser pour optimiser la mise en œuvre de la mesure :

- Temps de réponse : la connaissance du temps de réponse permet de choisir un analyseur adapté aux variations temporelles de concentration sur site d'une part, et d'évaluer d'autre part le temps nécessaire pour s'assurer de la stabilité de l'analyseur lors du calibrage.
- Période de fonctionnement sans intervention : période d'essai sur site pendant laquelle la dérive reste inférieure au critère fixé ; cette caractéristique permet de choisir la fréquence de calibrage et/ou de maintenance pour limiter la dérive de la mesure.
- Période de disponibilité de l'analyseur : période d'essai sur site pendant laquelle on obtient des résultats valables ; elle est égale au ratio de la durée pendant laquelle les résultats sont exploitables sur la durée totale de l'essai hors période de calibrage et maintenance ; ce paramètre permet de s'assurer que l'analyseur est capable de répondre à l'exigence réglementaire des Directives, relative au pourcentage minimal de données saisies.

4.3 INFORMATION APPORTÉE PAR LES EVALUATIONS PAR RAPPORT AU SUIVI METROLOGIQUE DES ANALYSEURS PAR LES UTILISATEURS

Les contrôles effectués lors des essais d'approbation de type d'un modèle d'analyseur permettent de vérifier, avant la mise en œuvre du matériel sur site, que l'analyseur :

- **respecte les critères métrologiques fixés dans les normes,**
- **permet de mesurer le composé visé au niveau de la valeur limite en respectant le seuil d'incertitude fixé par la réglementation.**

La conformité aux critères métrologiques et au seuil d'incertitude doit être un critère de choix du modèle d'analyseur.

L'évaluation permet par ailleurs de **contrôler la sensibilité de l'appareil aux facteurs d'influence environnementaux** (température ambiante, tension électrique d'alimentation, pression...) **ainsi qu'aux interférents gazeux**. La mise en œuvre de ces tests est relativement lourde, en équipements nécessaires (en particulier pour les essais de sensibilité à la température, la tension, et l'humidité), et en temps : en unités d'œuvre et immobilisation des matériels. Il n'apparaît donc pas « raisonnable » de les mettre en œuvre lors des contrôles métrologiques périodiques effectués par les utilisateurs. Les réponses à l'enquête et les entretiens avec certaines AASQA ont d'ailleurs montré que si plusieurs d'entre elles sont équipées pour mettre en œuvre certains contrôles, les tests de sensibilité aux facteurs d'influence physiques et chimiques ne sont mis en œuvre que de façon ponctuelle : par exemple en 2003, l'ASPA a effectué un test de sensibilité des analyseurs de SO₂ aux hydrocarbures. D'où l'intérêt de la détermination de la sensibilité à ces facteurs d'influence lors d'essais d'approbation de type de l'appareil.

Lors du choix d'un appareil, cela permet, bien sûr, d'écartier un modèle d'analyseur qui ne répond pas aux critères fixés ; cela peut aussi conduire à écartier un appareil qui bien que respectant les critères normatifs, peut s'avérer incompatible avec les conditions d'environnement du site auquel il est destiné du fait de variations importantes de certains paramètres d'influence, induisant une erreur sur la mesure et une contribution à l'incertitude de mesure importantes. Ainsi, lors de l'enquête réalisée auprès des AASQA en vue d'établir un bilan du fonctionnement des appareils dans les réseaux de mesure de la qualité de l'air (cf rapport EMD - 2004 « Bilan du fonctionnement des appareils dans les réseaux de mesure de la qualité de l'air »), l'influence de la température ambiante et de l'humidité sur la mesure sont deux paramètres identifiés comme défauts pour plusieurs modèles d'analyseurs ; et l'effet de ces facteurs d'influence apparaît comme d'autant plus gênant dans les conditions climatiques sévères du point de vue de la température ambiante et de l'humidité comme dans les DOM pour lesquels ces paramètres sont plus élevés en moyenne que sur le continent.

La réalisation de ces tests lors de l'évaluation de l'appareil apparaît donc utile pour le choix des appareils, et ce d'autant plus, que ces tests ne peuvent pas être mis en œuvre en « routine », dans le cadre des contrôles métrologiques périodiques.

Toutefois les essais d'approbation de type ne se substituent en rien aux contrôles métrologiques et aux contrôles de routine effectués à réception d'analyseurs ou de façon périodique par l'utilisateur. En effet, outre la nécessité de mettre en place ces derniers pour être conforme aux exigences normatives, ils s'avèrent nécessaires au maintien de la qualité de la mesure et à la détection de dysfonctionnements, les essais d'évaluation ne permettant pas de prévoir l'évolution des caractéristiques de performance dans le temps. Les contrôles réalisés par l'utilisateur peuvent être utiles pour détecter une dérive de l'appareil, une anomalie, ou une dégradation d'une caractéristique liée au vieillissement d'un élément de l'analyseur ou à un dysfonctionnement. D'ailleurs, par exemple, pour la mesure du NO₂, la norme NF EN 14211 exige que le convertisseur soit contrôlé annuellement et changé lorsque le rendement est inférieur à 95%. Donc pour garantir que les résultats de mesurage vont rester conformes aux exigences portant à la fois sur les valeurs des caractéristiques de performance et sur l'incertitude associée à un résultat de mesurage, il convient donc que l'utilisateur procède à ce que les normes qualifient de « contrôle qualité en routine », correspondant aux contrôles métrologiques périodiques encore appelés, en AASQA, tests de qualification périodiques.

Par ailleurs, les normes prévoient lors de l'installation initiale d'un analyseur, une « évaluation d'aptitude » : l'évaluation d'aptitude consiste à établir un budget d'incertitude pour les conditions spécifiques du site sur lequel l'analyseur est placé. La raison de cette évaluation d'aptitude est que le budget d'incertitude établi dans le cadre de l'approbation de type permet de vérifier qu'un appareil est apte à assurer une mesure conforme aux exigences réglementaires en terme d'incertitude au niveau de la valeur limite, pour des plages de variations des paramètres d'environnement telles que fixées lors des essais d'évaluation ; mais il ne permet pas de prévoir quel sera le comportement de l'analyseur dans toutes conditions de site.

Si les conditions de site peuvent conduire à des variations des paramètres d'influence plus larges que celles prises en compte lors de l'établissement du budget d'incertitude pour l'approbation de type, il convient de refaire le calcul d'incertitude pour s'assurer que l'analyseur qui aura été approuvé lors de son évaluation satisfait également aux exigences d'incertitude dans les conditions spécifiques du site.

5. CONTROLES EFFECTUES PAR LES FABRICANTS ET PRECONISATION EN MATIERE DE MAINTENANCE

Des informations quant aux contrôles effectués sur les analyseurs avant envoi au client ont été demandées aux fabricants et distributeur d'analyseurs de la qualité de l'air ambiant dont les appareils sont les plus utilisés dans les réseaux.

Il a été constaté que les contrôles effectués avant livraison des appareils étaient très variables :

- Selon que l'appareil est commercialisé par un fabricant (exemple : SERES et ENVIRONNEMENT SA) ou par un représentant d'un fabricant (exemple : MEGATEC).
Pour les premiers, les contrôles correspondent à des vérifications de fabrication ; pour les seconds, ils correspondent à des contrôles pour s'assurer du bon fonctionnement des appareils après transport depuis le lieu de fabrication et s'apparentent davantage à un contrôle de réception.
- Selon les fabricants pour un même polluant mesuré,
- Selon le composé mesuré pour un même fabricant.

De même les préconisations de maintenance et de remplacement d'éléments sont variables d'un fabricant à l'autre pour un même type d'appareil, et d'un modèle d'analyseur à l'autre pour un même fabricant.

5.1 CONTROLES DES ANALYSEURS PAR LES FABRICANTS ET DISTRIBUTEURS AVANT ENVOI

Cas d'un distributeur : MEGATEC

En général, les contrôles effectués par les distributeurs sont plus succincts que ceux d'un fabricant, le fabricant de l'appareil effectuant lui-même des vérifications de l'analyseur avant envoi au distributeur.

Un exemple de protocole de contrôles effectués sur l'analyseur 49CPS par THERMO ENVIRONMENTAL INSTRUMENTS avant envoi à un client ou un distributeur est donné en annexe 1. Il s'agit à la fois de contrôles visuels, de contrôles électriques, de tests de fuite, d'un calibrage et d'un ajustage de l'appareil, de contrôles métrologiques et de contrôles de bon fonctionnement.

Avant envoi en AASQA, MEGATEC réalise également des contrôles pour vérifier le bon fonctionnement de l'analyseur :

- Contrôle de réponse de l'analyseur à l'injection de gaz pour étalonnage en 2 points : 0 et un point d'échelle
- Relevés de paramètres de configuration et de réglage de l'analyseur :
 - Gamme,

- Temps d'intégration
- Facteurs d'étalonnage (paramètre permettant de corriger manuellement les valeurs de mesure, et au niveau zéro de corriger le bruit de fond)
- Réglage de la correction de température (cette correction a pour but de compenser les variations de température interne de l'analyseur ; elle est établie sur la base de l'effet des variations de température déterminé de façon empirique et de fonctions empiriques de correction programmées dans le processeur de l'analyseur) et de la correction de pression (cette correction qui pour objectif de compenser les variations de pression de la chambre à fluorescence ; de même que pour la température, la correction est effectuée à partir d'une fonction déterminée empiriquement) ;
- Paramètres de diagnostic (pour détecter / identifier un dysfonctionnement) : version du programme, tensions d'alimentation, du photomultiplicateur et de la lampe (SO₂), températures interne de l'appareil et de la chambre, pression du banc optique (SO₂, O₃), débit d'échantillon, intensité de la lampe (SO₂), intensité dans les deux cellules de mesure (O₃) ;
- Etat des switches internes.

Cas d'un fabricant : ENVIRONNEMENT SA

ENVIRONNEMENT SA réalise certains contrôles de façon systématique sur tous les analyseurs :

- limite de détection ;
- écart de linéarité : actuellement le résultat fourni est le résidu par rapport à la concentration injectée et non pas le résidu par rapport à la régression linéaire comme prévu dans les normes européennes, ce qui conduit en général, à maximaliser l'écart de linéarité ;
- dérive de zéro sur une période de 3 jours minimum,

et d'autres contrôles par échantillonnage d'analyseurs (c'est-à-dire en prélevant quelques analyseurs de la production) :

- c'est le cas de la sensibilité à la température ambiante contrôlée sur au moins 2% des analyseurs et sur au moins 2 analyseurs par an. L'essai est réalisé entre 10 et 35 °C, sur un analyseur ayant subi les contrôles métrologiques ci-dessus. Si le résultat du test est supérieur au critère fixé, un deuxième analyseur dont le numéro de série est le plus proche de celui évalué est testé.

Cas d'un fabricant : SERES

Les contrôles effectués actuellement sont les suivants :

- En ce qui concerne les pièces reçues :
 - pour les pièces mécaniques : contrôle visuel à réception, vérification par rapport aux plans fournis
 - pour les cartes électroniques : contrôle visuel à réception ; une vérification électrique est effectuée par le fournisseur.
- En ce qui concerne l'appareil « complet » :
 - linéarité sur cinq points,
 - répétabilité à 0 et en concentration sur 8 heures,
 - rendement des fours de conversion (TPG pour NO₂),

- test de transmission des signaux,
- test de fonctionnement du logiciel.

SERES a prévu de faire évoluer sa procédure de contrôle des analyseurs.

Certains tests seront effectués systématiquement sur tous les appareils :

- Répétabilité au zéro et en concentration
- Ecart de linéarité
- Temps de réponse
- Dérive à court terme (12h)

et d'autres par échantillonnage (en fonction des impératifs de production)

- Influence de la température, entre 10 et 40°C
- Influence de l'humidité entre 0 et 85 % d'humidité relative
- « Reproductibilité » des mesures lorsque l'analyseur est soumis à variations de conditions d'environnement, par exemple une coupure secteur, un stockage en température ; l'objectif est d'examiner le comportement de l'analyseur à son redémarrage après une période d'arrêt ou suite à une exposition à des conditions d'environnement « inhabituelles ».

SERES prévoit également de constituer une baie avec les analyseurs « standards » qui fonctionneront en continu. L'objectif est de réaliser des contrôles à long terme de :

- Dérive,
- Vieillesse des lampes U.V.,
- Vieillesse du scrubber,
- Fiabilité des éléments.

5.2 MAINTENANCE PRECONISEE DANS LES MANUELS D'UTILISATION DES ANALYSEURS

Les opérations de maintenance préconisées dans les manuels d'utilisation des analyseurs sont variables :

- En terme de nature des opérations à effectuer et de périodicité de ces opérations ;
- Selon le polluant pour un même fabricant, ceci étant notamment lié aux principes de mesure différents, mais aussi d'un fabricant à l'autre pour un même polluant, chaque constructeur ayant ses propres spécificités de fabrication ; elles peuvent aussi être différentes pour un même fabricant et un même polluant selon la génération de l'analyseur.

Par exemple le manuel d'utilisation de l'analyseur d'ozone O3 41M de Environnement SA recommande le changement du scrubber tous les ans ; pour le modèle O3 42M, le changement est préconisé tous les 6 à 12 mois.

Pour la maintenance, les AASQA doivent à la fois se conformer aux exigences de la norme et aux recommandations des fabricants. Mais compte-tenu de la variabilité des opérations préconisées par les fabricants, il n'est pas possible de fixer le même programme de maintenance et de contrôle pour tous les analyseurs, ce qui rend la maintenance d'autant plus délicate à gérer pour la rendre efficace

du point de vue du rapport temps passé/qualité de la mesure. Il est en outre à noter que l'enquête auprès des AASQA montre que celles-ci effectuent souvent davantage de maintenance ou avec une périodicité plus élevée en raison par exemple d'une instabilité constatée d'un paramètre.

Les opérations de maintenance consistent à effectuer principalement :

- Des vérifications :
 - des « paramètres fluides » : débit, étanchéité, groupe de pompage, propreté des restricteurs...
 - de bon fonctionnement de l'appareil : valeurs des paramètres du multiplexeur, intensité de la lampe UV, rendement de conversion sur les analyseurs d'oxydes d'azote...
- Le nettoyage d'éléments de l'appareil
- Le remplacement de pièces de l'appareil.

5.3 EXPLOITATION DES DONNEES DES CONSTRUCTEURS

Certains des contrôles réalisés par les constructeurs recouvrent les contrôles exigés par les normes européennes lors de l'installation initiale de l'analyseur. Il pourrait donc être envisagé d'exploiter les contrôles des fabricants pour éviter une redondance des essais.

Toutefois les tests du constructeur ne peuvent être exploités par une AASQA et éviter ainsi une redondance que si :

- Les protocoles d'essais appliqués par les fabricants sont ceux décrits dans les normes.

Il est à noter que lorsqu'un fabricant a des appareils certifiés, ses protocoles d'essai sont examinés lors de l'audit en usine.

- Si le système d'assurance qualité mis en place par l'AASQA le permet.

Ainsi une AASQA accréditée sur la base de la norme ISO 17025 « Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais », ne pourra pas utiliser les contrôles du fabricant car les contrôles métrologiques doivent être effectués soit en interne, soit par un laboratoire ou un organisme accrédité selon le même référentiel.

En revanche si une AASQA n'est pas accréditée, il peut être considéré que les contrôles effectués par le fabricant permettent à l'AASQA de satisfaire aux exigences des contrôles à l'installation initiale des analyseurs, dès lors que ces contrôles sont effectués conformément aux normes.

- Si les résultats des essais donnés par le fabricant sont présentés de façon suffisamment claire et précise pour éviter toute ambiguïté d'interprétation lors de leur utilisation (pour calculer une incertitude, fixer une EMT (erreur maximale tolérée)...). Par exemple si la sensibilité de l'analyseur à la température ambiante a été testée, il faudrait que soient données l'unité dans laquelle est exprimée le résultat, la plage de variation de température sur laquelle a été testé l'appareil, la concentration en mesurande à laquelle l'essai a été réalisé.

Pour que les essais du fabricant se substituent pour tout ou partie aux « tests de bon fonctionnement à l'installation initiale », il faut donc que l'AASQA puisse assurer que les contrôles réalisés par le fabricant sont conformes à ses propres spécifications et à celles des normes européennes.

