M 7006631A
S 3403292C

MÉTHODES NORMALISÉES DE RÉFÉRENCE POUR LE CONTRÔLE DE L'OPACITÉ DES ÉMISSIONS PROVENANT DE SOURCES FIXES

Direction générale de la pollution atmosphérique
Service de la protection de l'environnement

ENVIRONNEMENT CANADA
BIBLIOTHÈQUE
RÉGION DE QUÉBEC

Rapport EPS 1-AP-75-2
Novembre 1977

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1978

N° de cat EN 42-1/75-2

ISBN 0-662-01466-9

AVANT-PROPOS

Les méthodes exposées dans le présent rapport permettent de déterminer (avec le concours d'un observateur qualifié ou à l'aide d'instruments) l'opacite des émissions provenant de sources fixes

TABLE DES MATIÈRES

		PAGE
AVANT-PROPOS		I
LISTE DES TABLEAUX		III
LISTE DES FIGURES		III
1	MÉTHODE A – DETERMINATION VISUELLE DE L'OPACITE DES ÉMISSIONS PROVENANT DE SOURCES FIXES	1
1 1	Principe	1
1 2	Application	1
1 3	Plage de mesures et sensibilité	1
1 4	Interférences dues à de la vapeur d'eau condensée non combinée	1
1 5	Marche à suivre	1
1 6	Calculs	3
2	MÉTHODE B – SYSTÈMES DE TRANSMISSIOMÉTRIE POUR LA MESURE EN CONTINU DE L'OPACITÉ	3
2 1	Principe	3
2 2	Application	3
2 3	Définitions	7
2 4	Appareillage	8
2 5	Normes d'installation	9
2 6	Normes de conception des appareils optiques	10
2 7	Détermination de la conformité aux normes de conception	11
2 8	Normes de rendement pour les dispositifs de surveillance en continu	11
2 9	Calculs	16
ANNEXE	QUALIFICATION ET EXAMEN DES OBSERVATEURS	21
RÉFÉRENCE		27
BIBLIOGRAPHIE		27

LISTE DES TABLEAUX

		PAGE
1	DEFLEXION MAXIMALE EN FONCTION DES DENSITES OPTIQUES ÉTALONS	9
2	CARACTÉRISTIQUE DES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DE L'OPACITÉ	12
3	VALEURS DE t_{975}	18
A–1	NORMES RÉGISSANT LA CONCEPTION ET LE RENDEMENT DU FUMIMÈTRE	24

LISTE DES FIGURES

1	FORMULAIRE D'ENREGISTREMENT DES DONNÉES (SUR PLACE)	2
2	TYPES DE PANACHES	4
3	FORMULAIRE D'ENREGISTREMENT DES CONTRÔLES DE L'OPACITÉ	5
4	FORMULAIRE DE CALCUL DE L'ERREUR D'ÉTALONNAGE	13
5	FORMULAIRE DE CALCUL DU TEMPS DE RÉPONSE DU DISPOSITIF	14
6	FORMULAIRE DE CALCUL DE LA DÉRIVE DU ZÉRO ET DE LA DÉRIVE DE L'ÉTALONNAGE	17

1 MÉTHODE A - DÉTERMINATION VISUELLE DE L'OPACITÉ DES ÉMISSIONS PROVENANT DE SOURCES FIXES

1 1 Principe

L'opacité des émissions provenant de sources fixes est determinée visuellement par un observateur qualifié

1 2 Application

La méthode A sert à mesurer l'opacité des émissions provenant de sources fixes et est utilisee pour former des observateurs qualifiés à déterminer visuellement l'opacité des émissions

1 3 Plage de mesures et sensibilité

L'observateur qualifié conformément à la méthode exposée en annexe doit être capable d'evaluer l'opacité d'émissions, de 0 p 100 à 100 p 100, par tranches de 5 p 100, avec une erreur ne dépassant pas 15 p 100 pour chaque mesure, et avec une erreur moyenne ne dépassant pas 7,5 p 100 pour chaque catégorie de lectures

1 4 Interférences dues à de la vapeur d'eau condensée non combinée

Les lectures d'opacité de portions de panaches de fumées qui contiennent de la vapeur d'eau condensée et non combinée ne doivent pas être utilisees pour determiner la conformité des émissions aux normes d'opacité

1 5 Marche à suivre

Les mesures doivent être faites par un observateur qualifié conformément aux dispositions de l'annexe

1 5 1 Position de l'observateur L'observateur doit se placer à une distance suffisante pour avoir une vue nette des emissions, le soleil doit se trouver dans un secteur de 140° par rapport au dos de l'observateur Dans la mesure du possible, la ligne de visée de l'observateur sera perpendiculaire à la direction du panache, si les observations portent sur des émissions provenant de sorties rectangulaires (par exemple, des bouches de ventilation situées sur un toit) ou de certains filtres à manche, l'observateur se placera à un endroit qui soit situé à peu près perpendiculairement à l'axe longitudinal du point d'emission La ligne de visee ne devrait pas traverser plus d'un panache

1 5 2 Comptes rendus des vérifications Sur un formulaire à cet effet (figure 1), l'observateur indique son nom, l'organisation à laquelle il appartient (employeur), le nom de l'usine, l'emplacement des émissions, la nature des installations, ainsi que la date Il indique aussi l'heure du debut et de la fin de la vérification, la distance estimative des points d'émission, la direction approximative du vent, sa vitesse estimative, la couverture nuageuse (présence de nuages et leur couleur) et l'arrière-plan du panache

COMPTE RENDU DU CONTRÔLE VISUEL DE L OPACITE

Page ____ de ____

DATE _____ POINT D EMISSION _____

COMPAGNIE _____ HAUTEUR DU POINT D EMISSION _____

ADRESSE _____ DUREE DE L OBSERVATION _____

CONTRÔLE N° _____ OBSERVATEUR _____

TYPE D INSTALLATIONS _____ DATE DE SA QUALIFICATION _____

DISPOSITIF D EPURATION _____ EMPLOYEUR _____

Inscrire les renseignements suivants avant et apres l observation de chaque point d emission Si les observations sont faites sur une longue periode, il faut noter des donnees supplementaires, s il y a lieu

