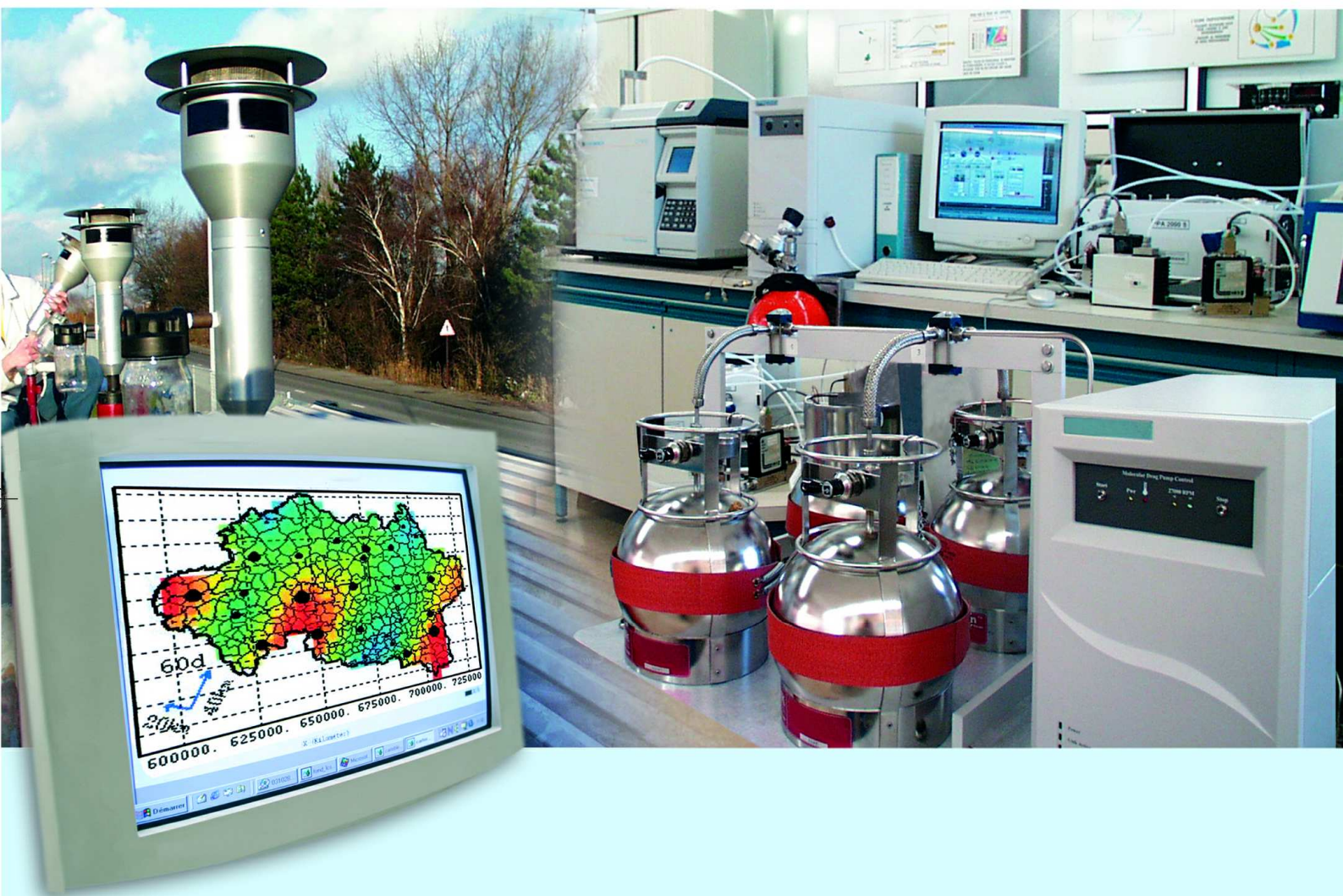




## Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



Version Finale 2005

### Etude des instruments à long trajet optique

Novembre 2005

Convention: 05000051

Rédacteur : E. FREJAFON





Ministère de l'Écologie  
et du Développement Durable

## PREAMBULE

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

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

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



Ministère de l'Écologie  
et du Développement Durable

## Etude des instruments à long trajet optique

Laboratoire Central de Surveillance  
de la Qualité de l'Air

Convention 05000051

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

Novembre 2005

M. DALLE, N. BOCQUET, E. FREJAFON

Ce document comporte 26 pages (hors couverture et annexes).

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>NOM</b>	E. FREJAFON	D. SAVANNE	E. CHAMBON
<b>Qualité</b>	Ingénieur Unité Qualité de l'Air	Responsable d'unité Unité Qualité de l'Air	Responsable LCSQA
<b>Visa</b>			



## TABLE DES MATIERES

<b>1. RESUMÉ.....</b>	<b>3</b>
<b>2. RAPPEL DU CONTEXTE, DES OBJECTIFS ET DU PROGRAMME PROPOSÉ POUR L'ANNÉE 2005 .....</b>	<b>5</b>
2.1 Contexte et objectifs.....	5
2.2 Programme proposé en 2005.....	5
<b>3. ASSISTANCE TECHNIQUE AUX DIFFÉRENTES AASQA.....</b>	<b>7</b>
3.1 Assistance technique relative à l'étalonnage sur site des instruments de type DOAS .....	7
3.2 AIRMARAIX : Assistance technique relative à l'installation sur site d'un DOAS .....	8
3.3 ATMO Champagne Ardennes : assistance technique relative à la gestion du DOAS de l'aéroport de Vatry.....	9
3.4 Assistance technique relative à l'évaluation d'instruments de type DOAS ....	9
<b>4. ENQUÊTE SUR L'UTILISATION DES DOAS AU SEIN DES AASQA .....</b>	<b>11</b>
4.1 Contexte.....	11
4.2 Contenu de l'enquête .....	11
4.3 AASQA concernées et retour obtenu .....	12
4.4 Résultats de cette enquête.....	12
4.4.1 Description de l'appareil .....	13
4.4.2 Date d'acquisition et d'installation éventuelle sur site .....	13
4.4.3 Entité utilisatrice de l'appareil .....	14
4.4.4 Choix du matériel :.....	14
4.4.5 Métrologie DOAS :.....	15
4.4.5.1 Maintenance préventive réalisée ou prévisionnelle :.....	15
4.4.5.2 Déclenchement d'une maintenance curative :.....	15
4.4.5.3 Etalonnage périodique de l'instrument : .....	17
4.4.6 Interface Homme – Machine.....	17
4.4.7 Installation de l'appareil .....	18
4.4.8 Description du site .....	19
4.4.8.1 typologie du site .....	19
4.4.8.2 Caractéristiques d'implantation .....	19
4.4.8.3 Site Émetteur.....	20

4.4.8.4	Site Récepteur.....	20
4.4.9	Fonctionnement de l'appareil sur site .....	21
4.4.10	Utilisation du DOAS dans le calcul de l'indice ATMO .....	21
4.4.11	Appareil jamais installé sur site .....	22
4.4.12	indice ATMO et accréditation.....	22
4.5	Conclusion et perspectives.....	23
<b>5.</b>	<b>SYNTHÈSE DES RETOURS D'EXPERIENCE SUR L'UTILISATION DES DOAS ET DES LIDAR IMPLIQUANT L'INERIS.....</b>	<b>25</b>
5.1	Campagne DOAS sur site aéroportuaire .....	25
5.2	Campagne LIDAR EOLIA.....	25
<b>6.</b>	<b>TRAVAUX DE NORMALISATION SUR LES INSTRUMENTS « À LONG TRAJET OPTIQUE » .....</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>LISTE DES ANNEXES .....</b>	<b>27</b>

## 1. RESUME

Dans le cadre de nos missions pour le compte du LCSQA, nous avons réalisé les actions suivantes :

### Assistance technique DOAS pour le compte de plusieurs AASQA et notamment :

- AIRAQ, AREMA-LM, ATMO Auvergne : mise en circulation d'outils d'étalonnage sur site ainsi que, pour certaines, formation sur site et assistance à la mise en œuvre.
- AMPASEL : essais d'évaluation de leur DOAS OPSIS et étude des performances suite aux différentes réparations réalisées par le constructeur. Cet instrument devrait être installé sur site courant 2006.
- AIRMARAIX : aide à la définition du site et assistance technique afin d'optimiser la mise en place de leur DOAS SANOA. Cet instrument est en fonctionnement sur Toulon depuis l'été 2005 avec un taux de fonctionnement proche de 100 %.