Ce qui implique du côté du fabricant, que celui-ci adopte les procédures d'essais décrites dans les normes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625 et NF EN 14626, pour que les contrôles qu'il réalise soient reconnus et approuvés.

En ce qui concerne les paramètres examinés par échantillonnage, actuellement les fréquences des tests sont variables d'un fabricant à l'autre, avec en général un choix arbitraire davantage lié aux contraintes de production qu'aux résultats des tests comparés aux critères de performance à respecter. Une règle de fréquence de test liée aux performances des analyseurs, devrait prendre en compte :

- la valeur de la caractéristique mesurée par rapport au critère à respecter,
- la dispersion des résultats obtenus lors des tests : c'est à dire qu'il serait nécessaire de caractériser une population d'appareils pour chaque caractéristique de performance considérée par la moyenne et l'écart-type des résultats relatifs à la caractéristique, et de fixer un taux de contrôle en fonction de la position de la moyenne augmentée par exemple de 2 ou 3 écarts-types par rapport au critère de performance à respecter.
- le nombre d'analyseur produits et fixer un nombre minimum d'appareils à contrôler par an pour éviter que pour une série d'appareils, aucun ou seulement 1 appareil soit évalué

Remarque : les caractéristiques de performance vérifiées par échantillonnage ne correspondent pas à celles que les normes européennes imposent aux utilisateurs, de contrôler à réception d'analyseurs neufs. Il est toutefois intéressant pour l'utilisateur d'utiliser les caractéristiques de performance propres à l'appareil qu'il acquiert pour estimer l'incertitude.

6. PRATIQUES AU SEIN DES AASQA

Afin de collecter les données relatives aux opérations de maintenance et de contrôles effectuées par les AASQA sur leurs analyseurs, une enquête a été lancée auprès de toutes les associations (voir en annexe 2 le modèle de l'enquête). La visite d'un laboratoire régional de métrologie a été proposée par une AASQA.

L'objectif a été de faire un bilan sur les opérations de maintenance et/ou de contrôle réalisées par chacune des AASQA sur ses analyseurs, lors de la réception d'appareils neufs, en retour de réparation et de façon périodique pour un « entretien » préventif.

Il a été demandé :

- La nature des opérations de maintenance et de contrôle réalisées sur les appareils : contrôles de caractéristiques de performance, contrôles de « bon » fonctionnement (exemple : vérification des sorties analogiques ou numériques, des alarmes...), changements périodiques de certains éléments,
- Leur fréquence,
- L'objectif donné à chaque opération,

- Les moyens nécessaires pour effectuer les contrôles en terme d'unités d'œuvre et de moyens d'essais, ou en terme de coût en cas de contrôles confiés à un organisme extérieur,
- Les résultats et observations liés aux contrôles : quels sont les problèmes / dysfonctionnement le plus souvent détectés, la proportion d'appareils déclarés non conformes suite à ces contrôles.

Un travail conséquent a été réalisé par les AASQA : 85% des AASQA se sont exprimées. Les réponses ont été individuelles ou collectives (réponse commune pour plusieurs associations), selon le mode d'organisation de la métrologie dans les AASQA. En outre des documents associés ont été fournis, présentant des protocoles de réception et de contrôle d'analyseurs, des analyses de résultats des opérations de métrologie ou encore l'organisation des contrôles métrologiques mis en place.

Le dépouillement des enquêtes montre une disparité des pratiques des AASQA en ce qui concerne :

- L'organisation de la métrologie et des contrôles de routine,
- La nature des contrôles effectués,
- La fréquence de ces contrôles,
- Les modes opératoires appliqués.

Les pratiques des AASQA sont fondées sur :

- Les prescriptions normatives,
- Les consignes des fabricants d'analyseurs pour la maintenance des appareils,
- Les préconisations du rapport LCSQA-INERIS relatif à la « Réception des analyseurs par les AASQA » (cf : rapport LCSQA/INERIS « INERIS-DRC/AIRE-05-64990-YGo-n°717-Vf),
- L'expérience,
- Les moyens matériels et unités d'œuvre disponibles.

La suite du rapport présente les pratiques des AASQA en ce qui concerne :

- Les contrôles métrologiques lors de l'installation initiale de l'analyseur et effectués périodiquement ; sont désignés par « contrôles métrologiques », les tests de linéarité, répétabilité, temps de réponse, dérive....
- Et parmi les contrôles de routine (hors contrôles métrologiques périodiques), les opérations d'étalonnage et au besoin d'ajustage des appareils, les injections de gaz d'essais et les opérations de maintenance.

6.1 PRESCRIPTIONS NORMATIVES EN TERME DE CONTROLES ET MAINTENANCE DES ANALYSEURS

Les contrôles et opérations de maintenance prévus par les normes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625 et NF EN 14626, en ce qui concerne les analyseurs (la présente étude est limitée aux analyseurs ; les cas des lignes de prélèvement, du collecteur, du système d'acquisition et de transmission des données ne sont pas traités), sont les suivants :

- Lors de l'installation initiale, c'est à dire sur analyseur neuf : l'analyseur doit être testé pour vérifier son bon fonctionnement. Cet essai est décrit au

chapitre 9.3 des normes (« Installation initiale »). Il comprend les contrôles métrologiques suivants :

- Un contrôle d'écart de linéarité en laboratoire avant l'installation ou sur site lors de l'installation, réalisé conformément au mode opératoire défini dans le cas des essais d'approbation de type : le test doit être effectué à 6 niveaux de concentration dont le niveau 0 (0-20-40-60-80-95% de la pleine échelle), avec au moins 5 lectures indépendantes⁵ à chaque niveau de concentration ; le seuil à respecter est de 4% de la valeur mesurée aux points d'échelle et de 5 ppb à zéro pour O₃, NO_x, SO₂ / 0,1 ppm pour CO ;
 - Pour les analyseurs d'oxydes d'azote : le test de rendement du convertisseur ; le test doit également être effectué selon le protocole défini pour les essais d'approbation de type ; le résultat doit être supérieur à 98%.
- En routine (c'est à dire périodiquement) :
- Contrôles métrologiques
 - ↳ Contrôle d'écart de linéarité : le contrôle sur site peut être simplifié par rapport à celui mis en œuvre à l'installation initiale de l'appareil avec un contrôle en 4 points (0-20-60-95% de la pleine échelle) et au moins 2 lectures indépendantes à chaque niveau de concentration.
La fréquence est fixée à un contrôle dans l'année qui suit la mise en place de l'analyseur, puis une vérification tous les 3 ans si l'écart de linéarité est inférieur ou égal à 2% ou tous les ans si l'écart est compris entre 2 et 6% (6% étant le seuil à ne pas dépasser) ;
 - ↳ Pour les analyseurs d'oxydes d'azote : rendement de conversion qui doit être testé au moins 1 fois par an pour vérifier qu'il est supérieur à 95% ; le test est effectué selon le même protocole que lors des essais d'approbation de type.
 - Autres contrôles
 - ↳ Etalonnage : l'étalonnage de l'analyseur tel que défini dans les quatre normes européennes consiste à injecter des gaz raccordés aux étalons nationaux et à ajuster au besoin l'analyseur ; cet étalonnage doit être effectué au moins tous les 3 mois.
 - ↳ Contrôles au zéro et au point d'échelle : des gaz d'essai doivent être injectés à minima tous les 15 jours, de préférence toutes les 23 à 25h, afin de s'assurer que l'appareil n'a pas dérivé de plus 5% au point d'échelle par rapport au dernier étalonnage et de plus de 5 ppb au zéro pour O₃, NO_x et SO₂ / 5 ppm pour CO.
 - Maintenance : remplacement du filtre à particules lorsque la réponse au gaz pour étalonnage traversant le filtre est inférieure à 97%, remplacement des autres consommables selon les recommandations des fabricants. La maintenance dont il est question ici est la maintenance préventive qui peut

⁵ Mesurage indépendant : mesurage élémentaire qui n'est pas influencé par un mesurage précédent obtenu, en séparant deux mesurages élémentaires par au moins quatre temps de réponse

Mesurage élémentaire : mesurage intégré sur une période de temps égale au temps de réponse de l'analyseur

être planifiée, la maintenance conditionnelle (par exemple, le nettoyage d'un élément lors du dépassement d'un indicateur) et le changement de consommables.

(Il n'est pas question ici de maintenance curative, qui est bien sûr mise en œuvre en cas de panne).

6.2 ORGANISATION DES CONTROLES EN AASQA : QUI REALISE LES CONTROLES ?

Des tableaux de synthèse des réponses à l'enquête sont donnés :

- en annexe 3 : contrôles métrologiques et contrôles de paramètres de fonctionnement,
- en annexe : 4 : opérations de maintenance (changement de pièces dans l'analyseur) par polluant,
- en annexe 5 : défauts les plus couramment observés, observations de dégradation particulière avec l'âge des appareils, tests les plus à même de déceler les défauts et dysfonctionnements.

NOTES

Tous les éléments fournis dans les réponses à l'enquête n'ont pas été repris, il s'agit de synthèses visant à donner des éléments quant aux pratiques et disparités de pratiques des AASQA.

Les réseaux ne sont pas identifiés mais désignés par un indice.

6.2.1 CONTROLES METROLOGIQUES PERIODIQUES ET SUR ANALYSEURS NEUFS

Les contrôles métrologiques des analyseurs (linéarité, répétabilité, temps de réponse, dérive...) pour les analyseurs neufs et/ou périodiquement sont organisés de trois façons différentes selon les AASQA :

- En mutualisant les moyens au sein d'une AASQA ou d'un laboratoire de métrologie de niveau 2. C'est ce qui est pratiqué :
 - Au niveau du Grand-Est : le LIM, laboratoire de métrologie de niveau 2, est chargé des contrôles métrologiques périodiques et sur analyseurs neufs,
 - Au niveau de la Région Rhône-Alpes : les contrôles métrologiques périodiques et sur analyseurs neufs sont effectués par le GIERSA, laboratoire de métrologie de niveau 2,
 - Au niveau de la région Sud-Est : Air Languedoc Roussillon assure les contrôles métrologiques des analyseurs neufs des quatre AASQA de la région,
 - Au niveau des quatre territoires d'Atmo Nord Pas-De-Calais : c'est le territoire de Lille qui est en charge des contrôles métrologiques périodiques et sur analyseurs neufs ; cette organisation par mutualisation des moyens est récente puisque mise en place de façon effective en 2005. Avant cette date, chaque territoire gérait ses propres analyseurs.
- En externalisant les contrôles (prestation sous-traitée à une société)

C'est l'organisation qui a été adoptée en Sud-Est par trois réseaux, AIRFOBEP, AIRMARAIX et QUALITAIR, qui sous-traitent leurs contrôles métrologiques périodiques à un même prestataire.

- En réalisant les contrôles métrologiques en interne, pour les besoins propres. Treize AASQA (parmi les 33 ayant répondu à l'enquête) réalisent des contrôles métrologiques en interne.

Selon les AASQA, les programmes de contrôles métrologiques sont très variables : contrôles périodiques et sur analyseurs neufs, tests sur analyseurs neufs seulement, ou tests périodiques uniquement, de façon régulière ou ponctuelle, sur tout ou partie du parc d'analyseurs ; par exemple 2 AASQA ne réalisent actuellement les contrôles périodiques que sur les analyseurs d'ozone.

Lorsque les contrôles métrologiques ne sont pas réalisés ou seulement partiellement, les raisons invoquées sont les suivantes :

- Dans le cas des vérifications des analyseurs neufs :
 - par choix en partant du principe que l'analyseur est déjà contrôlé avant envoi (1 AASQA),
 - parce que la démarche n'est pas initiée mais en cours de réflexion (2 AASQA)
- Dans le cas des contrôles périodiques non réalisés de façon systématique :
 - par manque de moyens (d'unités d'œuvre en particulier et moyens matériels),
 - parce que la démarche est en cours de mise en place, de réflexion, ou en voie d'extension pour les 2 AASQA se limitant actuellement aux analyseurs d'ozone.

6.2.2 CONTROLES DE ROUTINE (HORS CONTROLES METROLOGIQUES)

Les contrôles de routine autres que les contrôles métrologiques, c'est à dire les étalonnages et réglages d'analyseurs, les contrôles au zéro et au point d'échelle par injections de gaz d'essais au moins tous les 15 jours, et la maintenance préventive, sont :

- Soit gérés en externe :
 - Cas de la prestation sous-traitée par AIRFOBEP, AIRMARAIX et QUALITAIR dans le cadre d'un contrat groupé,
 - Cas de AIRAQ qui sous-traite également cette partie de ses contrôles.
- Soit réalisés en interne pour les autres AASQA.

NOTE :

Les opérations d'étalonnage des analyseurs et de contrôles au zéro et au point d'échelle impliquent d'autres opérations : le raccordement des gaz utilisés.

Les étalonnages trimestriels des analyseurs doivent être effectués avec des gaz pour étalonnage raccordés aux étalons nationaux. Dans le dispositif d'étalonnage mis en place en France, les gaz pour étalonnages utilisés pour ces opérations correspondent aux étalons de transfert 2 vers 3, que les AASQA font raccorder trimestriellement par les laboratoires de niveau 2.

Pour les contrôles des analyseurs au zéro et au point d'échelle tous les quinze jours, les AASQA utilisent des « gaz de contrôle » ou gaz d'essai. Les normes exigent qu'ils soient raccordés au moins tous les 6 mois au moyen de gaz de référence raccordés aux étalons nationaux. Dans la pratique, les gaz d'essai sont raccordés au moyen des gaz de transfert 2-3 : tous les 3 mois, les AASQA utilisent les étalons de transfert 2-3 en station à la fois pour étalonner les analyseurs et pour raccorder les gaz d'essais.

6.3 BILAN DE LA NATURE DES CONTROLES REALISES PAR RAPPORT AUX EXIGENCES NORMATIVES

6.3.1 CONTROLES METROLOGIQUES EXIGES PAR LES NORMES

La première question qui se pose est de savoir si les contrôles métrologiques exigés par la norme, à savoir le contrôle de l'écart de linéarité ainsi que la vérification du rendement du convertisseur pour les analyseurs d'oxydes d'azote, sur les analyseurs neufs et périodiquement, sont effectivement mis en œuvre.

- Sur les analyseurs neufs, ces contrôles ne sont pas systématiquement réalisés lorsque les contrôles métrologiques sont effectués en interne.
- Contrôles périodiques : si le rendement du convertisseur est régulièrement contrôlé par toutes les AASQA, ce n'est pas toujours le cas de la linéarité.

Si pour les contrôles **sur analyseur neuf, une solution pour se conformer aux prescriptions normatives lorsqu'ils ne sont pas mis en œuvre en interne, est d'exploiter les contrôles réalisés par les fabricants avant envoi de l'appareil** (sous réserve que les conditions spécifiées en 5.3 soit vérifiées : conformité des procédures à celle des normes, AASQA non accréditée, résultats transmis non ambigus), en revanche **pour les contrôles périodiques, une organisation des contrôles métrologiques doit être mise en place lorsqu'elle n'existe pas.**

6.3.2 CONTROLES METROLOGIQUES NON IMPOSES PAR LES NORMES

Dans certaines AASQA d'autres contrôles de caractéristiques de performance non imposés par les normes sont mis en œuvre. Il peut s'agir de détermination :

- du temps de réponse de l'appareil,
- de la répétabilité,
- de la dérive à court terme (réalisée seulement sur appareil neuf ou en cas de doute).

Selon les AASQA qui contrôlent ces paramètres, ces opérations sont réalisées de façon variable, sur les appareils neufs et/ou en contrôles périodiques, ou encore seulement en cas de doute sur les résultats de mesures donnés par l'analyseur.

L'intérêt des contrôles réalisés en complément, du point de vue de la qualité des mesurages sont les suivants :

- Répétabilité
 - Permet de vérifier la stabilité du signal,
 - Permet de détecter des dysfonctionnements,

- Temps de réponse :
 - Pour un analyseur neuf : permet de qualifier l'appareil neuf, de s'assurer de la conformité au critère normatif et à la valeur maximale annoncée dans la notice du constructeur.