HEURE DEBUT ——— ——— matin FIN ——— ——— matin

——— ——— apres-midi ——— ——— apres-midi

POSITION DE L OBSERVATEUR

Distance du point d emission _____

Direction par rapport au point d emission _____

Hauteur du point d observation _____

DESCRIPTION DE L ARRIERE-PLAN _____

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Direction du vent _____

Vitesse du vent _____

Temperature de l air ambiant _____

COUVERTURE NUAGEUSE _____

(ciel degage, couvert, nuageux, etc)

DESCRIPTION DU PANACHE

Couleur _____

Distance jusqu a laquelle il est visible _____

NOMBRES DE MINUTES DE DEROGATION _____

FIGURE 1 FORMULAIRE D ENREGISTREMENT DES DONNEES (SUR PLACE)

1 5 3 O-servations Elles se font dans la partie la plus opaque du panache où il n'y a aucune vapeur d'eau condensée Elles ne sont pas continues, mais se font à intervalles de 15 secondes

1 5 3 1 Panaches de fumées contenant de la vapeur d'eau condensée à la sortie (panaches attachés) (figure 2) En présence de vapeur d'eau condensée dans le panache, à son point d'émission, il faut observer l'opacité du panache au point où cette vapeur devient invisible L'observateur doit noter la distance approximative entre le point d'émission et le point d'observation dans le panache

1 5 3 2 Panaches de fumées contenant de la vapeur d'eau condensee à une certaine distance de la sortie (panaches détachés) (figure 2) Lorsque la vapeur d'eau se condense et devient visible à une certaine distance du point d'émission, il faut évaluer l'opacité au point d'émission, avant le point de condensation de la vapeur d'eau

1 5 4 Enregistrement des o-servations On doit inscrire les mesures d'opacité à 5 p 100 près, à intervalles de 15 secondes, sur un formulaire (figure 3) Il faut un minimum de 24 observations Chaque observation représente l'opacité moyenne des émissions pendant une periode de 15 secondes

1 6 Calculs

L'opacité est déterminée en tant que moyenne de 24 observations consécutives, faites à des intervalles de 15 secondes Les séries de 24 observations n'ont pas besoin de se suivre dans le temps, mais elles ne doivent pas se superposer Calculer et prendre note de l'opacité moyenne de chaque série d'observations

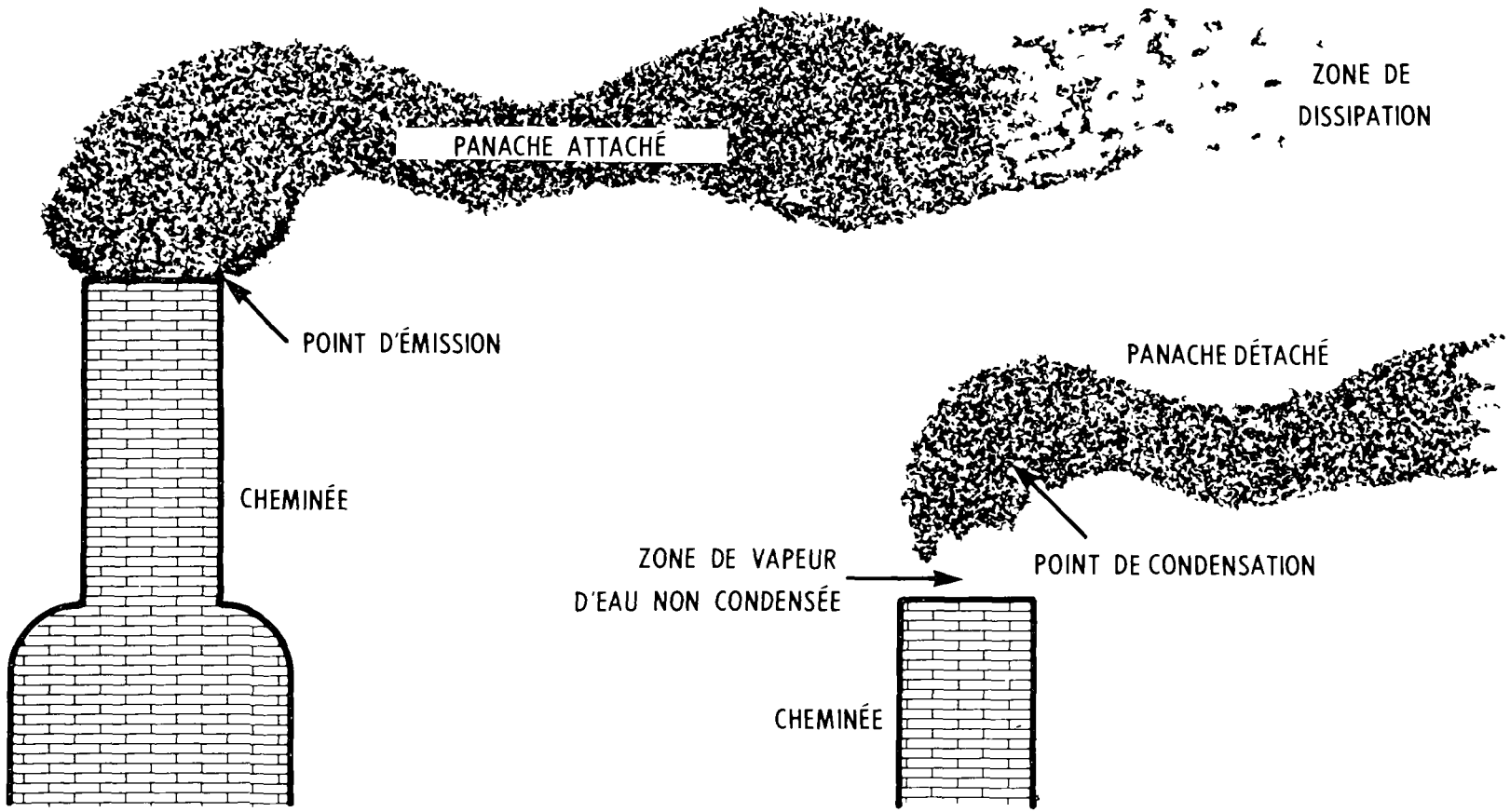
2 MÉTHODE B - SYSTÈMES DE TRANSMISSIOMÉTRIE POUR LA MESURE EN CONTINU DE L'OPACITÉ