### Réalisation d'un bilan général de l'intégration des DOAS dans les AASQA.

Sur 13 AASQA concernées qui représentent un parc instrumental de 15 DOAS (AIRPARIF et ORAMIP possédant chacun 2 instruments), nous avons obtenu un retour concernant 13 appareils (12 AASQA). Cela nous a permis d'effectuer les constatations suivantes :

- Type d'instruments : 3 constructeurs sont représentés :
  - 7 instruments OPSIS dont le représentant français est NEREIDES
  - 7 instruments ENVIRONNEMENT SA,
  - 1 instrument TEI dont le représentant français est MEGATEC.
- Installation, fonctionnement et degré d'intégration :
  - 6 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% et sont intégrés dans le calcul de l'indice ATMO pour les polluants NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>,
  - 2 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% mais ne sont pas intégrés dans l'indice ATMO,
  - 2 DOAS sont en service mais ne fournissent pas de mesures depuis plusieurs mois ou années (dysfonctionnement de l'appareil ou mauvaise configuration du site),
  - 2 DOAS sont en cours d'installation et devraient être en fonctionnement courant 2006 (finalisation du choix du site),
  - 3 DOAS ont été en fonctionnement durant une certaine période, mais ont été désinstallés pour des raisons stratégiques ou financières.

- Compréhension technique et accessibilité instrumentale :
  - Il ressort de l'enquête une grande disparité des réponses concernant la compréhension du principe de fonctionnement et l'assimilation des outils informatiques des DOAS. L'origine semble principalement liée à un déficit de formation préalable par les fournisseurs de DOAS.
- contrôle qualité et assurance qualité :
  - disparité des réponses relatives au contrôle périodique, tant sur le plan des moyens mis en œuvre que sur la fréquence annuelle.
  - forte demande d'une norme CEN ou AFNOR visant à définir des procédures rigoureuses d'assurance qualité.

Les aspects relatifs au contrôle qualité et à l'assurance qualité devraient être résolus prochainement avec le projet de norme CEN relative aux instruments DOAS dont l'élaboration a été lancée au sein du TC264 WG 18. Il devrait adopter un schéma proche de celui mis en œuvre pour les instruments de type FTIR.

Les aspects relatifs à la compréhension technique et l'accessibilité instrumentale devraient être résolus en grande partie par la mise en place d'ateliers instrumentaux annuels des DOAS où des travaux pratiques seront notamment réalisés. Le premier atelier, réalisé dans le cadre des missions permanentes de l'INERIS pour le compte du LCSQA, se tiendra au cours du premier semestre 2006 dans les locaux de ORAMIP.

#### Synthèse des retours d'expérience sur l'utilisation des instruments DOAS et LIDAR impliquant l'INERIS :

- 1 campagne en zone aéroportuaire a été réalisée durant l'été 2005 à la demande de l'Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (ONERA), dans le cadre de son projet de recherche AIRPUR. Cette campagne associait différents partenaires français et étrangers qui ont mis en œuvre en parallèle de nombreux instruments dont notamment des DOAS, des FTIR actifs et passifs, des analyseurs de gaz spécifiques et des mesureurs de poussières. Les résultats obtenus qui mettent en évidence des singularités dynamiques et chimiques, devraient donner lieu à 3 publications internationales. Nous avons ainsi pu constater par exemple une hétérogénéité horizontale des concentrations en ozone en corrélation directe avec les émissions générées par l'activité de la zone aéroportuaire. De même, le couplage entre des mesures DOAS et une caméra vidéo devrait permettre d'obtenir des informations importantes sur les disparités observées des émissions des aéronefs.
- 1 campagne LIDAR en zone côtière a été réalisée durant l'été 2005 dans le cadre du projet EOLIA. Ce projet, coordonné par ATMO PC et associant AIR LR, AIRAQ, AIR Breitz et l'INERIS, visait à étudier l'hétérogénéité horizontale des concentrations en ozone constatées en bordure du littoral. Un couplage entre des mesures au sol et 2 LIDAR a ainsi été réalisé afin de tenter de mieux comprendre les gradients négatifs de concentration en ozone constatés dans des transects Mer-Terre lors de situations de brise de mer (opération soutenue par l'ADEME). Outre la compréhension de cette variation de concentration, une démarche est également engagée visant à comparer ces mesures avec des résultats obtenus par des outils de modélisation.



## **2. RAPPEL DU CONTEXTE, DES OBJECTIFS ET DU PROGRAMME PROPOSE POUR L'ANNEE 2005**

### **2.1 CONTEXTE ET OBJECTIFS**

L'INERIS conduit depuis 1996 un programme sur les appareils de mesure à long trajet optique de types LIDAR et UV-DOAS, qui a permis notamment de répondre aux objectifs ci-après :

- définir les caractéristiques de ces instruments, leurs spécifications respectives ainsi que leurs limitations éventuelles,
- effectuer un retour d'expérience au niveau international, tant sur le plan technique, que sur les applications réalisées,
- participer à la conception d'une norme CEN sur les instruments à long trajet optique,
- fournir une assistance technique (installation, utilisation, étalonnage, maintenance...).

#### **Programmes spécifiques LIDAR**

- effectuer des campagnes spécifiques, permettant de démontrer l'apport de cette technologie dans la validation des modèles 3D (ESCOMPTE 2001, INTERREG III),
- évaluer la qualité des données LIDAR par des mises en comparaison avec d'autres techniques de mesures (PARIS 1999, ESCOMPTE 2001),
- réaliser différents retours d'expérience sur l'utilisation des LIDAR commercialisés sur le plan européen : utilisation, fonctionnements, définition du caractère opérationnel.

#### **Programmes spécifiques DOAS**

- préciser les bonnes pratiques d'utilisation de ces appareils en réseau de mesure (calibrage, contrôles qualité...) et développer une méthodologie d'étalonnage sur site,
- effectuer des études spécifiques, permettant de définir les applications de la technique DOAS (essais sur les polluants Toluène et Benzène),
- effectuer des campagnes spécifiques, permettant de démontrer l'apport de cette technologie dans la connaissance des émissions : étude de modulations de trafic (POVA), étude en zone aéroportuaire (Lyon).

### **2.2 PROGRAMME PROPOSE EN 2005**

L'INERIS devait s'attacher à suivre les évolutions des techniques DOAS et LIDAR, et à réaliser une veille scientifique et technique sur leurs applications :

- retour d'expériences sur l'utilisation des LIDAR ou DOAS et de ses applications, à partir des différentes campagnes ponctuelles organisées par les AASQA,
- participation aux travaux de normalisation (CEN/TC 264/GT 18) sur les instruments à long trajet optique (LIDAR, DOAS, FTIR) intégrée dans l'activité générale de normalisation.