Par ailleurs, dans les normes européennes, lors de la mise en œuvre des essais d'approbation de type et des contrôles métrologiques, les mesurages sont pris égaux à une intégration de la réponse de l'analyseur sur un temps équivalent au temps de réponse. Lorsque des analyseurs sont contrôlés en AASQA, les données peuvent être traitées de trois façons : en utilisant le temps de réponse propre à l'appareil, en utilisant celui donné dans le rapport d'évaluation du modèle s'il a fait l'objet d'essais d'approbation de type, ou en appliquant par défaut le critère de spécification à respecter (ce qui allonge les temps d'essais). Si la procédure d'essai de l'AASQA prévoit d'utiliser le temps de réponse propre à l'appareil, il convient alors de le déterminer à réception de l'analyseur neuf.
 - La question se pose de l'intérêt de cette détermination en contrôle périodique, ce paramètre n'ayant jamais été cité dans les réponses à l'enquête comme un indicateur de dysfonctionnement.

Si le temps de réponse évolue dans le temps; cela aura un impact sur la mesure si l'analyseur se trouve en un lieu où les concentrations évoluent rapidement ; mais dans ce cas cette évolution et l'inadéquation le cas échéant devraient pouvoir se voir au niveau des enregistrements des mesures.
- Dérive à court terme sur 12 h
 - Les AASQA qui déterminent la dérive, font le test sur un appareil neuf.

Peut être est-ce le paramètre donc la pertinence ou la nécessité est la plus discutable. A moins que des retours d'expérience ne montrent que ce test a déjà permis de détecter des dysfonctionnements, mais au travers des réponses à l'enquête, ce n'est pas le paramètre qui a été cité comme tel.

6.4 FREQUENCE DE REALISATION DES CONTROLES

6.4.1 CONTROLES METROLOGIQUES

Comme précisé au chapitre 6.1, les normes européennes exigent que le contrôle de linéarité et, pour les analyseurs d'oxyde d'azote, le rendement du convertisseur soient réalisés :

- Lors de l'installation initiale de l'analyseur, c'est à dire sur l'appareil neuf
- En ce qui concerne les contrôles périodiques : la linéarité doit être testée dans l'année qui suit l'installation, puis tous les ans ou tous les trois ans selon que l'écart de linéarité est supérieur ou inférieur à 2% ; le rendement du convertisseur doit être déterminé tous les ans.

Dans la pratique, les essais sont effectués selon les périodicités suivantes :

- Ecart de linéarité : 1 an ou 3 ans. Cette fréquence n'est actuellement pas fixée en fonction des résultats du contrôle : tous les analyseurs sont testés avec la même.

- Rendement du convertisseur : 3 mois, 6 mois ou 1 an selon les AASQA.

Les contrôles imposés par la norme sont donc dans certains cas effectués avec une périodicité plus élevée qu'exigé.

Avant la publication des normes NF EN 14211, NF EN 14212, NF EN 14625, NF EN 14626, aucune périodicité n'était imposée. Il a donc fallu fixer des périodicités de contrôle de façon arbitraire dans un premier temps.

Aujourd'hui les normes étant parues et fixant une périodicité plus large que celle appliquée par certaines AASQA, **on peut se demander si le retour d'expérience des AASQA permet d'envisager d'espacer les contrôles pour adopter les périodicités des normes.**

En ce qui concerne l'écart de linéarité, le test a été cité plusieurs fois dans les enquêtes comme un des essais permettant de détecter un dysfonctionnement, ce qui peut expliquer le choix de certaines AASQA, d'une périodicité annuelle quelle que soit la valeur de l'écart de linéarité.

En ce qui concerne les convertisseurs des NOx, dans sa présentation lors du séminaire LCSQA du 13 octobre 2005 (séminaire consacré aux analyseurs automatiques), AIRPARIF a expliqué son choix d'un contrôle tous les 3 mois en raison de la variabilité du rendement du convertisseur dans le temps, variabilité qui n'est en outre pas forcément détectable lors d'un contrôle ponctuel. Une périodicité plus élevée encore est envisagée.

La qualité des convertisseurs ou certaines zone à forte concentration en NO₂ peuvent aussi justifier la nécessité de faire davantage qu'un contrôle annuel.

Devant de telles disparités de pratiques, il serait utile de confronter les retours d'expérience pour proposer des périodicités de contrôles optimales du point de vue de la qualité de la mesure.

6.4.2 CONTROLES DE ROUTINE AUTRES QUE LES CONTROLES METROLOGIQUES

Pour les contrôles de routine tels qu'étalonnages, injections de gaz d'essai et maintenance, les opérations sont effectuées au moins avec les périodicités exigées par les normes et selon les recommandations des fabricants, voire plus fréquemment.

6.5 PROTOCOLES APPLIQUES POUR LES CONTROLES METROLOGIQUES

Pour le test d'écart de linéarité à mettre en œuvre périodiquement, le mode opératoire peut être allégé par rapport à celui appliqué lorsque l'analyseur est neuf en effectuant le test à 4 niveaux de concentration au lieu de 6, et en se basant sur 2 mesurages indépendants au lieu de 5.

Actuellement le même protocole est appliqué pour les contrôles de tous les analyseurs, neufs ou en routine. Il s'agit de celui décrit dans les normes européennes pour les essais d'approbation de type, rappelé dans le rapport LCSQA-INERIS relatif à la « Réception des analyseurs par les AASQA » (lors de la rédaction de la version de juin 2003 de ce rapport, les projets de normes ne prévoyaient pas des modes opératoires simplifiés pour les contrôles périodiques).

Dans le cas où les contrôles de linéarité sont réalisés sur un banc d'essais en laboratoire et en particulier lorsqu'ils sont mutualisés, il n'est pas apparu pour les AASQA avec lesquelles il a été discuté de ce point dans le cadre de l'enquête, que limiter le nombre de niveaux de concentrations et de mesurages pour les contrôles périodiques par rapport aux contrôles d'analyseurs neufs réduirait la charge de travail et le coût car en général ces essais sont automatisés. En outre des contrôles périodiques et d'analyseurs neufs sont actuellement réalisés simultanément. Réduire le nombre de concentrations de tests et de mesurages pour les contrôles périodiques impliquerait de gérer séparément les analyseurs neufs et les appareils en routine, ce qui pourrait compliquer l'opération.

En revanche pour les AASQA qui mettent en œuvre ces contrôles directement en station, la simplification de procédure est tout à fait opportune.

6.6 MOYENS NECESSAIRES POUR LA REALISATION DES CONTROLES METROLOGIQUES

- Equipements utilisés par les AASQA :
 - Types de matériels : bancs d'essais plus ou moins automatisés avec des génération de gaz par bouteilles et dilueurs, des générateurs dynamiques de gaz et les systèmes d'acquisition et de traitement des données associés.
 - En ce qui concerne le coût de fonctionnement, les informations fournies dans le cadre de l'enquête sont trop disparates pour être exploitées ; cette disparité est due au manque de précision du questionnaire qui avait été fourni.
Il aurait notamment fallu préciser qu'il s'agissait des moyens utilisés uniquement pour les contrôles métrologiques et les points à prendre en compte : raccordement des divers appareils y compris le système d'acquisition de données et des bouteilles de gaz, pièces à changer en maintenance, réparations. Bien souvent dans les réponses ont été considérés également les moyens matériels utilisés pour les étalonnages d'analyseurs en station et pour les contrôles au zéro et au point d'échelle.
- Immobilisation des analyseurs contrôlés : là aussi les données collectées par le biais de l'enquête sont très variables par manque de précision du questionnaire, mais le recoupement de plusieurs réponses et des entretiens téléphoniques permettent d'évaluer le temps d'immobilisation d'un appareil à 1 à 2 semaines, récupération de l'appareil en station, envoi le cas échéant dans le lieu de contrôle et remise en place comprises. La durée est plus ou moins longue selon que le contrôle métrologique est effectué en externe (par exemple par un réseau de niveau 2) ou en interne.
- Unités d'œuvre
Pour les mêmes raisons que citées sur les deux points précédents, les réponses à l'enquête ne sont pas exploitables.
Il a souvent été pris en compte le temps nécessaire pour effectuer les étalonnages en station et les opérations de maintenance.
- Coût dans le cas d'une externalisation des contrôles métrologiques

L'étude menée par les trois réseaux de la région PACA sur le coût des différentes organisations possibles pour effectuer les contrôles et la maintenance des analyseurs ne permet pas de distinguer la charge attribuable aux contrôles métrologiques d'une part et aux autres opérations de contrôle en routine d'autre part. Toutefois cette étude donne une idée globale des coûts relatifs entre les différentes solutions envisageables, et donc le coût de l'externalisation par rapport à celui d'opérations menées en interne, de façon mutualisée ou pas (en ce qui concerne les coûts dans l'absolu, ils convient de garder à l'esprit qu'ils sont liés à la taille du parc d'analyseurs, à la couverture géographique que représentent les implantations des stations des trois AASQA, et aux contraintes particulières comme par exemple, dans le cas d'une internalisation, la nécessité de disposer de locaux pour la mise en œuvre des contrôles).

Une synthèse de cette étude transmise par les réseaux de la région PACA est donnée en annexe 6.

7. SYNTHÈSE : ANALYSE DES DONNÉES, PROPOSITIONS

L'objectif de l'étude est de recenser les pratiques actuelles en matière de contrôles métrologiques, de contrôles de routine et de maintenance, afin de proposer une harmonisation des opérations minimales à effectuer et les voies d'organisation possibles, pour assurer à un coût acceptable les contrôles nécessaires pour garantir le bon fonctionnement des appareils et la fiabilité des mesures, dans le respect des exigences normatives européennes et des prescriptions réglementaires.

Pour cela, les points suivants sont à considérer :

- Il convient de prendre en compte et de mettre en balance les coûts (en terme d'unité d'œuvre notamment) des opérations de contrôle mais aussi ceux de dysfonctionnements dans le cas de contrôles et maintenances préventives insuffisants. Les redondances doivent être évitées, tout en mettant en œuvre les contrôles nécessaires pour garantir un taux de fonctionnement optimum.
- Le gain en matière de fiabilité des mesures pour les AASQA : à la fois en terme de travail qui est facilité au quotidien lorsque toute confiance peut être accordée aux appareils et aux résultats des mesurages, et en terme de crédibilité auprès du public.
- La nécessité de répondre aux contraintes normatives qui imposent la mise en œuvre d'un nombre minimal de contrôles et le respect de critères de performance, ainsi que d'être conforme aux exigences réglementaires relatives aux taux de saisie minimale minimaux de données et au seuil d'incertitude à ne pas dépasser.

7.1 QUELLE HARMONISATION DES CONTRÔLES MÉTROLOGIQUES PROPOSER ?

(écart de linéarité, rendement du convertisseur, temps de réponse, dérive, répétabilité...)

7.1.1 CONTROLES METROLOGIQUES PRESCRITS PAR LES NORMES

L'organisation des contrôles métrologiques devra conduire les AASQA à mettre en œuvre à minima les contrôles métrologiques périodiques et sur appareils neufs imposés par les normes européennes, c'est à dire le contrôle de linéarité et du rendement du convertisseur.

Ces contrôles doivent être opérationnels dans un délai de neuf mois suivant la publication des normes NF EN 14211-14212-14625 et 14626 pour les AASQA accréditées.

Pour les AASQA non accréditées, et qui ne sont donc pas contraintes de sous-traiter les contrôles métrologiques à un organisme lui-même accrédité, des contrôles effectués par le fabricant avant livraison de l'appareil pourraient valoir de contrôles sur appareil neuf. Il conviendrait de s'assurer que ces tests sont bien mis en œuvre par le fabricant, sinon de les exiger, et il faudrait vérifier qu'ils sont réalisés conformément aux protocoles définis dans les normes.

7.1.2 AUTRES CONTROLES METROLOGIQUES MIS EN ŒUVRE EN AASQA

D'autres contrôles métrologiques sont mis en œuvre par certaines AASQA. Le dépouillement de l'enquête en ce qui concerne l'apport de ces contrôles vis à vis de la qualité des mesures et du bon fonctionnement des appareils conduit aux constats suivants :

- Détermination de la répétabilité de l'appareil
 - Indicateur de la stabilité de la réponse et permet de détecter des dysfonctionnements
 - **Ce contrôle pourrait donc être réalisé à réception de l'analyseur neuf (si le fabricant ne l'a pas déjà fait ou si ses résultats ne sont pas utilisables), et périodiquement.**

Il s'agit d'un paramètre qui peut être calculé à partir des répétitions de mesures réalisées lors de l'essai de linéarité, et qui nécessite donc un peu de temps de traitement des données supplémentaire mais n'allonge pas la période de test.

- Temps de réponse
Comme vu au chapitre 6.3.2., s'il est prévu dans la procédure de test de l'AASQA, de calculer un mesurage par intégration des valeurs données par l'appareil sur un temps équivalent à son temps de réponse propre, et s'il n'est pas fourni par le fabricant il convient de le déterminer à réception de l'analyseur neuf.

En revanche les enquêtes n'ont pas mis en avant ce paramètre comme indicateur de défaut de l'appareil. L'intérêt de le déterminer à chaque contrôle périodique semble donc limité.

- Dérive à court terme sur 12 h
Cinq AASQA déterminent ce paramètre actuellement.
Lorsque le test est réalisé sur analyseur neuf, l'objectif cité est la vérification que la valeur est conforme à celle donnée par le constructeur et au critère de performance normatif. Le test n'apparaît donc pas comme déterminant pour la détection de défaut de l'appareil.

En période de fonctionnement normal de l'appareil, les injections régulières de gaz d'essai permettent de contrôler la dérive de l'appareil. La mise en œuvre systématique de ce test lors de contrôles annuels des appareils par exemple, ne paraît donc pas nécessaire.

7.1.3 AUTRES CONTROLES METROLOGIQUES QU'IL SERAIT PERTINENT DE METTRE EN OEUVRE

Les contrôles des caractéristiques de performance imposés par les normes (linéarité, rendement du convertisseur pour les analyseurs à chimiluminescence) ainsi que la détermination de la répétabilité sont importants pour l'assurance de la qualité de la mesure car :

- Ce sont de bons **indicateurs de dysfonctionnement**,
- Ce sont des **caractéristiques de performance ayant un impact sur la justesse de la mesure** : l'erreur de mesure peut être significative notamment en cas d'écart de linéarité, de dérive de l'appareil ou de rendement de convertisseur inférieur au critère imposé,
- Ce sont des **caractéristiques de performance ayant un impact sur l'incertitude de la mesure**, du fait de l'erreur de mesure.

Toutefois, ce ne sont pas les seules caractéristiques à avoir une influence sur la justesse et l'incertitude de mesure. **Les analyseurs sont sensibles à d'autres paramètres, qui peuvent même avoir davantage d'impact sur la réponse des analyseurs**, comme l'ont montrées les deux dernières évaluations d'analyseurs d'ozone et d'oxydes d'azote effectuées conformément aux protocoles d'essais d'approbation de type définis dans les normes européennes et l'étude LCSQA-EMD de 2004, relative au « Bilan du fonctionnement des appareils dans les réseaux de mesure de la qualité de l'air ». Ces évaluations ont mis en avant comme paramètres d'influence significatifs :

- La sensibilité à la température ambiante
- La sensibilité à l'humidité de l'échantillon,
- La sensibilité à l'ozone pour les analyseurs d'oxydes d'azote.

Les deux premiers paramètres sont ceux qui, sur le nombre de modèles d'analyseurs évalués, ont le plus souvent un poids prépondérant dans l'incertitude de mesure. Mais un modèle peut avoir un point faible particulier : par exemple pour un des quatre types d'analyseur d'ozone évalués, le paramètre ayant le plus de poids dans l'incertitude globale est la capacité à répondre à des variations rapides.

Il est à noter que les facteurs d'influence ont un impact plus ou moins important tant sur la justesse que sur l'incertitude, selon les conditions d'environnement du site sur lequel est placé l'analyseur : l'impact augmente à la fois avec le coefficient de sensibilité au facteur d'influence et avec l'amplitude de variation du facteur d'influence.