2 1 Principe

La transmissiométrie est une mesure directe de l'absorption et de la diffusion des rayons visibles par les particules contenues dans la fumée De la lumière, possédant certaines caractéristiques spectrales, est emise par une lampe à travers l'émission de fumée, en direction d'un détecteur La lumière est atténuée par l'absorption et la diffusion par les particules en suspension L'opacité de l'émission se définit comme le pourcentage d'absorption et de diffusion de la lumière Les émissions transparentes qui n'absorbent pas la lumière ont une transmittance de 100 p 100 ou une opacité nulle Les émissions opaques qui absorbent complètement la lumière ont une transmittance de 0 p 100 ou une opacite de 100 p 100 La précision des dispositifs de mesure de l'opacité en continu est evaluee au moyen de filtres neutres On vérifie les transmissiomètres afin d'en déterminer la dérive du zéro, la dérive d'étalonnage et la variation des caractéristiques de leur réponse avec le temps

2 2 Application

La méthode B s'applique à l'appareillage de surveillance en continu de l'opacité Elle précise les normes de conception, de rendement et d'installation pour ces appareils Elle indique les méthodes



FORME DES PANACHES ATTACHÉS ET DÉTACHÉS

FIGURE 2 TYPES DE PANACHES

OBSERVATIONS

Page _____ de _____

DATE _____ OBSERVATEUR _____
COMPAGNIE _____ TYPE D INSTALLATIONS _____
ADRESSE _____ POINT D EMISSION _____
CONTROLE N° _____

		Secondes				Panache de vapeur (s il y a lieu)		
h	mn	0	15	30	45	attache	detache	Remarques
	0							
	1							
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	7							
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							
	16							
	17							
	18							
	19							
	20							
	21							
	22							
	23							
	24							
	25							
	26							
	27							
	28							
	29							

FIGURE 3 FORMULAIRE D ENREGISTREMENT DES CONTROLES DE L OPACITE

OBSERVATIONS

Page ____ de ____

DATE _____ OBSERVATEUR _____
COMPAGNIE _____ TYPE D INSTALLATIONS _____
ADRESSE _____ POINT D EMISSIONS _____
CONTRÔLE N° _____

		Secondes				Panache de vapeur (s il y a lieu)		
h	mn	0	15	30	45	attache	detache	Remarques
	30							
	31							
	32							
	33							
	34							
	35							
	36							
	37							
	38							
	39							
	40							
	41							
	42							
	43							
	44							
	45							
	46							
	47							
	48							
	49							
	50							
	51							
	52							
	53							
	54							
	55							
	56							
	57							
	58							
	59							

FIGURE 3 FORMULAIRE D ENREGISTREMENT DES CONTROLES DE L OPACITE (SUITE)

de vérification, les exigences d'installation et les méthodes de calcul permettant d'évaluer si les dispositifs de surveillance sont acceptables, ces derniers devant être soumis à l'approbation du Ministre

2 3 Définitions

2 3 1 Dispositif d'opacimétrie en continu Dispositif permettant la mesure continue de l'opacité d'une émission Il est constitué des principaux eléments suivants

2 3 1 1 Interface Fenêtre ou membrane protégeant l'analyseur contre les emission

2 3 1 2 Analyseur Partie du dispositif de mesure, sensible à la lumière transmise, qui emet un signal dont les caractéristiques sont fonction de l'opacité

2 3 1 3 Enregistreur Element du dispositif de mesure qui transforme le signal provenant de l'analyseur en un enregistrement permanent de l'opacité

2 3 2 Transmissiomètre L'ensemble constitué de l'interface et de l'analyseur

2 3 3 Déflexion maximale Valeur de l'opacité qui correspond au signal d'intensité maximale On la règle conformément à la sous-section 2 4 1

2 3 4 Erreur d'étalonnage Différence entre la lecture d'opacité indiquée par le dispositif et la valeur connue d'une série d'etalons Ces étalons consistent en une série de filtres ou de grilles de densité optique connue

2 3 5 Dérive du zéro Changement dans le signal produit, au cours d'une période précisée de fonctionnement normal en continu, quand l'opacité est nulle

2 3 6 Dérive d'étalonnage Changement dans le signal produit, au cours d'une période précisée de fonctionnement normal en continu, à une valeur connue située en haut de l'échelle, qui devrait se trouver dans la plage normale de mesure du dispositif

2 3 7 Réponse du dispositif Intervalle de temps entre le moment où se produit un changement brusque de l'opacité dans la cheminee (à l'entree du dispositif de mesure), et le moment où l'enregistreur affiche 95 p 100 de la valeur correspondante de cette opacité

2 3 8 Période de bon fonctionnement Période de durée minimale pendant laquelle un dispositif de mesure en continu devrait fonctionner en deçà de certaines limites de rendement sans nécessiter d'entretien, de réparations ou de réglages imprévus

2 3 9 Transmittance Fraction de la lumière incidente, transmise au travers d'un milieu optique donné

