



Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Assistance aux AASQA pour les calculs d'incertitude

NOVEMBRE 2011

Tatiana Macé (LNE)
François Mathé (EMD)
Cécile Raventos (INERIS)





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 et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique supportés financièrement par la Direction Générale de l'énergie et du climat du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) 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.

**LABORATOIRE NATIONAL DE METROLOGIE
ET D'ESSAIS**

Pôle Chimie et Biologie

**Assistance aux AASQA pour les calculs
d'incertitude**

Tatiana MACE

Convention n° : 2200460202

Novembre 2011

ECOLE DES MINES DE DOUAI
DEPARTEMENT CHIMIE ET ENVIRONNEMENT

**Assistance aux AASQA pour les calculs
d'incertitude**

François MATHE

Convention n° : 2200460208

Novembre 2011

**INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL
ET DES RISQUES**

DIRECTION DES RISQUES CHRONIQUES

Unités

**Chimie, métrologie, essais
et Sources et Emissions**

**Assistance aux AASQA pour les calculs
d'incertitude**

**Maxime BEAUCHAMP
Cécile RAVENTOS**

**Programme 2011
DRC-12-118186-00453A**

Novembre 2011

RESUME

Au niveau réglementaire, les directives européennes relatives à la surveillance de la qualité de l'air fixent des seuils d'incertitude sur les concentrations mesurées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) « au voisinage de la valeur limite appropriée ».

Il est donc nécessaire d'évaluer les incertitudes associées aux mesurages. Aussi, les normes décrivant les méthodes de mesure, élaborées depuis 2005, intègrent-elles des procédures ou des exemples d'estimation de ces incertitudes. Une lecture attentive de ces normes montre qu'elles ne sont cependant pas très faciles d'application et qu'elles peuvent être interprétées de diverses façons, ce qui peut conduire à des résultats très différents.

Par conséquent, pour répondre aux exigences des directives et aider les AASQA à estimer leurs incertitudes sur la base de procédures harmonisées, le LCSQA a rédigé un guide pratique pour estimer l'incertitude sur les mesures effectuées à l'air ambiant. Ce guide est structuré en huit parties, correspondant chacune à une technique de mesure particulière applicable à un ou plusieurs composés. Une fois finalisées, les différentes parties ont été validées en Commission de normalisation X43D « Air ambiant » de l'AFNOR et publiées sous forme de fascicules de documentation.

Il a également été élaboré un document de « Recommandations techniques pour la mise en œuvre de la partie 2 du guide d'estimation des incertitudes portant sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ et CO réalisés sur site ».

Dans le cadre de l'assistance aux AASQA pour le calcul des incertitudes, la mission du LCSQA en 2011 a porté sur les 2 points suivants :

- Etat des lieux sur les estimations des incertitudes de mesure réalisées par les AASQA en se basant sur les fascicules de documentation AFNOR ;
- Développement d'une démarche pour l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles, jusqu'alors traitée de façon théorique et pas assez explicite et documentée dans les différentes parties du guide.

L'état des lieux sur les estimations des incertitudes de mesure réalisées par les AASQA en se basant sur les fascicules de documentation AFNOR a été effectuée par le biais d'une enquête menée auprès des AASQA. Vingt trois AASQA ont répondu à cette enquête dont les conclusions sont les suivantes :

- ✓ Mise en œuvre des calculs d'incertitude conformément aux fascicules de documentation :
 - Mesures automatiques de SO₂, NO/NO_x/NO₂, O₃ et CO : il est important de souligner que plus de la moitié des AASQA ont réalisé les calculs d'incertitude. Pour les autres, la démarche est initiée.

Les principales remarques mentionnées concernent :

- Une crainte de la part de certaines AASQA, d'une hétérogénéité des valeurs d'incertitude entre les différentes associations en raison de postulats différents retenus. Il est normal que les modes d'évaluation des incertitudes puissent varier en fonction notamment du retour d'expérience et de la gestion métrologique de chaque AASQA, mais au final, les valeurs d'incertitudes fournies dans le cadre de la présente enquête montrent des niveaux du même ordre de grandeur.
- Un manque de données notamment sur les plages de variation de paramètres d'influence, les valeurs de ces paramètres et les concentrations en mesurande appliquées lors des tests d'évaluation des analyseurs, données nécessaires pour le calcul des incertitudes : le guide de recommandation mentionné ci-dessus fournit les éléments manquants.

- Mesures de benzène par tubes à diffusion et pompage (FD X43-070-3 et FD X43-070-5) : très peu d'AASQA ont réalisé le calcul. L'enquête ne permet pas de déterminer si la non-estimation des incertitudes sur le benzène est due à des données manquantes liées au prélèvement ou à l'incertitude d'analyse.
 - Mesures de NO₂ sur tubes à diffusion : très peu d'AASQA ont réalisé le calcul.
 - Mesures des particules : le nombre d'AASQA ayant fait les calculs est très limité (6 sur 23 AASQA ayant répondu). Le principal obstacle semble être la connaissance de la valeur de la reproductibilité de la méthode de mesure. A noter que par défaut, il pourrait être utilisé les écarts-types de reproductibilité déterminés lors des campagnes de démonstration de l'équivalence des méthodes automatiques (par préleveurs par microbalance à variation de fréquence et par jauges radiométriques par absorption de rayonnement β) à la méthode de référence (méthode gravimétrique au moyen de préleveurs séquentiels sur filtre) fournis dans le fascicule de documentation FD X43-070-7.
 - Mesures de métaux et de HAP: respectivement 1 et 2 AASQA ont déclaré avoir évalué leur incertitude. L'enquête ne permet pas de déterminer si la non-estimation des incertitudes sur le benzène est due à des données manquantes liées au prélèvement ou à l'incertitude d'analyse.
- ✓ Estimation de l'incertitude associée aux concentrations moyennes, en cas de couverture incomplète de la période de moyennage visée : l'enquête a montré que les fascicules de documentation ne sont pas suffisamment détaillés pour permettre aux AASQA d'estimer ces incertitudes, et que la norme NF ISO 11222¹, qui définit une méthode d'estimation de l'incertitude associée à une moyenne temporelle en tenant compte des données manquantes, présente certaines limites d'application. En conséquence, il est apparu nécessaire d'explicitier davantage la mise en œuvre de la norme NF ISO 11222 en soulignant ses limites, et de développer une autre approche lorsque la norme NF ISO 11222 n'est pas applicable.
 - ✓ Recensement d'un besoin d'aide en termes d'outils informatiques pour le traitement des données et l'estimation des incertitudes : les tableaux excel des exemples numériques des guides peuvent être fournis à la demande à titre de base de travail, mais doivent être adaptés aux pratiques spécifiques de chaque AASQA, car ces tableaux ne peuvent pas couvrir toutes les approches métrologiques, de gestion et de mise en œuvre des matériels de mesure. Par conséquent, il n'est pas possible de prévoir des listes de choix exhaustives, ni d'effectuer une validation des fichiers qui serait adaptée à tous les cas.
 - ✓ Non-réception des fascicules de documentation AFNOR par certaines AASQA.
Pour rappel, les parties 1 à 5 ont été envoyées par le LCSQA-LNE à chaque AASQA courant 2007 ; les parties 6 à 8 sont parues en mai 2011 sous la forme de fascicules de documentation AFNOR et devraient être envoyées prochainement par le LCSQA aux AASQA.
Néanmoins, toutes les parties sont disponibles sous la forme de rapports sur le site du LCSQA.

Pour répondre au besoin exprimé au travers de l'enquête, des travaux ont été menés sur l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles.

Dans la norme NF ISO 11222, il est défini une incertitude $u_s^2(\overline{C_T})$ liée à une couverture incomplète de la période de moyennage par les concentrations $C_{ind,j}$. Cependant, les résultats d'études menées par certaines AASQA montrent que ce calcul est adapté pour l'estimation de l'incertitude due aux données manquantes sur les moyennes « long terme » (mensuelles et annuelles), mais pas à celle due aux données manquantes sur les moyennes « court terme » (horaires, 8 heures et journalières).

Outre la nécessité d'explicitier davantage le mode de calcul proposé par la norme NF ISO 11222 pour estimer l'incertitude associée à une moyenne temporelle en cas de données manquantes, la référence à cette méthode dans différentes parties du guide étant actuellement insuffisante pour être appliquée, par les AASQA, il a été décidé de développer une autre méthodologie, plus adaptée au cas des périodes de moyennage les plus courtes : moyennes horaires, 8 heures et journalières.

¹Norme NF ISO 11222 Qualité de l'air - Détermination de l'incertitude de mesure de la moyenne temporelle de mesurages de la qualité de l'air

SOMMAIRE

1. CONTEXTE	1
1.1 REDACTION DE GUIDES D'ESTIMATION DES INCERTITUDES	1
1.2 ORGANISATION DE SESSIONS DE FORMATION ET REDACTION D'UN GUIDE DE RECOMMANDATIONS TECHNIQUES PORTANT SUR LES MESURAGES AUTOMATIQUES DE SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ ET CO REALISES SUR SITE	4
2. OBJECTIFS 2011	5
3. ETAT DES LIEUX SUR LES ESTIMATIONS DES INCERTITUDES DE MESURE REALISEES PAR LES AASQA EN SE BASANT SUR LES FASCICULES DE DOCUMENTATION AFNOR.....	6
3.1 DEMARCHE.....	6
3.2 CONCLUSIONS DE L'ENQUETE	6
4. DEVELOPPEMENT D'UNE DEMARCHE POUR L'ESTIMATION DES INCERTITUDES SUR LES MOYENNES TEMPORELLES.....	8
4.1 PROBLEMATIQUE	8
4.2 OBJECTIF	9
4.3 DESCRIPTION DE LA METHODE	9
4.4 CONCLUSIONS.....	14
5. PERSPECTIVES	14
6. ANNEXES.....	15
6.1 ANNEXE 1 : PROGRAMME DE TRAVAIL 2011	15
6.2 ANNEXE 2 : SYNTHESE DE L'ENQUETE SUR L'ESTIMATION DES INCERTITUDES MENEES AUPRES DES AASQA.....	17
6.3 ANNEXE 3 : COMPOSITION DU GT « INCERTITUDES ».....	40
6.4 ANNEXE 4 : RELEVÉ DE DECISIONS DE LA REUNION DU 9 JUIN 2011 DU SOUS-GROUPE DE TRAVAIL DU GT « INCERTITUDES »	41
6.5 ANNEXE 5 : RELEVÉ DE DECISIONS DE LA REUNION DU 10 NOVEMBRE 2011 DU SOUS-GROUPE DE TRAVAIL DU GT « INCERTITUDES ».....	44

1. CONTEXTE

1.1 REDACTION DE GUIDES D'ESTIMATION DES INCERTITUDES

Au niveau réglementaire, les directives européennes relatives à la surveillance de la qualité de l'air fixent des seuils d'incertitude sur les concentrations mesurées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) « au voisinage de la valeur limite appropriée ».

Il est donc nécessaire d'évaluer les incertitudes associées aux mesurages. Aussi les normes décrivant les méthodes de mesure, élaborées depuis 2005, intègrent-elles des procédures ou des exemples d'estimation de ces incertitudes. Une lecture attentive de ces normes montre qu'elles ne sont pas très faciles d'application et qu'elles peuvent être interprétées de diverses façons, ce qui peut conduire à des résultats très différents.

Par conséquent, pour répondre aux exigences des directives et aider les AASQA à estimer leurs incertitudes sur la base de procédures harmonisées, le LCSQA a rédigé un guide pratique pour estimer l'incertitude sur les mesures effectuées à l'air ambiant. L'approche est basée sur les normes et documents existants, et en particulier sur les méthodes de calcul proposées dans les normes européennes rédigées par les groupes de normalisation CEN TC 264/WG12 « Reference method for determination of SO₂/NO₂/O₃/CO in ambient air » et CEN TC 264/WG13 « reference method for determination of benzene ».

Ce guide est structuré en huit parties, correspondant chacune à une technique de mesure particulière applicable à un ou plusieurs composés.

Une fois finalisées, les différentes parties ont été validées en Commission de normalisation X43D « Air ambiant » de l'AFNOR et publiées sous forme de fascicules de documentation.

Le domaine d'application des huit parties du guide, leurs dates de parution sous forme de fascicules de documentation normatifs et leurs références, sont résumés dans le tableau ci-après.

suite du rapport page suivante

Thématique	Guide LCSQA (disponible sur le site du LCSQA)	Fascicule de documentation (AFNOR)		
		Référence	Intitulé	Date de parution
Généralités sur les incertitudes	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Généralités sur les incertitudes" Partie 2/6 de novembre 2006 (version finale)	FD X43-070-1	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 1 : Généralités sur les incertitudes	Avril 2007
Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ et CO réalisés sur site	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ et CO réalisés sur site" Partie 3/6 de novembre 2006 (version finale)	FD X43-070-2	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO ₂ , NO, NO ₂ , NO _x , O ₃ et CO réalisés sur site	Avril 2007
Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse" Partie 2/6 de novembre 2008 (version finale)	FD X43-070-3	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 3 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	Décembre 2008
Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire" Partie 3/5 de novembre 2007 (version finale)	FD X43-070-4	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 4 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire	Juin 2008
Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse" Partie 4/6 de novembre 2008 (version finale)	FD X43-070-5	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 5 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	Décembre 2008

Tableau 1 : Synthèse des guides d'estimation des incertitudes

Thématique	Guide LCSQA (disponible sur le site du LCSQA)	Fascicule de documentation (AFNOR)		
		Référence	Intitulé	Date de parution
Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique" Partie 2/5 de novembre 2010 (version finale)	FD X43-070-6	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 6 : Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique	Mai 2011
Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ " Partie 3/5 de novembre 2010 (version finale)	FD X43-070-7	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 7 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀	Mai 2011
Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀	Rapport "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude - Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ " Partie 4/5 de novembre 2010 (version finale)	FD X43-070-8	Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 8 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀	Mai 2011

Tableau 1 (suite) : Synthèse des guides d'estimation des incertitudes

1.2 ORGANISATION DE SESSIONS DE FORMATION ET REDACTION D'UN GUIDE DE RECOMMANDATIONS TECHNIQUES PORTANT SUR LES MESURAGES AUTOMATIQUES DE SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ ET CO REALISES SUR SITE

En 2008 et 2009, le LCSQA a organisé cinq sessions de formation à l'estimation des incertitudes pour aider les AASQA à mettre en application la partie 2 du guide portant sur le calcul des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ et CO réalisés sur site, et pour harmoniser les pratiques d'estimation des incertitudes au sein des AASQA.