La reproductibilité, telle que définie dans les normes européennes c'est à dire comme paramètre évaluant la dispersion des résultats entre analyseurs d'un même modèle, serait à ajouter comme facteur d'influence important sur l'incertitude de mesure. Mais ce paramètre ne peut pas être contrôlé puisque deux analyseurs identiques placés au même lieu pendant 3 mois sont nécessaires.

La mise en œuvre des essais pour déterminer les coefficients de sensibilité aux interférents n'est pas envisageable en AASSA, comme précisé au paragraphe 4.3.

Ces coefficients sont déterminés lors des essais d'approbation de type des analyseurs. Mais la question qui se pose est de savoir si la valeur de ces caractéristiques reste constante tout au long de la vie d'un matériel et si on peut donc considérer que l'impact sur la mesure et sur l'incertitude n'évoluera pas dans le temps.

Pour répondre à cette question, il conviendrait :

- De **réaliser un suivi de l'évolution de ces caractéristiques de performance sur au moins trois ans** ;
- Que le LCSQA établisse un plan d'actions :
 - Pour **réaliser ces essais en collaboration avec des AASQA** : des essais périodiques au cours de 3 années pourraient être effectués par le LCSQA sur des analyseurs utilisés en station ;
 - Pour **effectuer un suivi des modifications des appareils par les fabricants, afin d'identifier celles susceptibles d'influer sur les caractéristiques visées** ; en cas de dégradation significative d'une caractéristique, une action auprès des constructeurs pourrait être entreprise

7.2 QUELLE HARMONISATION DES CONTROLES DE ROUTINE PROPOSER ?

(étalonnage et réglage des analyseurs, injection de gaz d'essai, contrôles préventifs et maintenance)

En ce qui concerne l'étalonnage et le réglage (le cas échéant) des analyseurs, on peut considérer que les pratiques et les périodicités sont les mêmes dans les AASQA, avec un étalonnage des analyseurs tous les trois mois après le raccordement des transferts 2-3 par les réseaux niveaux 2.

Pour les injections de gaz d'essai, les fréquences sont variables mais se justifient probablement, notamment par les moyens disponibles (injections automatisées ou pas) et par l'emplacement des stations (éloignement de la station, difficulté d'accès, contraintes d'accès quand la station est placée par exemple dans une école). Une harmonisation de cette fréquence ne paraît pas indispensable dès lors que le minimum imposé par les normes est respecté, et que la fréquence choisie est compatible avec les unités d'œuvre et les consommables disponibles.

Pour les opérations de maintenance, il est difficile de statuer sur le minimum requis pour garantir la fiabilité et la qualité des mesures, suite à l'enquête en raison :

- De la variabilité des pratiques au sein des AASQA,
- De la variabilité des préconisations des fabricants,
- Du nombre de modèles de conceptions différentes,
- De la spécificité de certains sites qui peuvent conduire, en raison de conditions environnementales difficiles (températures ambiantes élevées, forte humidité...) à des vérifications et maintenances supplémentaires ou particulières.

Une réflexion doit être menée en collaboration avec des AASQA pour :

- **Définir des contrôles « de base » communs à tous les analyseurs,**
- **Définir des contrôles spécifiques par modèle,**
- **Définir les périodicités selon lesquels ils doivent être mis en œuvre.**

Cette réflexion doit s'appuyer sur l'expérience et le savoir-faire des AASQA.

Un exemple de démarche adoptée dans ce sens est celle de ATMO NORD PAS DE CALAIS. Lors du regroupement des quatre associations de la région, un état des lieux des méthodes de travail a été effectué, pour les uniformiser en conservant les meilleures. L'harmonisation s'est appuyée sur :

- Le retour d'expérience, c'est à dire le partage des connaissances qu'ont les techniciens, en ce qui concerne les modèles d'appareils de l'ensemble du parc, chacun ayant une connaissance plus affinée de certains modèles ;
- Et le partage des bonnes pratiques de contrôle et de maintenance.

7.3 COMMENT ORGANISER LES CONTROLES ?

Maintenance, étalonnage et injection de gaz d'essai

On peut considérer que les opérations de maintenance, les étalonnages et injections de gaz d'essais réalisées par les AASQA sont mises en œuvre de façon à satisfaire aux recommandations des fabricants et aux exigences normatives, qu'elles soient réalisées en interne ou sous-traitées. Ceci, même si une réflexion reste à mener pour mutualiser les retours d'expérience et optimiser les pratiques en définissant le minimum requis et en hiérarchisant les autres contrôles et opérations de maintenance.

Contrôles métrologiques : linéarité, rendement de convertisseur, répétabilité le cas échéant

Pour les contrôles métrologiques en revanche, les opérations sont inégales selon les AASQA et il conviendrait qu'une organisation de ces contrôles soit mise en place lorsqu'ils ne sont pas encore prévus.

Pour ces contrôles, deux approches semblent efficaces du point de vue de la mise en œuvre et gérables en terme de coût :

- La mutualisation des moyens métrologiques au sein d'un laboratoire de métrologie, qui peut être un réseau de niveau 2 mais aussi une AASQA (cas de Air Languedoc Roussillon et du territoire de Lille)
- La sous-traitance groupée, c'est à dire en négociant un contrat pour plusieurs AASQA, à une société extérieure.

Les intérêts d'un regroupement des contrôles de plusieurs AASQA sont :

- De disposer des moyens techniques et humains nécessaires : point critique chez certaines AASQA pour lesquelles la taille de l'entité ne permet pas d'investir en moyens et en heures pour assurer les contrôles.
- D'optimiser les contrôles : en général la rentabilité des moyens nécessaires et du temps passé augmente avec le nombre d'analyseurs traités ; dans le cas d'une sous-traitance en externe, il est d'autant plus facile de négocier le contrat que le parc d'appareils est important, comme le montre l'analyse de coût réalisée par les AASQA de la région PACA (voir en annexe 6).

- Comme le souligne Atmo Nord Pas de Calais, de réaliser une économie financière sur les achats de consommables du fait d'une négociation possible pour les fournitures de pièces détachées, des gaz...
- De disposer de résultats suffisamment nombreux pour en faire une analyse statistique, ce qui permet de détecter des problèmes récurrents et d'avoir davantage de poids auprès des constructeurs pour qu'ils mettent en place les actions curatives nécessaires.

Ainsi, lors de sa présentation au séminaire LCSQA du 13/10/2005, le LIM a montré les exploitations statistiques qui sont faites annuellement à partir des résultats des contrôles métrologiques réalisés pour le Grand-Est et les informations apportées par ces données : suivi du nombre et de l'évolution des non-conformités, ainsi que des améliorations ou dégradations des différents modèles d'analyseurs par fabricant/polluant, retour d'information aux constructeurs et à l'ACIME (Association pour la Certification des Instruments de Mesure pour l'Environnement).

Pour les contrôles métrologiques d'écart de linéarité, de répétabilité et de rendement du convertisseur (pour les analyseurs d'oxydes d'azote), le choix de l'une ou l'autre des voies doit s'appuyer sur :

- Une analyse de coût : il convient de prendre en compte tous les postes ; la synthèse de l'étude réalisée en région PACA liste ces postes qui comprennent : moyens matériels (équipements, locaux, véhicules), consommables, et moyens humains (temps d'unités d'œuvre pour réaliser les essais, mais aussi pour coordonner, et pour la formation),
- L'aspect pratique : proximité de l'entité susceptible de réaliser les contrôles, rapidité d'intervention dépendant des disponibilités et flexibilité des personnes (en interne ou en externe) chargées des contrôles,
- Une réflexion de répartition des tâches autres que les contrôles métrologiques dans le cas d'une mutualisation de ces opérations dans une AASQA. Par exemple dans l'organisation mise en place en région Nord, la mutualisation a été étendue à d'autres missions réparties sur chacun des territoires. Ainsi chacun des territoires a en charge : soit les contrôles métrologiques, soit la communication, soit la gestion administrative, soit les études pour les autres.

Contrôle des caractéristiques de performance liées aux facteurs d'influence

Pour les contrôles liés aux facteurs de sensibilité, une action est à mener au niveau national, par le LCSQA, pour mettre en place une étude de suivi, par exemple sur 3 ans, de l'évolution des facteurs de sensibilité.

Lorsque les analyseurs sont neufs, les valeurs de coefficients de sensibilité à prendre en compte pour l'établissement des budgets d'incertitude, sont, quand elles existent, soit celles déterminées par le fabricant, soit celles déterminées lors d'essais d'approbation de type.

7.4 CONCLUSION

L'organisation des contrôles des analyseurs doit conduire à la mise en place d'un certain nombre d'actions :

Actions à prévoir par les AASQA :

- A minima, il convient que les AASQA réalisent les contrôles imposés par les normes.
Il conviendrait de demander aux fabricants d'effectuer, avant livraison des analyseurs, les contrôles exigés par les normes sur analyseur neufs, selon les protocoles de test décrits dans les normes. Ceci permettrait notamment aux AASQA non soumises aux règles de l'accréditation, d'utiliser ces résultats sans avoir à mettre en œuvre les essais.
- Pour améliorer la fiabilité des mesures, des contrôles métrologiques complémentaires sont à généraliser. C'est le cas du contrôle de la répétabilité de l'analyseur, identifié comme un bon indicateur de dysfonctionnement, qui peut être mis en œuvre en AASQA sans augmenter le coût des essais de façon importante (essentiellement du temps de traitement des données, qui peut en outre être plus ou moins automatisé).
- Lorsque la mise en place d'une organisation des contrôles métrologiques, est encore à mettre en place, une étude des différents schémas possibles doit être effectuée. L'étude menée en région PACA et l'expérience d'autres régions (régions Nord Pas de Calais, Grand Est, Rhône-Alpes) peuvent servir de point d'appui pour optimiser cette organisation.

Actions conjointes AASQA-LCSQA

Une réflexion est à mener par le LCSQA, en collaboration avec les AASQA pour proposer une harmonisation des contrôles métrologiques, de routine et de maintenance, tant sur le plan de la nature des contrôles que sur leur périodicité et au besoin sur le mode opératoire à suivre, afin de fixer les prescriptions minimales permettant de garantir la fiabilité des mesures, et de hiérarchiser les autres contrôles.

Suite au débat qui a suivi la présentation de l'étude lors du séminaire LCSQA du 13/10/2005, c'est ce qui est proposé dans le programme des travaux LCSQA pour 2006. La réflexion doit être menée de façon globale pour l'ensemble des appareils mais aussi en tenant compte des spécificités de chaque modèle d'analyseur. Elle s'appuiera, par conséquent, sur l'analyse des pratiques actuelles, sur l'enquête relative aux dysfonctionnements des analyseurs, sur les prescriptions normatives et réglementaires, sur les préconisations des fabricants et sur l'expérience / le savoir-faire des AASQA en ce qui concerne les différents modèles d'analyseurs. La finalité est d'élaborer et valider un programme de contrôles à effectuer sur les analyseurs, à réception d'appareils neufs et lors de leur utilisation en station de mesure, programme qui fera l'objet d'un guide rédigé par le LCSQA.

Action à la charge du LCSQA

En ce qui concerne les caractéristiques de performance liées aux facteurs d'influence, ce sont des paramètres qui ont un impact significatif sur la justesse de la mesure et sur l'incertitude associée aux résultats de mesurage.

Compte tenu des moyens nécessaires pour les tests, ceux-ci ne sont pas réalisables à un coût acceptable, par les AASQA (ou pas de façon régulière).

Ils sont déterminés lors de la mise en œuvre d'essais d'approbation de type, mais il conviendrait de savoir si ces caractéristiques évoluent et surtout se dégradent dans le temps, risquant de conduire à des erreurs de mesure et une augmentation de l'incertitude au-delà du seuil admissible.

Pour cela, un suivi dans le temps de ces caractéristiques, sur une période à définir, serait à mettre en place par le LCSQA, sur des analyseurs fonctionnant en station (étude à mener en collaboration avec des AASQA), afin d'évaluer les dérives des coefficients de sensibilité et l'impact sur les écarts l'incertitude de mesure.

8. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Protocole des tests effectués par THERMO ENVIRONNEMENTAL INSTRUMENTS sur un analyseur 49CPS	1
Annexe 2	Questionnaire envoyé aux AASQA	7
Annexe 3	Synthèse des réponses à l'enquête : contrôles métrologiques et contrôles des paramètres de fonctionnement des analyseurs	12
Annexe 4	Synthèse des réponses à l'enquête : nature et fréquence des changements d'éléments / de pièces sur les analyseurs	4
Annexe 5	Synthèse des réponses à l'enquête : défauts les plus couramment observés, dégradations dans le temps, tests permettant d'identifier les défauts et dysfonctionnements	4
Annexe 6	Organisation de la maintenance des analyseurs de la qualité de l'air dans la région PACAr Etude technico-économique de la maintenance des équipements de mesure de la qualité de l'air	7
Annexe 7	Fiche projet de l'étude	4

Annexe 1

Protocole des tests effectués par THERMO ENVIRONNEMENTAL INSTRUMENTS sur un analyseur 49CPS

Le protocole de tests finaux prévus par Environmental Instruments sur un analyseur d'ozone 49CPS sont les suivants :

- Inspection mécanique visuelle : état de la peinture, capillaires installés, composants fixés en toute sécurité
- Inspection électrique visuelle : inspection de la pompe, du ventilateur, du transformateur, de l'ozoneur, des fusibles, des cartes électroniques : carte d'alimentation, carte mère, carte d'alimentation de la lampe, carte processeur....
- Test de sécurité électrique
- Réglages de mise en route
 - Mise en route de l'appareil : ajustage de la fréquence
 - Vérification des tensions sur la carte alimentation
 - Vérification ou réglage de paramètres : gamme à 1000 ppb, temps d'intégration à 10 s, facteur de calibration à 1, corrections de température et de pression activées, nombre de bauds fixé à 9600, réglage de la date et l'heure, relevé de la version d'analyseur, vérification de la tension de la batterie >2,8V, vérification du programme de communication, vérification de la température du banc optique et de celle de la lampe, de la pression, des débits, de la concentration en O₃ et des intensités délivrées par les cellules,
- Pré-étalonnage
 - Test de fuite
 - Raccordement à un dispositif d'acquisition
 - Connexion du port « air zéro » à de l'air zéro
 - Vérification de la pression atmosphérique et ajustage au besoin, de l'intensité des cellules, et du bruit de fond
- Etalonnage : injection de gaz 0 et de gaz de concentration 900 ppb : aucun décalage et correction de la pente ne doivent être nécessaires normalement
- Test de fonctionnement
 - Droite d'étalonnage : injection pendant 30 min de 6 concentrations et de gaz zéro : l'écart doit être < 1%
 - Test des sorties analogiques
 - Test de la sortie RS232
 - Tests de balance des deux cellules de mesure : injection de 500 ppb, l'écart entre les cellules doit être inférieur à un seuil
- Réglages finaux
 - Temps d'intégration fixé à 60s
 - Vérification de la position des switches sur la carte mère
 - Etiquetage de différents éléments.

Annexe 2 Questionnaire envoyé aux AASQA

Enquête

Harmonisation des contrôles métrologiques
des analyseurs de gaz en NO/NO₂; SO₂; O₃, CO,
HCT/CH₄/HCNM, BTX

Travaux LCSQA : 2004-2005

☎. direct de Y. GODET 03 44 55 65 37 yves.godet@ineris.fr
☎. direct de C. RAVENTOS 03 44 55 68 22 cecile.raventos@ineris.fr
Fax 03 44 55 03 62

La présente enquête s'inscrit dans le cadre des études menées au sein du LCSQA.

Il s'agit de l'étude « harmonisation des contrôles métrologiques », qui a pour objectif de recenser les pratiques en France et dans quelques autres pays, en ce qui concerne les contrôles effectués sur les analyseurs, du fabricant à l'utilisateur : recensement des contrôles effectués par le fabricant, par le revendeur le cas échéant, par le laboratoire chargé d'une évaluation le cas échéant, par l'utilisateur (réseaux niveaux 2 et 3).

La finalité de l'étude est d'optimiser l'organisation des contrôles des analyseurs d'un point de vue de la qualité de la mesure d'une part et d'autre part des moyens à mettre en œuvre par les différents intervenants de la fabrication à l'utilisation des appareils.