2 3 10 Cpacité Fraction de la lumière incidente absorbée ou diffusée par un milieu optique donné La relation entre l'opacité (O) et la transmittance (T) se traduit par l'equation suivante

$$O = 1 - T$$

2 3 11 *Densité optique* Expression logarithmique de la quantite de lumière absorbée ou diffusee par un milieu optique donne La relation entre la densite optique (D), la transmittance (T) et l'opacité (O) s'exprime de la manière suivante

$$D = -\log_{10} T$$

$$D = -\log_{10} (1 - O)$$

2 3 12 *Réponse optique maximale* Longueur d'onde à laquelle l'instrument est le plus sensible

2 3 13 *Réponse spectrale moyenne* Longueur d'onde qui divise en deux parties égales l'aire totale située sous la courbe obtenue conformement à la sous-section 2 9 3 1

2 3 14 *Angle de vision* Angle maximal (total) forme par les rayonnements reçus par la cellule photo-électrique de l'analyseur

2 3 15 *Angle de projection* Angle maximal (total) formé par 95 p 100 des rayonnements projetés par la source lumineuse de l'analyseur

2 3 16 *Trajet optique* Épaisseur de la colonne des émissions que traverse le faisceau lumineux entre le récepteur et le transmetteur d'un transmissiomètre à simple faisceau, ou épaisseur de la colonne d'emission traversée entre l'émetteur-récepteur et le reflecteur d'un transmissiomètre à réflecteur Il y a deux sortes de trajets optiques

2 3 16 1 Trajet optique de contrôle Épaisseur de la colonne des émissions à l'endroit où le dispositif d'opacimétrie en continu est installé

2 3 16 2 Trajet optique au point d'émission Épaisseur de la colonne des émissions au point de leur rejet dans l'atmosphère

2 4 Appareillage

2 4 1 *Filtres étalonnés* Il est nécessaire d'avoir des filtres à caractéristiques spectrales neutres et de densités optiques connues à la lumière visible ou des grilles dont on connaît exactement la densité optique Il faut utiliser des filtres étalonnés dont la precision est garantie par le fabricant à ± 3 p 100 près Il est nécessaire d'utiliser des filtres de densités optiques faible, moyenne et élevée pour régler le transmissiomètre aux opacités donnees au tableau 1

Il est recommandé de vérifier l'étalonnage des filtres à l'aide d'un transmissiomètre photopique bien collimaté et d'une linéarité connue avant de les utiliser Les filtres doivent être assez grands pour absorber ou diffuser tout le faisceau lumineux du transmissiomètre

2 4 2 *Enregistreur* Enregistreur analogique à diagramme ou tout autre enregistreur convenable dont la tension d'entrée est d'une gamme compatible avec le signal produit par le dispositif de mesure La résolution des donnees de l'enregistreur doit être suffisante pour permettre la réalisation des essais faisant partie de la présente méthode

TABLEAU 1 DÉFLEXION MAXIMALE EN FONCTION DES DENSITES OPTIQUES ÉTALONS

Déflexion de l'appareil (pourcentage d'opacité)	Densites optiques de filtres etalons et, entre parenthèses, leur opacite equivalente		
	faible	moyenne	élevée
50	0,1 (20)	0,2 (37)	0,3 (50)
60	0,1 (20)	0,2 (37)	0,3 (50)
70	0,1 (20)	0,3 (50)	0,4 (60)
80	0,1 (20)	0,3 (50)	0,6 (75)
90	0,1 (20)	0,4 (60)	0,7 (80)
100	0,1 (20)	0,4 (60)	0,9 (87,5)

2 4 3 *Dispositif d'opacimétrie* Il comprend un transmissiomètre (à réflecteur ou à faisceau simple) installé dans la cheminée, répondant aux caractéristiques optiques de conception précisées à la section 2 7 1 et pourvu de toutes les commandes, et des appareils permettant de garder les surfaces optiques propres

2 5 Normes d'installation

2 5 1 *Emplacement* Le transmissiomètre doit être installé à travers une section du conduit ou de la cheminée de sorte que l'ecoulement des particules dans le volume optique contrôle par le transmissiomètre soit représentatif de l'écoulement des particules dans le conduit ou la cheminee Il est recommandé que le trajet optique de contrôle traverse tout le diamètre ou la largeur entière du conduit ou de la cheminée Dans les installations où le trajet optique est plus court, il faut s'efforcer de choisir un emplacement de mesures qui soit représentatif de l'ecoulement des particules dans le conduit ou la cheminée

2 5 1 1 L'emplacement du transmissiomètre doit être en aval de tout dispositif d'épuration

2 5 1 2 Le transmissiomètre doit être situé aussi loin que possible des coudes ou des obstructions

2 5 1 3 Si le transmissiomètre est placé après un coude, il doit être installé, si possible, dans le plan forme par le coude

2 5 1 4 Le transmissiomètre doit être installé en un endroit accessible

2 5 1 5 Lorsque le Ministre le prescrit, le propriétaire ou l'exploitant d'une installation qui est à la source d'émissions doit établir que le transmissiomètre est situé dans une partie du conduit ou de la cheminée où la distribution des particules est uniforme ou représentative Cette démonstration se fera en examinant le profil d'opacité de l'effluent à une série d'emplacements le long du conduit ou de la cheminée, lorsque l'usine fonctionne à régime maximal ou modéré, ou en effectuant d'autres essais acceptables par le Ministre

2 5 2 *Tube à fente* Les installations qui nécessitent l'utilisation d'un tube à fente doivent en utiliser un de dimensions appropriées et suffisamment foncé pour qu'il ne gêne pas l'écoulement libre des émissions à travers tout le volume optique du transmissiomètre ou pour qu'il ne réfléchisse pas la lumière dans la cellule photo-électrique du transmissiomètre La réflexion lumineuse peut être empêchée au moyen de chicanes intérieures noircies qui empêchent le faisceau lumineux de se réfléchir sur les parois du tube, par la réduction de l'angle de projection du faisceau et de l'angle de vision de la cellule photo-électrique à un angle plus petit que la section transversale du tube à fente, ou par d'autres moyens Le propriétaire ou l'exploitant doit démontrer que le fabricant du dispositif d'opacimétrie a fait appel aux bonnes méthodes pour réduire au minimum la réflexion lumineuse dans les dispositifs utilisant des tubes à fente