Il a été fixé en priorité une formation sur cette partie du guide car les mesurages de ces composés sont mis en œuvre par toutes les AASQA, alors que d'autres parties du guide portent sur des méthodes de mesure (ex : mesurage de benzène et de dioxyde d'azote par prélèvement sur tube passif) qui ne sont appliquées que par un nombre limité d'AASQA.

Cette formation comportait 3 volets :

- ✓ Une première partie portant sur la traçabilité des mesurages effectués dans le cadre de la surveillance de la Qualité de l'Air,
- ✓ Une présentation générale des différentes parties du guide et la démarche d'estimation des incertitudes mise en œuvre dans le domaine de la Qualité de l'Air,
- ✓ Une troisième partie détaillant la méthode d'estimation des incertitudes avec un exemple d'application à une mesure d'ozone dans l'air ambiant.

Les points développés étaient les suivants :

- La modélisation du processus de mesure,
- La détermination des incertitudes-types prises en compte,
- La prise en compte des données manquantes pour le calcul des concentrations moyennes,
- L'expression du résultat de mesure,
- Le cas particulier du mesurage du NO₂.

Pour finir, il était comparé l'estimation des incertitudes de mesure par calcul (méthode GUM) à l'approche par comparaisons interlaboratoires.

Un membre d'une AASQA ayant participé au GT « incertitudes » présentait également une synthèse des calculs d'incertitude réalisés pour les mesurages automatiques au sein de différentes AASQA ayant déjà mis en œuvre la partie 2 du guide, les difficultés rencontrées lors de l'établissement de ces budgets d'incertitudes, et les questions qui se posaient sur la détermination des caractéristiques de performance des appareils.

Le support de formation (transparents distribués aux participants) est disponible sur le site internet du LCSQA.

Le retour d'expérience des AASQA au cours des sessions de formation et les questions posées ont montré que certains points n'étaient pas suffisamment explicites et que d'autres pouvaient être sujets à interprétation, ce qui posait des difficultés de mise en œuvre de la procédure d'estimation de l'incertitude et d'harmonisation des pratiques entre AASQA.

Il a donc été élaboré, par un sous-groupe de travail du GT "Incertain" composé d'AIRPARIF, d'ATMO Franche Comté, d'ATMO Poitou Charentes et du LCSQA, un guide de « recommandations techniques pour la mise en œuvre de la partie 2 du guide complémentaire au fascicule de documentation AFNOR FD X 43-070-2 ». Il a été finalisé en 2010.

Ce document apporte des recommandations sur :

- ✓ Les essais à effectuer pour obtenir les données nécessaires à l'estimation de l'incertitude des différentes contributions (modes opératoires),
- ✓ Le traitement statistique des données associées,
- ✓ Les données à utiliser concernant les caractéristiques métrologiques des analyseurs ayant fait l'objet de certification (valeurs tirées des rapports d'approbation de type disponibles) ; une des difficultés est que les résultats des tests d'évaluations pour déterminer les caractéristiques de performance des appareils ne sont pas toujours exploités ni présentés de la même façon d'un rapport d'approbation de type à l'autre (par exemple dans certains cas, il est présenté un tableau récapitulatif pour chacun des deux appareils testés, dans d'autres un seul tableau dont on ne sait pas toujours s'il s'agit de résultats moyens ou du résultat le plus élevé entre les deux appareils testés) ; il convenait donc de récapituler les caractéristiques de performance de chaque modèle d'appareil sur une base identique d'exploitation des résultats, afin de faciliter l'établissement des budgets d'incertitude et de permettre la comparaison entre les modèles d'appareils,
- ✓ Les plages de variation des paramètres d'influence sur la mesure pouvant être appliquées par défaut (par exemple : pour la tension électrique d'alimentation).

Ce document fait l'objet du rapport LCSQA intitulé "Rédaction de guides pratiques de calcul d'incertitude et formation des AASQA - Recommandations techniques pour la mise en œuvre de la partie 2 du guide d'estimation des incertitudes portant sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ et CO réalisés sur site" de novembre 2010.

2. OBJECTIFS 2011

Dans le cadre de l'assistance aux AASQA pour le calcul des incertitudes, la mission du LCSQA en 2011 a porté sur les 2 points suivants :

- ✓ Etat des lieux sur les estimations des incertitudes de mesure réalisées par les AASQA en se basant sur les fascicules de documentation AFNOR ;
- ✓ Développement d'une démarche pour l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles dans le cas d'une couverture incomplète des données sur la période de moyennage ; cet aspect était en effet traité de façon théorique et pas assez explicite et documentée dans les différentes parties du guide ; en outre il s'avère que la norme NF ISO 11222² sur laquelle la méthodologie de calcul s'appuie n'est pas toujours appropriée pour les périodes de moyennage les plus courtes : moyennes horaires à journalières.

NOTE Le programme de travail défini initialement pour l'année 2011 est fourni en annexe 1.

Par ailleurs, lors des réunions de travail, il a été discuté de l'interprétation à donner à l'exigence de la Directive européenne « concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe », concernant le seuil d'incertitude réglementaire à respecter. Il est noté dans la Directive que : « les pourcentages relatifs à l'incertitude sont donnés pour des mesures individuelles, en moyenne sur la période considérée pour la valeur limite (ou la valeur cible dans le cas de l'ozone), pour un degré de fiabilité de 95 % ; pour les mesures fixes, l'incertitude doit être interprétée comme étant applicable dans la plage de la valeur limite appropriée (ou la valeur cible dans le cas de l'ozone) ».

² Norme NF ISO 11222 Qualité de l'air - Détermination de l'incertitude de mesure de la moyenne temporelle de mesurages de la qualité de l'air

Il a été conclu que c'est la moyenne des incertitudes associées aux concentrations mesurées dans la région de la valeur limite qui doit être comparée au seuil d'incertitude à respecter (et non pas l'incertitude associée à la moyenne temporelle).

Ce qui signifie que pour répondre aux objectifs de qualité de la direction européenne, il est nécessaire de :

- ✓ Définir les « régions autour des valeurs limites » : il est considéré qu'elles correspondent à la valeur limite \pm le seuil d'incertitude ;
- ✓ Considérer uniquement les valeurs de concentrations comprises dans ces régions pour le calcul de la moyenne des incertitudes ;
- ✓ Calculer la moyenne des incertitudes absolues de ces valeurs ;
- ✓ Calculer la valeur relative de cette incertitude par rapport à la moyenne des concentrations prises en compte ;
- ✓ Comparer l'incertitude relative ainsi obtenue avec les objectifs de qualité de la directive européenne.

Ce point sera précisé dans le fascicule FD X43-070-1 sur les généralités lors de sa révision prévue d'ici 2013.

Il n'en reste pas moins qu'il est nécessaire de calculer des moyennes temporelles pour comparaison aux valeurs limites et valeurs cibles, et qu'il convient donc de connaître l'incertitude associée à ces moyennes, en prenant en compte, le cas échéant la contribution liée aux données manquantes.

3. ETAT DES LIEUX SUR LES ESTIMATIONS DES INCERTITUDES DE MESURE REALISEES PAR LES AASQA EN SE BASANT SUR LES FASCICULES DE DOCUMENTATION AFNOR

3.1 DEMARCHE

Afin d'effectuer un état des lieux sur les estimations des incertitudes de mesure réalisées par les AASQA en se basant sur les fascicules de documentation AFNOR, le LCSQA a réalisé une enquête qui a consisté en un envoi d'un formulaire par courrier électronique à l'ensemble des AASQA en mars 2011.

Cette enquête peut être considérée comme représentative de l'ensemble des AASQA, puisque 23 d'entre elles y ont répondu, à savoir : AIRLOR, AIR LR, ATMO NPDC, ATMO RA, ORA – La Réunion, ATMO CA, AIRAQ, LIGAIR, AIRFOBEP, QUALITAIR Corse, ASPA, AIRCOM, ATMOSFAIR Bourgogne, ATMO PC, ATMO Auvergne, AIR PL, ATMO Franche Comté, AIR Normand, Madinair, ORA Guyane, AIR APS, ORAMIP et AIRPARIF.

Les réponses reçues ont fait l'objet d'une synthèse qui se présente sous la forme de tableaux fournis en annexe 2.

3.2 CONCLUSIONS DE L'ENQUETE

Les conclusions de cette enquête sont les suivantes :

- ✓ Les principaux points concernant la mise en œuvre des calculs d'incertitude conformément aux fascicules de documentation sont explicités ci-après pour chaque type de polluant.

- Mesures automatiques de SO₂, NO/NO_x/NO₂, O₃ et CO : il est important de souligner que plus de la moitié des AASQA ont réalisé les calculs d'incertitude. Pour les autres, la démarche est initiée.

Les principales remarques mentionnées concernent :

- Une crainte par certaines AASQA, d'une hétérogénéité des valeurs d'incertitude entre les différentes associations en raison de postulats différents retenus. Il est normal que les modes d'évaluation des incertitudes puissent varier en fonction notamment du retour d'expérience et de la gestion métrologique de chaque AASQA, mais au final, les valeurs d'incertitudes fournies dans le cadre de la présente enquête montrent des niveaux du même ordre de grandeur.
 - Un manque de données notamment sur les plages de variation de paramètres d'influence, les valeurs de ces paramètres et les concentrations en mesurande appliquées lors des tests d'évaluation des analyseurs, données nécessaires pour le calcul des incertitudes : le guide de recommandation mentionné au paragraphe 1.2 fournit les éléments manquants.
- Mesures de benzène par tubes à diffusion et pompage (FD X43-070-3 et FD X43-070-5) : très peu d'AASQA ont réalisé le calcul. L'enquête ne permet pas de déterminer si la non-estimation des incertitudes sur le benzène est due à des données manquantes liées au prélèvement ou à l'incertitude d'analyse.
 - Mesures de NO₂ sur tubes à diffusion : très peu d'AASQA ont réalisé le calcul.
 - Mesures des particules : le nombre d'AASQA ayant fait les calculs est très limité (6 sur 23 AASQA ayant répondu). Le principal obstacle semble être la connaissance de la valeur de la reproductibilité de la méthode de mesure. A noter que par défaut, il pourrait être utilisé les écarts-types de reproductibilité déterminés lors des campagnes de démonstration de l'équivalence des méthodes automatiques (par préleveurs par microbalance à variation de fréquence et par jauges radiométriques par absorption de rayonnement β) à la méthode de référence (méthode gravimétrique au moyen de préleveurs séquentiels sur filtre), fournis dans le fascicule de documentation FD X43-070-7.
 - Mesures de métaux et de HAP: respectivement 1 et 2 AASQA ont déclaré avoir évalué leur incertitude. L'enquête ne permet pas de déterminer si la non-estimation des incertitudes sur le benzène est due à des données manquantes liées au prélèvement ou à l'incertitude d'analyse.
- ✓ Concernant le calcul de l'incertitude associée aux concentrations moyennes, en cas de couverture incomplète de la période de moyennage visée, l'enquête a montré que les fascicules de documentation ne sont pas suffisamment détaillés pour permettre aux AASQA d'estimer ces incertitudes, et que la norme NF ISO 11222 qui définit une méthode d'estimation de l'incertitude associée à une moyenne temporelle en tenant compte des données manquantes, présente certaines limites d'application. En conséquence, il est apparu nécessaire d'explicitier davantage la mise en œuvre de la norme NF ISO 11222 et ses limites, et de développer une autre approche lorsque la norme NF ISO 11222 n'est pas applicable.
 - ✓ Certaines AASQA ont mentionné un besoin d'aide en termes d'outils informatiques pour le traitement des données et l'estimation des incertitudes. Les tableaux excel des exemples numériques des guides peuvent être fournis à la demande à titre de base de travail, mais doivent être adaptés aux pratiques spécifiques de chaque AASQA, car ces tableaux ne peuvent pas couvrir toutes les approches métrologiques, de gestion et de mise en œuvre des matériels de mesure, applicables. Par conséquent, il n'est pas possible de prévoir des listes de choix exhaustives, ni d'effectuer une validation des fichiers qui serait adaptée à tous les cas.

- ✓ Il a été noté à plusieurs reprises que les fascicules de documentation AFNOR n'avaient pas été reçus par certaines AASQA.
Pour rappel, les parties 1 à 5 ont été envoyées par le LCSQA-LNE à chaque AASQA courant 2007 ; les parties 6 à 8 sont parues en mai 2011 sous la forme de fascicules de documentation AFNOR et devraient être envoyées prochainement par le LCSQA aux AASQA.
Néanmoins, toutes les parties sont disponibles sous la forme de rapports sur le site du LCSQA.

4. DEVELOPPEMENT D'UNE DEMARCHE POUR L'ESTIMATION DES INCERTITUDES SUR LES MOYENNES TEMPORELLES

4.1 PROBLEMATIQUE

La prise en compte de la couverture temporelle par la norme NF ISO 11222 suit une approche statistique simple en considérant que les données manquantes sont aléatoirement distribuées.

Dans cette approche, le calcul de l'incertitude associée aux moyennes avec couverture temporelle incomplète, noté $u_s(\overline{C_T})$ est donc défini comme suit :

$$u_s(\overline{C_T}) = s(C_i) \times \sqrt{\left(1 - \frac{N}{N_{max}}\right) \times \frac{1}{N}}$$

avec $u_s(\overline{C_T}) = s(C_i) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \times \sum_{i=1}^N (C_i - \overline{C_T})^2}$

Où :

- $u_s(\overline{C_T})$ l'incertitude liée à une couverture incomplète de la période de moyennage T par les concentrations C_i ,
- N_{max} le nombre de résultats de mesurage correspondant à une couverture totale de la période de moyennage T ,
- N le nombre de mesurages obtenus sur la période de moyennage T ,
- $s(C_i)$ l'écart-type de la série des N résultats de mesurage utilisés pour calculer la moyenne temporelle.