Le présent questionnaire a été envoyé à l'ensemble des AASQA, afin de comparer les pratiques en France par les réseaux de niveaux 2 et par les réseaux de niveaux 3.

Nous vous remercions par avance du temps que vous consacrerez à remplir ce questionnaire.

ORGANISME PARTICIPANT

NOM		
Adresse		
Téléphone		
e-mail		

PERSONNE DE CONTACT

Nom et Prénom		
Téléphone		
e-mail		

SUPPLEANT

Nom et Prénom		
Téléphone		
e-mail		

Nom du rédacteur du rapport :

Date et signature :

1 Nombre d'analyseurs de gaz gérés

Pouvez-vous indiquer le nombre d'analyseurs que vous gérez : .

2. Nature des contrôles

Pouvez-vous nous indiquer quels contrôles métrologiques sont effectués sur les analyseurs que vous gérez :

- à réception d'un appareil neuf,
- en retour de réparation (après une "grosse" réparation),
- en maintenance préventive, de façon périodique.

Une liste non exhaustive de contrôles est donnée dans le tableau ci-dessous. Elle a été établie sur la base de listings de contrôles issus de 3 réseaux différents.

Le tableau doit nous permettre de connaître quels sont les contrôles qui sont effectués, et avec quel objectif chacun de ces contrôles est effectué, par exemple :

- 1 : vérifier la conformité des caractéristiques à un cahier des charges
- 2 : vérifier la conformité des caractéristiques aux valeurs annoncées par le constructeur
- 3 : vérifier le « bon fonctionnement » d'une partie de l'analyseur (par exemple : rendement du convertisseur),
- 4 : vérifier l'analyseur après une réparation,
- 5 : vérifier la conformité à un critère donné dans une norme
- 6 : vérifier la conformité à un critère fixé en interne, par ex une EMT,
- 7 : vérifier le paramètre en raison de défauts couramment constatés
- 8 : vérifier le paramètre en raison de l'impact sur la mesure (erreur de mesure, augmentation de l'incertitude de la mesure)
- autre....

Tous les réseaux n'effectuant pas les mêmes contrôles, cochez les cases correspondant à ceux que vous effectuez, en complétant votre réponse par l'objectif du contrôle (si correspond à l'un des objectifs énoncés ci-dessus : utiliser le n°correspondant).

Complétez la liste si vous effectuez d'autres contrôles que ceux énumérés.

Contrôle effectué :	A réception d'appareil neuf	En retour de réparation	En maintenance préventive
Contrôle effectués : - en interne ? - en externe ? par qui ?			
Fréquence des contrôles de maintenance	-	-	
CARATERISTIQUES DE PERFORMANCE			
Temps de réponse Objectif du test			
Dérive à court terme (12h ou 24h) Objectif du test			
Ecart de linéarité Objectif du test			
Répétabilité Objectif du test			
Sensibilité aux interférents chimiques Objectif du test			
Vérification du rendement du convertisseur des analyseurs de NOx à chimiluminescence Objectif du test			
Vérification de l'efficacité du Kicker pour analyseurs de SO ₂ Objectif du test			
Vérification de l'efficacité du dispositif de séparation CH ₄ / non CH ₄ pour analyseurs COVM/NM Objectif du test			

Autres contrôles (sensibilité à T ambiante, à tension d'alimentation...) Objectif des tests			
CONTROLES DE BON « FONCTIONNEMENT » DE L'APPAREIL			
Test des alarmes de défaut Objectif du test			
Test de télécommande Objectif du test			
Vérification des sorties - analogiques - numériques Objectif du test			
Vérification de l'affichage Objectif du test			
Vérification des paramètres suivants : - pression du gaz en entrée analyseur - pression dans la cellule de mesure - température dans la cellule de mesure - débit échantillon - paramètres liés au multiplexeur Objectif des tests			
Réglage du zéro : - à partir de quel écart par rapport à zéro procédez-vous au réglage du zéro - si offset : valeur			
Vérification de l'étanchéité des circuits fluidiques de l'analyseur Objectif du test			
NOx - vérification de la température du four de conversion - vérification de la haute tension du			

générateur d'ozone			
Objectif des tests			
CO : Contrôle du chopper Vérification du catalyseur de génération d'air zéro Objectif du test			
O ₃ : Contrôle du scrubber Objectif du test			
Centrale d'acquisition - traitement de l'arrondi			
Démontage de l'analyseur Objectif du test			
Autres contrôles Objectif du test			

3. Changement de certains éléments/pièces d'analyseurs

Changez-vous certains éléments selon une périodicité définie ?

(par exemple : scrubber analyseur O₃, four convertisseur pour NO_x, catalyseur analyseur CO....)

Précisez le type d'analyseur et la marque si la périodicité diffère selon le modèle d'appareil.

Élément	Fréquence

4 Moyens nécessaires à la réalisation des contrôles

Contrôle effectué :	A réception d'appareil neuf	En retour de réparation	En maintenance préventive
<u>Pour contrôles effectués en interne :</u> - nombre unités d'œuvre nécessaires (estimation sur 1 année) - temps d'immobilisation moyen d'un analyseur - montant achats pièces - moyens d'essais utilisés <ul style="list-style-type: none"> • type de dilueur • type de générateur de gaz • générateur d'humidité • estimation du coût de fonctionnement de ces moyens (par ex pour étalonnage capteurs, dilueur...) 			
<u>Pour contrôles effectués en externe :</u> - montant de la sous-traitance (Estimation sur 1 année) - temps d'immobilisation moyen d'un analyseur			

5 Exploitation des données

Contrôle effectué :	A réception d'appareil neuf	En retour de réparation	En maintenance préventive
% d'appareils rejetés par les contrôles (si info disponible : % des 3 dernières années)			
Défauts les plus couramment observés			

Contrôles de maintenance préventive

<p>Observez vous lors des contrôles de maintenance, une dérive/dégradation de certains paramètres dans le temps ? ⁽¹⁾</p> <p>Si oui : lesquels</p>	
<p>A votre avis, quels tests ont permis de déceler des dysfonctionnements/défauts ayant un impact sur la qualité de la mesure en terme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'écart de la concentration mesurée par rapport à la valeur « vraie » - d'incertitude associée à la mesure 	

⁽¹⁾ : Une dérive dans le temps d'un paramètre, peut conduire à une augmentation de l'incertitude-type associée, et donc à une augmentation de l'incertitude globale de mesure. Ainsi, une caractéristique de performance ayant un poids négligeable dans l'incertitude globale de mesure lorsque l'appareil est neuf, peut se dégrader dans le temps, et même en restant conforme au critère de performance, peut devenir une des caractéristiques ayant une contribution importante dans l'incertitude globale.

Commentaires :

Annexe 3

Synthèse des réponses à l'enquête : contrôles métrologiques et contrôles des paramètres de fonctionnement des analyseurs

(Les AASQA sont identifiées par un numéro, afin de conserver l'anonymat des réponses à l'enquête).

CONTROLES METROLOGIQUES

Temps réponse

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence (pour CP) - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP (1)	Fréquence : 3 ans – Vérification de la conformité critère normes – Contrôle effectué selon protocole du rapport LCSQA « Réception des analyseurs par les AASQA »
4	N – RR – CP	Fréquence : 1 an
5	N – CP	Vérification sur N de la conformité à la valeur donnée par le constructeur et du bon fonctionnement En CP : si doute ou si défaut courant ;
7	N – CP	Fréquence : 3 ans ; Contrôlé selon protocole du rapport LCSQA
8	N – CP	Vérifications de la conformité aux normes et critères internes
9	N – CP	
10	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans ; Pour vérification de la conformité aux critères norme et internes ;
14	N – RR	Vérification de la conformité au cahier des charges et au critère normatif ; Contrôle selon protocole du rapport LCSQA ;
18	N – CP	Fréquence : 1 an ; Pour vérification de la conformité à critère interne ;
22	N – RR – CP	N : pour vérification de la conformité au cahier des charges et valeurs données par le constructeur En RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges et valeurs constructeur, vérification du bon fonctionnement, de la conformité au critère normatif et la valeur fixée en interne

(1) : N : contrôle sur analyseur neuf ; RR : contrôle sur analyseur en retour réparation ; CP : contrôle périodique

Dérive à court terme

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
5	N – CP	Sur N : vérification de la conformité à la valeur donnée par le constructeur En CP : vérification si doute ou si défaut courant
14	N	Vérification de la conformité au cahier des charges et au critère normatif ; Contrôle sur 12 h au zéro et à un point d'échelle,
21	N – RR – CP	Fréquence : 2 mois ; Pour vérification de la conformité au critère interne + en CP car défaut courant

22	N – RR – CP	Sur N : pour vérification de la conformité au cahier des charges et aux valeurs données par le constructeur Sur RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges, aux valeurs données par le constructeur, au critère normatif, à la valeur fixée en interne ; contrôle de bon fonctionnement
----	-------------	--

Ecart de linéarité

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans – Pour vérification de la conformité aux critères normatifs - Contrôle selon protocole du rapport LCSQA ; conformité
2	CP	Fréquence : 1 an
4	N – RR – CP	Fréquence : 1 an
5	N – CP	Sur N : pour vérification de la conformité à la valeur donnée par le constructeur En CP : si doute ou si défaut courant ;
6	CP	Fréquence : 1 an,
7	N – CP	Fréquence : 3 ans ; Pour vérification de la conformité au cahier des charges – Contrôle selon protocole du rapport LCSQA
8	N – CP	Pour vérification de la conformité au critère normatif ou fixé en interne
9	N – CP	
10	N – RR – CP sur O3	Fréquence : 3 ans, sauf pour O3 : 1 an ; Pour vérification de la conformité au critère interne ou normatif
11	CP sur O3	Fréquence : 1 an ; prochain objectif pour 2006 : sur NOx
12	N –	En CP : en cours de réflexion
13	RR (si besoin) – CP (aléatoire)	
14	N – CP (ponctuellement)	Pour vérification de la conformité au cahier des charges et au critère normatif ; Contrôlé selon protocole du rapport LCSQA
16	N (non systématique) – CP	Fréquence : 1 à 1,5 an ; contrôle sur site
18	N – CP	Fréquence : 1 an ; Pour vérification de la conformité à critère interne ;
22	N – RR – CP	Sur N : pour vérification de la conformité du cahier des charges En RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges, au critère normatif, à la valeur fixée en interne ; contrôle de bon fonctionnement

Répétabilité

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans – Pour vérification de la conformité au critère normatif - Contrôle selon protocole du rapport LCSQA
2	CP	Fréquence : 1 an

4	N – RR – CP	Fréquence : 1 an - Pour vérification de la conformité au seuil fixé en interne
5	N – CP	Sur N : pour vérification de la conformité à la valeur donnée par le constructeur En CP : si doute ou si défaut courant ;
12	N	En CP : en cours de réflexion
6	CP pour O3	Fréquence : 1 an - En CP : pour vérification de la conformité de la valeur fixée par le constructeur ;
7	N – CP	Fréquence : 3 ans - Pour vérification de la conformité au cahier des charges - Contrôle selon protocole du rapport LCSQA
8	N – CP	Pour vérification de la conformité aux critères normatifs et fixés en interne
9	N – CP	
10	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans - Pour vérification de la conformité aux critères normatifs et fixés en interne
13	RR – CP	Fréquence : 1 an
14	N	Pour vérification de la conformité au cahier des charges et au critère normatif - Contrôle selon protocole du rapport LCS
16	CP	Fréquence : 6 mois – Contrôle sur site
18	N – CP	Fréquence : 1 an - Pour vérification de la conformité au critère interne ;
22	N – RR – CP	Sur N : pour vérification de la conformité au cahier des charges Sur RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges, au critère normatif, à la valeur fixée en interne,

Sensibilité aux interférents

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	Etudes ponctuelles	2003 : tests de sensibilité aux hydrocarbures sur la mesure de SO ₂ , en vue de tester l'efficacité du « filtre » ;
16	CP	Fréquence : 6 mois sur site

Contrôle du convertisseur NO_x,

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans - Pour vérification de la conformité au critère normatif - Contrôle selon protocole du rapport LCSQA
2	N – CP	Fréquence : 1 an pour test par TPG + contrôle tous les 3 mois par lecture NO ₂
4	N – RR – CP	Fréquence : 3 mois
5	N – CP	
6	CP	Fréquence : 1 an et après remplacement molybdène
7	N – CP	Fréquence : 6 mois - Pour vérification de la conformité au cahier des charges

8	N – CP	Fréquence : tous les 3 ans par réseau niveau 2+ contrôle effectué en interne pour contrôle bon fonctionnement : 6 mois
9	N – CP	Fréquence : 3 ans par réseau niveau 2 + contrôle effectué en interne : 6 mois
10	N – RR – CP	Fréquence 3 ans par réseau niveau 2 + contrôle effectué en interne : 3 - Pour vérification de la conformité au critère interne, vérification du bon fonctionnement et compte tenu de l'impact sur la mesure
12	CP	1 an
13	RR si nécessaire – CP	Fréquence : 1 an en externe + 3 mois en interne
14	N – RR – CP	Fréquence : 1 an - N-R-CP : selon protocole INERIS, Pour vérification de la conformité au cahier des charges, et aux critères normatifs et internes, du bon fonctionnement - Contrôle selon protocole du rapport LCSQA
16	CP	Fréquence : 6 mois sur site par TPG
17	CP	Fréquence : 1 an par TPG
18	N – CP	Fréquence : 6 ou 3 mois selon le modèle - Pour vérification de la conformité au critère interne
19	N – CP	Fréquence : 1 an
20	CP	Pour vérification du bon fonctionnement
21	Si anomalie	
22	N – RR – CP	Sur N : pour vérification de la conformité au cahier des charges, aux valeurs constructeur, du bon fonctionnement En RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges, à la valeur donnée par le constructeur, du bon fonctionnement

Effacité du kicker SO2

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	Etude ponctuelle	Essais réalisés en 2003 ; Pour vérification bon fonctionnement
21	Si anomalie	Si anomalie

Autres contrôles métrologiques

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Etude ponctuelle d'efficacité du perméapur de l'ozoneur des analyseurs de NOx)
6	CP	Calage du coefficient d'absorption sur analyseurs O3 ; Fréquence : 1 an Vérification du coefficient d'étalonnage avant de changer le scrubber, puis 15 jours après changement
13	CP	Vérification de la température du four de conversion NOx
14	N – RR – CP	Vérification de la stabilité de la mesure au 0 et à un point d'échelle pendant 1 h ; réalisé en général après maintenance lourde

CONTROLES DE PARAMETRES DE FONCTIONNEMENT

Alarmes de défaut

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
4	N – RR	Pour vérification que les alarmes sont récupérées par le châssis d'acquisition
10	N	
11	N – RR – CP	Fréquence : 8 semaines – En raison de l'impact sur mesure
12	N – CP	A chaque mise en marche
14	N – RR – CP	Pour comparaison aux valeurs des constructeurs, et du bon fonctionnement
13	CP	Fréquence : 1 an - Pour déceler dans les meilleurs délais, l'opportunité d'intervention sur site (par rapport au taux de disponibilité des résultats)
22	N – RR – CP	Sur N : pour vérification de la conformité au cahier des charges, aux valeurs constructeur, du bon fonctionnement En RR-CP : pour vérification de la conformité au cahier des charges, à la valeur donnée par le constructeur, vérification du bon fonctionnement

Test de télécommande

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
4	N - RR	Pour vérification du bon fonctionnement de la télécommande
20	CP	Fréquence : 15 jours - Pour vérification du bon fonctionnement
14	N	A la mise en service pour le contrôle du calibrage à distance, pour vérifier le bon fonctionnement

Vérifications des sorties

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Fréquence : 3 ans
4	N – RR – CP	Fréquence : 1 ans - Pour vérification que la valeur récupérée au poste central est bonne
7	N – CP	A chaque (ré)installation d'un appareil
8	CP	Fréquence : aléatoire – Contrôle par passage d'un étalon de référence
9	CP	En raison impact sur mesure
10	N	
14	N – RR – CP	Pour vérification du bon fonctionnement
22	N – RR	Sur N et en RR : pour vérification de la conformité au cahier des charges, du bon fonctionnement En CP: pour vérification du bon fonctionnement, défaut souvent constaté si problème