2 5 3 *Signaux de l'enregistreur* Le dispositif d'opacimétrie en continu doit permettre l'affichage des valeurs de l'opacité sur une échelle normalisee de 0 p 100 à 100 p 100 sur l'enregistreur Comme toutes les normes d'opacité reposent sur l'opacité des émissions rejetées dans l'atmosphère, les signaux du dispositif devraient être fondés sur le trajet lumineux au point d'émission et devraient être enregistrés en permanence Lorsque le trajet optique de contrôle diffère du trajet optique au point d'émission, il faut construire un graphique montrant la relation existant (1) entre l'opacité enregistrée en fonction du trajet optique au point d'émission et (2) l'opacité des émissions à l'endroit où est situé l'analyseur (trajet optique de contrôle) Les contrôles de l'opacité se fondent sur le trajet optique de contrôle Les graphiques nécessaires pour ramener les signaux de l'enregistreur au trajet optique de contrôle devraient être établis à partir de la relation suivante

$$\log (1 - O_1) = (D_1/D_2) \log (1 - O_2)$$

où O_1 = l'opacité des émissions calculée d'après D_1
O_2 = l'opacité des émissions calculée d'après D_2
D_1 = le trajet optique au point d'émission
D_2 = le trajet optique de contrôle

2 6 Normes de conception des appareils optiques

Les normes de conception optique se trouvant à la sous-section 2 7 1 doivent être respectées pour que le dispositif d'opacimétrie soit conforme aux exigences de la présente méthode

2 7 Détermination de la conformité aux normes de conception

2 7 1 Normes de conception Il faut demontrer la conformité du dispositif d'opacimétrie en continu avec les normes de conception suivantes

2 7 1 1 Réponse spectrale maximale La réponse spectrale maximale devrait se situer entre 500 nm et 600 nm La reponse à toute autre longueur d'onde au-dessous de 400 nm ou au-dessus de 700 nm devrait être inférieure à 10 p 100 de la réponse maximale

2 7 1 2 Réponse spectrale moyenne La reponse spectrale moyenne devrait se situer entre 500 nm et 600 nm

2 7 1 3 Angle de vision L'angle de vision total ne devrait pas dépasser 5°

2 7 1 4 Angle de projection L'angle total de projection ne devrait pas dépasser 5°

2 7 2 Démonstration de la conformité Le propriétaire ou l'exploitant d'une installation ou le fabricant de l'opacimètre doivent démontrer la conformité du dispositif aux normes enonces à la sous-section 2 7 1 Si c'est le fabricant qui le prouve, il doit certifier que les essais ont été réalisés, il doit les décrire et en fournir les résultats Si c'est l'exploitant ou le proprietaire, ils doivent fournir les résultats et indiquer les méthodes utilisées

2 7 3 Vérifications La sous-section 2 7 1 donne les modalités générales permettant de démontrer la conformite des dispositifs (Ces modalités ne s'appliquent pas à tous les modèles de dispositifs et doivent parfois être modifiées, Si l'analyseur et la conception optique sont certifiés conformes à l'angle de vision ou à l'angle de projection précisés par le fabricant, les vérifications qui autrement s'imposeraient peuvent être omises)

2 7 3 1 Réponse spectrale Obtenir des fabricants les données spectrales se rapportant à la cellule photo-electrique, à la source lumineuse et aux filtres du dispositif

2 7 3 2 Angle de vision Mettre le récepteur en place comme le précise le fabricant Tracer un arc d'un rayon de 3 m Mesurer le signal du récepteur en réponse à une petite source lumineuse non directionnelle (de moins de 3 cm) à intervalles de 5 cm sur l'arc, sur une distance de 26 cm de part et d'autre de l'axe central de vision du recepteur Répéter l'essai dans le plan vertical

2 7 3 3 Angle de projection Mettre le projecteur en place comme le précise le fabricant Tracer un arc d'un rayon de 3 m À l'aide d'une cellule photo-électrique (de moins de 3 cm), mesurer l'intensité lumineuse à intervalles de 5 cm sur l'arc, sur une distance de 26 cm de part et d'autre de l'axe central de projection de la source lumineuse Répéter l'essai dans le plan vertical

2 8 Normes de rendement pour les dispositifs de surveillance en continu

2 8 1 Normes Le dispositif doit répondre aux normes figurant au tableau 2 pour être considere acceptable aux fins de la présente méthode

TABLEAU 2 CARACTERISTIQUE DES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE DE L'OPACITE

Paramètre	Norme
Erreur de l'étalonnage	≤3 p 100 d'opacite
Dérive du zero (24 heures)	≤2 p 100 d'opacite
Derive de l'etalonnage (24 heures)	≤2 p 100 d'opacite
Temps de réponse	10 secondes (maximum)
Période de bon fonctionnement	168 heures

Exprime par la somme de la moyenne absolue et de l'intervalle de confiance à 95 p 100 d'une serie d'essais, conformément à la sous-section 2 9 2

2 8 2 *Vérifications* Les modalités suivantes de vérification permettent de déterminer la conformite du dispositif aux normes enoncees au tableau 2

2 8 2 1 *Vérification de l'erreur d'étalonnage et du temps de réponse* Ces vérifications doivent avoir lieu avant l'installation du dispositif dans la cheminée et peuvent avoir lieu dans l'installation en question ou en d'autres endroits, à condition qu'avis convenable en soit donné Mettre en place et étalonner le dispositif de mesure, conformément à la notice du fabricant, en ce qui a trait au trajet optique de contrôle qui servira dans l'installation Régler l'analyseur comme on l'a précisé à sous-section 2 4 1

