



## QUALIFICATION DES SYSTÈMES DE MESURE DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT EXTÉRIEUR — EXIGENCES NORMATIVES ET RÉGLEMENTAIRES POUR LES SYSTÈMES DE MESURE DE POLLUANTS RÉGLEMENTÉS

F. MATHÉ

DÉPARTEMENT SCIENCES DE L'ATMOSPHÈRE ET  
GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT - MINES DE DOUAI



SAGE  
Sciences de  
l'Atmosphère  
et Génie de  
l'Environnement



- 1) Rappel du contexte**
- 2) Exigences réglementaires & normatives associées**
- 3) La réponse française: une intégration spécifique des appareillages**
- 4) Quelles perspectives ?**

**La surveillance de la qualité de l'air ambiant (*extérieur*) en UE est assujettie à plusieurs référentiels régaliens (*à différentes échelles*):**

- **Au niveau européen (*via 3 Directives*)**
- **Au niveau national (*via le Code de l'Environnement, plusieurs arrêtés associés et le PNSQA*)**
- **Au niveau régional (*via les PRSQA*)**

**Au niveau technique, ces référentiels régaliens s'appuient sur des méthodes normalisées (CEN, AFNOR, ISO). En ce qui concerne la métrologie, les normes EN ont le statut de « *méthode de référence* »**

*Ensemble du référentiel disponible sur <http://www.lcsqa.org>*

- Des polluants spécifiques
- Une méthode de mesure de référence (ou équivalente)
- Des seuils à respecter (pour une couverture temporelle donnée)
- Des Objectifs de Qualité des Données spécifiques

Polluant	Méthode de référence (Norme EN correspondante)	Valeur de référence	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude (%)		Saisie minimale de données (%)
				Mesure fixe	Mesure indicative	
SO <sub>2</sub>	EN 14212	350 µg/m <sup>3</sup>	1 h	15	25	90
		125 µg/m <sup>3</sup>	24 h			
		20 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	EN 14211	200 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 h	15	30	90 / 75
		40 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 an			
		30 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>x</sub> )	1 an			
		-	1 h	15	30	90 / 75
O <sub>3</sub>	EN 14625	120 µg/m <sup>3</sup>	8 h	15	30	90 / 75
CO	EN 14626	10 mg/m <sup>3</sup>	8 h	15	25	90
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	30	90
PM <sub>10</sub>	EN 12341	50 µg/m <sup>3</sup>	24 h	25	50	90
		40 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
PM <sub>2.5</sub>	EN 14907	25 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	50	
Pb	EN 14902	0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	90	90
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m <sup>3</sup> )	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m <sup>3</sup>	1 an	50		
Hg (gaz)	EN 15852	-	-	50		90

- Des polluants spécifiques
- Une méthode de mesure de référence (ou équivalente)
- Des seuils à respecter (pour une couverture temporelle donnée)
- Des Objectifs de Qualité des Données spécifiques

Polluant	Méthode de référence (Norme EN correspondante)	Valeur de référence	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude (%)		Saisie minimale de données (%)
				Mesure fixe	Mesure indicative	
SO <sub>2</sub>	EN 14212	350 µg/m <sup>3</sup>	1 h	15	25	90
		125 µg/m <sup>3</sup>	24 h			
		20 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	EN 14211	200 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 h	15	25	90
		40 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 an			
		30 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>x</sub> )	1 an			
		-	1 h	15	30	90 / 75
O <sub>3</sub>	EN 14625	120 µg/m <sup>3</sup>	8 h	15	30	90 / 75
CO	EN 14626	10 mg/m <sup>3</sup>	8 h	15	25	90
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	30	90
PM <sub>10</sub>	EN 12341	50 µg/m <sup>3</sup>	24 h	25	50	90
		40 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
PM <sub>2.5</sub>	EN 14907	25 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	50	90
Pb	EN 14902	0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	90	
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m <sup>3</sup> )	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m <sup>3</sup>	1 an	50		90
Hg (gaz)	EN 15852	-	-	50		