La principale limite de cette approche est qu'elle n'est applicable que si les données utilisées pour calculer la moyenne temporelle sont représentatives de la structure temporelle du mesurande sur la période de moyennage considérée. Or des tests sur des jeux de données montrent que la variabilité d'un jeu de données avec des données manquantes peut varier sensiblement de celle de la série complète. Il en résulte que l'intervalle de confiance construit autour de la moyenne tronquée peut ne pas contenir la moyenne réelle, notamment dans le cas de polluants présentant des régimes transitoires élevés et pour une agrégation inférieure au pas de temps journalier.

Ceci converge avec les résultats d'études menées par certaines AASQA qui montrent que le calcul proposé par la norme NF ISO 11222 est adapté pour l'estimation de l'incertitude due aux données manquantes sur les moyennes « long terme » (mensuelles et annuelles), mais pas à celle due aux données manquantes sur les moyennes « court terme » (horaires, 8 heures et journalières).

4.2 OBJECTIF

Dans ce contexte, l'objectif est de développer une méthodologie différente de celle décrite dans la norme NF ISO 11222 pour l'estimation de la contribution des données manquantes, dans le calcul d'incertitude associée à une moyenne temporelle, pour des moyennes horaires, 8 heures et journalières.

Cette méthodologie est développée dans le cadre d'un sous-groupe de travail du GT "Incertitude" (cf. annexe 3) composé d'AIRPARIF, d'AIR NORMAND, de l'ASPA et du LCSQA.

Deux réunions du sous-groupe de travail du GT "Incertitude" ont été organisées sur le sujet en juin et novembre 2011 : les comptes-rendus sont donnés respectivement en annexes 4 et 5.

Cette nouvelle approche statistique devra permettre d'améliorer les résultats par rapport à ceux obtenus lors de l'application de la norme NF ISO 11222 pour des périodes de moyennage inférieures ou égales à la journée, et devra être applicable quelque soit le pas de temps considéré.

Il a été décidé de tester une méthode déjà expérimentée par AIR NORMAND pour des moyennes horaires : elle consiste à calculer l'incertitude liée aux données manquantes à partir d'un écart-type d'écarts entre moyenne tronquée et moyenne réelle déterminée sur la base de données antérieures, et à multiplier cet écart-type par un coefficient pour obtenir l'intervalle de confiance à 95 % de la moyenne tronquée.

4.3 DESCRIPTION DE LA METHODE

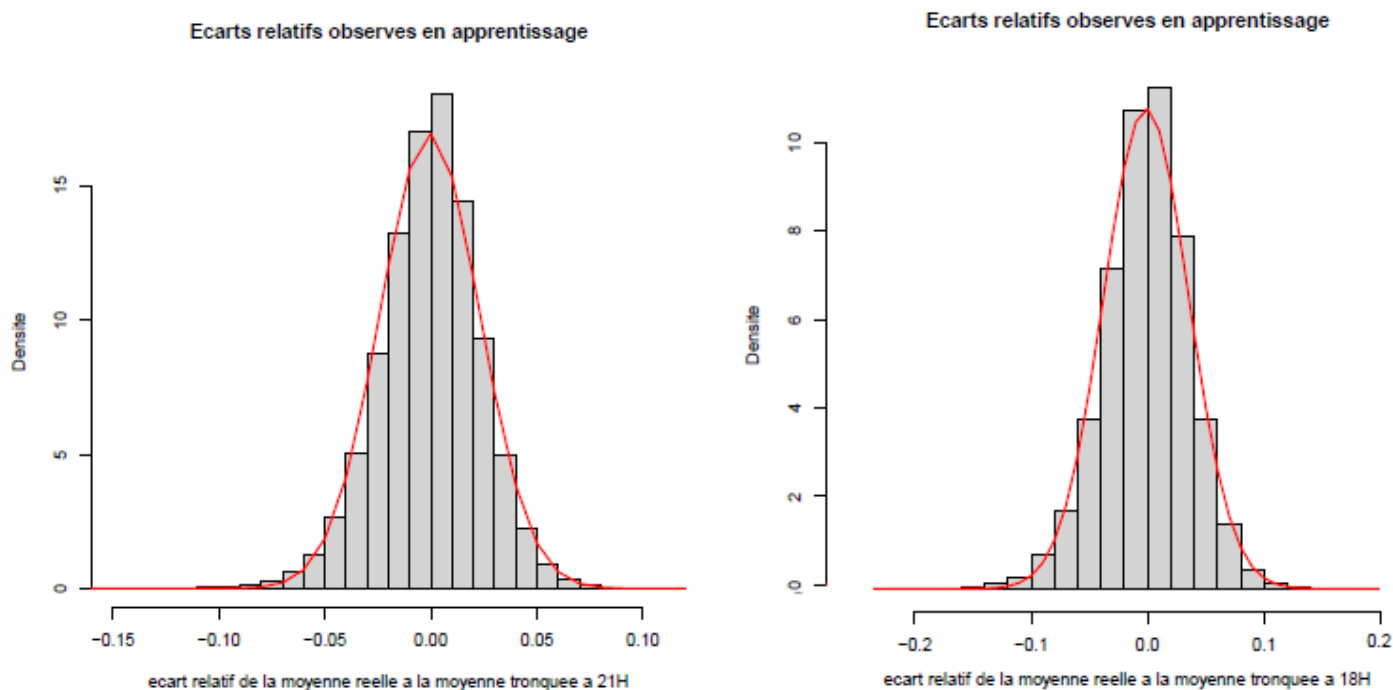
Les tests réalisés ont consisté à :

- ✓ Choisir des jeux de données pour différents polluants et différents niveaux de concentration ;
- ✓ Enlever des valeurs de façon systématique ou aléatoire en respectant le taux de couverture minimal pour valider une moyenne, égal à 75 % ; ceci a conduit à réaliser des calculs avec des nombres de données suivants :
 - Pour les moyennes horaires : avec 3 moyennes quart-horaires ;
 - Pour les moyennes journalières : avec un nombre d'heures compris entre 18 et 23),
 - Pour les moyennes sur 8 heures : avec 6 et 7 heures ;
- ✓ Calculer les écarts relatifs (en % de la moyenne réelle) entre les moyennes tronquées et les moyennes réelles (avec une couverture de données complète) ;
- ✓ Calculer l'écart-type de ces écarts relatifs ;
- ✓ Calculer les intervalles de confiance à 95 %, dans laquelle devrait se trouver la moyenne qui serait calculée si la couverture des données était complète.

Lors des tests visant à évaluer les valeurs des écarts relatifs entre moyennes réelles et moyennes tronquées, deux approches ont été appliquées :

- ✓ En cherchant à modéliser la distribution des écarts relatifs entre moyennes tronquée et réelle pour déterminer l'écart-type de la distribution, Dans ce cas, une phase d'apprentissage a été réalisée sur le jeu de données considéré en simulant un grand nombre de fois, des manques de données dans des séries temporelles complètes, et en calculant les écarts relatifs entre moyennes réelles et moyennes tronquées. Une distribution statistique a été déduite de ces simulations, à partir de laquelle il est possible de calculer un écart-type σ . Une phase de test a ensuite été réalisée sur un autre jeu de données pour valider la valeur de l'écart-type.

Des exemples de distributions observées sur la même station pour des moyennes journalières tronquées calculées respectivement avec 21 et 18 moyennes horaires sont présentés ci-après.



- ✓ Ou en déterminant l'écart-type des écarts relatifs sans modélisation. De la même façon des données ont été tirées d'un ensemble de mesures et des moyennes quart-horaires ont été supprimées aléatoirement. Il a été calculé les écarts relatifs entre moyennes tronquées et réelles puis l'écart-type de distribution de ces écarts.

4.3.1 Application à la moyenne horaire

Les premiers tests effectués par Air Normand ont montré qu'effectivement, l'incertitude déterminée avec la norme NF ISO 11222 était sous estimée. Ceci revient à dire que l'intervalle de confiance autour de la moyenne horaire (calculée avec 3 quarts d'heure) était trop réduit.

En effet, lorsque les conditions d'application de la norme NF ISO 11222 sont respectées, la vraie moyenne horaire appartient à l'intervalle de confiance à hauteur de 95 % du temps. Or, les tests effectués sur une station industrielle pour le composé SO_2 , sur une station de proximité automobile pour le NO_2 et sur une station urbaine pour O_3 montrent que la vraie moyenne appartient bien à l'intervalle de confiance environ 83 à 85 % du temps seulement.

Ceci montre donc que les conditions d'application de la norme NF ISO 11222 ne sont pas respectées : en effet, la variabilité des données connues (les 3 quarts d'heure) n'est pas représentative de la variabilité de l'ensemble de données (les 4 quarts d'heure).

Des tests ont aussi été effectués en construisant l'intervalle de confiance avec l'écart-type des différences entre la moyenne tronquée et la vraie moyenne, comme décrit ci-dessus. Les résultats montrent alors que la vraie moyenne appartient bien à l'intervalle de confiance à hauteur de 95 % du temps, quel que soient le polluant et la typologie de la station.

Les écarts-types obtenus lors de ces essais sont de :

- ✓ 7,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le SO_2 en proximité industrielle,
- ✓ 2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 en proximité automobile,
- ✓ 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l' O_3 en fond urbain.

Des essais complémentaires restent à faire par AIR NORMAND pour vérifier l'applicabilité de cette méthode, et notamment pour déterminer la période minimale à prendre en compte pour calculer l'écart-type de la différence entre la moyenne tronquée et la moyenne réelle. Cette période minimale peut dépendre du polluant et de la typologie de la station.

De plus, dans le cas de station nouvellement créée, des tests vont être effectués pour déterminer si un écart-type peut être appliqué d'une station à une autre de typologie similaire.

Ceci évoque la notion de stabilité de l'écart-type dans le temps et dans l'espace : faut-il recalculer l'écart-type périodiquement (tous les ans, tous les 3 ans...) ? L'écart-type doit-il être calculé par station ou par typologie de station ?

La méthodologie la plus simple serait de pouvoir déterminer si un écart-type général, applicable partout en France, peut être calculé et utilisé par polluant et par typologie de station.

4.3.2 Application à la moyenne journalière

Les travaux réalisés sur la moyenne journalière ont été l'occasion de tester différentes variations de la méthode.

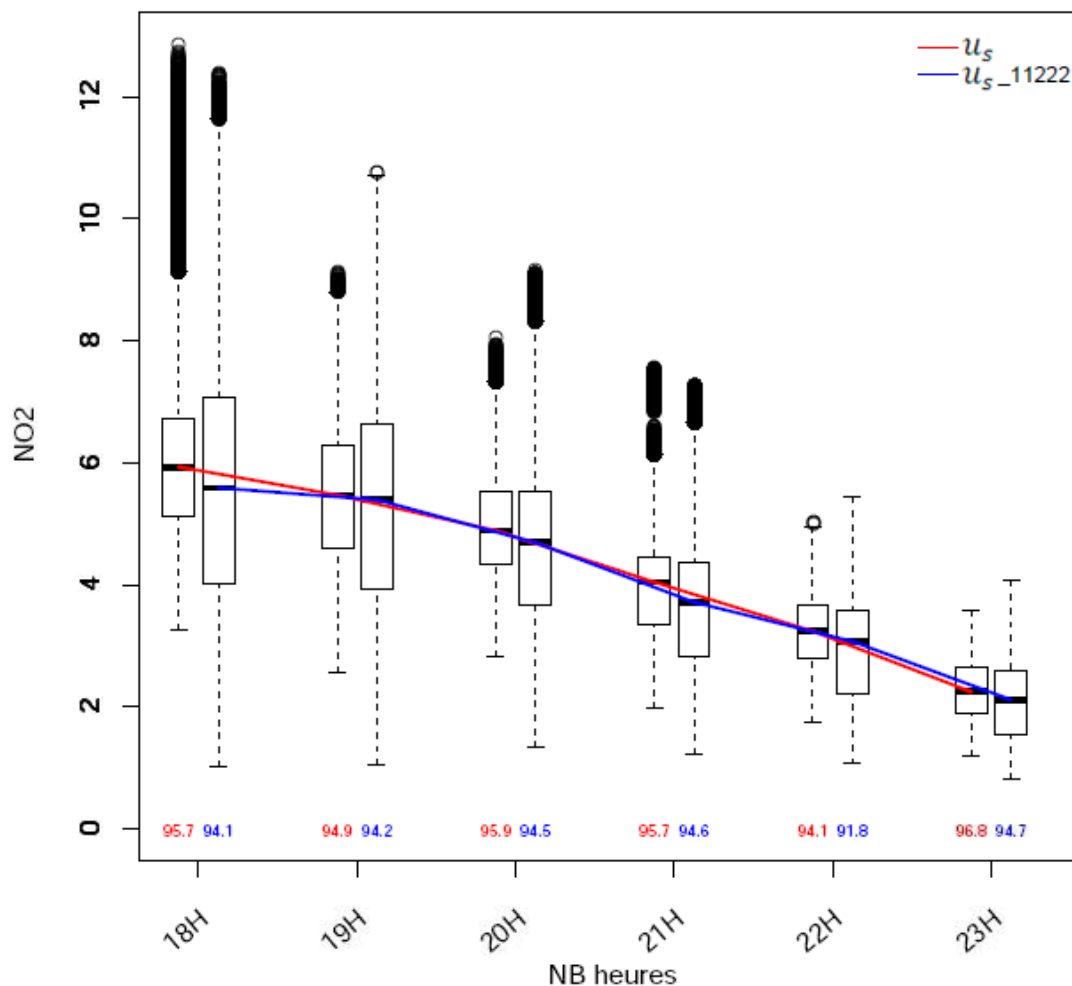
On a ainsi essayé de déterminer sur la France un panel de stations par typologie afin de calculer une incertitude temporelle type pour chacune de ces typologies et non plus par station, ce qui présenterait l'avantage de ne pas répéter l'étude pour chacune d'entre elles, avec les besoins en historique de données que cela implique.

Néanmoins, il est apparu difficile de mettre en place un panel suffisamment représentatif des stations sur l'ensemble du territoire et la phase de test a souvent révélé des stations pour lesquelles l'incertitude-type déduite de la phase d'apprentissage n'était plus pertinente.

L'approche consistant à appliquer la méthodologie par station a ainsi été conservée et de nombreux tests ont été faits sur les principaux polluants réglementaires (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, NO_2 , O_3). Pour chacun de ces tests, les incertitudes calculées à partir de la nouvelle méthode se sont révélées pertinentes.