En 2005, nous avons proposé d'effectuer un bilan général de l'intégration des DOAS dans les AASQA. Pour ce faire, nous devons réaliser, pour chaque AASQA une évaluation personnalisée concernant les aspects :

- techniques : taux de fonctionnement, difficultés d'installation et d'utilisation, pertinence des polluants mesurés,
- assurance qualité : périodicité des étalonnages et difficultés rencontrées, maintenances curatives et préventives, formation des intervenants...,
- degré d'intégration: inter comparaisons périodiques réalisées, polluants intégrés dans l'indice ATMO, études & campagnes réalisées...

Cela devait ainsi nous permettre d'optimiser, pour chaque AASQA, le caractère opérationnel des outils. En effet, outre ce bilan général, nous devons fournir une assistance à ceux qui le désirent, concernant l'installation de tous les DOAS acquis par les AASQA à ce jour : assistance technique et scientifique, formation aux étalonnages, configuration des sites, aide à l'installation sur site, aide à la mise en service...

Parallèlement à ce bilan général et à cette optimisation de l'exploitation des DOAS, nous devons également poursuivre des essais de réception de ces instruments et notamment évaluer les caractéristiques du DOAS de AMPASEL à la suite des différentes réparations engagées par le constructeur.

Ces actions devaient ainsi permettre de relancer un groupe technique des utilisateurs en 2006.

### **3. ASSISTANCE TECHNIQUE AUX DIFFERENTES AASQA**

#### **3.1 ASSISTANCE TECHNIQUE RELATIVE A L'ETALONNAGE SUR SITE DES INSTRUMENTS DE TYPE DOAS**

Cette assistance a concerné les AASQA suivantes : AIRAQ, AREMA-LM, ATMO Auvergne. Elle s'est intéressée à la mise en circulation d'outils d'étalonnage sur site ainsi que pour certaines, à la réalisation de sessions de formation sur site (pour les intervenants, qu'il s'agisse du personnel des AASQA ou bien des éventuels sous-traitants). En effet, suite aux travaux engagés depuis quelques années, le LCSQA met dorénavant en circulation au sein des AASQA un générateur d'ozone haute teneur opérationnel et simple d'utilisation, permettant la réalisation de courbes d'étalonnage sur site pour l'ozone.

Cet outil d'étalonnage O<sub>3</sub> est actuellement en maintenance chez le constructeur ou une modification est également en cours. Le taux de dilution du canal basse teneur, qui était actuellement de 1/1 000<sup>ème</sup> va être porté à 1/5 000<sup>ème</sup> pour permettre son utilisation dans le cas de très longs trajets optiques. La plage de suivi de génération haute teneur via le canal basse teneur sera ainsi la suivante :

Haute teneur	Basse teneur	Conc cellule DOAS : trajet optique 300 m, cellule 10 cm	Conc cellule DOAS : trajet optique 800 m, cellule 10 cm
40-2 500 ppm	8 - 500 ppb	C <sub>c</sub> = 13 à 833 ppb	C <sub>c</sub> = 5 à 312 ppb
80-5 000 mg.m <sup>-3</sup>	16-1 000 µg.m <sup>-3</sup>	C <sub>c</sub> = 26 à 1 666 µg.m <sup>-3</sup>	C <sub>c</sub> = 10 à 624 µg.m <sup>-3</sup>

Où l'on rappelle que la concentration équivalente (C<sub>e</sub>) enregistrée par le DOAS correspond à l'addition de la concentration ambiante (C<sub>0</sub>) et de la concentration de la cellule rapportée au trajet optique (C<sub>c</sub>) :

$$C_e = C_0 + C_c \text{ avec } C_c = C_{\text{Basse\_Teneur}} * F_{\text{dilution}} * \frac{L_{\text{cellule}}}{D_{\text{trajet\_optique}}}$$

C<sub>0</sub> la concentration ambiante exprimée en µg.m<sup>-3</sup> réel,

C<sub>basse\_Teneur</sub> la concentration lue via le canal de dilution, exprimée en µg.m<sup>-3</sup> aux conditions réelles, prise comme étant les conditions standards de température et de pression dans le tableau ci-dessus,

F<sub>dilution</sub> le taux de dilution du canal basse teneur calibré préalablement et égal à 5 000 dans le tableau ci-dessus,

L<sub>cellule</sub> la longueur de la cellule exprimée en mètres,

D<sub>trajet\_optique</sub> la longueur du trajet optique exprimée en mètres,

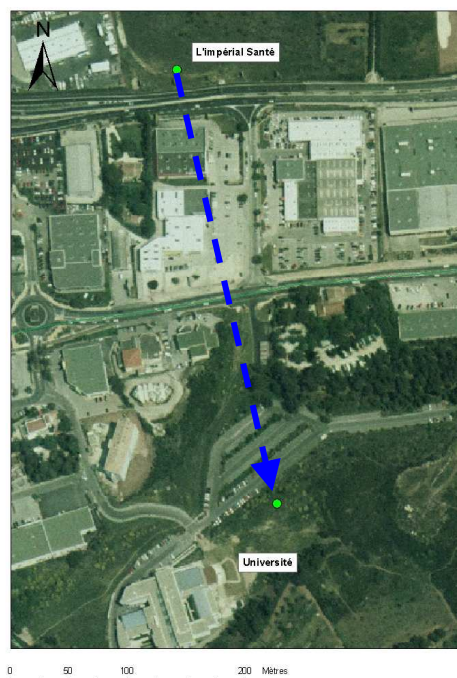
Pour l'année 2006, plusieurs AASQA non utilisatrices de ce générateur, souhaitent être formées afin de s'en servir comme moyen d'étalonnage sur site. On citera notamment ORAMIP, AIRMARAIX et AMPASEL. Aussi, nous avons prévu de mettre en place des ateliers techniques annuels qui viseront, outre la mise en commun d'expérience, la réalisation de travaux pratiques tel que l'étalonnage sur site des DOAS, le réglage et la maintenance préventive.

### 3.2 AIRMARAIX : ASSISTANCE TECHNIQUE RELATIVE A L'INSTALLATION SUR SITE D'UN DOAS

A la demande de AIRMARAIX, nous avons réalisé une aide à la définition du site et prodigué une assistance technique personnalisée afin d'optimiser la mise en place de leur DOAS SANOA. Pour ce faire, outre la réalisation de plusieurs visites sur site, nous avons également défini ensemble les principales contraintes d'installation devant être nécessairement prises en compte. Cette assistance a été réalisée au cours du premier trimestre 2005. Cela a permis à AIRMARAIX de mettre sur site son instrument et d'en faire valider son installation par le constructeur.



Sites récepteur (gauche, site universitaire) et émetteur (droite, toit d'un hôpital).



#### Description visuelle du trajet optique du DOAS installé sur le site de Toulon

Installé courant juin 2005 sur l'agglomération de Toulon, ce DOAS SANOA effectue depuis le mois de juillet le suivi en continu des polluants NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> sur un trajet optique de 400 m (intégrant le site universitaire et une voie routière de moyenne circulation) avec un taux de fonctionnement proche de 100 %.

