



INSTITUT NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL ET DES RISQUES

**Comparaison de spécifications  
sur les analyseurs d'air ambiant  
dans différents systèmes de  
certification du matériel**

**Annexe 4**

Document préparatoire

à la réunion du 26 octobre 2000

LCSQA

*Hervé PERNIN*

*Unité Qualité de l'Air  
Direction des Risques Chroniques*

mercredi 4 octobre 2000

## COMPARAISON DES SPECIFICATIONS SUR LES ANALYSEURS D'AIR AMBIANT DANS DIFFERENTS SYSTEMES DE CERTIFICATION DU MATERIEL

### NOTE DE SYNTHESE

L'INERIS a proposé en mai 2000, sur la base des évaluations qu'il a réalisé de 1991 à 2000, une première liste de spécifications sur les analyseurs utilisés pour la surveillance de la qualité de l'air ambiant. Le présent document compare les exigences ainsi fixées à celles qui découlent de systèmes de certification étrangers, aux USA, en Allemagne, au Royaume Uni, ainsi qu'au niveau européen.

Les principaux enseignements de cette comparasion sont synthétisés ci-après, ainsi que les principales questions qui restent à débattre.

Les spécifications proposées par l'INERIS sont, en ordre de grandeur, tout à fait comparables à celles déjà fixées par l'Allemagne, le Royaume Uni et les Etats Unis, où à celles en cours de discussion au niveau du comité européen de normalisation. Cette similitude se limite toutefois aux polluants "classiques" (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> et CO), et **on peut se demander si les appareils de mesure des "nouveaux" polluants (benzène, COVNM...) sont à un stade de développement suffisamment avancé pour une certification.**

La similitude des spécifications ne doit pas faire oublier que les méthodologies d'évaluation, applicables dans les différents systèmes examinés, sont disparates. Par exemple, les mêmes termes, dans différents systèmes de certification, peuvent recouvrir des réalités différentes. De même la liste des caractéristiques évaluées est très variable.

Dans ce contexte, force est de constater qu'il manque au système français, un ensemble d'exigences générales décrivant point par point le cadre formel de l'évaluation. Ces exigences générales représentent un volume d'information conséquent (par exemple, environ 200 pages pour le système anglais).

**Il paraît donc indispensable de s'organiser pour rédiger les exigences générales du futur système de certification français. En particulier, il conviendrait de s'entendre sur la méthodologie d'évaluation retenue et de décider de l'opportunité de réaliser des essais en grandeur réelle. Plus généralement, quelles caractéristiques seraient prises en compte par un système français (et en particulier l'incertitude globale de 15%) ?**

Il faut également être conscient qu'à échéance 2005-2010, un système européen de certification devrait voir le jour. Ce système fusionnera les pratiques dans les différents pays de l'union européenne et pourrait être basé sur une accréditation des laboratoires d'évaluation, opérant conformément à une norme CEN. Il convient de mentionner que le marché correspondant est restreint (au maximum une cinquantaine d'appareils, tous polluants confondus).

**Il paraît donc indispensable de prévoir dès à présent de quelle manière la France se positionnera dans le futur dispositif européen, et de préciser les orientations prises en attendant que ce dispositif se mette en place.**

**Il convient également d'étendre le travail de comparaison, aux analyseurs de matières particulaires (PM 10, PM 2,5).**

## **PRELIMINAIRE**

La présente note compare les spécifications sur les analyseurs d'air ambiant proposées en mai 2000 par l'INERIS, à celles déjà fixées en Allemagne et aux États Unis, en négociation au Royaume Uni et en cours d'élaboration au niveau européen.

Une telle comparaison de spécifications représente un exercice difficile. En effet les systèmes de certification mis en place dans ces différents pays sont fortement hétérogènes, et s'appuient sur des procédures d'évaluation du matériel parfois très différentes. Il faut tout particulièrement se méfier de comparer des paramètres ayant la même dénomination, mais qui peuvent mesurer des grandeurs bien distinctes. Ainsi, le terme "précision", pourtant banni du vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux en métrologie, apparaît dans plusieurs de ces systèmes de certification, avec une méthodologie de détermination chaque fois différente.

Dans ces conditions, il faut voir dans cette comparaison non pas une rigoureuse mise en rapport de grandeurs parfaitement équivalentes mais un rapprochement en ordre de grandeur de caractéristiques analogues. Pour ce faire, les spécifications qui apparaissent dans les différents systèmes de certification examinés, ont parfois été rendues comparables en les multipliant par des facteurs de conversion adéquats (par exemple un facteur de Student pour passer d'une incertitude élargie à un écart type).