Vérification des affichages

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	CP	Fréquence : 3 ans
4	CP	Fréquence : 1 an
5	CP	Si changement système du système d'acquisition
10	N - RR - CP	
13		Pour vérification de la cohérence de l'affichage de l'analyseur et de la centrale avec ordinateur portable ; pour vérification que la centrale d'acquisition ne modifie pas le résultat de mesure du fait d'une configuration erronée de la mesure ou d'un défaut
14	N - RR - CP	Pour vérification du bon fonctionnement
20	N	
21	CP	Fréquence : 2 mois
22	N - RR - CP	N-R : pour conformité cahier des charges, vérification du bon fonctionnement CP pour conformité cahier des charges, vérification du bon fonctionnement, défaut souvent constaté si problème

Débit échantillon / pression du gaz en entrée analyseur / pression dans la cellule de mesure / température de la cellule mesure

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N - RR - CP	Pour débit échantillon – Fréquence : 3 ans
2	CP	Fréquence : débit échantillon lors des contrôles métrologiques annuels + test par lecture mensuel
4	N - RR - CP	Fréquence : 1 an (sauf pression en entrée analyseur)
5	N – CP	Fréquence : 1 mois Sur N : pour vérification des valeurs données par le constructeur En CP : pour vérification du bon fonctionnement, de la conformité au critère interne et en raison de l'impact sur la mesure
6	N - RR – CP pour débit éch. CP pour autres	
7	N	Pour débit échantillon - Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur
8	N – CP	Sur N : par réseau de niveau 2 En CP : contrôle en interne ; fréquence : 15 jours Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur et compte tenu impact sur mesure ;
9	N – CP	Sur N : par réseau de niveau 2 En CP : contrôle en interne ; fréquence : 15 jours Vérification compte tenu impact sur mesure

10	N - RR – CP	Pour vérification de la conformité au critère fixé en interne
11	N - RR – CP	Sauf pression dans la cellule de mesure Fréquence : 2 mois – Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
12	CP	Fréquence : à chaque raccordement avec étalon transfert soit 3 mois ou 2 semaines
13	CP	Vérification du débit échantillon, de la température de la cellule de mesure pour garantir caractéristiques de ces paramètres
14	N - RR – CP	Température et pression de la chambre, débit de l'échantillon Pour vérification de la conformité aux critères constructeur, critères internes, pour bon fonctionnement, car défaut courant
16	CP	Fréquence : 6 mois ou si intervention sur analyseur
18	N - RR – CP	Température de la cellule de mesure, débit de l'échantillon Fréquence : 1 an - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur ;
20	N - CP	Fréquence : 15 jours Sur N : pour comparaison aux valeurs données par le constructeur En CP : pour le suivi des paramètres
21	N - RR – CP	Fréquence : 1 semaine - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
22	N - RR – CP	Pour vérification de la conformité au cahier des charges et aux valeurs données par le constructeur, vérification du bon fonctionnement

Vérification paramètres multiplexeur

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	CP	Fréquence : 3 ans
2	CP	Fréquence : 1 an lors du test métrologique de l'analyseur + test 1 mois par lecture
4	CP	Fréquence : 1 an
5	N – CP	Fréquence : 1 mois N : Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur CP : mensuel pour vérification du bon fonctionnement, et de la conformité aux critères fixés en interne, en raison impact sur mesure
6	CP	Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur
7	CP	Fréquence : lors du contrôle métrologique des analyseurs tous les 3 ans + à chaque passage sur site : 15 jours ou 1 mois selon si station équipée ou pas d'une télétransmission Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur
8	CP	Fréquence : lors du contrôle métrologique des analyseurs tous les 3 ans par réseau de niveau 2 + en interne tous les 15 jours

		Pour vérification de la conformité aux valeurs données par le constructeur et compte tenu impact sur mesure
9	N – CP	Fréquence : lors du contrôle métrologique des analyseurs tous les 3 ans par réseau de niveau 2 + en interne tous les 15 jours Contrôle en raison de l'impact sur mesure
10	CP	Fréquence : lors du contrôle métrologique des analyseurs tous les 3 ans par réseau de niveau 2 Pour vérification de la conformité aux critères fixés en interne
11	N - RR – CP	Fréquence : 2 mois - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
12	CP	Fréquence : à chaque raccordement avec étalon transfert soit tous les 3 mois ou 2 semaines
13	N – CP	
14	N - RR – CP	Pour vérification aux valeurs données par le constructeur et aux critères interne, pour vérification du bon fonctionnement, car défaut courant
16	CP	Fréquence : 1 mois
17	N	
18	N - RR – CP	Fréquence : 1 an - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
19	CP	Fréquence : 15 jours lors des tournées sur site
20	N – CP	Fréquence : 15 jours Sur N : pour comparaison aux valeurs données par le constructeur En CP : pour suivi des paramètres
21	N - RR – CP	Fréquence : 1 semaine Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
22	N – RR – CP	Pour vérification de la conformité au cahier des charges et aux valeurs données par le constructeur, vérification du bon fonctionnement

Réglage du 0

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	N – RR – CP	Si écart > 1 ppb
2	CP	Fréquence vérification : lors du contrôle métrologique annuel + tous les mois
4	CP	Fréquence de vérification : 3 mois Réglage si écart sur Net RR : > 2 ppb pour SO ₂ , O ₃ , NO _x , et >0,1 ppm pour CO
5	CP	Réglage si écart > 3ppb
6	CP	Réglage : pour SO ₂ en automatique toutes les 8h, pour CO en automatique toutes les 24h, pour NO si écart > 3ppb, pour O ₃ si écart > 2 ppb,
7	N – RR – CP	Réglage systématique
8	RR – CP	Fréquence vérification : 15 jours

		Réglage si écart >2 ppb Vérification pour comparaison au critère fixé en interne
9	RR – CP	Fréquence de vérification : 15 jours Réglage si > 3ppb pour O3-SO2-NO2, si >0,3 ppm pour CO Pour comparaison au critère fixé en interne
10	N – RR – CP	Réglage si écart > 2ppb
11	N – RR – CP	Fréquence de vérification : 2 mois Réglage si écart >5 ppb pour O3-SO2-NO2 ou 1 ppm pour CO
13	CP	Réglage si écart > 2 ppb pour O3-SO2-NO2, 0,3 ppm CO
14	N – RR – CP	Réglage si écart > 1 ppb pour O3-SO2-NO2 ou 0,1 ppm pour CO
16		Réglage si écart > +/- 0.5 % PE
17		Fréquence de vérification : 3 semaines Réglage si dépassement 10-15% de la concentration étalon ;
18	N – RR – CP	Réglage si >2 ppb NOx et SO2, 0,2 ppm CO et O3 selon dilueur
19		Définition de seuils d'intervention : 4 ppb pour O3-SO2-NO2 et de 0,5ppm pour CO, et de seuils d'invalidation
20		Fréquence vérification : 15 jours Réglage si écart >5 ppb ; offset 10 ppb
21	N – RR – CP	N-R-CP si > 2 ppb pour NOx, SO2 O3
22	N –CP	Réglage si > 2 ppb

Vérification étanchéité des circuits

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
4	N – RR	Sur analyseurs O3 : vérification de la chute de pression en obstruant l'entrée échantillon
5	N – CP	Sur N : pour vérification aux valeurs donnée par le constructeur En CP : en raison de défaut souvent constaté
6	N – RR – CP	Pour vérification avant étalonnage
7	N – CP	Sur N : si « comportement » étrange En CP : dès intervention sur circuit fluide
8	CP	Fréquence : 1 an et quand intervention sur circuit fluide Vérification car défaut courant
9	CP	Fréquence: 1 an
10	N – RR – CP	Pour vérification de la conformité au critère fixé en interne
11	CP	Fréquence : 2 mois - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
13	CP	Si anomalie de mesure, sur le débit ou sur MUX
14	RR – CP	Pour vérification du bon fonctionnement, et de conformité au critère fixé en interne

16	CP	Fréquence : 6 mois + après chaque intervention sur appareil
18	N – RR – CP	Fréquence : 1 an
20	CP	Pour vérification du bon fonctionnement
21	CP	Si anomalie
22	CP	Pour vérification du bon fonctionnement, conformité au cahier des charges et valeurs données par le constructeur car défaut souvent constaté

NOx : 1) vérification de la température du four de conversion, 2) vérification de la haute tension du générateur ozone

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
4	N – RR – CP	N-R-CP : par intermédiaire MUX ; 1 an
5	N – RR – CP	Sur N et en RR : pour vérification aux valeurs données par le constructeur En CP : vérification du bon fonctionnement
6	N – RR – CP	Via MUX - Pour vérification du bon fonctionnement de l'analyseur
7	N – RR – CP	Via MUX - Pour vérification aux valeurs données par le constructeur
8	CP	Fréquence : 15 jours et lors changement molybdène Pour vérification du bon fonctionnement, via MUX
10	N – RR – CP	Fréquence : 2 fois/semaine lors du suivi des cartes de contrôle - Pour déceler une éventuelle dérive ou détecter une fluctuation de ces paramètres
11	N – RR – CP	Fréquence : 2 mois - Pour comparaison aux valeurs données par le constructeur
13	CP	Via MUX
14	N – RR – CP	Fréquence : si panne ou défaut sur le four convertisseur - Pour vérification du bon fonctionnement
16	CP	Fréquence : 6 mois
20	CP	Pour vérification du bon fonctionnement
21	N – RR – CP	Fréquence pour 2) : 1 semaine Pour comparaison aux critères donnés par le constructeur
22	N – RR	Pour vérification du bon fonctionnement, de la conformité au cahier des charges et aux valeurs données par le constructeur

CO : 1) Contrôle chopper ; 2) Vérification du catalyseur du générateur d'air zéro

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
4	N – RR – CP	Fréquence : 1 an - Via MUX
5	CP	Pour vérification du bon fonctionnement
7	CP	Fréquence : selon périodicité de réglage de l'appareil
8	CP	Fréquence : 6 mois En raison de l'impact sur la mesure et lors du changement du catalyseur ; 6 mois

9	CP	Fréquence : 1 an
10	N – RR – CP	Pour vérification bon fonctionnement et de la conformité au critère interne
11	N – RR – CP	Fréquence : 2 mois - Pour comparaison valeurs données par le constructeur
13	CP	Fréquence : si instabilité ou mauvaise réponse, lors du contrôle chopper
14	N – RR – CP	Fréquence : si panne sur chopper ou résultat douteux en 0
16	CP	Fréquence : 6 mois
20	CP	Pour vérification du bon fonctionnement
22	N – RR – CP	Pour vérification de la conformité au cahier des charges et valeurs données par le constructeur, vérification bon fonctionnement

O3 : contrôle scrubber

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	CP	Contrôle du scrubber via la tolérance sur le coefficient d'étalonnage
2	N – RR	
5	RR – CP	Pour vérification du bon fonctionnement de l'analyseur
6	CP	Via réponse correcte à l'étalonnage
8	CP	Fréquence : 15 jours - Pour vérification de la conformité au critère fixé en interne
9	CP	Fréquence : 15 jours
13	CP	Remplacement tous les 6 mois et contrôlé par injection d'étalon de transfert pour s'assurer de la validité des résultats
14	CP	
16	CP	Fréquence : 6 mois
21		Si anomalie

Centrale acquisition ; traitement arrondi

Réseau	Appareils contrôlés	Fréquence - Objectif – autres informations
1	CP	Fréquence : 3 ans
20	CP	
14	Air LR	Test de réception des stations d'acquisition avec simulation de valeurs fixes, calculs de moyennes quarts-horaires et vérification des valeurs retransmises jusqu'au système d'exploitation des données en mesures instantanées et en résultats quarts-horaires

Démontage de l'analyseur

10	CP	Pour nettoyage de l'analyseur
13	CP	Fréquence : lors de la révision annuelle – Pour remplacer les pièces et pour optimiser la durée de fonctionnement sans panne
14	RR – CP	RR si nécessaire Fréquence : en maintenance préventive tous les 6 mois ou 1 an Pour prévenir les pannes
16	CP	Fréquence : 1 an - Pour nettoyage
20	RR	Pour nettoyage de l'analyseur

Annexe 4

Synthèse des réponses à l'enquête : nature et fréquence des changements d'éléments / de pièces sur les analyseurs

SO2

Réseau	Lampe UV	Tube perméation	Membrane et clapets pompe	Recharge purafil / CA du filtre 0	filtre entrée échantillon	Filtre acrylique ventilateurs internes	Élément déprimogène	Joint trajet optique	Membrane électrovanne
1									
2			2 ans	1 an	1 mois	1 mois si sale			
4									
6			1 an	1 an					
7			1 an (après vérif)	6 mois					
8				6 mois			1 an		
9			1 an	1 an					
10			1 an	1 an				1 an	1 an
11	1 an		1,5 an						
13			1 an	1 an					
14			1 an, si besoin après vérif	1 an					
16			1 an	1 an					
18				1 an					
19	Prescriptions constructeur								
20	1 an			6 mois					
21				1 an					
22	2,5 ans								

NOx

Réseau	Copeaux molybdène convertisseur	Membrane et clapets pompe	CA / protection pompe	Joints ozoneur	Joints et injecteurs de chambre	Filtre protection ozoneur	Perméapur entrée ozoneur
1	2 ans						
2	En curatif	1 an					
4	6 mois AC31M 1,5 an AC32M	6 mois pour AC31M					
5	1 an AC31M, NOx2000 18 mois AC32M						
6	1 an	1 an	3 mois Nox2000 6 mois AC31M				
7	Si rendement < 95%	1 an (après vérif)	1 an	2 ans			
8	2 ans sur AC31M	1 an sur AC31M		1 an AC31M	1 an AC31M	1 an AC31M	
9	1 an su AC31M	An sur AC31M		1 an AC31M	1 an AC31M		
10	Si rendement <95%	1 an ou si chute P observée	6 mois	1 an	1 an	1 an	2 ans
11	1 an						
12	2 ans						
13	1 an	1 an	6 mois	1 an	1 an		
14	6 mois						
16		1 an		6 mois			
17	1 an						
18	1 an pour AC31M, NOx2000 AC32M : manuel préconise 2 ans mais doute TEI : pas changé	6 mois 1 sur 3	3 mois				
20	1 an		6 mois				
21			6 mois				

CO

Réseau	Filtre 0	Membrane et clapets pompe	Détecteur
1	6 mois		
2	1 an	Curatif	
6	6 mois	1 an	
7	6 mois	1 an (après vérif)	
8	6 mois		
9	1 an		
10	1 an	1 an	
14	1 an	1 an si besoin	
16	1 an	1 an	
18	1 an		
20			1 an

O3

Réseau	Grilles filtrantes/scrubber	Lampe UV	Membrane et clapets pompe	CA / /filtre zéro externe	Joint trajet optique	Membrane électrovanne
1	6 mois					
2	1 an		2 ans	1 an		
4	6 mois O341M					
5	1 an					
6	6 mois		1 an			
7	6 mois O341 M 1 an O342M					
8	6 mois O341M		1 an OZ2000			
9	6 mois O341M					
10	1 an		1 an		1 an	1 an
11		1 an				
12	1 an sauf 49C					
13	6 mois OZ2000, 1 an O341M		1 an		1 an	1 an
14	6 mois		1 an si besoin			1 an si besoin

16	6 mois		1 an			1 an
18	1 an					
20				6 mois		
21				1 an		
22	1 an					

Annexe 5

Synthèse des réponses à l'enquête : défauts les plus couramment observés, dégradations dans le temps, tests permettant d'identifier les défauts et dysfonctionnements

Réseau 1

- défauts les plus couramment observés sur appareils neufs : linéarité SO₂, linéarité NO_x, rendement four NO_x
- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : répétabilité et linéarité SO₂, répétabilité NO_x, linéarité O₃
- à priori pas de dégradation particulière avec age des appareils
- **Tests permettant de déceler les défauts** : répétabilité, linéarité, rendement four

Réseau 2

- défauts les plus couramment observés sur appareils neufs : plantage micro, carte alimentation et lampe UV HS sur AF21M et sur O342M, carte module HS sur AF22M ; problème transporteur
- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : débit ; dérive courant lampe / influence température ambiante / carte alimentation bloc lampe UV SO₂, dérive O liée au scrubber / casses pompes / scrubber défectueux O₃ ; durée de vie cartouche charbon actif (CA) / buses / communication NO_x, moteur chopper CO, redémarrage analyseur après changement catalyseur O HC, problèmes multiples BTX
- dégradation avec age des appareils : ozoneur / four / encrassement buses / saturation CA pour NO_x, lampe UV des SO₂,
- **Tests permettant de déceler les défauts** : tests annuels, cartes de contrôle, lecture paramètres physiques, calibrations mensuelles

Réseau 5

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : écart linéarité
- **Tests permettant de déceler les défauts** : vérification du débit, rendement four

Réseau 6

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : scrubber O₃ pas assez performant
- dégradation avec age des appareils : efficacité scrubber O₃ qui chute anormalement

- **Tests permettant de déceler les défauts** : répétabilité, linéarité, TPG.