Vérification de l'erreur d'étalonnage Insérer une serie de filtres etalons à mi-chemin dans le trajet optique du transmissiomètre À cette fin, se servir d'au moins trois filtres (de densités optiques faible, moyenne et élevee) selectionnes conformément au tableau 1 et d'une exactitude à 3 p 100 près Réaliser en tout cinq lectures non consécutives pour chaque filtre Prendre note des lectures affichées par le dispositif de mesure, en pourcentage d'opacité (figure 4)

Vérification de la réponse du dispositif Insérer cinq fois le filtre d'opacité élevée dans le trajet optique du transmissiomètre et noter le temps requis pour obtenir une reponse correspondant à 95 p 100 des valeurs maximales du filtre et le temps requis pour revenir au bas de l'échelle (figure 5)

2 8 2 2 *Vérification sur place de la dérive du zéro et de la dérive de l'étalonnage* Installer le dispositif de contrôle en continu et procéder aux reglages suivants

Réglage préliminaire Aussitôt l'installation du dispositif terminée, et, par la suite, une fois l'an, lors d'un arrêt du fonctionnement de l'usine, procéder au réglage optique et au réglage du zéro

DONNEES DU FILTRE ETALONNE DE DENSITE NEUTRE
(voir la sous-section 2 8 2 1)

Densite faible _____ % d opacite Densite moyenne _____ % d opacite
Densite elevee _____ % d opacite Deflexion _____ % d opacite

Date de l essai _____ Endroit _____

Essai n°	Opacite du filtre etalonne	Opacite enregistree par l analyseur (pourcentage)	Differences (pourcentage d opacite)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

	Densites faibles	Densites moyennes	Densites elevees
Difference moyenne	_____	_____	_____
Intervalle de confiance	_____	_____	_____
Erreur d etalonnage = (difference moyenne) +I C	_____	_____	_____

Densites faibles moyennes ou elevees
Opacite du filtre etalonne - lecture de l analyseur
En valeur absolue

FIGURE 4 FORMULAIRE DE CALCUL DE L ERREUR D ETALONNAGE

Date de l'essai _____

Endroit _____

Opacité du filtre étalon utilisé _____ % d'opacité

Opacité à laquelle est réglée
la déflexion de l'analyseur _____ % d'opacité

Vers le	1	_____	secondes
haut de	2	_____	secondes
l'échelle	3	_____	secondes
	4	_____	secondes
	5	_____	secondes
Vers le	1	_____	secondes
bas de	2	_____	secondes
l'échelle	3	_____	secondes
	4	_____	secondes
	5	_____	secondes

Réponse moyenne _____ secondes

FIGURE 5 FORMULAIRE DE CALCUL DU TEMPS DE RÉPONSE DU DISPOSITIF

Réglage optique Diriger le faisceau lumineux du transmissiomètre sur les surfaces optiques situées sur le parcours de l'émission (c'est-à-dire, le rétroflecteur ou la cellule photo-electrique, s'il y a lieu) conformement aux instructions du fabricant

Reglage du zero Regler le zéro après avoir effectué le reglage optique, stabilisé le transmissiomètre (c'est-à-dire que ce dernier ne bouge plus à cause de la contraction thermique de la cheminee, du conduit, etc), et déterminé que la cheminée est propre par une mesure d'une opacité nulle et constante Cet ajustement se fait au moyen du réglage de la réponse du dispositif de contrôle en continu, de façon que toute vérification en conditions simulées d'opacite nulle corresponde à une vérification en conditions réelles d'opacité nulle, réalisée dans le trajet optique de contrôle au travers de la cheminée propre

Déflexion Régler le dispositif de contrôle aux opacités precisées à la sous-section 2 4 1 et décaler le réglage du zéro d'au moins 10 p 100 de la déflexion, de façon à pouvoir mesurer tout decalage négatif

Reglages finals Après avoir fait ces premiers réglages, et que l'usine fonctionne à nouveau en ayant atteint la température normale de fonctionnement, vérifier une autre fois les réglages préliminaires S'ils sont perturbés, revérifier le système optique, prendre note de toute différence dans l'opacite mesurée par le dispositif, qui peut être attribuée aux nouveaux réglages optiques, et en avertir le Ministre Ce phénomène ne signifie rien de mal en soi si l'installation est exploitée dans une gamme constante et étroite de températures, qui n'ont pas d'effet sur le réglage optique du dispositif pendant les periodes normales d'exploitation Cependant, si la température des gaz dégages par l'installation fluctue de telle manière qu'elle dérègle de façon significative les instruments de mesure, le Ministre peut exiger d'améliorer l'installation du transmissiomètre ou exiger son installation en un autre endroit

Période de conditionnement Après avoir fait les réglages après démarrage, utiliser le dispositif dans des conditions normales d'opération pendant une période de 168 heures