## **GENERALITES**

Le tableau I ci-dessous présente les principaux traits marquants des systèmes de certification mis en œuvre dans différents pays.

Notons que seuls les États Unis et l'Allemagne bénéficient, depuis plus de 25 ans, d'un tel système.

Le Royaume Uni, conscient des évolutions prévisibles au niveau européen, et désireux de préserver ses constructeurs et le savoir-faire de ses laboratoires, a entrepris en 1996 la mise au point d'un ambitieux programme de certification des mesures en environnement. La partie de ce système relative à la mesure de l'air ambiant est en cours de discussion. Malgré le caractère provisoire des prescriptions fixées, nous avons repris telles quelles les propositions qui figurent dans la version MCerts v10.8 du 15 octobre 1999.

Au niveau européen, un groupe de travail vient d'être créé par le CEN TC 264. A priori, un système européen de certification devrait donc voir le jour à l'horizon 2005-2010. Toutefois, sans attendre les premiers travaux de ce groupe, certains projets de norme CEN (et en particulier ceux élaborés par le CEN/TC264/GT12) prévoient d'ores et déjà des spécifications techniques sur les analyseurs d'air ambiant. Ces spécifications, malgré leur caractère provisoire ont été reprise telles quelles dans le présent document.

	États Unis	Allemagne	Royaume Uni	Union Européenne		France
Date de création et évolutions	1975 en évolution permanente	1975 modifié 1981	en cours de finalisation	en réflexion		à l'étude
Polluants considérés	SO2 CO NO2 O3 PM10 PM2,5 Plomb Environmental Technology Verification	SO2 CO NOx O3 Benzène BTX COVNM Particules	SO2 CO NOx O3 Benzène PM10 PM2,5 Métaux HAP	SO2 CO NOx O3 benzène PM10 PM2,5		SO2 CO NOx O3 BTX COVNM
Nombre d'appareils certifiés	1975-2000  SO2 : 25 CO : 15 NO2 : 25 O3 : 19	1980-1997  SO2 : 13 CO : 15 NOx : 17 O3 : 13 COVNM : 4 Benzène : 4	-	-		-
Tendance	⇨	⇩	-	-		-
Durée d'une évaluation (indicative)	6 mois	6 mois	9 mois	6 mois		3 mois
Nature des essais	Labo (+ terrain)	Labo + terrain	Labo + terrain	Labo + terrain		Labo*
Réalisation des essais d'évaluation	Exigences sur la qualité des essais	6 instituts techniques	2 instituts techniques	Instituts accrédités ?		Ineris (EMD)
Financement	Privé	Privé**	Privé**	?		Public

\* essais "terrain" réalisés par l'EMD, mais non compris dans les évaluations formelles

\*\* les évaluations sont réalisées par des établissements publics, auxquels rien n'interdit d'appliquer un coût marginal (à préciser)

**Tableau I**  
**Principaux traits marquants des systèmes de certification mis en œuvre dans différents pays**

**Principaux enseignements**

- fusion européenne prévue à terme
- système allemand ancien et n'ayant pas été remis à jour récemment,
- système anglais très complet, bien formalisé et opérationnel,
- marché restreint, en particulier compte tenu de la fusion européenne
- système européen probablement basé sur une accréditation des laboratoires d'évaluation,
- aux USA, un programme à part (Environmental Technology Verification) s'applique aux nouvelles méthodes et aux nouveaux polluants. Il est financé à 50% par l'EPA et à 50% par les fournisseurs de matériel. Les évaluations sont réalisées selon des procédures ad hoc dans des laboratoires indépendants (Battelle pour les mesures dans le domaine de la pollution atmosphérique).

**Principales questions à débattre**

- accepterait-on les évaluations réalisées par tout laboratoire accrédité (y compris constructeurs) ?
- organisation des réflexions sur PM10 et PM2,5 (cf. fiche LCSQA/INERIS pour 2001)
- financement à terme du système français ?

## **COMPARAISON DES SPECIFICATIONS**

A des fins de lisibilité, les spécifications qui apparaissent dans les différents systèmes de certification du matériel ont été regroupées en 10 catégories, brièvement décrites ci-après.