### **3.3 ATMO CHAMPAGNE ARDENNES : ASSISTANCE TECHNIQUE RELATIVE A LA GESTION DU DOAS DE L'AEROPORT DE VATRY**

A la demande de ATMO Champagne Ardennes et du Conseil Général de la Marne, nous avons défini les actions préalables devant permettre une gestion du DOAS de l'Aéroport de Ferney-Vatry. En effet, cet aéroport a fait l'acquisition en 1998 d'un DOAS qui a été installé afin d'effectuer un suivi en continu des polluants gazeux NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et BTX. Or, compte tenu du non-respect de certaines contraintes d'installation, cet instrument n'a jamais réellement fonctionné dans des conditions optimales. Aussi, il a été convenu de réaliser les actions suivantes début 2006 :

- visite permettant de définir un site adapté au fonctionnement de cet instrument.
- expertise technique du fonctionnement de cet appareil permettant de répertorier les éventuelles maintenances curatives indispensables préalablement à sa remise en service,
- réunion avec ATMO CA et le Conseil Général de la Marne visant à définir, au regard des choix stratégiques de chacun, les différentes solutions techniques pouvant être mises en place. Ainsi, il conviendra par exemple de définir un site d'installation qui tienne compte des axes stratégiques de ATMO CA en matière de surveillance (couverture du territoire, représentativité des mesures...) et du Conseil Général de la Marne au regard de la surveillance des zones aéroportuaires et de son impact actuel ou à venir.

Cela devrait ainsi permettre à ATMO CA de disposer d'un DOAS opérationnel et en fonctionnement optimal courant 2006.

### **3.4 ASSISTANCE TECHNIQUE RELATIVE A L'EVALUATION D'INSTRUMENTS DE TYPE DOAS**

A la demande de AMPASEL et de NEREIDES, fournisseur d'instruments DOAS OPSIS nous avons réalisé différents essais d'évaluation de leur DOAS OPSIS et étudié les performances de l'instrument suite aux différentes réparations réalisées par le constructeur. Outre la présence d'un offset sur la mesure des polluants NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>, nous avons constaté un écart-type important associé à la mesure de O<sub>3</sub> (cf rapport d'évaluation en annexe). Suite à cette évaluation des modifications de paramétrage ont été effectuées par le constructeur : réglage du zéro et réglage du spectromètre. Les essais réalisés en décembre 2005 ont permis de confirmer les améliorations consécutives à ces réparations. La réception de l'instrument a donc pu être réalisée à l'INERIS en présence de NEREIDES et AMPASEL le 16 décembre 2005. Il est par ailleurs prévu d'effectuer une assistance technique lors de la définition et de la configuration du site d'installation prévu en 2006.



## **4. ENQUETE SUR L'UTILISATION DES DOAS AU SEIN DES AASQA**

### **4.1 CONTEXTE**

Dans le cadre du programme LCSQA 2005, il était prévu d'effectuer un bilan complet de l'installation et de l'utilisation des DOAS en tant qu'outil de surveillance. Afin d'établir ce bilan nous avons rédigé et distribué par voie électronique une enquête qui visait à quantifier le degré d'implantation des DOAS dans les AASQA. La finalité escomptée était, outre la construction d'un état des lieux exhaustif de l'utilisation de ces instruments, de réaliser des assistances spécifiques auprès des AASQA qui le souhaitaient, afin :

- de finaliser l'installation et la mise en service de leur DOAS. Ce fut notamment le cas concernant les réseaux AIRAQ, AMPASEL, AIRMARAIX et COPARLY,
- de mieux comprendre les attentes des AASQA en matière de contrôle qualité ou de diffusion de retour d'expérience,

### **4.2 CONTENU DE L'ENQUETE**

L'enquête a abordé les différents domaines suivants :

1. Description de l'appareil : la marque, le modèle, les dates d'achat, d'évaluation à l'INERIS, de réception technique et éventuellement d'installation, le type d'utilisation (bi-statique ou mono-statique), les polluants mesurés, les options disponibles et notamment celles relatives aux moyens d'étalonnage et enfin les pièces détachées en stock.
2. Description de l'entité utilisatrice : outre son nom, son adresse et la personne en charge du DOAS, cette partie visait également à évaluer le degré d'implication du responsable DOAS dans le choix de l'instrument.
3. Choix de l'appareil : mise en concurrence éventuelle mais surtout les principaux facteurs intervenus dans le choix du matériel
4. Métrologie DOAS : périodicité des maintenances préventives, facteurs intervenant dans le déclenchement d'une maintenance curative, périodicité et moyens utilisés pour l'étalonnage de l'instrument.
5. Interface Homme-machine : connaissance et compréhension des contraintes d'installation, facilité de configuration du site, de mise en place de l'instrument et des premiers réglages ; compréhension du principe de mesure, de l'alignement, des dysfonctionnements, du protocole d'étalonnage et de validation interne des données, facilité d'utilisation des logiciels
6. Installation de l'appareil : description détaillée des sites d'installation ainsi que des moyens d'accès.

7. Taux de fonctionnement : date de première et dernière mesure, date du dernier étalonnage et de la dernière maintenance, taux de fonctionnement de la dernière semaine, du dernier mois, de la dernière année
8. Intégration dans l'indice ATMO : polluants concernés et inter-comparaisons préalables ou périodiques nécessaires
9. Cas des DOAS jamais installés sur site : évaluer les principales raisons n'ayant pas permis l'installation du DOAS (contraintes techniques, métrologiques, administratives, volonté propre...).

Un exemple de cette enquête figure en annexe de ce rapport.

### 4.3 AASQA CONCERNEES ET RETOUR OBTENU

Le tableau ci-dessous détaille les différentes AASQA consultées ainsi que les principaux retours obtenus à la date du 19 décembre 2005.

Réseaux	DOAS	Typologie	Localisation	Acquis	Installé	Etat	Remarques
AIRAQ	ENV SA	Urbaine	Arcachon	2003	2004	Mesures	
AIRMARAIX	ENV SA	Urbaine	Toulon	1998	2005	Mesures	
ATMO Auvergne	OP SIS	Urbaine	Cl <sup>l</sup> Ferrand	1997	1999	Mesures	
ASPA	ENV SA	Urbaine	Strasbourg	1997	1998 puis 1999	Mesures	
ATMO NPDC	OP SIS	Urbaine	Lilles	2000	2001	Mesures	
ORAMIP	OP SIS	Urbaine	Castre	2000	2001	Mesures	
ORAMIP	OP SIS	Urbaine	Toulouse	2000	2002	Mesures	
Air Normand	ENV SA	Industrielle	Gravenchon	2001	2001 puis 2003	Mesures	Réellement opérationnel depuis 2003
ATMO CA	ENV SA	Aéroport	Aéroport Varty	1998	2001	Arrêté	Changement de site nécessaire
AIR PL	ENV SA	Urbaine	Nantes	1996	2000	Arrêté	Modification du projecteur nécessaire (corrosion)
ESPOL	OP SIS	Industrielle	L'Hôpital	1994	1994	Arrêté en 2003	Démontage en cours car coût de maintenance trop élevé
AIRPARIF	OP SIS	Urbaine	Paris	1990	1990	Cédé	Ne possède plus de DOAS
AIRPARIF	ENV SA	Urbaine	Poissy	1998	1998	Supprimé	Retiré de l'AASQA
AMPASEL	OP SIS			1998	Non	Non installé	Réparation effectuée, recherche de site en cours
COPARLY	TEI			2000	2004	Site provisoire	Recherche d'un site

### 4.4 RESULTATS DE CETTE ENQUETE

Tous les résultats de cette enquête sont établis à partir des 12 réponses reçues sur les 13 AASQA participantes, soit donc des résultats obtenus à partir du retour d'expérience obtenu sur 13 DOAS. Les données entre parenthèses incluent les informations connues de AIRPARIF n'ayant pas répondu.