Période de vérification du bon fonctionnement Après la periode de conditionnement, faire fonctionner le dispositif pendant une période additionnelle de 168 heures, en dérive du zero Le système doit surveiller les émissions en tout temps, sauf lorsqu'on règle le zéro ou lors de l'étalonnage À intervalles de 24 heures, vérifier le zéro et la déflexion en suivant les instructions du fabricant On peut alors vérifier systématiquement les miroirs internes de l'analyseur et ses circuits électroniques, y compris la lampe et la cellule photo-électrique, et simuler des conditions d'opacite nulle et des conditions d'opacité maximale pour le détecteur Les vérifications peuvent se faire en suivant les instructions du fabricant si ces dernières sont aussi strictes que les presents modes opératoires Chaque jour, régler le zéro et la déflexion du transmissiomètre, nettoyer toutes les surfaces optiques exposées aux émissions, régler le système optique et faire tous les autres réglages nécessaires à l'étalonnage Tous ces reglages ne sont permis qu'à intervalles de 24 heures, ou moins si, dans ce dernier cas, les instructions du fabricant le précisent Les corrections automatiques

effectuées par le dispositif, sans intervention du technicien, sont permises en tout temps Les degrés des reglages apportes à la derive du zéro ou à celle de la déflexion doivent être inscrits Au cours de cette periode, prendre note, à toutes les 24 heures, des points suivants

a) les valeurs du zéro et de la déflexion après l'etalonnage du dispositif (ces lectures devraient être réglees à la même valeur au debut de chaque période de 24 heures),

b) la valeur du zéro après chaque période de 24 heures de fonctionnement, mais avant le nettoyage et le réglage,

c) la valeur de la déflexion après le nettoyage et le réglage du zéro, mais avant le réglage de la déflexion (figure 6)

2 9 Calculs

2 9 1 Valeur moyenne des séries des données

$$x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

où x = valeur moyenne de l'ensemble des données

x_i = valeurs de chaque donnee

Σ = somme des valeurs des données

n = nombre de données dans l'ensemble

2 9 2 Intervalle de confiance à 95 p 100, des deux côtés de la valeur moyenne

$$IC_{95} = \frac{t_{975}}{n\sqrt{n-1}} \; n\sqrt{(\Sigma x_i^2) - (\Sigma x_i)^2}$$

où IC_{95} = intervalle de confiance à 95 p 100 de la valeur moyenne

Σx_i = somme des données

t_{975} = voir tableau 3

2 9 3 Analyse et présentation des données

2 9 3 1 Reponse spectrale Combiner les données spectrales obtenues conformément au paragraphe 2 7 3 1 pour construire la courbe de la réponse spectrale réelle du transmissiomètre Indiquer la longueur d'onde à laquelle la réponse maximale a lieu, celle à laquelle la réponse moyenne a lieu et la réponse maximale à toute longueur d'onde en-dessous de 400 nm et au-dessus de 700 nm, exprimée en pourcentage de la réponse maximale, conformément à la sous-section 2 7 2

2 9 3 2 Angle de vision À l'aide des donnees obtenues conformément à la sous-section 2 7 3 2, calculer la réponse du récepteur en fonction de l'angle de vision dans les plans horizontal et vertical (arc

Réglage du zéro _____ (voir section 2 8 2 2)
Réglage de la déflexion _____
Date de l'essai _____

Date et heure	Lecture du zéro (avant le nettoyage et le réglage)	Dérive du zéro (Δ zéro)	Déflexion (après le nettoyage et le réglage du zéro, mais avant le réglage de la deflexion)	Dérive de l'etalonnage (Δ déflexion)

Dérive du zéro = derive moyenne du zéro* _____
+ I C (zéro) _____ = _____
Derive de l'étalonnage = dérive moyenne de la déflexion _____
+ I C (déflexion) _____ = _____

* Valeur absolue

FIGURE 6 FORMULAIRE DE CALCUL DE LA DERIVE DU ZÉRO ET DE LA DÉRIVE DE L'ETALONNAGE

de 26 cm, d'un rayon de 3 m équivalent à 5°) Fournir les courbes de l'angle relatif de vision, conformément à la sous-section 2 7 2

2 9 3 3 Angle de projection À l'aide des données obtenues conformément à la sous-section 2 7 3 3, calculer la réponse du détecteur photo-électrique en fonction de l'angle de projection dans les plans horizontal et vertical Fournir les courbes de l'angle relatif de projection, conformément à la sous-section 2 7 2

2 9 3 4 Erreur d'étalonnage À l'aide des résultats obtenus à la figure 4 (sous-section 2 8 2 1), soustraire la valeur connue d'opacité du filtre de la valeur indiquée par le dispositif de mesure pour chacune des 15 lectures Calculer la moyenne et l'intervalle de confiance à 95 p 100 des cinq différences mesurées pour chaque filtre, conformément aux sous-sections 2 9 1 et 2 9 2 Donner la somme de la valeur absolue de la moyenne des différences et de l'intervalle de confiance à 95 p 100 pour chacun des trois filtres mesures

TABLEAU 3 VALEURS DE t_{975}

n *	t_{975}
2	12,706
3	4,303
4	3,182
5	2,776
6	2,571
7	2,447
8	2,365
9	2,306
10	2,262
11	2,228
12	2,201
13	2,179
14	2,160
15	2,145
16	2,131

* Les valeurs du present tableau sont dejà corrigees en fonction de n-1 degrés de liberté négale donc le nombre de donnees

2 9 3 5 Dérive du zéro À l'aide des valeurs d'opacité nulle mesurées à toutes les 24 heures au cours de la vérification sur place (sous-section 2 8 2 2), calculer les differences entre le zero après nettoyage, réglage optique et autres réglages, et la valeur du zéro 24 heures plus tard, immediatement avant ces operations Calculer la moyenne de ces valeurs et les intervalles de confiance, conformément aux sous-sections 2 9 1 et 2 9 2 Donner la somme de la valeur absolue de la moyenne et de l'intervalle de confiance à 95 p 100

2 9 3 6 Dérive d'étalonnage À l'aide de la déflexion mesurée à toutes les 24 heures au cours des vérifications sur place, calculer les différences entre les valeurs d'échelle après nettoyage, réglage optique et reglage du zéro et de l'échelle, et la déflexion 24 heures plus tard, juste après le nettoyage, le réglage optique et le réglage du zéro, et avant le reglage de la deflexion Calculer la moyenne de ces valeurs et l'intervalle de confiance, conformément aux sous-sections 2 9 1 et 2 9 2 Donner la somme de la valeur absolue de la moyenne et de l'intervalle de confiance