### **0. Exigences qualitatives générales**

Il s'agit d'exigences formelles, indissociables du système de certification à proprement parler. Ces exigences portent par exemple sur :

- le déroulement de la procédure d'évaluation
- une appréciation subjective sur le manuel d'utilisation de l'analyseur
- les accessoires fournis avec l'appareil
- temps d'intégration des mesures
- plages de fonctionnement en température ou en hygrométrie
- ...

Sont également comprises, dans ces exigences générales, les modalités pratiques de réalisation de l'évaluation (norme NF X 20-300, ISO 9169 etc...).

### **1. Principe de mesure**

En pratique, aucun des systèmes de certification examinés ne prescrit un principe de fonctionnement unique. Toutefois, l'appareil certifié doit être démontré équivalent à une méthode de référence ou raccordable à des étalons nationaux (voir l'appréciation de la justesse en 5 ci-dessous)

### **2. Plage de fonctionnement**

Pour l'ensemble des systèmes examinés, l'évaluation est réalisée pour une étendue de mesure généralement comprise entre 0 et environ deux fois une valeur limite court terme. Un appareil n'est certifié que pour l'étendue de mesure sur laquelle il a été évalué. Éventuellement, une certification sur plusieurs étendues d'échelle peut être requise, pour couvrir les zones peu polluées et très polluées. C'est le cas pour le système anglais.

Enfin, les limites de détection et de quantification fixent une valeur basse à l'étendue de mesure. Notons que ces limites sont déterminées de manière très différente suivant les pays.

### **3. Temps de réponse**

L'ensemble des systèmes examinés fixent une prescription sur le temps de réponse de l'appareil, ainsi que parfois sur les temps de montée, de descente et les temps morts. Seul le temps de réponse a été retenu dans le présent document.

Le système anglais, repris au niveau européen, introduit également une spécification sur l'écart entre temps de montée et temps de descente.

### **4. Fidélité**

Il s'agit de l'aptitude d'un instrument à donner des indications très voisines lors de l'application répétée du même mesurande dans les mêmes conditions de mesure.

En laboratoire, cette caractéristique est généralement appréciée par une mesure de l'écart type de répétabilité.

Pour des essais terrain, il est nécessaire de disposer de deux appareils identiques installés en parallèle pour déterminer cet écart type de "répétabilité" (systèmes anglais, allemand et européen).

## 5. Justesse

Il s'agit de l'aptitude d'un instrument à donner des indications exemptes d'erreurs systématiques.

Cette caractéristique peut être appréciée via la linéarité, elle-même obtenue en comparant les indications données par l'appareil, préalablement calibré, à la valeur vraie d'une concentration d'un gaz de référence, et cela à plusieurs niveaux de concentration, également répartis sur l'étendue de mesure (5 à 6 points en général, sauf dans le système américain (2 points)).

La justesse peut également être appréciée en comparant les indications fournies par l'appareil à celles d'une méthode de référence (cas américain). Dans ce cas, on lui affecte un écart type de reproductibilité.

## 6. Constance

Il s'agit de l'aptitude d'un instrument à conserver ses caractéristiques métrologiques constantes au cours du temps.

Cette caractéristique est mesurée par la dérive, au niveau du zéro et en concentration (par exemple 80% de l'étendue de mesure), ainsi que par la dégradation des performances métrologiques au cours du temps (vieillessement).

Pour la dérive, il y a lieu de différencier les dérives à court terme et à long terme.

Dans les systèmes de certification examinés, la dérive court terme (12 heures, 24 heures) semble essentiellement destinée à montrer que les essais d'évaluation ne sont pas biaisés par une dérive rapide de l'appareil. La connaissance de cette dérive court terme vise donc principalement à limiter l'incertitude sur les caractéristiques métrologiques de l'appareil évalué.

A contrario, la dérive long terme mesure effectivement la constance de l'appareil, et a pour conséquence principale une incertitude sur les valeurs mesurées par l'appareil. La connaissance de cette caractéristique permet de déterminer une périodicité de calibrage et un intervalle de temps entre deux interventions sur l'appareil.

Le système anglais (et allemand dans une moindre mesure) prévoit également de vérifier que les performances de l'appareil ne sont pas altérées au cours de son utilisation. Il introduit un test de vieillissement, au cours duquel l'appareil est soumis à des cycles de température et de pression variables, simulant un environnement difficile.

L'intervalle de temps entre deux interventions sur l'appareil va, suivant les cas, provenir du manuel d'utilisation, ou bien résulter d'un calcul (temps à partir duquel la dérive cumulée dépasse un certain seuil, cf. ci-dessus). Dans les deux cas, l'ensemble des systèmes examinés fixent une spécification sur cette caractéristique.