Réseau 7

- défauts les plus couramment observés sur appareils neufs : répétabilité, rendement four
- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques :
- dégradation avec age des appareils : efficacité scrubber O3 qui chute anormalement
- **Tests permettant de déceler les défauts** : répétabilité, linéarité, TPG.

Réseau 8

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive au point d'échelle
- dégradation avec age des appareils : vieillissement lampes SO2 et O3
- **Tests permettant de déceler les défauts** : répétabilité, linéarité, TPG.

Réseau 9

- défauts les plus couramment observés sur appareils en retour de réparation : fuite sur circuit fluide
- dégradation avec age des appareils : instabilité 0 sur SO2, dérive stabilité 0 sur NOx, mauvaise commutation blocs électrovannes sur O3
- **Tests permettant de déceler les défauts** : la mise en parallèle de plusieurs appareils sur air ambiant permet de détecter des anomalies non détectées lors de l'injection des gaz pour étalonnage ; tests de répétabilité pour écarter appareils les plus instables, également visible sur carte contrôle ; écart de linéarité qui même faible traduit en général un problème sur l'appareil

Réseau 10

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive au point d'échelle
- dégradation avec age des appareils : dérive du courant de lampe sur SF2000, nécessitant une correction tous les 3 mois
- **Tests permettant de déceler les défauts** : calibrages automatiques réguliers (3 jours).

Réseau 11

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive, température du PM
- dégradation avec age des appareils : signal UV et mesure, pression, débit, courant lampe

- **Tests permettant de déceler les défauts** : test débit.

Réseau 12

- **Tests permettant de déceler les défauts** : injections périodiques de gaz d'essai et de transfert.

Réseau 13

- défauts les plus couramment observés sur appareils neufs: pompes défectueuses, défaut contact connecteur, remplacement carte mère, mauvaise transmission de l'offset dans la trame numérique (pas prévu par Env SA alors que le digit apparaît en face avant), faible rendement four mais dans la tolérance
- défauts les plus couramment observés sur appareils en retour de réparation : pompes défectueuses, défaut contact connecteur
- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : membranes de pompes abîmées, scrubber O3 41 M inefficace, fuite circuit fluide, oxydation raccords de pompe AC32M
- **Tests permettant de déceler les défauts** : test débit.

Réseau 14

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : SO₂ : vieillissement lampe UV, O₃ : vieillissement lampe UV et dégradation piège O₃ ; CO : dégradation cellule réf ; NO_x : dégradation membrane pompe (perte pression), perte sensibilité due à l'encrassement de la chambre optique et des restricteurs
- dégradation avec age des appareils : dérive du signal de la lampe UV ou mercure, vieillissement des détecteurs IR des CO11 M générant des instabilités de mesure
- **Tests permettant de déceler les défauts** : dérive entre 2 calibrages % écarts, dérive entre 2 calibrages et vérification de la stabilité de la mesure sur 1 h ; dysfonctionnement : sur appareils neufs pas détectés par contrôles métrologiques (valident plutôt la conformité et respect des tolérances) ; ce sont plutôt les tests préalables (transmission, lors de la mise sous tension) et les tests de vérification de la stabilité de la mesure qui détectent les problèmes : débit échantillon insuffisant, panne..).

Réseau 16

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : SO₂-SF₂1M : défaut alimentation lampe UV ; NO_x-AC31M : défaut pompe, chopper, générateur O₃, température Peltier
- dégradation avec age des appareils : dégradation des filtres UV entrée-sortie SO₂
- **Tests permettant de déceler les défauts** :

Réseau 17

- dégradation avec age des appareils : pièces mécaniques ; cartes électroniques HS en raison d'orages fréquents
- **Tests permettant de déceler les défauts :**

Réseau 20

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive du zéro, instabilité de la mesure, dérive courant lampe UV sur SF2000
- dégradation avec age des appareils : courant lampe UV sur SF2000
- **Tests permettant de déceler les défauts** : injection gaz de transfert via ligne échantillon

Réseau 21

- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive de la ligne de base, linéarité
- dégradation avec age des appareils : dérive de la température boîtier SO2
- **Tests permettant de déceler les défauts** : injection gaz de transfert via ligne échantillon

Réseau 22

- défauts les plus couramment observés sur appareils neufs : stabilité 0 et pt d'échelle, temps réponse
- défauts les plus couramment observés sur appareils en retour réparation : tension lampe UV BTEX, instabilité cellule mesure CO
- défauts les plus couramment observés lors des contrôles périodiques : dérive ligne de base, problèmes lampe UV, défaut Peltier et PM NOx AC32M, gain, fuite/dépression/pression, température cuve et interne, débit, régulation température
- dégradation avec age des appareils : vieillissement de la lampe UV et dérive du zéro SF2000, vieillissement de la lampe UV et alimentation de la lampe BTX2000, fluctuations autour du zéro OZ2000G, capteur DE012 sensible aux fluctuations de température CO2000G, PM, encrassement buses et chambre mesure NOx2000G, PM AC32M
- **Tests permettant de déceler les défauts** : étalonnage, intercomparaisons, répétabilité, linéarité, paramètres physiques MUX

Annexe 6

Organisation de la maintenance des analyseurs de la qualité de l'air dans la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur

Etude technico-économique de la maintenance des équipements de mesure de la qualité de l'air

(NOTE : les résultats de l'étude fournis ci-après ont été transmis par la région PACA ; le rapport peut être demandé à une des AASQA de la région PACA)

Airfobep, Airmaraix et Qualitair disposent d'un réseau d'analyseurs de mesure de la qualité de l'air implantés sur la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Le bon fonctionnement de ces analyseurs est assuré grâce à une maintenance appropriée et au suivi de chaque AASQA. Actuellement, cette maintenance est sous traitée. Un contrat, engageant chaque association et le sous traitant, spécifie l'organisation, les procédures et les moyens à mettre en œuvre, pour assurer une maintenance de qualité.

Pour 2006, Airfobep, Airmaraix et Qualitair envisagent deux hypothèses :

- Renouvellement de l'externalisation via une sous traitance,
- Internalisation de l'activité de maintenance.

Elles souhaitent profiter de cette échéance pour intégrer les contraintes de chaque association et le retour d'expérience acquis à travers les pratiques des années précédentes. Elles souhaitent également mettre en oeuvre les outils techniques et méthodologiques développés dans le cadre de la mission régionale « chaîne de mesure » ainsi que les pratiques de maintenance reconnues des autres AASQA au niveau national.

Pour ce faire, une étude technico-économique⁶ a été confiée au LECES pour aboutir au cahier des charges des nouvelles pratiques de la maintenance et à l'organisation la plus pertinente à mettre en place pour les réaliser.

1. OBJECTIFS DE L'ETUDE : LES 3 OBJECTIFS DE L'ETUDE SONT :

- 1- Définir les pratiques régionales de la maintenance sur la base des besoins et exigences de la période 2005-2008.
- 2- Définir les différents modes d'organisation d'une maintenance régionale.
- 3- Justifier, sur la base d'un comparatif technico-économique, les modes d'organisation de la maintenance les plus appropriés pour les trois AASQA de la région.

2. Données d'entrée : l'étude s'est appuyée sur les éléments suivants :

- **Les données techniques et économiques** relatives aux 3 associations et à leur contrats de maintenance actuels,
- **L'analyse des exigences réglementaires et normatives (directives, normes CEN, ...),**
- **Les données techniques des nouveaux outils** : le laboratoire d'étalonnage, la réception des analyseurs, la qualification des analyseurs, les moyens de contrôle à distance, ...,
- **La consultation des acteurs et des partenaires** : Les 3 associations ont été consultées pour définir et préciser leurs besoins et contraintes. Des informations ont été recueillies auprès d'autres AASQA, de l'ADEME et du LCSQA.
- **Le chiffrage** : Une consultation de sous traitants potentiels a été faite pour une ré-évaluation de l'externalisation de l'activité de maintenance.

⁶ Cette étude a été financée par l'ADEME dans le cadre du CPER

3. Données de sortie : l'étude a produit :

- **Un cahier des charges** des pratiques régionales de la maintenance des analyseurs de la qualité de l'air.
- **Des propositions de scénarii d'organisation régionale** de l'activité de maintenance des analyseurs de la qualité de l'air (internalisation/externalisation).
- **Un Comparatif technico-économique** entre les scénarii proposés avec une justification des modes d'organisation de la maintenance les plus appropriés pour les trois AASQA de la région.

4. Résultats :

Analyse des besoins : **Au préalable, un document de synthèse des besoins et exigences, en terme de maintenance des analyseurs de la qualité de l'air, a été rédigé par les trois associations.**

Acquisition des données d'entrée : Les trois associations ont été consultées par le LECES pour intégrer leurs besoins et leurs contraintes techniques liés à l'activité de la maintenance.

Consultation des acteurs et partenaires : 5 AASQA ont été consultées afin de constituer une base de données significatives pour l'évaluation des moyens et des coûts d'une maintenance internalisée.

3 entreprises ont répondu à la demande de chiffrage de la sous-traitance de l'activité de la maintenance.

4.1 Le cahier des charges

Le cahier des charges réalisé a servi à la consultation, pour un premier chiffrage, des sous traitants. Il sera utilisé pour l'appel d'offre en cas d'externalisation ou comme un plan des spécifications en cas d'internalisation.

4.2 Les scénarii d'organisation

Différents scénarii d'organisation ont été considérés. Les 6 retenus ont été définis et étudiés :

4.2.1 DESCRIPTION DES SCENARII DE MAINTENANCE INTERNALISEE

SCENARIO 1 - MAINTENANCE INTERNALISEE NON MUTUALISEE

Dans ce cas, la maintenance est réalisée individuellement par chaque AASQA. Cette organisation va nécessiter pour chaque AASQA :

- La création d'une cellule de maintenance (embauche de personnel technique et d'encadrement) et éventuellement couplé à une réorganisation interne si l'AASQA le juge utile,
- La formation du personnel embauché,
- La recherche et la location de locaux (locaux techniques et bureaux),
- La location de véhicules,
- L'achat d'équipements et d'étalon, etc....

SCENARIO 2 - MAINTENANCE INTERNALISEE MUTUALISEE

Dans ce cas, la maintenance est réalisée par une seule entité pour l'ensemble des 3 AASQA. Cette organisation va nécessiter :

- La recherche d'un site d'implantation ou de deux sites d'implantation qui permettront une optimisation des déplacements (situation géographique centrale qui tiendra compte de la position excentrée du réseau QUALITAIR et notamment de la région niçoise),
- La location de locaux (locaux techniques et bureaux),
- La constitution d'une cellule de maintenance (embauche de personnel productif et d'encadrement),
- La formation du personnel embauché,
- La location de véhicules,
- L'achat d'équipements et d'étalon.

Déplacements potentiels plus importants nécessitant une définition précise de la structure de départ.

Il est possible de faire évoluer cette structure en accordant plus d'autonomie à chaque réseau (passage au scénario 3) selon l'expérience acquise. C'est par ailleurs la solution interne qui offre le moins de risque, au départ, dans la maîtrise des équipements.

SCENARIO 3 - MAINTENANCE INTERNALISEE MIXTE

Cette solution d'organisation constitue une solution mixte entre les scénarii 1 et 2 : le personnel de maintenance de niveau 1 est géré par chaque réseau et la maintenance de niveau 2 est réalisée de façon centralisée.

Néanmoins, cette solution offre l'avantage de permettre à chaque réseau d'avoir un premier degré d'autonomie avant de demander à un système central une intervention plus lourde.

4.2.2 DESCRIPTION DES SCENARII DE MAINTENANCE EXTERNALISEE

SCENARIO 4 - MAINTENANCE EXTERNALISEE NON MUTUALISEE

Dans ce cas, la maintenance sera réalisée individuellement, pour chaque AASQA, par un prestataire extérieur.

Le prestataire extérieur peut être identique ou différent pour chaque AASQA.

SCENARIO 5 - MAINTENANCE EXTERNALISEE MUTUALISEE

Dans ce cas, la maintenance est réalisée par une seule entité pour l'ensemble des 3 AASQA. Ce mode de fonctionnement est celui qui est actuellement appliqué (contrat APAVE).

Il nécessite une bonne organisation du prestataire pour optimiser au mieux les déplacements pour intervention sur les stations.

SCENARIO 6 - MAINTENANCE EXTERNALISEE MIXTE

Cette solution d'organisation est identique à la précédente à la seule différence que le personnel de maintenance de niveau 1 est internalisé et géré par chaque réseau.

L'application de ce scénario nécessite d'être très rigoureux dans la définition des niveaux de maintenance car les missions devront être contractualisées avec le prestataire.

Le coût de cette solution n'a pas été évalué car ce scénario n'a pas été chiffré par les prestataires ayant répondu à l'appel d'offre. Les informations économiques reçues ne permettent pas d'évaluer, de façon indépendante de la prestation globale, le coût individualisé d'une maintenance de niveau 2 réalisée par un prestataire externe.

Scénarii retenus	Type d'organisation de la maintenance
Scénario 1 Maintenance internalisée non mutualisée	<p>Chaque réseau prend en charge sa maintenance.</p> <p>Avantages : Autonomie de chaque réseau, réactivité importante.</p> <p>Inconvénients : Investissement plus important que le scénario 2 car duplication d'une partie des moyens (locaux, matériel) et du personnel. Risque de développement de pratiques différentes entre les réseaux. Transmission et gestion de l'expérience plus difficile à coordonner et à maîtriser car les équipes seront réduites (2 à 4 personnes au maximum).</p>
Scénario 2 Maintenance internalisée mutualisée	<p>Un site global de maintenance est créé, le personnel intervient sur les 3 réseaux.</p> <p>Avantages : Constitution d'une équipe technique de 6 à 7 personnes qui peut constituer un point fort en maintenance pour les 3 réseaux et assurer une pérennité des savoirs et du savoir-faire. Développement d'une pratique commune de maintenance aux 3 réseaux. Réduction du coût global par rapport à la solution précédente.</p> <p>Inconvénients : Logistique lourde à coordonner nécessitant une définition précise de l'organisation et du fonctionnement. Risque de réactivité plus faible à maîtriser. Déplacements potentiels plus importants nécessitant une définition précise de la structure de départ.</p>
Scénario 3 Maintenance internalisée mixte	<p>Maintenance internalisée mutualisée pour le niveau 2 et non mutualisée pour le niveau 1.</p> <p>Avantages : Autonomie de chaque réseau pour réaliser un premier niveau de maintenance. Développement d'une pratique commune de maintenance pour le niveau 2. Coût intermédiaire entre les scénarii 1 et 2.</p> <p>Inconvénients : Coordination à assurer entre des équipes différentes pratiquant les deux niveaux de maintenance. Difficulté de définir avec précision les besoins de chaque niveau de maintenance et les moyens à y associer et donc de mettre cette solution en pratique dès 2006.</p>
Scénario 4 Maintenance externalisée non mutualisée	<p>Chaque réseau signe un contrat avec un prestataire.</p> <p>Avantages : Cette solution permet une indépendance totale de chaque AASQA et une adaptation par rapport à sa couverture géographique.</p> <p>Inconvénients : Cette organisation est sans doute financièrement la plus onéreuse.</p> <p>Perte pour les AASQA de la connaissance technique des équipements du savoir faire « maintenance ».</p>
Scénario 5 Maintenance externalisée mutualisée	<p>Un seul contrat est passé avec un prestataire.</p> <p>Ce mode de fonctionnement est celui qui est actuellement appliqué (contrat APAVE).</p> <p>Avantages : Gain financier par rapport à la situation précédente. L'investissement de départ est mieux supporté par le prestataire car il évite la redondance de matériel.</p> <p>Inconvénients : Perte pour les AASQA de la connaissance technique des équipements du savoir faire « maintenance ».</p>
Scénario 6 Maintenance externalisée mixte	<p>La maintenance de niveau 1 est faite en interne. Le reste est fait en externe.</p> <p>Avantages :</p> <p>Les avantages ou inconvénients de cette solution sont similaires au scénario 3 internalisé.</p> <p>Inconvénients : Compte tenu de l'avancée des réflexions sur le partage entre niveau 1 et niveau 2, il semble difficile de mettre cette solution en pratique dès 2006.</p> <p>Le coût de cette solution n'a pas été évalué.</p>

4.3 Le comparatif technico-économique

Coût de la maintenance internalisée

Les coûts de maintenance internalisée sont évalués pour les différents scénarii envisagés. Les postes pris en compte sont le personnel, la location de locaux, l'utilisation de véhicules de service, la formation du personnel, la consommation de gaz étalon et de pièces de rechange et un poste divers.