Ci-contre, un graphique représentant la répartition sur la station 04058 (NO_2 -Trafic) des incertitudes associées (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) aux moyennes tronquées pour les différents nombres d'heures manquants (on ne descendra pas sous les 18 heures pour respecter le critère des 75% de données nécessaires à la validation de la moyenne journalière) : sous chacune des boîtes à moustaches est précisé le pourcentage de moyennes réelles dans les plages de confiance. On rappelle que les cercles symbolisent des valeurs dites « extrêmes » (les tâches noires sont des accumulations de cercles) .

Boxplot des incertitudes associées aux moyennes tronquées



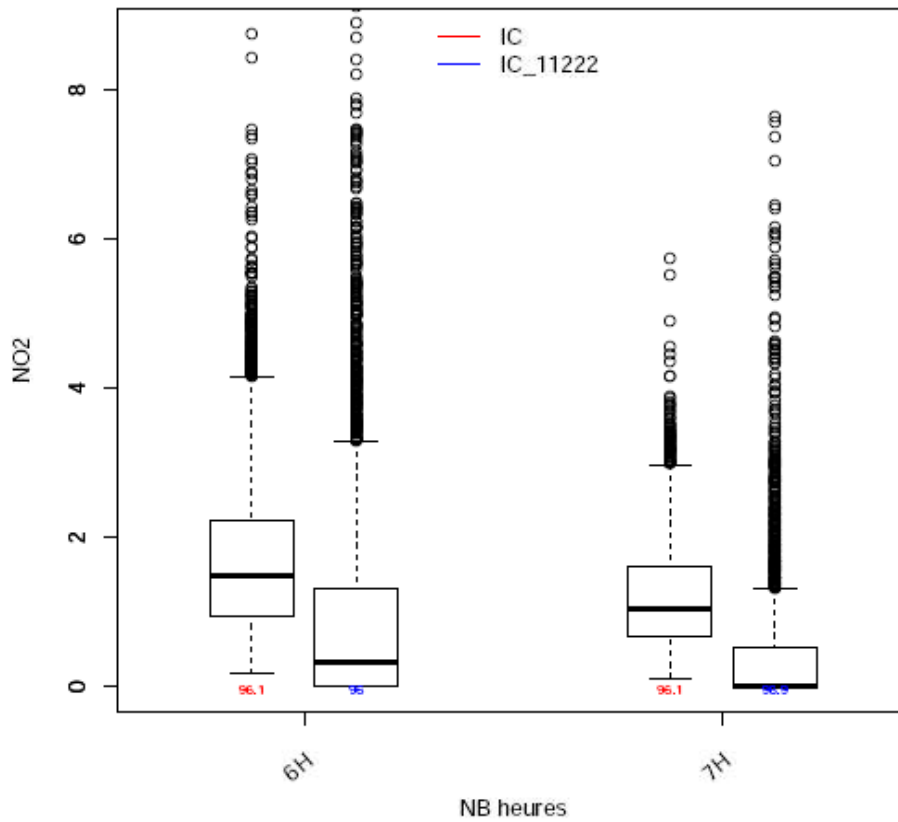
Les résultats sont globalement assez satisfaisants : les pourcentages de moyennes réelles situées dans les plages de confiance sont généralement équivalents, et même supérieurs à ceux obtenus avec la norme 11222. De plus, la variabilité des incertitudes obtenue avec la nouvelle méthode semble plus faible que celle observée avec la norme actuelle.

4.3.3 Application à la moyenne 8 heures

De la même manière que pour la moyenne journalière, le nombre d'heures manquantes sera au maximum de 2, afin de rester dans le critère de validité des 75% de données.

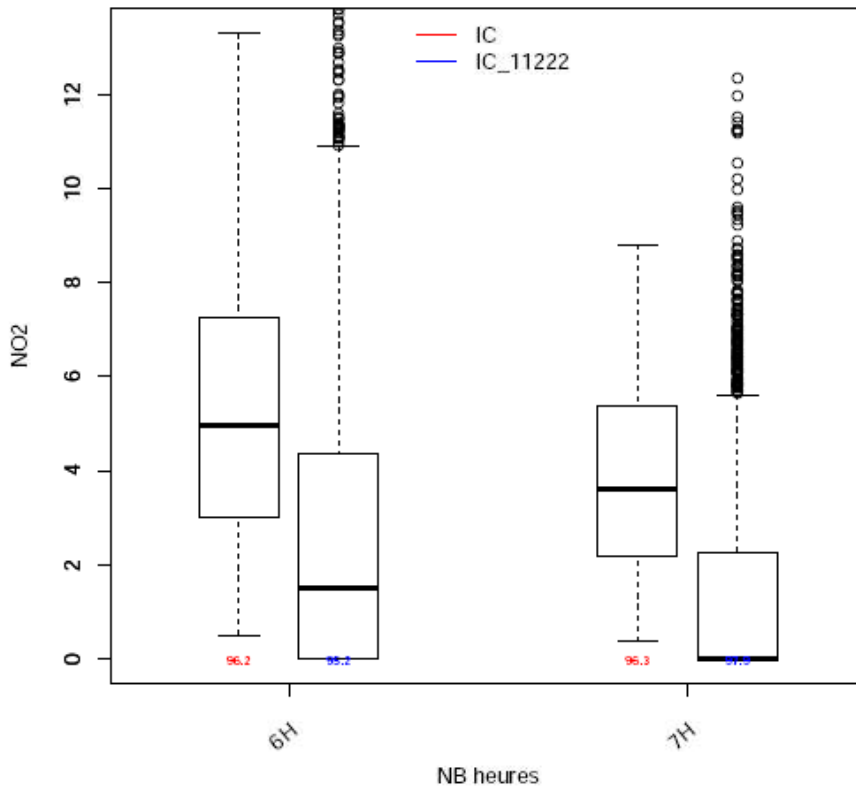
Ci-contre, deux graphiques représentant la répartition sur les stations 34041(NO₂-Urbain) et 41020 (NO₂-Trafic) des incertitudes associées (en µg/m³) aux moyennes tronquées pour les différents nombres d'heures manquants (un ou deux).

Boxplot des incertitudes associees aux moyennes tronquees



34041 – NO₂ urbain

Boxplot des incertitudes associees aux moyennes tronquees



41020 – NO₂ trafic

Si les résultats sont toujours satisfaisants, il est important de noter que la variabilité des incertitudes est cette fois-ci plus forte qu'avec la norme 11222.

4.4 CONCLUSIONS

Les différents tests (moyenne horaire, 8 heures, journalière) réalisés pour mettre en place la nouvelle méthodologie de calcul de l'incertitude liée à la couverture temporelle se sont avérés concluants. L'étude de l'historique des stations permet de construire des plages de confiance qui respectent le critère des 95 % de moyennes réelles dans les intervalles. Néanmoins, il reste à définir, en fonction du type de moyenne et de la variabilité observée dans l'amplitude des intervalles construits, si les avantages de la nouvelle méthode justifient de la substituer à la norme NF ISO 11222, constituée d'un calcul relativement simple à implémenter, et qui est indépendante de toute étude préalable d'un historique.

5. PERSPECTIVES

Lors de la réunion de juin 2011, il a été pris la décision de réviser l'ensemble des fascicules de documentation AFNOR pour la fin du premier semestre 2013 afin d'adapter la méthode d'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles à chaque polluant.

Pour atteindre cet objectif, il a été décidé, dans un premier temps, de réviser les deux premières parties du guide (FD X43-070-1 : partie générale et FD X43-070-2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO) avec comme objectif d'avoir terminé ces révisions pour la fin du premier semestre 2012 :

- ✓ Le fascicule FD X43-070-1 sera complété et mis à jour au regard de la Directive 2008.
- ✓ La révision du fascicule FD X43-070-2 consistera à intégrer les différents points abordés dans le guide de recommandations LCSQA de novembre 2010 et à détailler l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles.

Par ailleurs, les travaux réalisés ou attendus pour l'année 2011 ont été analysés lors du Comité de Pilotage de la Surveillance de la qualité de l'air élargi (CPSe) de mai 2011. Cette analyse et les différents échanges ont conduit le CPSe à estimer que le dispositif actuel des Groupes de Travail (GT) et des Commissions de Suivi (CS) devait évoluer : dans ce cadre, il a été décidé de faire évoluer le GT « Incertitudes » en CS « Mesures automatiques ».

L'objectif général de cette Commission de Suivi est de s'assurer que les mesures de polluants réglementés réalisées au moyen d'analyseurs automatiques sont en conformité avec les exigences des directives européennes. Dans ce cadre, de premiers travaux pourraient porter sur un bilan de la mise en œuvre des normes CEN par les AASQA, et appuyer ensuite les propositions de la France lors de la révision de la directive européenne 2008/50/CE pour 2013.

En 2012, le LCSQA s'appuiera donc sur les besoins de l'ensemble des acteurs du dispositif de surveillance de la qualité de l'air pour identifier les objectifs de cette nouvelle Commission de Suivi et de définir une feuille de route (travaux, planning...). L'organisation sera ensuite discutée et validée au cours d'une réunion de la nouvelle Commission de Suivi qui sera constituée après un appel à participation.

6. ANNEXES

6.1 ANNEXE 1 : PROGRAMME DE TRAVAIL 2011

ETUDE N° 1/5 : ASSISTANCE TECHNIQUE AUX AASQA POUR LES CALCULS D'INCERTITUDES

Responsable de l'étude : LNE

en collaboration avec : EMD – INERIS

Objectif

Pour répondre aux besoins des AASQA, le LCSQA a rédigé un guide pratique pour l'estimation des incertitudes sur les concentrations de polluants mesurés dans l'air ambiant : ce guide est structuré en 8 parties correspondant à chaque polluant et à chaque type de mesure.

Pour 2011, l'objectif de cette étude est de fournir une assistance technique aux AASQA pour l'estimation de leurs incertitudes en s'appuyant sur ce guide et en y apportant des compléments en fonction des retours d'expérience des AASQA ayant déjà entrepris cette démarche.

Contexte et travaux antérieurs

Depuis 2005, le LCSQA a rédigé un guide pratique en 8 parties pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant.

- FD X43-070-1 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 1 : Généralités
- FD X43-070-2 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site
- FD X43-070-3 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 3 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse
- FD X43-070-4 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 4 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire
- FD X43-070-5 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 5 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse
- FD X43-070-6 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 6 : Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique
- FD X43-070-7 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 7 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM₁₀

- FD X43-070-8 - Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 8 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM₁₀

Les travaux de définition des processus d'évaluation des incertitudes et de rédaction des guides ont été menés par le LNE, l'INERIS et l'EMD.

Le LNE anime le groupe de travail GT « Incertitudes » qui est composé de l'INERIS, de l'EMD et d'AASQA : ce groupe de travail a été mis en place en février 2005 afin d'examiner et de valider les documents élaborés par le LCSQA.

Travaux proposés pour 2011

En 2011, le LCSQA propose de :

- Identifier les points bloquants que rencontrent les AASQA dans leur démarche d'estimation de leurs incertitudes de mesure en organisant une réunion de travail avec les AASQA ayant déjà entrepris cette démarche au début de l'année 2011 ; à partir de ce retour d'expérience, il pourra être défini des actions d'accompagnement aux AASQA pour les aider concrètement à finaliser leurs estimations des incertitudes de mesure : journée de formation ciblée sur des exemples d'application, élaboration d'une note ou d'un guide avec des exemples de calculs...
- Fournir une démarche détaillée pour l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles traitées de façon théorique et pas assez explicite et documentée dans les différentes parties du guide.

Renseignements synthétiques

Titre de l'étude	Assistance technique aux AASQA pour les calculs d'incertitude		
Personne responsable de l'étude	Tatiana Macé (LNE)		
Travaux	Pluri-annuels		
Durée des travaux pluriannuels	2005-2011		
Collaboration AASQA	AIR LR, AIR LORRAINE, ATMO Rhône Alpes, AIRPARIF, ATMO PC, ATMO Franche Comté, AIR NORMAND, AIRFOBEP, AIR PL, ASPA, AIR APS		
Heures d'ingénieur	EMD : 150	INERIS : 150	LNE : 240
Heures de technicien	EMD : -	INERIS : -	LNE : -
Document de sortie attendu	Guide pratique de calcul d'incertitude		
Lien avec le tableau de suivi CPT	-		
Lien avec un groupe de travail LCSQA	GT « Incertitudes »		
Matériel acquis pour l'étude	-		

6.2 ANNEXE 2 : SYNTHÈSE DE L'ENQUÊTE SUR L'ESTIMATION DES INCERTITUDES MÈNEE AUPRÈS DES AASQA

1) **Recensement des points bloquants rencontrés par les AASQA lors de la mise en œuvre des guides d'estimation des incertitudes LCSQA (ou fascicules de documentation) pour les différents polluants mesurés dans l'air ambiant**

Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?
<p>FD X43-070-2 - Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site</p> <p>16 Oui</p>	<p>Le temps de la mise en œuvre technique de l'ensemble des tests nécessaires à l'estimation des incertitudes n'est pas négligeable. Peut être faudrait-il pour certains tests un meilleur descriptif de leur réalisation.</p> <p>L'évaluation des incertitudes-types ci-dessous me pose problème pour les différentes raisons suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - On n'a pas encore pour les tests...le petit matériel/logiciel (pour faciliter par exemple la réalisation de la répétabilité, stabilité, linéarité...) - On n'a pas la configuration requise pour certains tests (ligne de prélèvement non direct mais avec Manifold, certains appareils ne sont pas doublés pour les tests de reproductibilité...) - Référence est faite aux normes CEN pas encore vraiment appliquées dans notre structure, dû à une mise en œuvre non négligeable en unité d'œuvres et aux types de test à réaliser ... <p>Une description plus détaillée des tests à réaliser et de l'estimation des incertitudes-types associées est fournie dans le guide « Recommandations techniques pour la mise en œuvre de la partie 2 du guide d'estimation des incertitudes portant sur les mesurages automatiques » ci-joint.</p> <p>La difficulté pour nous réside dans l'alimentation des calculs. Les données d'entrées « terrain » sont, à ce jour, éparpillées dans une multitude de fichiers Excel, ce qui les rend inexploitable en routine. La priorité pour nous est donc de reconstituer une base de données fonctionnelle. Le guide est quant à lui relativement clair et explicite. Toutefois je n'ai pas trouvé de préconisations quant à l'approche à adopter pour le traitement statistique des données d'entrées de chaque composante : il me semble que chaque AASQA est libre de travailler tantôt avec des valeurs max tantôt avec des écart-types, ce qui a pour conséquence d'aboutir à des résultats finaux non comparables au niveau national.</p> <p>Hétérogénéité dans les postulats retenus (valeur « max » ou valeur « type ») concernant les données entrantes conduisant à des résultats différents d'une AASQA à l'autre (cf. retour JTA 2010)</p> <p>Le fait d'avoir différents postulats est voulu pour laisser un libre choix à chaque AASQA en fonction de son retour d'expérience, du temps pouvant être investi et de la gestion métrologique du parc instrumental. Cependant, l'AASQA doit être en mesure d'expliquer ses choix.</p> <p>L'hétérogénéité dans les postulats est notamment liée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au parc d'analyseurs (analyseurs anciens ou récents, approuvés ou non), - au degré d'affinement de l'estimation des incertitudes. <p>Il est parfois nécessaire de faire un compromis entre le degré de précision que l'on veut avoir sur l'estimation de l'incertitude sur les appareils et le temps nécessaire pour les calculs : de l'estimation la plus affinée vers la moins affinée, l'incertitude peut être calculée pour chaque appareil en prenant en compte par exemple les valeurs issues de ses contrôles métrologiques, ou par modèle d'appareil, ou pour l'ensemble des appareils mesurant un même composé, ou encore lorsque les analyseurs n'ont pas fait l'objet d'une approbation de type, en prenant compte par défaut les valeurs des normes européennes. Cependant, pour un modèle donné d'appareil, l'étendue de variation de l'incertitude devrait être du même ordre de grandeur d'une AASQA à l'autre. Les valeurs des incertitudes fournies dans le cadre de cette enquête montrent que la notion d'hétérogénéité est à relativiser, car les résultats sont très comparables (cf. tableaux du point 2).</p>

Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?
FD X43-070-2 - Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO ₂ , NO, NO _x , NO ₂ , O ₃ et CO réalisés sur site	<p>16 Oui</p> <p>Incohérence dans les calculs de répétabilité Choix des valeurs pour les interférents Le guide de recommandations ci-joint devrait être une aide à l'application du fascicule de documentation AFNOR FD X 43-070-2.</p> <p>Absence de données d'approbation sur certains paramètres (ex : pression) > critère norme très « contributeur » Des recommandations ont été faites sur les valeurs des coefficients de sensibilité et des plages de variation des paramètres d'influence physiques à prendre en compte (tension d'alimentation, température environnante et température et pression du gaz) dans le paragraphe 4.5 du guide de recommandations joint.</p> <p>Incertitude sur les moyennes temporelles (modèle à réécrire ? aléatoire vs systématique) Pb d'application du moyennage temporel Un document spécifique traitant de l'application de la norme 11222 actuellement traitée dans chaque guide sera établi avec des exemples numériques.</p> <p>Difficulté pour la mise en œuvre de la méthode pour estimer l'incertitude associée aux interférents et associée à la moyenne temporelle Difficulté pour la mise en œuvre de la méthode pour estimer l'incertitude associée aux interférents : cf. exemple numérique au paragraphe 4.6.2 du guide de recommandations ci-joint Difficulté pour la mise en œuvre de la méthode pour estimer l'incertitude associée à la moyenne temporelle : cf. document à venir.</p> <p>En cours d'application pour les NO_x, à voir pour SO₂, et O₃. Pas assez de recul pour commenter. En cours de calcul, en attente de données, manque de disponibilité Oui sur pas mal de points dont le NO₂ et les moyennes temporelles ; Calcul effectué seulement sur l'O₃ et les NO_x à ce jour Aucun problème particulier Non, par contre nous appliquons une correction afin de les comparer aux tubes actifs.</p>
	<p>6 Non</p> <p>En cours de mise en œuvre. En attente de votre outil de calcul et surtout de la version à jour du guide d'application du fascicule FD X43-070-2</p>
	<p>Partiellement</p> <p>La priorité est donnée à l'O₃ et NO_x. Les tests ne sont pas tous mis en place de façon régulière (tests lignes de prélèvement par exemple). Difficulté de mettre en place car encore très théorique, Demande beaucoup de temps : dans les petites AASQA, chaque personne a plusieurs fonctions et le fait de laisser de « côté » le calcul des incertitudes pendant quelques temps pour une autre activité puis de s'y remettre nous fait perdre du temps ... l'avancement est ralenti.</p>

Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?	
FD X43-070-3 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	4 Oui	Obtenir des laboratoires externes des résultats d'incertitudes « formatées » au guide Certains paramètres liés au prélèvement ne sont pas quantifiés (ex : incertitude sur la température) et sont donc négligés.
	1 En cours	
	18 Non	Document non reçu Un exemplaire du FD a été envoyé à chaque AASQA par le LNE. Calcul non réalisé à ce jour Nous nous reposons sur ce que fait et nous transmet "notre" labo d'analyses (GIE-LIC).

Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?
<p>FD X43-070-4 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire</p>	<p>4 Oui</p> <p>1 / Davantage une remarque qu'un problème : nous avons constaté que, série après série, l'incertitude est toujours la même (32%) car le facteur majoritaire est l'incertitude sur le débit d'échantillonnage avec la répétabilité (point 7.2.1) et l'effet de l'environnement (point 7.2.2), à savoir 2 facteurs qui proviennent des essais du JRC avec des tubes Cermatair, qui correspondent à des données extrêmes, et qui ne varient donc pas d'une série à une autre (ni d'une AASQA à une autre). Donc, finalement, depuis quelques mois, nous n'utilisons plus les feuilles de calcul Excel que nous avons conçues (avec l'aide du LNE et d'autres AASQA) en disant que cela ne change pas en fonction de l'analyse (sous réserve, bien sûr, que la droite de calibrage de notre spectro soit validée à chaque analyse).</p> <p>2 / Au niveau européen, quand nos collègues appliquent, au lieu du GUM, l'approche directe (EN14211), par comparaison avec la chimiluminescence, les incertitudes relatives sont plutôt inférieures à 25%.</p> <p>3 / Le projet de norme CEN sur les tubes passifs NO₂ admet les 2 approches (GUM ou approche directe).</p> <p>L'incertitude sur un tube est de l'ordre de 33% mais l'AASQA a décidé de diminuer la valeur à 24% du fait que 2 tubes sont posés sur chaque site.</p> <p>L'incertitude sur le débit d'échantillonnage n'a pas été déterminée en interne car non connaissance de la démarche mais en utilisant des données du JRC.</p> <p>Pb sur la détermination de l'incertitude sur T et P car pas de capteurs sur le terrain, il faut utiliser une EMT définie par nous même, mais comment la définir, sur quels critères se baser.</p> <p>Se référer aux FD X43-070-3 et -5</p>
	<p>19 Non</p> <p>Document non reçu Un exemplaire du FD a été envoyé à chaque AASQA par le LNE.</p> <p>Les analyses étant réalisées en interne, un plan doit être mis en place pour déterminer les incertitudes analytiques. En outre, ce travail sera réalisé en lien avec la régionalisation des AASQA Lorraine. Actuellement chaque association réalise ses propres analyses.</p> <p>Calcul non réalisé à ce jour</p>

	Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?
FD X43-070-5 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	3 Oui	Non finalisé dans l'application numérique En cours d'étude sur l'année 2011
	20 Non	Document non reçu Un exemplaire du FD a été envoyé à chaque AASQA par le LNE. Pas encore de préleveur actif opérationnel Pas assez de recul sur les performances de l'analyseur (nous n' en possédons qu'un et depuis peu) Calcul non réalisé à ce jour
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique (FD X43-070-6 à paraître en 2011)	8 Oui	<p>Difficulté dans la mise en œuvre d'essais pour la détermination de l'écart-type de reproductibilité. Calcul actuel hors ajustement Contribution majoritaire liée à la reproductibilité perturbante (peu de campagnes de reproductibilité réalisée, très dépendante des conditions du test, tests à renouveler régulièrement par le LCSQA ?) Par défaut, on pourra utiliser les écarts-types de reproductibilité des applications numériques fournies dans les annexes de la version LCSQA de la partie 6 du guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant : « Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique ».</p> <p>Essais de répétabilité et de linéarité longs au regard du poids réel de la composante concernée par ces tests (micro-balance). La reproductibilité représentant plus de 90% du budget d'incertitude, une EMT empirique sur la balance sera certainement utilisée.</p> <p>Calcul ne prenant pas en compte l'aspect prélèvement, pourtant source à priori des hétérogénéités dans la qualité de la mesure (fuites, efficacité sécheur, etc...) Ces caractéristiques relèvent du contrôle continu fait par l'AASQA. Elles sont intégrées dans l'écart-type de reproductibilité.</p> <p>Incertitude sur les moyennes temporelles (modèle à réécrire ? aléatoire vs systématique) Un document spécifique traitant de l'application de la norme 11222 actuellement traité dans chaque guide sera établi avec des exemples numériques.</p> <p>Non finalisé dans l'application numérique Aucun problème particulier Oui pour les manques de données : Application de l'ISO 11222 à la correction PM et aux AMS</p>

Le guide LCSQA/fascicule de documentation est-il mis en œuvre par votre AASQA pour estimer les incertitudes ?	Rencontrez-vous des problèmes pour l'appliquer ? Lesquels ?
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique (FD X43-070-6 à paraître en 2011)	14 Non Ultérieurement Document non reçu : version LCSQA disponible En cours d'étude sur l'année 2011 En cours
	1 pas de réponse En attente du guide
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ (FD X43-070-7 à paraître en 2011)	3 Oui En cours Obtenir des laboratoires externes des résultats d'incertitudes « formatées » au guide
	20 Non Ultérieurement Document non reçu : version LCSQA disponible En cours d'étude sur l'année 2011 En attente du guide Calcul non réalisé à ce jour Très bon cahier des charges pour les analyses sous-traitées. Pour l'instant, nous gérons une incertitude laboratoire sous-traitant plutôt qu'une somme de variance
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ (FD X43-070-8 à paraître en 2011)	2 Oui Obtenir des laboratoires externes des résultats d'incertitudes « formatées » au guide
	21 Non Calcul interne en utilisant les résultats d'incertitude du laboratoire d'analyses externe Ultérieurement Document non reçu : version LCSQA disponible En cours d'étude sur l'année 2011 En attente du guide Calcul non réalisé à ce jour Très bon cahier des charges pour les analyses sous-traitées. Pour l'instant, nous gérons une incertitude laboratoire sous-traitant plutôt qu'une somme de variance

Remarques supplémentaires :

- Utilisation d'un binôme TEOM PM10 et FDMS pour le calcul de l'écart-type de reproductibilité (comparaison des données FDMS puis données PM10 corrigées)
- Pas de difficulté a priori dans la mise en œuvre, plutôt un manque de temps ces derniers mois. Travail prévu sur 2011 pour les données issues de prélèvements.
- Dans le guide des recommandations techniques pour la mise en œuvre de la partie 2 du guide d'estimation des incertitudes portant les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ et CO réalisé sur site, il serait souhaitable de renseigner dans les tableaux à la fin du document à quelle concentration du mesurande ont été établis les coefficients de sensibilité pour les facteurs physiques (températures, tension électrique, pression) et pour les interférents.

Effectivement il manquait les concentrations en mesurande appliquées lors des évaluations ; dans la version du guide de recommandations ci-jointes, elles ont été ajoutées.

Comment faire pour estimer l'incertitude due aux interférents lorsqu'il y a des analyseurs différents ?

Pour les interférents comme pour les autres caractéristiques de performances, c'est l'analyse du parc (retour d'expérience) qui permet de décider quelles valeurs de coefficient de sensibilité on utilise pour l'évaluation des incertitudes (valeurs maximales, valeurs moyennes...).

Pour l'incertitude liée à la vapeur d'eau, quelle est la relation entre % d'humidité relative et la concentration en H₂O en mmol/mol ?

Fraction molaire x_v de la vapeur d'eau dans de l'air humide :

$$x_v = \frac{n_v}{n} \quad (1)$$

Avec :

- n_v : nombre de moles de vapeur d'eau
- n : nombre total de moles du mélange air-vapeur d'eau

En assimilant l'air à un gaz parfait :

$$n = \frac{P \times V}{R \times T} \quad (2)$$

Avec :

- P : pression du mélange
- V : volume du mélange
- T : température du mélange
- R : constante des gaz parfaits = 8.314 J/mol.K

La pression partielle de la vapeur d'eau est définie comme étant la pression qu'aurait la vapeur d'eau si elle occupait la totalité du volume, d'où :

$$n_v = \frac{P_v \times V}{R \times T} \quad (3)$$

Avec

- P_v = pression partielle de vapeur d'eau de l'air humide

L'humidité relative pour une température et une pression donnée est définie par le rapport suivant :

$$Hr = 100 \times \left(\frac{P_v}{P_s} \right)_{P,T} \quad (4)$$

Avec

- Hr : humidité relative en %
- P_s : pression de vapeur saturante de l'air humide par rapport à l'eau

Grandeur disponible dans les tables : pression de vapeur saturante P_{se} de la phase pure par rapport à l'eau.

$$P_s = P_{se} \times f_s \quad (5)$$

Avec :

- f_s : facteur d'augmentation, qui dépend de P et T (traduit le fait que l'air humide ne se comporte pas tout à fait comme un gaz parfait) ; $f_s = 1.00445$ à 293K et 10325 Pa.

Les relations (1) à (5) conduisent à :

$$x_v = \frac{Hr \times (P_{se})_T \times (f_s)_{PT}}{100 \times P} \times 10^6 \text{ en ppm}$$

Avec :

- x_v : concentration en ppm

A $T=293K$, $P=101325$, $P_{se}=2349$ Pa, $f_s=1.00445$

$Hr=30\% \Rightarrow x_v=6986$ ppm

$Hr=80\% \Rightarrow x_v=18629$ ppm

$Hr=90\% \Rightarrow x_v=20957$ ppm

- Dans le cadre d'une démarche qualité en phase avec les axes majeurs du PSQA-MADININAIR, l'accréditation ISO 17025 est devenue un axe important de développement dans notre structure.