## 7. Influence des conditions de la mesure

Les 4 systèmes de certification examinés prennent en compte les facteurs d'influence extérieurs suivants :

- pression atmosphérique
- pression de l'échantillon
- température ambiante
- température de l'échantillon
- Tension de l'alimentation électrique
- Influence d'une coupure de l'alimentation électrique
- Fréquence de l'alimentation électrique
- Influence de l'hygrométrie de l'échantillon
- Interférents chimiques
- Vibrations mécaniques
- Champ magnétique

Notons à nouveau que les protocoles opératoires pour l'application du facteur d'influence peuvent être très différents d'un pays à l'autre. En particulier, la liste des interférents à considérer varie substantiellement.

Le plus souvent, la spécification est exprimée en unité de concentration en polluant par unité de mesure du paramètre d'influence (par exemple ppb par kPa de variation de la pression).

A noter toutefois que le système américain prévoit seulement que certaines caractéristiques métrologiques ne doivent pas être invalidées par l'application du facteur d'influence extérieur, sans fixer de prescriptions sur l'amplitude des variations de la réponse de l'appareil.

### 8. Caractéristiques techniques diverses

Efficacité du convertisseur NO/NO<sub>2</sub> pour les analyseurs de NO<sub>x</sub> : cette caractéristique est le plus souvent intégrée à l'assurance qualité de réalisation des mesures. Le système anglais, repris au niveau européen, fixe toutefois une spécification sur ce point.

Le système anglais prévoit également un test spécifique de sensibilité de l'analyseur à des pics de concentration de courtes durées.

La disponibilité au moment des essais sur site, fixée par les systèmes anglais, allemand et européen, ne doit pas être confondue à celle exigée au cours de la réalisation de mesure; cette dernière est en effet du strict ressort de l'assurance qualité de la mesure.

Temps de chauffe : il s'agit, dans le système allemand d'apprécier la capacité de l'analyseur à être intégré à un laboratoire mobile.

### 9. Incertitude globale liée à l'appareil

Cette incertitude est déterminée pour satisfaire les directives européennes sur la qualité de l'air ambiant. Le calcul de l'incertitude est réalisé conformément à la norme ISO 14956.

Le tableau II ci-après compare la liste des caractéristiques évaluées dans les différents systèmes de certification.

#### Principaux enseignements

- *les mêmes termes, dans différents systèmes de certification, recouvrent des réalités parfois différentes. L'exercice de comparaison est délicat.*
- *il manque au système français un ensemble d'exigences générales décrivant point par point le cadre formel de l'évaluation. Ces exigences générales représentent un volume d'information important (par exemple, environ 200 pages pour les systèmes anglais, allemand ou américain).*
- *il n'y a pas de limite à la complexité du système (cf. système anglais, parfois redondant).*

#### Principales questions à débattre

- comment s'organise-t-on pour rédiger les exigences générales du système de certification ?
- en particulier, quelle sera la méthodologie générale d'évaluation (NF X 20-300, ISO 9169...)?
- prévoit-on des spécifications sur des caractéristiques obtenues au cours d'essais terrain ?
- plus généralement, quelles seraient les caractéristiques prises en compte par un système français (et en particulier l'incertitude globale de 15%) ?