#### 4.4.1 DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Marque	ENV SA SANOVA		OPSIS-NEREIDES			TEI-MEGATEC (DOAS 2000)	
Modèle / Version	6 (7)		6 (7)			1	
			110	130	150		
			1	3 (1)	2		
Mode d'utilisation	Bi-statique 14 dont 1 DOAS à 2 émetteurs				Mono-statique (rétro réflecteur) 1 (TEI)		
Polluants mesurés	O <sub>3</sub> 12	SO <sub>2</sub> 12	NO <sub>2</sub> 12	BTEX 1	NO 0	Autres 0	
Options d'étalonnage	Cellule	Banc	Géné O <sub>3</sub>		Gaz autres	Lampe	
	12	3	3		2	1	
Autres options	Contrat de maintenance	Align. Emet. automatique	Align. Récept. automatique		Rétro-réflecteur		
	1	1 (OPSIS)	8 dont 1 OPSIS		1 (TEI)		
Pièces détachées en stock dans les AASQA	Lampe	Miroir	Fibre		ventilateur	électronique	
	5	1	1				

On constate une répartition équitable entre des DOAS OPSIS et ENVIRONNEMENT SA avec un mode de fonctionnement bi-statique à l'exception d'un appareil de TEI.

Par ailleurs nous pouvons constater que seul un contrat de maintenance a été établi et que le stock de pièces détachées (miroirs, alimentations) et consommables (lampes) est faible à inexistant.

Enfin, tous les DOAS autorisent un étalonnage sur site par génération de gaz en cellule insérée dans le trajet optique. Certaines AASQA utilisent également un banc de calibrage spécifiquement dédié aux instruments DOAS OPSIS.

#### 4.4.2 DATE D'ACQUISITION ET D'INSTALLATION EVENTUELLE SUR SITE

Date	<94	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Achat	1			1	2	2		1		1				
Evaluation	1			1	1	2	1	1		1				
Réception	1				2	2	1	1		1				
Installation		1				1	1	1	1		1		1	
Non installé	2													

Si l'achat des DOAS a été important entre 1996 et 1999, leur réception technique a été légèrement décalée et enfin, leur installation s'est étalée jusqu'à cette année, principalement en raison de contraintes d'installation.

#### 4.4.3 ENTITE UTILISATRICE DE L'APPAREIL

Le responsable actuel DOAS a-t-il participé à l'achat de l'appareil ?	OUI	NON
	6	7
Le responsable actuel DOAS a-t-il suivi les essais d'évaluation réalisés à l'INERIS ?	OUI	NON
	7	6
Le responsable actuel DOAS a-t-il reçu la formation initiale donnée par le constructeur ?	OUI	NON
	7	6

Il est à noter que certains responsables n'ont pas participé à l'achat mais ont reçu une formation, tandis que d'autres ont participé uniquement à certaines étapes. Ainsi, nous constatons que 50% des responsables actuels des DOAS n'ont pas participé à l'achat de l'appareil ainsi qu'aux essais d'évaluation mais surtout n'ont pas été formés sur l'instrument. Enfin, seule une petite fraction (20%) des responsables ont participé à ces 3 étapes.

#### 4.4.4 CHOIX DU MATERIEL :

Une mise en concurrence a-t-elle été effectuée lors de l'établissement de l'appareil ?	OUI	NON		
	4	3		
Quelles ont été les propositions étudiées ?	ENV SA	OPSIS	TEI	Autres
	4	4	1	

Facteurs intervenus dans le choix de l'appareil :

Prix	SAV,	logiciel,	ergonomie	formation	uniformité du parc	Retour expérience	Contrainte site
0.25						1	0.5
0.25						0.5	1
						1	
0.25					0.5	1	
	1		0.25			0.5	
1	0.5					0.25	
1							
0.25		0.5				1	
	0.5	1			0.25		
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.25</b>	<b>0</b>	<b>0.75</b>	<b>5.25</b>	<b>1.5</b>

Où les valeurs correspondent au degré de priorité porté aux facteurs retenus (1 étant associé à prioritaire, 0.5 à très important et 0.25 à important).

Les principales remarques relatives au choix de l'appareil ont été les suivantes :

- En 1997, il y avait plusieurs dizaines de DOAS « OPSIS » qui fonctionnaient à travers le monde contre seulement quelques « SANOAS ».
- Pour un utilisateur, le premier critère était la longueur du faisceau optique qui a guidé son choix,

- Un utilisateur a guidé son choix vers un instrument mono-statique permettant la gestion des servitudes électriques en un seul point.

Cette partie n'a pas été complétée par certaines AASQA car les personnes ayant effectué l'acquisition de l'appareil, ne sont plus présentes dans l'association.

Nous observons que le retour d'expérience et le prix ont été les deux principaux facteurs qui sont intervenus dans le choix de l'appareil. Au second plan viennent le SAV, les contraintes d'installation et l'interface utilisateur.

#### 4.4.5 METROLOGIE DOAS :

##### 4.4.5.1 MAINTENANCE PREVENTIVE REALISEE OU PREVISIONNELLE :

Dans ce tableau figure le nombre de réponses obtenues pour chaque question.

	En nombre de mois					mode opératoire ou automatique	
	≤ 1	3	6	≥12	N/A	Oui	Non
Périodicité du contrôle d'alignement du faisceau ?	3	1	0	3	5	3	9
Périodicité du remplacement d'une lampe ?	0	0	3	6	3	3	9
Périodicité d'un étalonnage DOAS ?	1	3	3	2	3	3	9
Périodicité d'un contrôle de l'état des miroirs ?	0	0	1	4	7	1	11
Périodicité d'un remplacement des miroirs ?	0	0	0	3	9	1	11

Outre le contrôle d'alignement faisceau qui n'est pratiquement jamais réalisé (sur les 3 réponses proposant une périodicité inférieure à 1 mois, deux correspondent à un alignement automatique), nous observons que la périodicité des maintenances préventives est généralement longue (cf remplacement de la lampe voire jamais remplacée).

Par ailleurs, la périodicité d'étalonnage est très variable en s'étalant sur une fréquence de 1 par mois à moins de 1 par an. De même, très peu de modes opératoires ont été écrits traduisant un positionnement très en retrait de cet instrument au regard du système qualité en place dans les AASQA.

##### 4.4.5.2 DECLENCHEMENT D'UNE MAINTENANCE CURATIVE :

Cette partie de l'enquête visait à essayer de percevoir la prise de recul et le regard critique de l'utilisateur au regard du fonctionnement de son appareil.

Pour ce faire, nous avons utilisé l'indicateur « que dois-je faire si », en cherchant à savoir dans quelles situations l'utilisateur penchait pour un dysfonctionnement de l'instrument, une absence justifiée de données, un problème de configuration de site ou bien un problème météorologique.

Nous avons donc posé les questions suivantes :

- Que faites-vous lors d'une absence périodique de données (12h à 17h). La réponse attendue était la suivante : s'agissant d'un effet périodique, il est très peu vraisemblable qu'il soit lié à l'instrument. La première action prévue serait donc une vérification de la configuration du site : contraintes mécaniques (vibrations diurnes, obstruction du faisceau...) ou thermique (dilatation) des sites émetteur ou récepteur ou bien encore stabilité des servitudes.