- Des polluants spécifiques
- Une méthode de mesure de référence (ou équivalente)
- Des seuils à respecter (pour une couverture temporelle donnée)
- Des Objectifs de Qualité des Données spécifiques

Polluant	Méthode de référence (Norme EN correspondante)	Valeur de référence	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude (%)		Saisie minimale de données (%)
				Mesure fixe	Mesure indicative	
SO <sub>2</sub>	EN 14212	350 µg/m <sup>3</sup>	1 h	15	25	90
		125 µg/m <sup>3</sup>	24 h			
		20 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	EN 14211	200 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 h	15	30	90 / 75
		40 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 an			
		30 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>x</sub> )	1 an			
		-	1 h			
O <sub>3</sub>	EN 14625	120 µg/m <sup>3</sup>	8 h	15	30	90 / 75
CO	EN 14626	10 mg/m <sup>3</sup>	8 h	15	25	90
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	30	90
PM <sub>10</sub>	EN 12341	50 µg/m <sup>3</sup>	24 h	25	50	90
		40 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
PM <sub>2.5</sub>	EN 14907	25 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	50	
Pb	EN 14902	0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	90	90
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m <sup>3</sup> )	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m <sup>3</sup>	1 an	50		
Hg (gaz)	EN 15852	-	-	50		90

- Des polluants spécifiques
- Une méthode de mesure de référence (ou équivalente)
- Des seuils à respecter pour une couverture temporelle donnée
- Des Objectifs de Qualité des Données spécifiques

Polluant	Méthode de référence (Norme EN correspondante)	Valeur de référence	Période de référence	Objectifs de qualité des données		
				Incertitude (%)		Saisie minimale de données (%)
				Mesure fixe	Mesure indicative	
SO <sub>2</sub>	EN 14212	350 µg/m <sup>3</sup>	1 h	15	25	90
		125 µg/m <sup>3</sup>	24 h			
		20 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
NO/NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	EN 14211	200 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 h	15	30	90 / 75
		40 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>2</sub> )	1 an			
		30 µg/m <sup>3</sup> (en NO <sub>x</sub> )	1 an			
		-	1 h			
O <sub>3</sub>	EN 14625	120 µg/m <sup>3</sup>	8 h	15	30	90 / 75
CO	EN 14626	10 mg/m <sup>3</sup>	8 h	15	25	90
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	EN 14662 (parties 1,2 & 3)	5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	30	90
PM <sub>10</sub>	EN 12341	50 µg/m <sup>3</sup>	24 h	25	50	90
		40 µg/m <sup>3</sup>	1 an			
PM <sub>2.5</sub>	EN 14907	25 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	50	90
Pb	EN 14902	0,5 µg/m <sup>3</sup>	1 an	25	90	
As, Cd, Ni		6 / 5 / 20 (ng/m <sup>3</sup> )	1 an	40		
B(a)P	EN 15549	1 ng/m <sup>3</sup>	1 an	50		90
Hg (gaz)	EN 15852	-	-	50		

Pour les systèmes de mesure automatiques ( $SO_2$ ,  $NO/NO_x/NO_2$ ,  $CO$ ,  $O_3$ ,  $C_6H_6$ ,  $Hg_{gaz}$ ), les normes EN utilisent le canevas suivant:

- Description principe de mesure / conception de l'appareillage,
- Définition des caractéristiques métrologiques (*avec critère de performance minimum*) en labo et sur site **(x)**,
- Détail des procédures de détermination des caractéristiques ( $\Rightarrow$  *approbation de type*) pour vérification du respect de chaque critère de performance ( $\Rightarrow$  *incertitude de mesure*),
- **Enoncé de règles de QA/QC** ( $\Rightarrow$  *contrôles/étalonnage/maintenance avec fréquence*) pour l'utilisateur final