	États Unis	Allemagne	Royaume Uni	Union Européenne		France*
<b>Nombre de caractéristiques évaluées</b>	10aine	10aine	30aine	<10aine		10aine
<b>1. Exigences générales</b>	x	x	x	-		?
<b>2. Principe de mesure</b>	Libre (équiv.)	Libre en pratique	Libre	Fixé ?		?
<b>3. Plage de fonctionnement</b>						
Étendue de mesure	x	x (indicatif)	x (2 cas)	x		x
Limite de quantification ou de détection	x	x	x	-		x
<b>4. Temps de réponse</b>						
Temps de réponse	x	x	x	x		x
Comparaison montée/descente	-	-	x	x		?
<b>5. Fidélité</b>						
Répétabilité en laboratoire	x	-	x	x		x
Répétabilité sur site	x	-	x	x		?
<b>6. Justesse</b>						
Linéarité	-	-	x	x		x
Reproductibilité ("précision")	(x)	x	x	x		?
<b>7. Constance</b>						
Dérive court terme (12 ou 24 h)	x	x	x	x		?
Dérive long terme (3 mois, 14 jours, 7 jours)	-	(x)	x	x		x
Test de vieillissement	-	(x)	x	-		?
Intervalle entre deux interventions	AQ	>14 jours	>14 jours	<3 mois		?
<b>8. Influence extérieures</b>						
Pression atmosphérique	-	-	-	-		x
Pression de l'échantillon	-	-	x	x		?
Température ambiante	x	x	x	x		x
Température de l'échantillon	-	x	x	x		?
Tension de l'alimentation électrique	x	x	x	x		?
Fréquence de l'alimentation électrique	-	-	x	-		?
Influence de l'hygrométrie de l'échantillon	x	x	x	x		x
Interférents	xx	xx	xx	x		x ?
Vibrations mécaniques	-	-	x	-		?
Champ magnétique	-	-	x	-		?
Signal de sortie	analogique	0-20mA	-	-		?
Influence d'une coupure électrique	-	-	-	-		?
<b>9. Caractéristiques diverses</b>						
Efficacité du convertisseur NO/NO2	AQ	AQ	x + AQ	x + AQ		?
Sensibilité à des pics de concentration	-	-	x	x		?
Disponibilité au cours des essais	-	80% - 90%	90%	90%		?
Temps de calibrage	-	<5%	-	-		?
Temps de chauffe	-	(x)	-	-		?
Efficacité de piégeage (BTX)	-	-	x	-		?
<b>10. Incertitude globale</b>	-	-	15%	15%		?

**Légende**

*	pour la France, il s'agit des premières propositions de l'INERIS
x	il existe une spécification pour cette caractéristique
xx	il existe une spécification basée sur un test très détaillé pour cette caractéristique
(x)	il existe une spécification jugée incomplète ou éventuelle pour cette caractéristique
-	il n'existe pas de spécification pour cette caractéristique
AQ	couvert en utilisation par l'assurance qualité
?	à débattre

**Tableau II**



Les tableaux III à VIII à ci-dessous compare, pour les 6 polluants SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO et benzène, les caractéristiques retenues dans les propositions de l'INERIS à celles fixées dans les systèmes de certification étrangers. Il faut insister sur le fait que la comparaison doit être faite en ordre de grandeur.

**Principaux enseignements**

- valeurs françaises du même ordre de grandeur que UE, UK et Allemagne

**Questions à débattre**

- Le benzène et les COVNM seraient-il mûrs pour une certification ?

SO <sub>2</sub>	USA	AII.	UK	UE	F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Étendue de mesure ppb Limite de quantification ppb	0-500 20	0-300 10	0-200 et 0-2000 1 et 2	0-370 -	0-1000 2
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)	2100	180	220 et 120	180	120
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppb) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure	5 5	- -	6,5 6,5	1 3	1 5
<b>4. Justesse</b> Linéarité (ou "précision") en %	10 à 3%	10 à 3%	10% à 1%	5%	2%
<b>5. Constance</b> Dérive long terme ▪ au zéro (en ppb/jour) ▪ en concentration (en %/jour)	20 5%	1 0,5%	1 0,2%	0,05 0,1%	0,15 0,5%
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch.ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppb)	- - 5 60	- 0,2 - 9	1 0,3 2,5 13	1 0,2 1,3 NO 10 ppb/100ppb H <sub>2</sub> O 5 ppb/100%HR	1 0,2 1 NO, CS <sub>2</sub> , m xylène, p xylène O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S

Tableau III

O3	USA	All.	UK	UE	F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Etendue de mesure ppb Limite de quantification ppb	0-500 20	0-400 10	0-500 1 et 2	0-250	0-1000 1
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)	2100	180	220 et 120	180	120
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppb) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure	5 5	- -	2,5 2,5	1 3	0,3 1,5
<b>4. Justesse</b> Linéarité ("précision") en %	10 à 2,5	10 à 3	10 à 3	5	2
<b>5. Constance</b> Dérive long terme ▪ au zéro (en ppb/jour) ▪ en concentration (en %/jour)	20 5	1 0,25	1 0,25	0,05 0,15	0,15 0,5
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch. ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppb)	- - 5 60	- 0,2 - 9	0,8 0,3 2 13	1 0,2 1 - (H2O, Hg)	1 0,2 1 (10) Hg, CO2, m xylène, p xylène
	HCl, NH3, H2S, NO2, NO, CO, C2H4, O3, m xylène, H2O, CO2, CH4, C2H6	CO2, NO, NO2, SO2, CO, H2S, NH3, CH4, benzène, C2H4, +++	CH4, C2H4, C6H6, CO2, CO, H2S, NH3, NO, NO2, SO2, toluène, styrène, H2O		