Nous sommes donc conscients de la nécessité de la mise en œuvre à moyen terme des Normes CEN, mais également de l'évaluation des incertitudes.

Pour y arriver des actions seront menées tant sur le plan matériel que celui des unités d'œuvres à déployer à la seule condition d'une couverture financière pertinente par l'Etat de tous ces développements obligatoires qui ne pourront être menés à terme sans cela.

Réflexions sur les hypothèses des calculs d'incertitude :

Répétabilité : Quand on extrapole la répétabilité avec la formule du guide, on n'a pas du tout les mêmes résultats que ceux obtenus lors des essais de linéarité (voir ma présentation aux JTA 2010 à Orléans)

Interférents : Le choix des valeurs intervenant dans les formules du guide n'est pas évident et pose quelques questions / difficultés. L'extrapolation des coefficients n'est pas clairement demandée. Pour l'hygrométrie, il y a confusion entre humidité et hygrométrie. Des incohérences me semblent persister dans les unités.

Moyennage temporel : cf. ma présentation aux JTA 2010

Autres points : La formule pour le calcul des dérivées n'a pas été complétée ; de même, le traitement des arrondis reste absent.

En ce qui concerne les extrapolations pour les interférents et les paramètres d'influence physiques, ou pour la répétabilité :

Effectivement les hypothèses consistant à considérer que la sensibilité à un paramètre physique ou chimique croît avec la concentration en mesurande et avec la valeur du paramètre, et que la répétabilité croît avec la concentration en mesurande, ne se vérifient probablement pas dans tous les cas.

On peut imaginer intuitivement que c'est le cas, mais aussi qu'au-delà et en deçà d'une certaine concentration et/ou d'une certaine valeur du paramètre d'influence, l'effet n'est plus proportionnel à la variation en concentration du mesurande et/ou du facteur d'influence. De même, il s'est déjà posé la question de l'évolution dans le temps des caractéristiques de performance, qui sont en général déterminées sur des appareils neufs.

Il faudrait multiplier les essais et les répéter dans le temps pour avoir une meilleure estimation de valeurs à prendre en compte.

Si des essais supplémentaires à ceux des évaluations des appareils ont été réalisés et permettent de modéliser les variations des caractéristiques de performance plus finement que ne le font les hypothèses appliquées, il est préférable de les appliquer. En leur absence, les hypothèses des normes permettent au mieux d'estimer les incertitudes-types.

2) Synthèse des outils mis en œuvre par les AASQA pour estimer les incertitudes :

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
NO	14 Oui	Excel	- 9,5 % (42i TEI) - 11,5% (AC32M)	<p>Plage d'incertitude : 8 à 20 % hors AC31M et NOX2000G qui n'ont pas fait l'objet d'approbation de type</p> <p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 630 µg/m³ soit 505 nmol/mol</p> <p>Pour l'AC32M, l'incertitude de 19,6% s'explique par la reproductibilité (dans l'approbation de type évaluée à 4,89% contre 1,77% pour l'API200) et par la contribution liée à la pression (prise en compte comme coefficient de sensibilité pour l'AC32M du critère norme de 8 nmol/mol/kPa en l'absence d'évaluation de la sensibilité de l'AC32M à la pression dans le rapport TUV).</p>
		Excel	12 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	17% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	11,3 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	13% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	Environ 14,5 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	12,4% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	14,6% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	Calculée en fonction des types d'appareils : - API200 : 9,2% - AC32M : 19,6% - AC31M : 24,5% - NOX2000G : 47,9%	
		Excel et développement interne	8 à 12 % (Réalisé avec les analyseurs approuvés)	
	9 Non	Excel Excel	10,38 % sur 7/12 des analyseurs de NO _x du parc (tous des 42i, tous approuvés par type)	

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
NO _x	10 Oui	Excel	- 9,5 % (42i) - 11,5% (AC32M)	<p>Plage d'incertitude : 9 à 20 % hors AC31M et NOX2000G qui n'ont pas fait l'objet d'approbation de type</p> <p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 1166 µg/m³ soit 610 nmol/mol</p> <p>Pour l'AC32M, l'incertitude de 19,6% s'explique par la reproductibilité (dans l'approbation de type évaluée à 4,89% contre 1,77% pour l'API200) et par la contribution liée à la pression (prise en compte comme coefficient de sensibilité pour l'AC32M du critère norme de 8 nmol/mol/kPa en l'absence d'évaluation de la sensibilité de l'AC32M à la pression dans le rapport TUV).</p>
		Excel	12 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	17% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	11,3 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	12,5 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	13 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	14,7% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	Calculée en fonction des types d'appareils : - API200 : 9,6% - AC32M : 19,9% - AC31M : 26,9% - NOX2000G : 48,0%	
	12 Non	Excel	10,34 % sur 7/12 des analyseurs de NO _x du parc (tous des 42i, tous approuvés par type)	
	1 pas de réponse	Excel	Pas finalisé	

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
NO ₂	10 Oui	Excel	- 13 % (42i) - 15% (AC32M)	<p>Plage d'incertitude : 8 à 21 % hors AC31M et NOX2000G qui n'ont pas fait l'objet d'approbation de type</p> <p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 200 µg/m³ soit 105 nmol/mol (par défaut sauf indication particulière)</p> <p>Pour l'AC32M, l'incertitude de 19,6% s'explique par la reproductibilité (dans l'approbation de type évaluée à 4,89% contre 1,77% pour l'API200) et par la contribution liée à la pression (prise en compte comme coefficient de sensibilité pour l'AC32M du critère norme de 8 nmol/mol/kPa en l'absence d'évaluation de la sensibilité de l'AC32M à la pression dans le rapport TUV).</p>
		Excel	13 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	15 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	13 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	13% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	15,4% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Tableur	15,5% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
		Excel	Calculée en fonction des types d'appareils : - API200 : 10,9% - AC32M : 21,0% - AC31M : 38,3% - NOX2000G : 48,8%	
	Splus, R, PERL, MySQL	15 % sur le seuil d'information (105 nmol/mol en horaire) ; 8 % sur le seuil d'alerte (210 nmol/mol en horaire) ; 15 % sur la valeur limite (105 nmol/mol en horaire) ; 8 % sur la valeur limite (11 nmol/mol en annuel) Calcul réalisé sur 4 analyseurs TEI 42i		
		Excel et développement interne	10 à 15 % (Réalisé avec les analyseurs approuvés)	
	12 Non	Excel	27,9% AC32M	
	1 Pas de réponse	Excel	-	

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
O ₃	13 Oui	<p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Tableur</p> <p>Excel</p> <p>Tableur excel</p> <p>Tableur</p> <p>Excel</p> <p>Splus, R, PERL, MySQL</p> <p>Excel et développement interne</p>	<p>- 9,5 % (49i et O3 32M)</p> <p>12 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>10% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>18 %</p> <p>13,6 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>11% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>Environ 14% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>14,4% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>12,5% (Ensemble des appareils)</p> <p>Calculée en fonction des types d'appareils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - API400 : 15,7% - O342M : 14,4% - O341M : 19,4% - 49C : 17,3% <p>13 % sur le seuil d'information (90 nmol/mol en horaire), sur le seuil d'alerte (120 nmol/mol en horaire) et sur la valeur cible (60 nmol/mol en moyenne sur 8 h) (calcul réalisé sur 7 analyseurs O342M)</p> <p>8 à 12 % (Réalisé avec les analyseurs approuvés)</p>	<p>Plage d'incertitude : 8 à 16 % hors O341M et 49C qui n'ont pas fait l'objet d'approbation de type 10 à 20 % avec tous les appareils (y compris O341M et 49C)</p> <p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 240 µg/m³ soit 120 nmol/mol (par défaut sauf indication particulière)</p> <p>Incertitudes relativement homogènes</p>
	10 Non	<p>Excel</p> <p>Excel</p>	<p>11,3% (O342M)</p> <p>15 % en données 1/4h</p>	

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
SO ₂	11 Oui	Excel	14 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	Plage d'incertitude : 10 à 16 % (hors AF21M non approuvé) Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 350 µg/m ³ soit 131 nmol/mol (par défaut sauf indication particulière)
		Excel	15% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)	
Excel	14,3 % (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)			
Excel	11% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)			
Excel	Environ 14,5% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)			
Tableur excel	14,6% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)			
Excel	13,7% (Ensemble des appareils)			
Excel	Calculée en fonction des types d'appareils : - API100E : 15,5% - AF22M : 14,8% - AF21M : 22,0%			
Splus, R, PERL, MySQL	21 % sur le seuil d'information (111 nmol/mol en horaire) ; 21 % sur le seuil d'alerte (186 nmol/mol en horaire) ; 21 % sur la valeur limite (130 nmol/mol en horaire) ; 20 % sur la valeur limite (46 nmol/mol en journalier) (calcul réalisé sur 22 analyseurs 43i) Ces incertitudes élevées peuvent s'expliquer par un étalon défectueux. Les incertitudes en 2010 devraient respecter la limite des 15 %...			
	Excel et développement interne	10 à 13 % (Réalisé avec les analyseurs approuvés)		
	12 Non		7,8% (Api 100)	

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
CO	10 Oui	<p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Splus, R, PERL, MySQL</p> <p>Excel et développement interne</p>	<p>14 % (Réalisé avec les types approuvés)</p> <p>15% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>10% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>Environ 14,5% (Réalisé avec tous les types approuvés ou pas)</p> <p>15% (ensemble des appareils)</p> <p>Calculée en fonction des types d'appareils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - CO12M : 14,3% - CO11M : 50,6% <p>14 % (Calcul réalisé sur 3 analyseurs APMA 370)</p> <p>Environ 10 % (Réalisé avec les analyseurs approuvés)</p>	<p>Plage d'incertitude : 10 à 15 % (hors CO11M non approuvé)</p> <p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 10 mg/m³ soit 9 µmol/mol</p>
	13 Non	Excel	14,9% (Api 300)	
Benzène (voie passive)	3 Oui	<p>Excel</p> <p>Excel</p> <p>Excel</p>	<p>22 %</p> <p>Outil créé en 2010, évaluation des incertitudes en cours</p> <p>Environ 25 %</p>	<p>Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 5 µg/m³</p>
	20 Non	Excel	Grille prête mais données non exploitées à ce jour	
Benzène (voie active : pompage)	2 Oui	<p>Excel</p> <p>Excel</p>	<p>13 %</p> <p>11 à 13 %</p>	
	21 Non			

	Estimez-vous les incertitudes de mesure "en routine" ?	Si oui		Commentaires LCSQA
		Quels outils possédez-vous pour estimer les incertitudes (excel ou autre) ?	Pouvez-vous nous donner l'ordre de grandeur des incertitudes estimées pour chaque polluant ?	
Particules	6 Oui	Excel Excel Tableur + programmation sous R Excel R-Project	15% TEOM-50°C (hors u ajustement) 14,7% pour TEOM / 22,7% pour Jauge Béta 15% sur FDMS et 25% sur MP101M (très peu de recul en terme de tests réalisés sur ces appareils) 1400AB (TEOM FDMS) : 16,2% 12 à 15 % FDMS 15 à 25 % PM Ajusté	Valeurs d'incertitude calculées à la valeur limite de 50 mg/m ³
	15 Non	Excel	19 %	
	2 Pas de réponse		Non finalisé	
HAP	1 Oui	Excel	B(a)P 20 à 25 % à 0,4 ng/m ³	-
	22 Non		Grille prête mais données non exploitées à ce jour	
Métaux	1 Oui	Excel	Pb 20 à 25 % à 12 ng/m ³	-
	22 Non	Excel	30 % (Préleveur Partisol) Grille prête mais données non exploitées à ce jour	

Remarques supplémentaires :

- Dans le cas où les fichiers de calcul soient communiqués en exemple, il faudrait que ces derniers autorisent les modifications sur les données d'entrées et sur les formules de calcul (liste de choix ou modification libre).
Dans le cas où ces fichiers soient destinés à être éventuellement utilisés comme des modèles de calcul par les AASQA, un dossier de validation serait à associer.
- Ces tableurs peuvent éventuellement constituer une aide complémentaire à la mise en place du calcul, mais seulement si ils détaillent le traitement des données d'entrées « brutes ».

Il n'est pas possible de prévoir tous les cas adaptés aux différentes pratiques métrologiques, une liste de choix ne pourrait pas être exhaustive. Les tableaux excel des exemples numériques des guides peuvent être fournis à la demande à titre de base de travail et doivent être adaptés par chaque AASQA à son propre cas.

- En partenariat avec Airfobep, nous avons déjà développé un modèle calé sur l'estimation des incertitudes sur les mesures automatiques de NO, SO₂, CO et O₃ des normes CEN.
Nous avons créé un modèle à partir de toutes les tolérances maximums des normes et bien sûr nous arrivons à des résultats d'incertitudes ENORMES. L'objectif était de voir quelle était l'incertitude max qu'on obtiendrait dans le cas le plus défavorable tout en respectant toutes les tolérances max des normes.
Nous avons créé un modèle en combinant des éléments issus de l'exploitation de nos propres données (étalon de transfert, .. etc) avec des résultats des approbations de type pour le SO₂ Api 100, l'ozone O342M, le NO₂ AC32M et le CO Api 300.
Nous avons commencé à adapter ce modèle aux guides LCSQA pour les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO réalisés sur site.

Par faute d'unité d'œuvre, nous avons encore beaucoup à faire et **nous sommes donc tout à fait demandeur de vos fichiers excel pour gagner du temps.**

Et surtout, nous sommes en attente du guide d'application, dernière version, car la version provisoire laisse finalement de nombreux points en suspens.

Idem ci-dessus.

- Nous aurions besoin d'affiner l'incertitude du milieu (pression et t° du gaz + vapeur d'eau).
- Les résultats affichés sont basés sur une consignation annuelle (2010) sur l'ensemble du parc d'instruments AIRPL en service (un calcul a été effectué sur chaque point mesure, propre aux conditions du site, à l'approbation de l'appareil (appareil dédié au site), et aux résultats de tests métré obtenus sur l'appareil (étalons, dérives, linéarités, ...) > **Il me paraît important de préciser à quelle concentration est réalisé ce calcul** (ce que j'ai ajouté dans la 1^{ère} colonne).