Caractéristique de performance	Essai en labo	Essai sur site	Critère de performance pour l'O <sub>3</sub>
Écart-type de répétabilité au zéro	x		≤ 1,0 nmol/mol
Écart-type de répétabilité à la concentration c <sub>t</sub> (au niveau du seuil d'alerte horaire)	x		≤ 3,0 nmol/mol
Écart de linéarité (résidu calculé à partir de la fonction de régression linéaire)			
Résidu maximal calculé à partir de la fonction de régression linéaire à des concentrations supérieures à zéro	x		≤ 4,0 % de la valeur mesurée
Résidu au zéro	x		≤ 5,0 nmol/mol
Coefficient de sensibilité à la pression du gaz prélevé	x		≤ 2,0 nmol/mol/kPa
Coefficient de sensibilité à la température du gaz prélevé	x		≤ 1,0 nmol/mol/K
Coefficient de sensibilité à la température environnante	x		≤ 1,0 nmol/mol/K
Coefficient de sensibilité à la tension électrique	x		≤ 0,3 nmol/mol/V
Influence des interférents au zéro et à la concentration c <sub>i</sub> (au niveau du seuil d'alerte horaire)			
H <sub>2</sub> O, concentration 19 mmol/mol	x		≤ 10 nmol/mol
Toluène, concentration 0,5 µmol/mol	x		≤ 5,0 nmol/mol
m-Xylène, concentration 0,5 µmol/mol	x		≤ 5,0 nmol/mol
Erreur de moyennage	x		≤ 7,0 % de la valeur mesurée
Écart-type de reproductibilité dans les conditions sur site		x	≤ 5,0 % de la moyenne sur une période de trois mois
Dérive à long terme au zéro		x	≤ 5,0 nmol/mol
Dérive à long terme au point d'échelle		x	≤ 5,0 % de la valeur maximale de l'étendue de mesure certifiée
Dérive à court terme au zéro	x		≤ 2,0 nmol/mol sur 12 h
Dérive à court terme au point d'échelle	x		≤ 6,0 nmol/mol sur 12 h
Temps de réponse (montée)	x		≤ 180 S
Temps de réponse (descente)	x		≤ 180 S
Différence entre le temps de montée et le temps de descente	x		≤ 10 S
Différence entre le port de prélèvement et le port d'étalonnage	x		≤ 1,0 %
Période de fonctionnement sans intervention		x	3,0 mois, ou moins si le fabricant indique une période plus courte
Disponibilité de l'analyseur		x	> 90 %
Temps de séjour dans l'analyseur			≤ 3,0 S

**Au final, émission d'un rapport d'essai:**

- **mis à la disposition de l'utilisateur (potentiel)**  
↳ cf. <http://www.qal1.de/en/>
- **donnant les résultats des tests confirmant que « *l'équipement répond aux exigences de performance de la méthode de référence* »**

**NB: Vis-à-vis des « *utilisateurs* » des normes**

- **Pour les laboratoires évaluant les appareils (*ex: TÜV - Allemagne*), obligation d'être accrédité pour ce type d'activités conformément à l'EN ISO/CEI 17025**
- **Pour l'utilisateur final (*ex: réseau de surveillance de la QA*), recommandation d'être accrédité conformément à l'EN ISO/CEI 17025 ou de travailler dans le respect de ses exigences**

**Pour les Etats Membres, obligation d'accepter (s'ils sont satisfaisants) les rapports d'essais délivrés dans d'autres États Membres à condition que les laboratoires soient accrédités « selon la norme harmonisée applicable aux laboratoires d'essais et d'étalonnage »**

**Mais les limites semblent atteintes...**

- **conditions d'essais sur site ne correspondant pas forcément à celles usuellement rencontrées sur le terrain par l'utilisateur final (i.e. conditions météo, composition de la matrice, composition chimique du polluant mesuré cf.  $PM_{10}$  ou  $PM_{2.5}$ )**
- **Quid de la « constance de qualité de fabrication de produit », de la « compatibilité avec la chaîne de transmission de données », du « coût de fonctionnement » ?**