- Que faites-vous lors d'une absence occasionnelle de données (certains jours, sans périodicité) ? La réponse attendue était la suivante : s'agissant d'un effet occasionnel, il pourrait être lié à une contrainte extérieure. La première action consiste à vérifier la présence de brouillard ou de fortes précipitations durant ces périodes.
- Que faites-vous lors d'une absence de données durant plusieurs semaines ? La réponse attendue était la suivante : l'origine peut être instrumentale ou liée à une contrainte extérieure (obstruction du faisceau, coupure électrique). La première action prévue est donc de se rendre sur le site et en premier lieu d'effectuer une vérification d'alignement.
- Que faites-vous lors d'une perte de connexion avec le DOAS ? La réponse attendue était la suivante : se rendre sur site afin d'évaluer si la perte de communication est due à un dysfonctionnement ou une coupure externe.
- Que faites-vous si le taux de données validées devient inférieur à 75% ? La réponse attendue était la suivante : l'origine est vraisemblablement instrumentale car cette question traduit une perte de la qualité des mesures. Il conviendra donc, dans ce cas, d'effectuer une maintenance curative après avoir vérifié les paramètres instrumentaux, les réglages et les maintenances préventives réalisées.
- Que faites-vous si les concentrations sont sans cohérence au regard des autres instruments ? La réponse attendue était la suivante : l'origine peut être instrumentale ou atmosphérique. Elle sera notamment instrumentale si les fluctuations de concentrations coïncident mais que les valeurs diffèrent et la première action sera donc d'effectuer un étalonnage. Elle peut également être liée aux hétérogénéités atmosphériques présentes. Ainsi, il conviendra d'effectuer cette mise en comparaison dans des conditions atmosphériques garantissant une relative équivalence attendue entre les mesures. Enfin, si cette cohérence n'est ni qualitative, ni quantitative, il conviendra d'effectuer une maintenance dont la première action sera une vérification d'alignement.

N		OUI	NON	1 <sup>ère</sup> action à réaliser				
				A	B	C	D	E
1	absence périodique de données (ex : pas de données de 12h à 17h)	5	4	1				1
2	absence occasionnelle de données (certains jours, sans périodicité)	6	3	1		1		1
3	absence totale de données durant plusieurs semaines	7	2	2	1		2	2
4	perte de connexion avec le DOAS	6	3	1			1	1
5	Taux de données validées qui devient inférieure à 75%	5	4	1			1	
6	Concentrations non cohérentes au regard des autres instruments	9		1			1	

A : Vérification d'alignement et des réglages de l'instrument

B : Vérification de la configuration du site

C : vérification des paramètres météorologiques

D : Contacter le fournisseur

E : Maintenance générale de l'appareil (préventive, curative, réinitialisation...)

Nous observons des réponses très disparates sur ce questionnaire qui visait à évaluer le degré de compréhension de l'instrument. De plus, de nombreux utilisateurs n'ont pas rempli cette partie pensant qu'elle visait dans cette partie leur retour d'expérience sur ces questions. Néanmoins, la réponse obtenue aux questions N°1 et N°2 permet de mettre en évidence un manque de regard critique de certains utilisateurs sur le fonctionnement de l'appareil.

Cette constatation est également présente dans le questionnaire du paragraphe relatif à l'interface Homme-machine.

#### 4.4.5.3 ETALONNAGE PERIODIQUE DE L'INSTRUMENT :

	Périodicité			Banc optique	Cellule	Générateur LCSQA + Cellule	comparaison	Autre : détaillez
	≤3	6	12					
NO <sub>2</sub>	3	2	2	3	4		2	2: aucun étalonnage réalisé
SO <sub>2</sub>	3	2	2	3	4		2	2: aucun étalonnage réalisé
O <sub>3</sub>	2	3	1		3	3	4	3: aucun étalonnage réalisé
BTX								1 : lampe d'étalonnage
Autres								

où en rouge figure la préconisation des constructeurs.

En retranchant les deux DOAS qui ne sont pas encore installés et dont l'étalonnage sur site n'a donc pas encore été mis en place ainsi que le DOAS en cours de cession dans une AASQA, nous constatons que cet étalonnage sur site est assimilé par de nombreuses d'AASQA mais qu'il présente une grande disparité dans la périodicité, point qu'il serait important de clarifier lors de l'atelier instrumental programmé au premier semestre 2006 au sein du réseau ORAMIP.

De même, concernant les outils d'étalonnage sur site, les deux écoles sont représentées : utilisation d'un banc optique pour certains utilisateurs (équipés d'instruments OPSIS) et utilisation de cellules insérées dans les trajets optiques pour les autres utilisateurs (équipés d'instruments OPSIS, ENVIRONNEMENT SA ou bien encore TEI).

#### 4.4.6 INTERFACE HOMME – MACHINE

Difficulté de réalisation des actions suivantes :	Facile	Moyen	Difficile	impossible
Identification des contraintes d'installation	3	4	1	
Respect des contraintes d'installation	1	2	5	
Hierarchisation des contraintes d'installation	3	4	1	
Configuration site émetteur (logistique et Techn.)	2	5	1	
Mise en place de l'émetteur et positionnement	3	2	3	
Configuration site récepteur (logistique et Techn.)	3	3	2	
Mise en place du récepteur et positionnement	4	3	1	
1 <sup>er</sup> alignement de l'appareil (focalisation, position)		1	7	

Difficulté de réalisation des actions suivantes :	Facile	Moyen	Difficile	impossible
Compréhension du principe de mesure	2	6	2	
Compréhension du protocole d'étalonnage	4	4	1	
Compréhension de la validation des données	3	5	2	
Compréhension des dysfonctionnements		5	5	
Protocole d'alignement ou de réalignement	4	5	1	
Configuration du transfert des données		4	3	1
Utilisation du logiciel de pilotage du DOAS	2	7	1	
Utilisation du logiciel de visualisation du DOAS	3	6		
Utilisation du logiciel de Transfert des données		5	1	1

Ce questionnaire souligne la grande disparité de compréhension du fonctionnement de l'appareil, de son installation et de son réglage.

Il ressort notamment que les respects des contraintes d'installation, le premier alignement et la compréhension des dysfonctionnements sont perçus comme difficile à assimiler.

#### 4.4.7 INSTALLATION DE L'APPAREIL

Actuellement installé sur le site	Occasionnellement désinstallé du site	Définitivement désinstallé du site	Appareil jamais installé sur site
11	0	1 (2)	1
En fonctionnement	Appareil HS	Appareil HS	En zone climatisée
9			1
En maintenance	Sites en travaux	Vendu, cédé ...	récepteur-pc alimenté
2		1 (2)	1
En comparaison avec analyseurs	Étude ou campagne terminée	n'est plus intéressé par les DOAS	Attente visite constructeur
3		1 (2)	1
Autres	Maintenance chez le constructeur	Autres	Attente configuration site
1 : site temporaire			
2 (en panne, pb config site)			1

Il ressort le degré d'utilisation suivant :

- 6 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% et sont intégrés dans le calcul de l'indice ATMO : ORAMIP (2), ATMO AUVERGNE, AIRAQ, AIRMARAIX et ASPA,
- 2 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% mais ne sont pas intégrés dans le calcul de l'indice ATMO : AIR NORMAND et ATMO NPDC
- 2 DOAS sont en marche mais ne fournissent pas de mesures depuis plusieurs mois ou années (dysfonctionnement de l'appareil ou mauvaise configuration du site),

- 2 DOAS sont en cours d'installation sur leur site final et devraient être en fonctionnement en 2006 (finalisation du choix du site): AMPASEL et COPARLY
- 3 DOAS ont été en fonctionnement durant une certaine période, mais ont été désinstallés pour des raisons stratégiques ou financières: AIRPARIF et ESPOL

#### 4.4.8 DESCRIPTION DU SITE

Ce questionnaire visait à détailler chacun des sites d'installation des DOAS. Nous retiendrons les principaux résultats ci-après.

##### 4.4.8.1 TYPOLOGIE DU SITE

Type	urbain	Péri-urbain	industriel	autre
	Lyon (COPARLY) Wasquehal (AIR LM) Toulouse (ORAMIP) Castres (ORAMIP) Toulon (AIRMARAIX) Arcachon (AIRAQ) Cl. Ferrand (ATMO A) Nantes (AIR PL) Strasbourg (ASPA)	Bouthéon* (AMPASEL)	L'Hôpital (ESPOL)  N.D. Gravenchon (AIR NORMAND)	Aéroport Vatry (ATMO CA)

\* : site prévu d'installation du DOAS AMPASEL

Ainsi, il apparaît que les DOAS sont principalement installés en site ayant une typologie urbaine. Au second plan apparaît pour deux DOAS une typologie industrielle (ESPOL et AIR NORMAND).