Pour les paramètres physiques et l'influence des interférents, les tableaux au paragraphe 8 ont été complétés.

Les résultats sont volontairement présentés par **type** car les données « non personnalisables » d'approbation type (ex : reproductibilité), sont assez hétérogènes d'un type à l'autre et impactent significativement le calcul (ex : les rapports TUV indiquent en reproductibilité 4,89% pour l'AC32M contre 1,77% pour l'API200E, ce critère peut atteindre parfois 70% de contribution sur la contribution « analyseur » (qui elle-même représente dans ce cas environ 55% de la contribution totale). Concernant toujours ces 2 appareils, les rapports TUV indiquent ne pas avoir évalué l'AC32M en pression (> critère norme retenu pour la sensibilité : 8ppb/kPa) contre 0,14ppb/kPa pour l'API200 > ces 2 critères (reproductibilité et pression) expliquent en partie les résultats sensiblement différents obtenus entre l'API200E et l'AC32M pourtant tous deux approuvés type). A noter que l'ensemble des appareils « non approuvés type » dépassent les 15% du fait de l'absence d'évaluation sur certains paramètres par le LCSQA (critères normes pris en compte dans ce cas).

Question : Comment afficher une incertitude représentative d'un parc (tout type confondu) quand les incertitudes sont significativement différentes d'un type à l'autre ? C'est incorrect d'afficher 9% d'incertitude sur un point mesure constitué d'un NOx2000G et vice versa c'est particulièrement sévère d'afficher l'incertitude max calculé 48% (sur le NOx2000G > rapport LCSQA accablant pour cet appareil) sur un point mesure constitué d'un API200E. Quant à afficher une incertitude « moyenne », peut-on considérer qu'une telle incertitude « caractérise la dispersion des valeurs attribuées au mesurande » ? (à mon sens pas dans le cas où le mesurande est obtenu à partir du Nox2000G > d'où le choix de « personnaliser » le calcul à chaque type d'appareil).

Il a été décidé de laisser le choix à chaque AASQA de faire, pour chaque composé, un calcul pour l'ensemble de son parc ou par modèle d'analyseur en fonction du parc disponible et de la gestion métrologique de ce parc.

Les résultats des calculs réalisés pour chaque modèle donné ci-dessus, montrent une hétérogénéité des incertitudes et il ne serait pas pertinent notamment dans le cas des NOx, de calculer une incertitude moyenne pour les 4 modèles. En revanche pour des modèles qui auraient un niveau d'incertitude du même ordre de grandeur, il pourrait être effectué un calcul global.

Dans un même type, le résultat affiché correspond à la moyenne des résultats obtenus sur l'ensemble des instruments du type, les disparités étant liées principalement au fait que certains instruments ont subi des dérives plus importantes que d'autres. Le postulat « maximalisant » retenu a d'ailleurs été de considérer la dérive max (dérive étalons, dérive analyseur lors des raccordements), observée au cours de l'année (même postulat pour les autres tests métro) conformément au guide de recommandations LCSQA. Ce postulat est particulièrement contraignant quand on sait que parfois cette dérive max n'affecte qu'une partie minoritaire des données sur l'année (Ex : API100E : consignation annuelle estimée à 15,5% avec une dérive importante (mais < seuil de validation de données) qui n'a affecté qu'une dizaine de jours, la consignation étant < 15% sur le reste de l'année.

Question : Y a-t-il un compromis à déterminer justifiant l'invalidation de données (dans la limite des 90% de disponibilité de l'analyseur) qui permettrait d'éliminer les plus fortes dérives et par conséquent réduirait l'incertitude annuelle ou bien doit-on imaginer une consignation plus « fréquente » dans de tels cas ?

Si on constate des dérives importantes des appareils, il faudra augmenter la fréquence des contrôles pour pouvoir respecter l'incertitude de 15 %.

- Madinair estime les incertitudes dans quatre cas de figures :
 - Lors des inter-comparaisons avec le LNE (Bouteilles aveugles) : ordre de grandeur <5%,
 - Lors des raccordements de nos étalons de transfert à la chaîne nationale LNE : ordre de grandeur <3%,
 - Lors du raccordement des étalons de contrôle des réseaux DOM (MADINAIR-ORA de GUYANE-GWAD'AIR) : ordre de grandeur <5%,
 - Dans le cadre d'études avec EMD (Incertitudes sur les débits, dans l'utilisation des préleveurs à pompage actif SYPAC, étude Benzène...) : ordre de grandeur <2%.
- Les tableaux Excel du LCSQA pourraient nous servir de validation des feuilles xls ou programme interne, qui dans un cadre COFRAC pourrait nous aider à valider une méthode de calcul (« Jeux de données test de référence »).

suite du rapport page suivante

3) **Avez-vous abordé la question des moyennes temporelles selon la norme ISO 11222 « Détermination de l'incertitude de mesure de la moyenne temporelle de mesurages de la qualité de l'air » ?**

	Calculez-vous des moyennes temporelles selon la norme 11222 ?	Si oui, avez-vous des documents qui pourraient nous donner des informations sur votre démarche ?	Si non, quel référentiel utilisez-vous ? Avez-vous des documents qui pourraient nous donner des informations sur votre démarche ?
FD X43-070-2 - Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO ₂ , NO, NO _x , NO ₂ , O ₃ et CO réalisés sur site (Chapitre 5)	4 Oui	Mode opératoire de calcul d'incertitude pour le dispositif de Mesure Calcul réalisé sous tableur Excel en suivant le guide recommandation d'application de la partie 2 du guide et la norme ISO 11222. (le tableur Excel est très limité pour ces calculs de moyennes annuelles, le logiciel « R » paraît bien plus approprié)	
	17 Non		Pas à ma connaissance ! Calcul d'incertitude quart horaire uniquement Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance
	1 en cours		
	1 Pas de réponse	Parti du principe qu'aucune donnée n'est manquante + cas où les contributions aléatoires et non aléatoires ne sont pas séparées	
FD X43-070-3 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	23 Non		Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance

	Calculez-vous des moyennes temporelles selon la norme 11222 ?	Si oui, avez-vous des documents qui pourraient nous donner des informations sur votre démarche ?	Si non, quel référentiel utilisez-vous ? Avez-vous des documents qui pourraient nous donner des informations sur votre démarche ?
FD X43-070-4 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de dioxyde d'azote réalisés sur site par tube à diffusion suivis d'une analyse spectrophotométrique en laboratoire	23 Non		Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance
FD X43-070-5 - Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse	23 Non		Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance
	1 Oui		
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les concentrations massiques de particules mesurées en automatique (FD X43-070-6 à paraître en 2011) (Chapitre 2.7)	22 Non	Calcul des incertitudes sur moyennes horaires et jours selon ce qui a été défini dans le guide sinon pas de calcul sur les moyennes mensuelles ou annuelles	Démarche abordée sur le même mode de calcul que pour les mesurages automatiques mais Pb rencontré pour le moyennage des données Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les mesurages de B[a]P réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ (FD X43-070-7 à paraître en 2011)	23 Non		Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance
Rapport LCSQA - Estimation des incertitudes sur les mesurages de Plomb, Cadmium, Arsenic et Nickel réalisés sur site dans la fraction PM ₁₀ (FD X43-070-8 à paraître en 2011)	23 Non		Calcul non réalisé à ce jour Aucun référentiel utilisé, pas de calcul sur les moyennes Pas d'autre que l'ISO 11222 à ma connaissance

Au vu des réponses, il est nécessaire de fournir plus d'éléments pour pouvoir estimer les incertitudes sur les agrégations de données.

Remarques supplémentaires :

- Difficulté de la prise en compte de la moyenne glissante des données pour le calcul de l'écart-type nécessaire à la couverture de temps incomplète.
- Pour les moyennes annuelles à partir de tubes passifs (NO₂ ou benzène), nous estimons l'ordre de grandeur avec les notions statistiques de base, en divisant par la "racine du nombre d'échantillons individuels", par exemple par 12 pour 12 résultats sur l'année.
- Approche trop théorique et difficulté pour l'application des formules décrites dans le fascicule de documentation AFNOR FD X 43-070-2.
Le guide de recommandations ci-joint devrait être une aide à l'application du fascicule de documentation AFNOR FD X 43-070-2.

4) Avez-vous d'autres points dont vous souhaitez nous faire part sur l'estimation de vos incertitudes de mesure ? Si oui, lesquels ?

- Problème sur l'utilisation de la norme 11222 sur l'estimation des incertitudes temporelles horaires des polluants qui ont de grandes variations. Dans les généralités de la norme il est précisé que celle-ci n'est pas applicable dans ce cas...
Oui, il y a plus de risques que les données disponibles ne soient pas représentatives de l'ensemble des données quand les variations de concentrations sont importantes.
Dans certains cas, un taux 75 % de données valides est insuffisant pour que les données disponibles soient suffisamment représentatives.
- Est-il prévu de rédiger un guide sur le calcul des incertitudes sur les mesurages automatique de benzène réalisé sur site ?
La démarche serait la même que celle décrite dans le FD X43-070-2, sous réserve que les caractéristiques de performance des analyseurs utilisés aient été évaluées.
- Comment intégrer l'incertitude sur la température de prélèvement quand on n'a pas de capteurs de température sur le terrain, je me suis basée sur les données de la station météo la plus proche pour mes calculs mais comment déterminer l'écart entre la T de la station météo et la T sur site ?
Lors du passage en station, n'est-il pas possible de réaliser une mesure de température ponctuelle et de la comparer avec celle de la station météo la plus proche ?
- Nos questions précises apparaîtront au fur et à mesure de la mise en place de notre propre calcul d'incertitude. Il sera donc important pour nous de pouvoir vous solliciter tout au long de notre démarche.
L'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles nécessite, en effet, des explications et une aide complémentaires de votre part.
- Eclaircir le point sur les moyennes temporelles. Est-il envisageable qu'un outil commun puisse être développé pour le calcul des incertitudes sur les moyennes autres qu'horaires ?
Cf. document qui sera rédigé sur les moyennes temporelles par le LCSQA.

- Les résultats présentés ci-dessus ont été évalués avec les postulats « maximalisant » tels que définis dans le guide de recommandation LCSQA. Ils sont affichés ici de manière transparente, en l'état actuel de nos connaissances. Il reste à les « optimiser » avec le retour d'expérience du GT et l'ensemble des résultats de tests métrologiques à venir à AIRPL (la plateforme de tests métro selon les normes CEN a été mise en place en 2010). En attendant, force est de constater qu'on dépasse parfois les 15% de la Directive sur l'incertitude QH (peut-être pas sur une incertitude sur les moyennes horaires ? journalières ? etc... d'où l'urgence de définir une méthode de détermination des incertitudes sur les moyennes temporelles, que les AASQA puissent « s'approprier »).
- Plus généralement, pourrait-on établir en GT, de manière objective et dans la mesure du possible, ce qui est « raisonnablement dérogeable » au principe du tout « maximalisant » ?
Pour les estimations des incertitudes, on maximalise par défaut les incertitudes. Par contre, si le retour d'expérience ou l'analyse des données montre qu'il est plus pertinent de prendre une valeur moyenne ou autre, on peut le faire dès lors que cela se justifie (par exemple, si dans 95 %, on a des valeurs d'une incertitude inférieure à 10 % et pour 5 % des valeurs, une incertitude comprise entre 20 et 25 %, on pourra faire une pondération ou même appliquer une valeur de 10 %).
- Pouvons-nous faire évaluer/corriger nos calculs d'incertitudes (ceux que nous pratiquons dans les quatre cas de figures cités précédemment) par une tierce partie (LNE par exemple)? Dans la positive, quelle en est la procédure / le contact.... ?
Dans un premier temps, le guide de recommandation devrait pouvoir répondre à un certain nombre d'interrogations.
- Moyennage temporel : cf. ma présentation aux JTA 2010
Les éléments présentés/de réflexion pourront être éventuellement repris dans le document qui sera rédigé spécifiquement sur l'agrégation des données.

suite du rapport page suivante

6.3 ANNEXE 3 : COMPOSITION DU GT « INCERTITUDES »

Le groupe de travail GT « Incertitudes » a été constitué dès janvier 2005 et est composé des membres suivants.

Animation : T. Macé (LCSQA/LNE)

Secrétariat : T. Macé (LCSQA/LNE) – C. Raventos (LCSQA/INERIS)

Organisme	Nom du participant
AIR LR	C. Marzolf
ATMO Lorraine Nord	D. Durant
ATMO Rhône-Alpes	D. Loré
AIRPARIF	C. Debert
ATMO PC	S. Lucas
ATMO Franche Comté	A. Bouchain
AIR NORMAND	M. Bobbia
AIRFOBEP	F. Marty
AIR PL	M. Charuel
ASPA	S. Cloteaux, A. Scheid
AIR APS	M. Duval
INERIS	E. Leoz, C. Raventos
EMD	F. Mathé, L. Alleman
LNE	B. Lalere, G. Labarraque

6.4 ANNEXE 4 : RELEVÉ DE DÉCISIONS DE LA RÉUNION DU 9 JUIN 2011 DU SOUS-GROUPE DE TRAVAIL DU GT « INCERTITUDES »



**RELEVÉ DE DÉCISIONS DE LA RÉUNION DU 09/06/2011
DU GT "INCERTITUDES" RESTREINT**

Participants : C. Debert (AIRPARIF)
M. Bobbia (AIR NORMAND)
F. Mathé (EMD)
M. Beauchamp (INERIS)
C. Raventos (INERIS)
T. Macé (LNE)

Date : 9 juin 2011

Destinataires : C. Marzolf (AIR LR)
D. Durant (ATMO Lorraine Nord)
D. Loré (ATMO Rhône-Alpes)
C. Debert (AIRPARIF)
S. Lucas (ATMO PC)
A. Bouchain (ATMO Franche Comté)
M. Bobbia (AIR NORMAND)
F. Marty (AIRFOBEP)
M. Charuel (AIR PL)
G. Clauss, S. Cloteaux (ASPA)
M. Duval (AIR APS)
C. Raventos (INERIS)
F. Mathé (EMD)
F. Bouvier (LCSQA)
E. Chappaz (MEDDTL)
T. Macé, S. Vaslin-Reimann (LNE)

Rédacteur : Tatiana Macé

Ordre du jour :

La présente réunion du GT "Incertitudes" restreint a pour objectif de définir et de planifier les travaux à réaliser pour aboutir à une méthode détaillée d'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles traitées de façon théorique et pas assez explicite et documentée dans les différents fascicules de documentation AFNOR.