⇒ Complément français aux exigences européennes via un processus spécifique

➤ Champ d'application: appareillages utilisés par les AASQA pour la mesure de polluants atmosphériques réglementés

↳ à terme, tout dispositif (*électrique ou non*) utilisé pour la surveillance de la qualité de l'air : « *chaîne de mesure* » (du prélèvement au rapatriement de données en Poste Central)

⇒ Étape 1: appareils automatiques, préleveurs (gaz et/ou particules), collecteurs de précipitation,

⇒ Étape 2: appareils de mesure « *utiles au Dispositif National français* » (polluants réglementés ou non)

➤ Démarche similaire envisagée pour les Systèmes d'Acquisition de Mesure et les Postes Centraux (*à partir de 2016*)

« Jeu à quatre mains » avec:

➤ **Le Ministère en charge de l'environnement**

↪ Décideur ultime (*initial / final / renouvellement*)

➤ **Le LCSQA**

↪ maître d'œuvre en tant que Laboratoire National de Référence (*suivi du processus, tests, émission de l'avis technique, gestion liste appareils pour demandes annuelles d'investissement AASQA*)

➤ **Le porteur de l'homologation** (*constructeur ou distributeur*)

↪ Constitution du dossier technique

↪ Mise à disposition d'appareils

↪ Devoir d'information tout au long de la vie de l'appareil homologué

➤ **Les AASQA**

↪ REX individuel sur appareils (*homologués ou candidats*)

↪ Instance technique nationale point focal d'information

**1) manuel technique de l'appareil** avec des procédures QA/QC usuelles (*ex: étalonnage ? Comment ? Fréquence?*)

*NB: compatibilité avec tout SAM utilisable en AASQA devant être assurée.*

**2) tout rapport de conformité technique** (*démonstration de l'équivalence à la méthode de référence, tests d'approbation par type,...*) sur la base d'essais effectués par un laboratoire accrédité NF EN ISO/CEI 17025 pour ce type d'activités ou travaillant dans le respect de ses exigences.