On notera également que les DOAS installés à Castres et Arcachon sont couplés à des analyseurs PM10 et représentent les seuls outils de calcul de l'indice de qualité de l'air pour ces deux villes.

##### 4.4.8.2 CARACTERISTIQUES D'IMPLANTATION

Trajet optique	Longueur du trajet en m	Hauteur/sol en m	Distance/route en m	Taille faisceau sur récepteur (m)	Qualité du faisceau
Toulouse	300	20	50	0.8	uniforme
Castres	300	20	50	0.8	uniforme
Wasquehal	800	25-30	100		
Lyon	700-1000		30		Non uniforme
Toulon	400	15	5	2	uniforme
Nantes	170	35-50	50		uniforme
Clt Ferrand	220	15-20			uniforme
Gravenchon	325	10-15	50		Non uniforme
L'Hôpital	1 400	5	20		uniforme
Arcachon	240	4-22	20		Non uniforme
Strasbourg	214	7	0	0.6	uniforme

La description des différentes installations réalisées montre que le trajet optique varie de moins de 200 m à plus de 1 400 m, pour une hauteur / sol de 7 à 50 m et une distance à la route de 0 m à 100 m. On constate donc une grande disparité entre les configurations des sites, se traduisant donc par une diversité de représentativité des mesures.

#### 4.4.8.3 SITE ÉMETTEUR

lieu	Toit immeuble	Étage immeuble	Maison	Dalle au sol	Mât ou pylône	Schelter	Autres
	4	1	1				1 (phare)

support	Béton	Étanchéité	Bois	Métal	moellons	Hors gel	structure molle
	7						

fixation	Équerre	En façade	Maison	Dalle	Mât	Schelter	Autres
			1	4			2

Accessibilité	Ascenseur	Escalier	Échelle	Véhicule	Nacelle	Trappe
	3	4	4			2

accès	Semaine	Week-end	Jour	Nuit	Contrôle	Demande	PTI nécessaire
	6	3	4	2	3	1	

#### 4.4.8.4 SITE RECEPTEUR

lieu	Toit immeuble	Étage immeuble	Maison	Dalle au sol	Mât ou pylône	Schelter	Autres
	4	1	1	1			

support	Béton	Étanchéité	Bois	Métal	moellons	Hors gel	structure molle
	5		1	2			

fixation	Équerre	En façade	Maison	Dalle	Mât	Schelter	Autres
			1	4			2

Accessibilité	Ascenseur	Escalier	Échelle	Véhicule	Nacelle	Trappe
	4	3	3	1		2

accès	Semaine	Week-end	Jour	Nuit	Contrôle	Demande	PTI nécessaire
	6	4	4	3	2	2	

Le questionnaire ci-dessus, qui nous renseigne sur la configuration des sites DOAS, met en évidence que le principal mode de fixation des DOAS reste la dalle et que les accès sont complets (jour, nuit en semaine et le week-end) pour certains et très limité pour d'autres (demandes préalables).

Par ailleurs, nous observons que l'accessibilité au site récepteur peut s'avérer très aisée pour certains (véhicule) et très délicate pour d'autres (trappe, échelle), rendant compliquée ou impossible la réalisation d'étalonnage sur site à partir de bouteilles hautes teneur et haute pression.



#### 4.4.9 FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL SUR SITE

Une première partie de ce questionnaire visait à recenser précisément les dates d'installation et de dernière maintenance réalisée.

Il était par ailleurs demandé de décrire globalement le fonctionnement de l'appareil :

Fonctionnement global de l'appareil installé sur site								
Jamais	Quelques jours	Au début < 3 mois	Suite à l'action du constructeur	Surtout en été	Surtout en hiver	<50%	<75%	>75%
1	1*		3		1	2		8**

\* : avant installation d'un système d'auto-alignement puis >90% après.

\*\* : concernant 1 DOAS ce taux de fonctionnement à été obtenu depuis 2003, suite à une modification de la configuration du site

Nous constatons que le fonctionnement des DOAS a été pour 8 DOAS très correct (>75% depuis 2003) et en tout point conforme au taux de fonctionnement d'un analyseur. En revanche, pour d'autres AASQA cet instrument n'a pas fonctionné réellement. Ainsi, on observe une configuration binaire du fonctionnement de ces instruments au sein des AASQA.

Il était demandé d'autre part de calculer, pour la dernière semaine, le dernier mois et dernier semestre, le taux de fonctionnement de l'appareil. Ce questionnaire venait compléter l'impression globale ci-dessus en essayant de préciser, lors de dysfonctionnements constatés, quelle était la date des derniers résultats validés et le taux de fonctionnement avant le dysfonctionnement.

#### 4.4.10 UTILISATION DU DOAS DANS LE CALCUL DE L'INDICE ATMO

Il était demandé de préciser les contraintes d'utilisation des données DOAS dans le calcul de l'indice ATMO.

Selon vous, une inter-comparaison avec des analyseurs est-elle nécessaire préalablement à l'utilisation de données DOAS pour le calcul de l'indice ATMO ?	OUI	NON
	9	0

Selon vous, une inter-comparaison avec des analyseurs est-elle nécessaire régulièrement afin d'utiliser les données DOAS pour le calcul de l'indice ATMO ?	OUI	NON
	6	3

	O <sub>3</sub>		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		BTEX	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Ces mesures participent au calcul de l'indice ATMO	6	4	6	4	6	4	0	10
Un calibrage est réalisé régulièrement	3	7	4	6	4	6	0	10
J'utilise le taux de lumière pour valider les données	5	5	5	5	5	5	0	10

Il ressort des 3 questions ci-dessus que 5 DOAS sont intégrés dans le calcul de l'indice ATMO, mais que tous imposent une inter-compraison préalable avec des analyseurs ainsi que, pour la majorité, des inter-comparaisons régulières. Enfin, uniquement 50% des AASQA utilisent un paramètre DOAS majeur (le taux de lumière) comme indicateur de données valides.

#### 4.4.11 APPAREIL JAMAIS INSTALLE SUR SITE

Cas des DOAS jamais installés sur site ou installés sur un site temporaire. Ce questionnaire concernait donc deux AASQA.

	Réponse
Je n'arrive pas à trouver un site qui respecte toutes les contraintes	1
Je n'arrive pas à trouver un site qui puisse me permettre d'utiliser le DOAS dans le calcul de l'indice ATMO (sites possibles sans intérêt)	
J'ai bien trouvé un site, mais je n'arrive pas à conclure le protocole d'autorisation avec les propriétaires	0.5
J'ai bien trouvé un site, mais je ne vois pas comment l'installer	
Je n'ai pas les moyens humains pour gérer son installation et son utilisation	
L'appareil ne fonctionne pas, pourtant le site est défini et configuré	
Je souhaite dans un premier temps le comparer à des analyseurs avant de l'installer sur site	0.5
Je souhaite dans un premier temps que l'appareil fonctionne correctement avant de configurer un site	2
Je ne souhaite plus utiliser ce DOAS	

Bien qu'il soit difficile de conclure sur la base d'une enquête effectuée sur deux entités, nous constatons néanmoins que l'aspect métrologique intervient en tout premier lieu, suivi au second plan par des contraintes liées au site d'installation.