Relevé de décisions :

- ✓ Il est pris la décision de réviser l'ensemble des fascicules de documentation AFNOR pour la fin du premier semestre 2013 afin d'adapter la méthode d'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles à chaque polluant.
- ✓ Dans un premier temps, il est décidé de réviser les deux premières parties du guide (FD X43-070-1 : partie générale et FD X43-070-2 : estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO_x, NO₂, O₃ et CO) avec comme objectif d'avoir terminé ces révisions pour la fin du premier semestre 2012
 - Le fascicule FD X43-070-1 sera complété et mis à jour au regard de la Directive 2008.
 - La révision du fascicule FD X43-070-2 consistera à intégrer les différents points abordés dans le guide de recommandations LCSQA de novembre 2010 et à détailler l'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles.
- ✓ La méthode d'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles consistera à :
 - Calculer la contribution liée au système de mesure lors du calcul de la moyenne des mesures aux valeurs limites (moyenne à calculer sur les périodes temporelles suivantes : horaires, 8 heures (moyenne glissante sur 8 heures, calculée à partir des données horaires actualisées), journalières et annuelles). Pour ce faire,
 - On utilisera le même modèle mathématique pour NO, NO_x, SO₂, CO et O₃,
 - On utilisera un modèle mathématique particulier pour NO₂ pour prendre en compte l'influence du niveau de concentration en NO sur l'incertitude associée à la concentration en NO₂.M. Bobbia a déjà mené des travaux sur la propagation des incertitudes sur ces modèles mathématiques. Après avoir remis en forme ses travaux, M. Bobbia enverra ses résultats à l'ensemble des participants.
 - Calculer la contribution liée à une couverture temporelle incomplète. M. Bobbia, C. Debert et M. Beauchamp se proposent d'estimer cette contribution en suivant une démarche différente de celle décrite dans la norme NF 11222 et expérimentée par M. Bobbia : elle consiste à calculer l'incertitude liée à la moyenne temporelle à partir d'un écart-type d'écart entre moyenne tronquée et moyenne réelle déterminée sur la base de données antérieures, et à multiplier cet écart-type par une constante définie dans la littérature pour obtenir l'intervalle de confiance à 95 %.

Les tests à mener consisteront à :

- Choisir des jeux de données,
- Enlever des valeurs de façon systématique ou aléatoire,
- Calculer les écarts entre les moyennes tronquées et les moyennes vraies (avec toutes les valeurs),
- Calculer l'écart-type de ces écarts
- Calculer les intervalles de confiance à 95% ; à noter que cette méthode a été utilisée par M. Bobbia sur les moyennes horaires donc avec une seule donnée brute manquante (1 quart d'heure); M. Bobbia regarde dans la littérature si pour davantage de données manquantes, une autre constante doit être appliquée.

- ✓ Le seuil d'incertitude réglementaire noté dans la Directive est à comprendre comme la moyenne des incertitudes associées aux concentrations mesurées dans la région de la valeur limite. Pour répondre aux objectifs de qualité de la direction européenne, il est nécessaire de :
 - Définir les régions autour des valeurs limites : il sera considéré qu'elles correspondent à la valeur limite \pm le seuil d'incertitude ;
 - Considérer uniquement les valeurs de concentrations comprises dans ces régions pour le calcul de la moyenne des incertitudes,
 - Calculer la moyenne des incertitudes absolues de ces valeurs,
 - Calculer la valeur relative de cette incertitude par rapport à la moyenne des concentrations prises en compte,
 - Comparer l'incertitude relative avec les objectifs de qualité de la directive européenne (15%, 25%...).

Ce point sera précisé dans le fascicule FD X43-070-1 sur les généralités.

Jusqu'à présent, on avait considéré que les seuils d'incertitude réglementaires étaient à comparer à l'incertitude associée à la moyenne temporelle. Il est important de bien expliciter que d'une part on calcule une moyenne des incertitudes associées aux mesures individuelles autour de la valeur limite pour comparaison aux exigences réglementaires, et que d'autre part, comme il est nécessaire de calculer des moyennes temporelles, il convient de connaître l'incertitude associée à cette moyenne, en prenant en compte, le cas échéant la contribution liée aux données manquantes.

- ✓ Les travaux à réaliser jusqu'en octobre 2011 sont planifiés de la façon suivante :
 - Compléter le FD X43-070-1 : T. Macé
 - Intégrer les différents points abordés dans le guide de recommandation LCSQA dans le FD X43-070-2 : C. Raventos
 - Mise à disposition du calcul de la contribution liée au système de mesure aux valeurs limites horaires, 8 heures, journalières et annuelles pour l'ensemble des polluants gazeux (NO, NO_x, NO₂, SO₂, CO et O₃) : M. Bobbia et intégration dans le FD X43-070-2 : T. Macé
 - Réalisation de simulations avec des jeux de données pour estimer la contribution liée à une couverture temporelle incomplète avec une méthode différente de celle décrite dans la norme 11222 : M. Bobbia, C. Debert et M. Beauchamps
 - Prochaine réunion fixée au : **mardi 8 novembre 2011 à 9h30 à l'INERIS** (Hauteville)
- ✓ Ces travaux ne pouvant être terminés pour les prochaines Journées Techniques des AASQA organisées à Bordeaux en octobre prochain, il est proposé d'organiser un séminaire courant 2012 pour présenter aux AASQA les travaux réalisés sur l'estimation des moyennes temporelles.

6.5 ANNEXE 5 : RELEVÉ DE DÉCISIONS DE LA RÉUNION DU 10 NOVEMBRE 2011 DU SOUS-GROUPE DE TRAVAIL DU GT « INCERTITUDES »



**RELEVÉ DE DÉCISIONS DE LA RÉUNION DU 10/11/2011
DU GT "INCERTITUDES" RESTREINT**

Participants : C. Debert (AIRPARIF)
M. Bobbia (AIR NORMAND)
S. Dubost, S. Cloteaux (ASPA)
F. Mathé (LCSQA-EMD)
M. Beauchamp (LCSQA-INERIS)
C. Raventos (LCSQA-INERIS)
T. Macé (LCSQA-LNE)

Date : 10 novembre 2011

Destinataires : C. Marzolf (AIR LR)
D. Durant (AIR Lorraine)
D. Loré (ATMO Rhône-Alpes)
C. Debert (AIRPARIF)
S. Lucas (ATMO PC)
A. Bouchain (ATMO Franche Comté)
M. Bobbia (AIR NORMAND)
F. Marty (AIRFOBEP)
M. Charuel (AIR PL)
G. Clauss, S. Cloteaux, C. Dubost (ASPA)
M. Duval (AIR APS)
C. Raventos, M. Beauchamp (LCSQA-INERIS)
F. Mathé (LCSQA-EMD)
F. Bouvier (LCSQA)
E. Chappaz (MEDDTL)
T. Macé, S. Vaslin-Reimann (LCSQA-LNE)

Rédacteur : Tatiana Macé (LCSQA-LNE)

Ordre du jour :

La présente réunion du GT "Incertitudes" restreint a pour objectif :

- ✓ De poursuivre les travaux sur le développement d'une méthode d'estimation des incertitudes sur les moyennes temporelles.
- ✓ D'examiner une première version de la révision du fascicule de documentation FD X43-070-2 de 2007.

Relevé de décisions :

✓ Incertitude liée à une couverture temporelle incomplète

Dans la norme NF 11222, il est défini une incertitude $u_s^2(\overline{C_T})$ liée à une couverture incomplète de la période de moyennage par les concentrations $C_{ind,j}$. Cependant, ce calcul est adapté pour l'estimation de l'incertitude due aux données manquantes sur les moyennes « long terme » (mensuelles et annuelles), mais pas à celle due aux données manquantes sur les moyennes « court terme » (horaires, 8 heures et journalières).

Dans ce contexte, l'objectif est de développer une méthodologie différente de celle décrite dans la norme NF 11222 pour l'estimation de l'incertitude due aux données manquantes sur les moyennes horaires, 8 heures et journalières.

C. Debert présente les résultats obtenus en utilisant un jeu de 1000 données tirées aléatoirement d'un jeu de 100000 données de concentrations mesurées sur 3 ans et ceci pour 3 stations mesurant des concentrations fortes (site trafic), moyennes (site urbain) et faibles (site rural). Un essai a été également réalisé sur 10000 données et conduisait à des conclusions similaires.

Le traitement de données suivant a été appliqué : il a été enlevé un quart-horaire aléatoirement pour chaque heure. Puis, il a été calculé les écarts relatifs : valeur horaire tronquée (un quart-horaire enlevé aléatoirement) à laquelle on retranche la valeur moyenne réelle (avec les 4 valeurs quart-horaire) ; cette différence est ensuite divisée par la valeur moyenne réelle.

Pour NO₂, un écart-type relatif de ± 10 % est obtenu pour les 3 stations testées.

Pour les particules PM₁₀, un écart-type relatif de ± 8 % est obtenu pour les 3 stations testées.

M. Beauchamp a traité le même jeu de données que celui d'AIRPARIF en définissant un modèle (loi gaussienne sur la distribution des écarts) avec des données sur 2 ans et en le validant avec les données de la troisième année. M. Beauchamp confirme les résultats obtenus par C. Debert.

Il est décidé de compléter les guides d'estimation des incertitudes de la façon suivante :

- ✓ M. Bobbia propose de rappeler les principes des données manquantes sur les différentes moyennes réalisées par les AASQA.
- ✓ C. Debert propose de rajouter dans les guides d'estimation des incertitudes un tableau de synthèse indiquant dans quel cas telle ou telle méthode est à utiliser pour estimer l'incertitude due à la couverture temporelle incomplète sur chaque cas de moyenne réglementaire à couvrir (norme NF 11222 / méthode par modélisation des écarts).
- ✓ Il est décidé de définir à partir de combien de valeurs manquantes, on peut appliquer la norme NF 11222 pour chacun des polluants par méthode automatique (donc SO₂, CO, NO/NO_x/NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}).
C. Debert avait déjà réalisé des tests sur le NO₂ et avait mis en évidence que la norme NF 11222 devenait pertinente à partir de 20 quart-horaires. De nouveaux tests seront donc réalisés pour confirmer ces premiers résultats.
- ✓ La méthodologie sera définie pour les valeurs limites ± objectif de qualité (ex : 15 % pour les mesures automatiques, 25% pour les particules) et non sur toute la gamme de concentrations mesurées.

Actions :

- *M. Bobbia déterminera le coefficient qui doit intervenir dans le calcul de l'intervalle de confiance.*
- *M. Beauchamp réalisera des tests de l'influence des données manquantes sur les moyennes 8h et journalières pour différentes typologies de stations et de polluants.*
- *M. Bobbia, C. Debert et S. Dubost/S. Cloteaux regarderont s'il est possible de fixer une valeur robuste pour l'écart-type en relatif par polluant et éventuellement par typologie pour les moyennes horaires. On verra ensuite si c'est judicieux de faire la même chose pour la moyenne journalière pour tous les polluants.*
- *M. Beauchamp définira à partir de combien de valeurs manquantes, on peut appliquer la norme NF 11222 pour chacun des polluants.*

Il est décidé d'utiliser 3 ans d'historique glissant pour estimer l'écart-type des écarts.

✓ **Estimation des incertitudes sur les différentes moyennes réalisées par les AASQA**

Il est rappelé que la moyenne horaire est calculée à partir des données quart-horaires et que les moyennes sur 8 heures, journalière, mensuelle et annuelle sont calculées à partir des données horaires.

M. Bobbia a déterminé les formules d'estimation des incertitudes pour chacune des moyennes à partir des données brutes. Par exemple, il a été déterminé l'équation d'estimation des incertitudes sur la moyenne horaire à partir des données quart-horaires.

Il est décidé de définir une formule pour chaque pas de temps.

Le tableau 4 du guide de recommandations attribue, à chaque source d'incertitude, un caractère aléatoire ou systématique pour estimer les incertitudes sur les différentes moyennes effectuées. Ce tableau sera complété en ajoutant la moyenne sur 8 heures : il est décidé en séance de classer les différentes sources d'incertitude intervenant sur la moyenne sur 8 h de la même façon que celles intervenant sur les valeurs quart-horaires. Si d'autres considérations sont appliquées, l'AASQA devra adapter les formules d'estimation des incertitudes.

Lorsque des données sont manquantes, il conviendra de diviser les composantes aléatoires par le nombre de mesures réellement effectuées.

Actions :

- *M. Bobbia termine l'écriture des formules d'estimation des incertitudes pour chacune des moyennes à partir des données brutes.*

✓ **Examen du FD révisé**

C. Raventos a révisé le fascicule de documentation FD X43-070-2 : 2007 (Qualité de l'air - Guide pratique pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant - Partie 2 : Estimation des incertitudes sur les mesurages automatiques de SO₂, NO, NO₂, NO_x, O₃ et CO réalisés sur site) en intégrant les éléments du guide de recommandations de façon à n'avoir plus qu'un document.

Ce premier projet de document révisé est examiné en séance.

Actions :

- *M. Beauchamp fournira à T. Macé un rapport sur les travaux menés en 2011 dans le cadre du GT « Incertitudes » pour fin novembre 2011 ; ce document sera intégré au rapport à fournir au MEDDTL pour début 2012.*

✓ **Divers**

Il est rappelé la proposition de voir évoluer le GT « Incertitudes » en CS « Mesures automatiques » début 2012. Les travaux porteront en premier lieu sur la mise en œuvre des normes CEN révisées (parution en 2012). Un appel à participation sera lancé pour constituer cette nouvelle Commission de Suivi. Les membres présents du GT « incertitudes » estiment que le sujet des incertitudes nécessitera encore du travail. Il est donc évoqué la possibilité de maintenir le GT « incertitudes » comme « outil de travail » pour la future CS.

La prochaine réunion est fixée au mercredi 25 janvier 2012 à AIRPARIF.