Tableau IV

CO	USA	All.	UK	UE		F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Etendue de mesure ppm Limite de quantification ppm	0-50 2	0-50 0,8	0-10 et 0-50 0,2 et 0,2	0-100		0-1000 0,2
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)	750	180	220 et 120	180		120
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppm) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure	0,5 0,5	- -	0,5 0,5	0,1 0,3		0,1 0,2
<b>4. Justesse</b> Linéarité ("précision") en %	5 à 1	5 à 2,5	10 à 2	5		2
<b>5. Constance</b> Dérive long terme ▪ au zéro (en ppm/jour) ▪ en concentration (en %/jour)	1 2,5	0,18 0,2	0,04 0,15	0,3 0,06		0,15 0,5
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch. ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppb)	- - 2 1,5	- 0,2 - 3	0,6 0,2 1 1	1 0,2 2 -		1 0,2 1 (10)
	HCl, NH3, H2S, NO2, NO, CO, C2H4, O3, m xylène, H2O, CO2, CH4, C2H6	CO2, NO, NO2, SO2, CO, H2S, NH3, CH4, benzène, C2H4, +++	CH4, C2H4, C6H6, CO2, H2S, NH3, NO, NO2, SO2, H2O	CO2 0,5 ppm/350 ppm  H2O		-

Tableau V

NO2	USA	All.	UK	UE		F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Etendue de mesure ppb Limite de quantification ppb	0-500 20	0-200 5	0-200 et 0-2000 1 et 2	0-550 -		0-1000 4
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)	2100	180	220 et 120	180		120
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppb) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure	5 5	- -	3,5 3,5	1 3		2 8
<b>4. Justesse</b> Linéarité ("précision") en %	20 à 7	12 à 3	15 à 1	1		2
<b>5. Constance</b> Dérive long terme ▪ au zéro (en ppb/jour) ▪ en concentration (en %/jour)	20 5	0,7 0,03	0,5 0,1	0,05 0,1		0,15 0,2
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch. ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppb)	- - 4 40	- 0,2 - 6	0,8 0,3 2 7	1 0,02 1 -	(NH3, H2O)	1 0,2 1 -
	HCl, NH3, H2S, NO, CO, C2H4, O3, m xylène, H2O, CO2, CH4, C2H6	CO2, NO, NO2, SO2, CO, H2S, NH3, CH4, benzène, C2H4, +++	CH4, C2H4, C6H6, CO2, CO, H2S, NH3, NO, NO2, SO2, toluène, styrène, H2O			-

Tableau VI

NO	USA	AII.	UK	UE	F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Etendue de mesure ppb Limite de quantification ppb			0-200 et 0-2000 1 et 2	0-1200 -	0-1000 1
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)			220 et 120	180	120
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppb) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure			3,5 3,5	1 3	1 4
<b>4. Justesse</b> Linéarité ("précision") en %			15 à 1	1	2
<b>5. Constance</b> Dérive long terme <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ au zéro (en ppb/jour)</li> <li>▪ en concentration (en %/jour)</li> </ul>			0,5 0,05	0,05 0,1	0,15 0,2
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch. ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppb)			0,4 0,3 2 7  CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , toluène, styrène, H <sub>2</sub> O	1 0,02 1 -  NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> O	1 0,2 1 -  -

Tableau VII

Benzène	USA	All.	UK	UE	F
<b>1. Plage de fonctionnement</b> Etendue de mesure ppb Limite de quantification ppt			0-50 ? 10		0-60 300
<b>2. Temps de réponse</b> Temps de réponse (secondes)			-		1800
<b>3. Fidélité</b> Répétabilité en laboratoire (ppt) bas de la plage de mesure haut de la plage de mesure			165 165		165 330
<b>4. Justesse</b> Linéarité ("précision") en %			10 à 2%		4%
<b>5. Constance</b> Dérive long terme <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ au zéro (en ppt/jour)</li> <li>▪ en concentration (en %/jour)</li> </ul>			4 0,004		0 0,5
<b>6. Influence extérieures</b> Pression (éch. ou atm.) (%/kPa) Température ambiante (%/°C) Influence de l'hygrométrie (%/50%) Interférents (ppt)			0,4 0,1 0,1 165  CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , CO, H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O		1 0,2 1 (10)  CCl <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>

Tableau VIII