Les évaluations ont été réalisées à partir d'analyses des coûts communiqués par les réseaux PACA en grande partie basées sur la prestation actuelle de l'APAVE et des informations communiquées par les autres AASQA consultées.

Le coût d'un scénario de type 2 ou 3 est très voisin : c'est plus en terme de coordination d'activité que le choix doit être décidé. Dans le scénario 3, il n'est cependant pas pris en compte d'éventuelles contraintes logistiques pour le personnel de niveau 1 résidant dans chaque AASQA.

Elément pour l'évaluation du coût de la maintenance interne (prix TTC)

Réseau	Nb personnes	Total MO	Nb Véhicules	Coût véhicules	Formation	Consom. gaz	Consom. pièces	Location atelier	Divers(1)	Total
Unité		€		€	€	€	€	€	€	€
AIRFOBEP	2									
scénario 1	1 0,1	112 000	3	26 500	4 700	20 000	44 000	13 400	25 000	246 000
AIRMARAIX	2									
scénario 1	1 0,1	112 000	3	26 500	4 700	20 000	58 000	13 400	25 000	260 000
QUALITAIR	1									
scénario 1	1 0,1	75 000	2	19 600	2 900	15 000	35 000	10 800	19 000	177 000
Réseaux PACA	4									
scénario 2	2 0,3	218 000	5	49 100	9 500	49 500	124 000	28 800	47 000	526 000
Réseaux PACA	4									
scénario 3	3 0,3	248 000	4	37 300	11 000	49 500	124 000	23 000	51 000	544 000

NB : Le nombre de personnes est dans l'ordre celui des techniciens niveau 2, niveau 1 et du personnel d'encadrement

Comparatif financier prix en k€ TTC	AASOA	Budget de fonctionnement 2005	Coût de la maintenance Internalisée	Coût de la maintenance Externalisée					Gain moyen lié à l'internalisation			Gain moyen lié à l'internalisation Par rapport à 2004			Gain moyen lié à l'internalisation Par rapport à 2005		
				Fourchette de prix	Moyenne	2004	2005	En k€	% du coût de la maintenance externalisée	% du budget de fonctionnement	En k€	% du coût de la maintenance externalisée	% du budget de fonctionnement	En k€	% du coût de la maintenance externalisée	% du budget de fonctionnement	
	AIRFOBEP	1388	246	289	395	342	330	310	96	28%	7%	84	25%	6%	64	21%	5%
Maintenance	AIRMARAIX	2242	260	307	395	351	366	325	91	26%	4%	106	29%	5%	65	20%	3%
Non mutualisé	QUALITAIR	714	177	239	350	295	223	225	118	40%	16%	46	21%	6%	48	21%	7%
	Total	4344	683	835	1140	988	919	860	305	31%	7%	236	26%	5%	177	21%	4%
Maintenance Mutualisée			526	749	1052	901			375	42%	9%						
Gain moyen lié à la mutualisation	En k€		157	86	88	87											
	% du coût de la maintenance non mutualisée		23%	10%	8%	9%											
	% du budget de fonctionnement		4%	2%	2%	2%											

- Ce comparatif des coûts ne tient compte que de l'activité de maintenance des analyseurs. Il met en évidence les éléments suivants :
 - La mutualisation de la maintenance est moins coûteuse que la maintenance non mutualisée. Ceci qu'il s'agisse d'une maintenance internalisée (**~25% d'économie**) ou d'une maintenance externalisée (**~10% d'économie**).
Ce gain est dû à la mise en commun des moyens et à des économies d'échelle.
 - La maintenance internalisée est moins coûteuse que la maintenance externalisée, elle permettrait en moyenne une économie de l'ordre de **30%**.
Ce surcoût de l'externalisation est lié notamment à l'existence de la TVA et de la marge des prestataires.
Cette économie moyenne de l'internalisation représente ainsi environ **7%** du budget global de fonctionnement des trois associations.
- D'autres activités techniques liées à la surveillance de la qualité de l'air sont actuellement sous traitées. Le coût moyen annuel de ces activités techniques pour les 3 associations est de **60 K€**. Ces activités pourront être effectuées par l'équipe technique de maintenance. Ce qui représente un gain potentiel supplémentaire apporté par l'internalisation.

5. Conclusion :

- 1- L'étude préconise la mutualisation et l'internalisation. La mutualisation permet des économies non négligeables. L'internalisation permet l'amélioration et la capitalisation du savoir faire technique.
- 2- L'étude préconise le scénario d'organisation 2 pour la maintenance des analyseurs par les AASQA de la région PACA. Il s'agit d'internaliser et de mutualiser cette activité en constituant un pôle régional de maintenance.

- **Coûts :**

D'un point de vue strictement financier, ce scénario d'organisation permet de réaliser une économie de l'ordre de 30% sur le coût de la maintenance des analyseurs. D'autres économies potentielles sont envisageables grâce à l'utilisation, pour d'autres activités, de techniciens par ce scénario d'organisation.

La mise en place de l'internalisation nécessite un budget d'investissement initial.

- **Maîtrise technique :**

L'internalisation mutualisée permet la mise en place d'une équipe de maintenance garante de la maîtrise technique, de la conservation du savoir faire et du retour d'informations utiles pour la mission de surveillance des AASQA.

La mise en place et le maintien des compétences nécessitent un investissement initial dans l'embauche des personnes appropriées et dans leur formation.

- **Organisation :**

L'internalisation mutualisée implique l'organisation d'un pôle de maintenance de **7 techniciens**. Ce qui représente une augmentation de **24%** de l'effectif total actuel des salariés des trois associations. Cette organisation interne n'existe pas actuellement. Sa mise en place représente un investissement initial important pour définir les rôles, les responsabilités et le fonctionnement à la fois technique et financier.

Une phase critique de quelques mois est à prévoir pour la montée en puissance du pôle de maintenance interne pour atteindre un fonctionnement opérationnel.

Des expériences d'internalisation existent dans les AASQA au niveau national. Elles pourront inspirer la mise en place du pôle de maintenance en PACA.

L'étude E & Y propose des solutions pour organiser une mutualisation de moyens entre les AASQA de PACA. Une des solutions proposées peut être adoptée pour la maintenance.

- 3- Si l'externalisation est choisie, c'est le scénario 5 (maintenance mutualisée externalisée) qui est financièrement préconisé.

L'externalisation offre l'avantage d'un fonctionnement contractuel déjà bien maîtrisé par les AASQA.

----- *avantages*

----- *inconvénients*

Annexe 7

Fiche projet

THEME : MESURES DES POLLUANTS REGLEMENTES - APPAREILS DE MESURE AUTOMATIQUE

Etudes métrologiques sur les appareils de mesure automatiques

CONTEXTE ET OBJECTIFS

Dans le cadre des travaux du LCSQA, l'INERIS propose de poursuivre les travaux relatifs à l'évaluation des instruments de mesure de polluants atmosphériques, et à la mise en œuvre des méthodes de mesure.

Il s'agit d'aider les AASQA à choisir des matériels adaptés à leurs besoins, à optimiser l'assurance qualité de ces appareils, et à préparer la mise en application des futures normes européennes de mesure, notamment pour la mesure de O₃ et NO_x.

Plusieurs axes de travail sont proposés :

- **Etude de l'influence de l'humidité sur la mesure d'ozone :**

Les essais visant à déterminer l'influence de l'humidité sur la mesure d'ozone qui ont été réalisés en 2004 ont montré que la sensibilité à l'humidité était liée, pour certains appareils, à l'état du scrubber.

Il est donc proposé de tester des scrubbers ayant différentes durées d'utilisation, afin d'estimer la dérive de la sensibilité des analyseurs à l'humidité dans le temps. Ceci permettra aux utilisateurs de prendre en compte cette dérive de la mesure due à la sensibilité à l'humidité, et de corriger les écarts éventuels, ainsi que de prévoir la périodicité de changement du scrubber permettant de maintenir les écarts et l'incertitude de mesure à un niveau acceptable.

- **Correction des mesures de concentration de NO₂ et O₃ :**

Les normes de référence EN 14211 et 14625 pour la mesure des concentrations en NO/NO_x et O₃ prévoient une correction des mesures pour tenir compte de la réaction entre le NO et l'O₃ dans la ligne d'échantillonnage. Cette correction est basée sur l'application d'une formule de calcul, dont l'origine et la validité reste inconnue.

Il est donc proposé de vérifier la formule de calcul et d'étudier les paramètres influents sur les pertes d'O₃ et l'augmentation de la teneur en NO₂. Ceci devrait permettre d'établir des recommandations sur la conception des lignes d'échantillonnage.

- **Proposition d'harmonisation des contrôles d'analyseurs (étude 2004-2005) :**

Au cours de leur "vie", les analyseurs subissent un certain nombre de contrôles : lors de la fabrication, le cas échéant lors d'une évaluation de l'appareil par un laboratoire, à réception par l'utilisateur, et dans le cadre de la maintenance préventive effectuée par l'utilisateur.

L'objectif de l'étude est de recenser les différents contrôles effectués du fabricant à l'utilisateur, afin de rendre compte des différentes pratiques et de faire partager le retour d'expérience en terme d'impact sur la qualité de la mesure de ces contrôles ; il sera ainsi possible de proposer des voies d'optimisation de l'organisation et de l'étendue de ces contrôles en ce qui concerne les moyens à mettre en œuvre, et l'impact sur le maintien des caractéristiques de performance des appareils qui doivent être et rester conformes aux prescriptions normatives et réglementaires.

- **Certification française des instruments de mesure :**

Le système de certification française des appareils de mesures environnementales a été mis en place en 2003, dans l'attente de la future certification européenne. Il est important que le règlement de la marque NFIE "Instrumentation pour l'Environnement" évolue parallèlement aux travaux de normalisation du groupe de travail européen CEN/TC264/WG22 "certification" pour que le système français soit reconnu à l'échelon européen, que les exigences soient conformes à celles demandées dans les normes décrivant les méthodes de mesure, et que la marque offre une garantie de performance des appareils certifiés pour les utilisateurs.

TRAVAUX PROPOSES POUR 2005

1. Influence de l'humidité sur la mesure d'ozone

Les tests de sensibilité des analyseurs d'ozone à l'humidité menés en 2004 ont mis en évidence que l'influence sur la réponse de l'analyseur est liée, pour certains appareils, au scrubber et dépend de l'état de celui-ci : la sensibilité à l'humidité est variable selon que le scrubber est neuf ou pas.

L'étude a pour objectif d'évaluer l'évolution de la sensibilité des analyseurs à l'humidité en fonction du vieillissement du scrubber. Ceci permettra aux utilisateurs d'estimer si une correction des écarts de réponse éventuels est nécessaire, et de donner des recommandations en terme de fréquence avec laquelle les scrubbers doivent être changés pour respecter le critère de sensibilité à l'humidité donné dans la norme EN 14625 (sensibilité < 10 ppb à 80 % d'humidité relative).

Pour ce faire, des scrubbers d'analyseurs ayant différents temps d'utilisation seront récupérés auprès d'AASQA (échange avec des scrubbers neufs) pour les deux modèles d'analyseurs les plus utilisés. Les tests de sensibilité à l'humidité seront effectués sur deux analyseurs (un de chaque modèle), qui seront équipés successivement des différents scrubbers collectés.

Les essais seront réalisés en deux étapes : une première série d'essais sera réalisée au cours du dernier trimestre 2005, avec des scrubbers de 6 mois (changés entre mars et avril), puis une seconde série d'essais sera effectuée, en 2006, sur des scrubbers de 3 mois ou de 12 mois, en fonction des premiers résultats obtenus. ,

Collaborations : AASQA

2. Correction des mesures de concentration de NO₂ et O₃

La formule de calcul donnée dans les normes EN 14211 et EN 14625 (formule issue de la norme ISO 13964) pour tenir compte de la réaction entre O₃ et NO dans la ligne d'échantillonnage, montre que pour une augmentation du temps de séjour de l'air prélevé dans les canalisations précédant la cellule de mesure de 2 à 10 secondes, les pertes en O₃ peuvent être multipliées par 3, la teneur en NO₂ étant en parallèle surestimée.

La correction à appliquer dépend des concentrations respectives en O₃ et NO, et du temps de séjour de l'air prélevé dans la ligne d'échantillonnage.

Aujourd'hui, cette formule de calcul ne fait pas l'objet de travaux de validation connus et les AASQA n'effectuent pas de correction systématique.

Il est donc proposé de :

- réaliser une étude bibliographique de la cinétique chimique du NO/O₃ ainsi que de la réaction inverse NO₂/O₂
- vérifier la formule de calcul et étudier les paramètres influents (ratio NO/O₃, temps de séjour, température, matériau de la ligne d'échantillonnage...), en mettant en œuvre des essais par génération de mélanges NO/O₃ et comparaison de la réponse de 2 analyseurs, l'un servant de référence, l'autre étant précédé d'une ligne d'échantillonnage ayant différentes configurations
- calculer les biais de mesure réalisés dans les AASQA compte tenu de la configuration des lignes d'échantillonnage,
- établir des recommandations pour la conception des lignes d'échantillonnage

3. Harmonisation des contrôles d'analyseurs

Une enquête a été menée en 2004 auprès des AASQA afin de faire le point sur les contrôles que les associations effectuent à réception d'analyseur neuf, en retour de réparation et en maintenance préventive.

Une enquête concernant les contrôles effectués par les fabricants a été menée en parallèle.

En 2005 il est prévu de poursuivre la collecte des informations auprès d'organismes de surveillance de la qualité de l'air des pays voisins et de procéder à une synthèse de l'ensemble des données.

L'analyse des données permettra de rendre compte des différentes pratiques au sein des réseaux, de faire partager le retour d'expérience en terme d'impact sur la qualité de la mesure de ces contrôles, et en terme de moyens à mettre en œuvre. La finalité est de proposer des voies d'optimisation de l'organisation des contrôles (qui fait quoi) pour limiter les coûts d'exploitation et les redondances, en assurant la conformité aux exigences normatives et réglementaires.

Collaborations : AASQA, EMD, LNE, ADEME, fabricants d'appareils

4. Evolution de la certification des instruments de mesure dans l'environnement

La certification mise en place au niveau français en 2003 en collaboration avec le LNE et l'AFNOR, permet à la France de disposer de son référentiel à l'instar de l'Allemagne et de la Grande-Bretagne, et ainsi de faire valoir son expérience dans le domaine.

Le règlement de certification et les essais à mettre en œuvre doivent cependant évoluer pour anticiper la future certification européenne, qui sera basée sur les référentiels en cours d'élaboration au sein du groupe de normalisation européenne CEN/TC 264/WG22.

Collaborations : LNE

DUREE DES TRAVAUX

Il s'agit d'un programme permanent du LCSQA consacré aux appareils automatiques de surveillance des polluants gazeux réglementés.