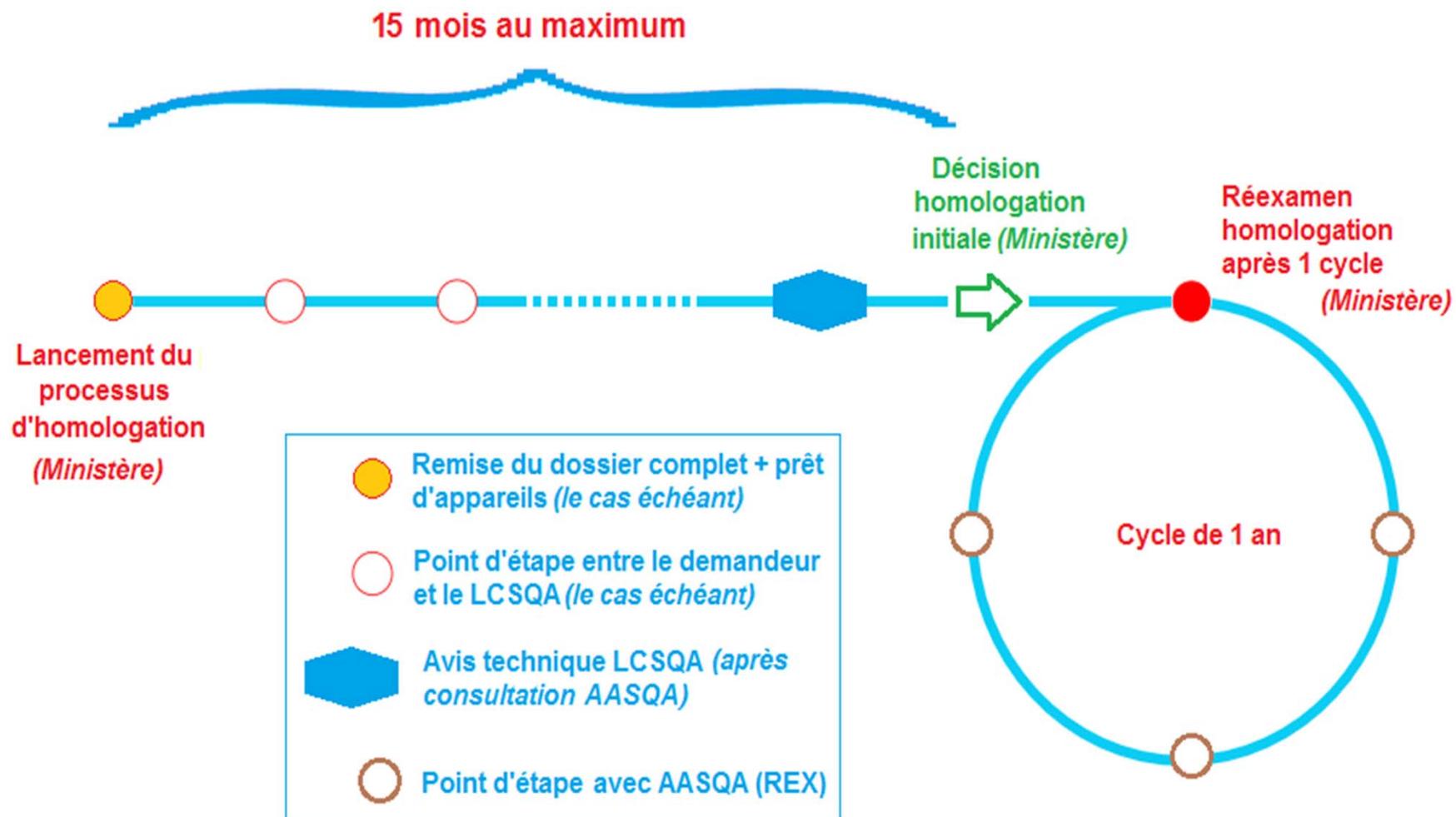
**3) liste de pièces détachées usuelles avec prix associé + estimation de coûts annuels** (*voire pluri annuels*) de fonctionnement ainsi que des consommables primordiaux pour une utilisation usuelle en AASQA

**4) Engagement par écrit:**

- d'une garantie minimale de 24 mois (*pièces & main d'œuvre, depuis la livraison*);
- sur un délai minimum et pour une durée spécifiée concernant la fourniture en pièces détachées, l'intervention pour résolution des dysfonctionnements, la reprise d'appareil en fin de vie;
- à une information du LCSQA de toute modification (*aussi bien de la partie matérielle – « hard » – que de la partie logicielle – « soft »*) sur l'appareil;
- d'une mise à disposition d'appareils pour le LCSQA pour le suivi d'homologation.

**5) Tout document jugé utile par le demandeur ou par le LCSQA** permettant de documenter un REX sur l'appareil (*article scientifique, rapport d'étude, détail des ventes dans d'autres pays - UE ou hors UE -, etc...*)

➤ Schéma validé par le Ministère depuis avril 2015



- A court terme, nécessité de valider l'intégralité des maillons de la chaîne de mesure (*Systèmes d'Acquisition de Mesure, Poste Central*) pour s'assurer de la maîtrise des données
- A moyen (?) terme, nécessité d'élaborer un processus de validation des outils de mesure émergents mobiles et individuels (*i.e. micro-capteurs*) avec prise en compte éventuelle des services informatiques dématérialisés associés posant la question de la maîtrise des données

« *La meilleure façon d'anticiper l'avenir est de bien comprendre le présent* »

*P. F. Drucker*

Merci de votre attention !