#### 4.4.12 INDICE ATMO ET ACCREDITATION

Par ailleurs, les entretiens individuels réalisés avec certaines AASQA ont permis de faire remonter deux problèmes d'importance :

- Lors d'un dysfonctionnement du DOAS la perte de données devient totale pour les 3 polluants considérés, rendant problématique le calcul de l'indice ATMO si ce DOAS était l'unique instrument pour la ville considéré (Caste, Arcachon...).
- L'accréditation des AASQA équipées de DOAS risque de poser problème car la mesure DOAS ne possède pas encore de référentiel normatif finalisé.

## 4.5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Nous avons réalisé un bilan général de l'intégration des DOAS dans les AASQA où sur 13 AASQA concernées, nous avons obtenu un retour concernant 13 appareils (12 AASQA). Cela nous a permis d'effectuer les constatations suivantes :

- Type d'instruments :
  - 3 constructeurs sont représentés : 7 DOAS OPSIS (ORAMIP, AMPASEL, ESPOL, AIRPARIF, ATMO AUVERGNE et ATMO NPDC), 6 DOAS SANOA (AIRAQ, AIRMARAIX, AIRPARIF, AIR PL, ASPA, ATMO CA, AIR NORMAND,) et 1 DOAS TEI (COPARLY),
- Installation, fonctionnement et degré d'intégration :
  - 6 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% et sont intégrés dans le calcul de l'indice ATMO : ORAMIP (2), ATMO AUVERGNE, AIRAQ, AIRMARAIX et ASPA,
  - 2 DOAS sont en fonctionnement avec un taux de données validées supérieur à 75% mais ne sont pas intégrés dans le calcul de l'indice ATMO : AIR NORMAND et ATMO NPDC
  - 2 DOAS sont en marche mais ne fournissent pas de mesures depuis plusieurs mois ou années (dysfonctionnement de l'appareil ou mauvaise configuration du site),
  - 2 DOAS sont en cours d'installation sur leur site final et devraient être en fonctionnement en 2006 (finalisation du choix du site) : AMPASEL et COPARLY
  - 3 DOAS ont été en fonctionnement durant une certaine période, mais ont été désinstallés pour des raisons stratégiques ou financières : AIRPARIF et ESPOL
- Compréhension technique et accessibilité instrumentale :

Il ressort de l'enquête une grande disparité des réponses concernant la compréhension du principe de fonctionnement (bien compris par certains et incompris par d'autres) et l'assimilation des outils informatiques des DOAS (aisée pour certains et difficile à utiliser pour autres). L'origine semble être pour partie issue d'une prise en charge de ce matériel par des personnes n'ayant pas été préalablement formées par les fournisseurs (prise de fonction postérieure à la livraison de l'instrument). Cela renforce la nécessité d'une rencontre technique annuelle visant à uniformiser cette compréhension technique instrumentale tout autant que son accessibilité.
- contrôle qualité et assurance qualité :
  - disparité des réponses relatives au contrôle périodique de la réponse instrumentale, tant sur la plan des moyens mis en œuvre que sur la fréquence annuelle. Ainsi, certains effectuent un contrôle périodique par comparaison avec des analyseurs, tandis que d'autres utilisent des outils d'étalonnages sur site (bouteilles et générateur d'ozone couplé à une cellule d'étalonnage) ou bien encore des bancs de calibrage (OPDIS).

- toutes les réponses soulignent la nécessité d'une norme CEN ou AFNOR visant à définir un contrôle qualité et une assurance qualité rigoureuse, avec une finalité métrologique (pertinence des mesures et intégration dans le calcul de l'indice ATMO) mais également pour certaines AASQA la finalité d'une accréditation de type « laboratoire d'essais ».

Les aspects relatifs au contrôle qualité et à l'assurance qualité devraient être résolus prochainement avec la mise en place de la norme CEN relative aux instruments à long trajet optique de type DOAS dont la construction a été lancée au sein du TC264 WG 18 qui devrait adopter un schéma proche de celui mis en place dans le cadre de la norme CEN sur les instruments de type FTIR.

Les aspects relatifs à la compréhension technique et l'accessibilité instrumentale devraient être résolus en grande partie par la mise en place d'ateliers instrumentaux annuels des DOAS où des travaux pratiques seront notamment réalisés. Le premier atelier se tiendra au cours du premier semestre 2006 dans les locaux de ORAMIP.

## **5. SYNTHÈSE DES RETOURS D'EXPERIENCE SUR L'UTILISATION DES DOAS ET DES LIDAR IMPLIQUANT L'INERIS**

### **5.1 CAMPAGNE DOAS SUR SITE AEROPORTUAIRE**

Une campagne en zone aéroportuaire a été réalisée durant l'été 2005. Coordonnées par l'ONERA et Aéroport De Paris, elle s'inscrivait dans le cadre du projet de recherche AIRUP de l'ONERA. Elle a associé plusieurs équipes internationales qui ont mis en oeuvre en parallèle de nombreux instruments dont notamment des DOAS, des FTIR actifs et passifs, des analyses de polluants gazeux (analyseurs automatiques, canisters, tubes actifs) et des mesureurs de poussières (TEOM PM10, PM1, ELPI, SMPS).

Cette campagne, qui fait suite à une précédente étude réalisée durant l'hiver 2004, avait pour principaux objectifs la quantification de la qualité de l'air en zone aéroportuaire (chimie, dynamique, aérosols), le paramétrage de modèles 3D associés chimie-transport et enfin la quantification des facteurs d'émissions présents.

S'agissant d'une campagne réalisée pour le compte d'un tiers, le lecteur intéressé pourra contacter ONERA ou bien ADP afin d'obtenir des informations complémentaires. Néanmoins, sans dévoiler les résultats de cette étude, on retiendra les principales constatations suivantes :

- Présence de caractéristiques dynamiques (low jet) et de singularités chimiques, tant sur les polluants considérés que sur les concentrations mesurées,
- Présence d'une hétérogénéité horizontale des concentrations en ozone en corrélation directe avec les émissions générées par l'activité de la zone aéroportuaire.
- Présence d'une forte variabilité des émissions des avions, mesurée par DOAS et visualisée par une caméra vidéo. Ce couplage devrait permettre d'en déterminer l'origine (type de kérosène utilisé, moteur considéré).

Cette étude devrait donner lieu prochainement à la soumission de 3 publications internationales ainsi que des présentations orales à différentes conférences.

### **5.2 CAMPAGNE LIDAR EOLIA**

Une campagne LIDAR en zone côtière a été réalisée durant l'été 2005 dans le cadre du projet EOLIA. Ce projet, coordonné par ATMO PC et associant AIR LR, AIRAQ, AIR Breitz et l'INERIS, visait à étudier l'hétérogénéité horizontale des concentrations en ozone constatées en bordure du littoral. Un couplage entre des mesures au sol et 2 LIDAR a ainsi été réalisé afin de tenter de mieux comprendre les gradients négatifs de concentration en ozone constatés dans des transects Mer-Terre lors de situations de brise de mer. Cette opération a été soutenue par

l'ADEME. Outre la compréhension de cette variation de concentration, une démarche est également engagée visant à comparer ces mesures avec des résultats obtenus par des outils de modélisation.

## **6. TRAVAUX DE NORMALISATION SUR LES INSTRUMENTS « A LONG TRAJET OPTIQUE »**

Cette action est détaillée dans la fiche LCSQA relative aux activités générales de normalisation. La principale information étant le lancement officiel au niveau européen, de l'élaboration du projet de norme sur la surveillance des polluants atmosphériques gazeux à l'air ambiant par spectroscopie DOAS.

## **7. LISTE DES ANNEXES**

<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Nombre de pages</b>
Annexe 1	Trame de l'enquête DOAS	8
Annexe 2	Plaquette EOLIA	4