2 9 3 7 Temps de réponse À l'aide des données obtenues à la sous-section 2 8 2 1, calculer le temps entre l'insertion du filtre et l'obtention de valeurs stables pour tous les points en-deçà et au-delà de l'échelle Donner la moyenne des dix temps de vérification, en haut et en bas de l'echelle

2 9 3 8 Période de bon fonctionnement Au cours de la periode de vérification du bon fonctionnement de 168 heures, le dispositif de surveillance en continu ne devrait pas necessiter d'entretien, de réparations, de remplacement des pièces ni de réglages autres que ceux qui sont clairement prescrits, dans les manuels d'utilisation et d'entretien du fabricant, comme travail de routine, et qui sont prévus au cours d'une période d'une semaine Si le dispositif fonctionne selon les paramètres précisés de bon fonctionnement, sans nécessitèr d'interventions autres que celles qui sont précisées plus haut, au cours de la période de vérification, cette dernière peut être jugée concluante, sinon, la période de vérification doit être répétée Cependant, il ne sera pas necessaire de répéter les parties de verifications qui auront été effectuées avec succès Toute défaillance nécessite la répetition de la semaine de vérification du bon fonctionnement et de la partie spécifique des vérifications exigées à la sous-section 2 8 2 Tout entretien et tous les réglages réalisés doivent être pris en note Les lectures doivent être enregistrées avant et après tous les réglages

ANNEXE - QUALIFICATION ET EXAMEN DES OBSERVATEURS

A-1 PRINCIPE

Les candidats aux postes d'observateurs qualifiés doivent d'abord se familiariser avec des panaches de fumée blancs et noirs, d'opacité connue, produits par un générateur de fumee étalonne Plus tard, au cours d'un examen, il leur est demandé d'attribuer des valeurs d'opacité aux émissions qui leur sont présentées

A-, CONDITIONS DE QUALIFICATION

Pour se qualifier comme observateur, le candidat doit pouvoir évaluer l'opacite de 25 panaches noirs et de 25 panaches blancs, par gradation de 5 p 100, avec une erreur ne dépassant pas 15 p 100 sur aucune lecture et avec une erreur moyenne ne dépassant pas 7,5 p 100 dans chaque catégorie Le candidat subira un examen conformément aux méthodes décrites à la sous-section A-4 4 Les générateurs de fumée doivent être pourvus d'un fumimètre qui répond aux exigences énumérées à la section A-3

S'il réussit l'examen, l'observateur est qualifié pour une durée de six mois, après quoi il doit subir un autre examen pour conserver son statut

A-3 APPAREILLAGE

Générateur de fumée Tout générateur de fumée servant à la formation et à l'examen des observateurs devrait être pourvu d'un fumimètre permettant de mesurer sur tout le diamètre de sa cheminée l'opacité des fumées produites Le signal de sortie du fumimètre doit correspondre à l'opacité dans la cheminée, pour un trajet optique egal au diamètre de la sortie de la cheminée, et l'afficher sur un enregistreur graphique dont l'échelle va de 0 p 100 à 100 p 100 Sa conception optique et son rendement doivent être tels qu'on le specifie au tableau A-1

A-4 MARCHE À SUIVRE

A-4 1 Principes d'étalonnage

Étalonner le fumimètre, suivant la méthode decrite à la sous-section A-4 2, avant chaque test de lectrue d'opacité des fumées À la fin de chaque essai, vérifier la dérive du zero et celle de la déflexion Si la derive depasse ± 1 p 100, corriger avant d'entreprendre tout autre essai Au moment de son intsallation, le fumimetre doit repondre aux normes exposées au tableau A-1 Il faut démontrer que le fumimètre répond toujours à ces normes après réparations ou remplacement de la cellule photo-électrique et des circuits electroniques annexes, y compris l'enregistreur ou l'appareil de mesure du signal de sortie, ou à tous les six mois (le premier cas écheant)

TABLEAU A-1 NORMES REGISSANT LA CONCEPTION ET LE RENDEMENT DU FUMIMÈTRE

Paramètre	Spécification
Source lumineuse	Ampoule incandescente fonctionnant à une tension de régime nominale
Reponse spectrale de la cellule photoélectrique	Photopique (réponse spectrale de l'oeil humain à la lumière du jour)
Angle de vision	Angle maximal total de 15°
Angle de projection	Angle maximal total de 15°
Étalonnage	±3 p 100 d'opacite (maximum)
Dérive du zéro et de l'étalonnage	±1 p 100 d'opacité (30 minutes)
Temps de réponse	≤5 secondes

Tiré de E U Condon et H Odishaw (1958) Voir référence

A-4 2 Méthode d'étalonnage

Étalonner le fumimètre après l'avoir laissé réchauffer pendant 30 minutes, en simulant à tour de rôle des opacites de 0 p 100 et de 100 p 100 Lorsqu'on obtient une réponse stable à 0 p 100 ou 100 p 100, régler le fumimètre de façon à obtenir un signal de sortie de 0 p 100 ou de 100 p 100, selon le cas Répéter cet étalonnage jusqu'à ce que des lectures de 0 p 100 et de 100 p 100 puissent être obtenues sans réglage Les valeurs simulées d'opacité de 0 p 100 et de 100 p 100 peuvent être obtenues en fermant et en ouvrant alternativement le circuit d'alimentation de la source lumineuse pendant que le générateur de fumée ne produit aucune fumée

A-4 3 Évaluation du fumimètre

Évaluer la conception et le rendement du fumimètre de la façon suivante

A-4 3 1 Source lumineuse À partir des données du fabricant et des mesures de tension faites aux bornes de l'ampoule installée, verifier si la lampe fonctionne à ±5 p 100 de la tension de régime nominale

A-4 3 2 Réponse spectrale de la cellule photo-électrique À partir des données fournies par le fabricant, vérifier si la cellule a une réponse photopique, c'est-à-dire si sa sensibilité spectrale est très

fidèle à la courbe etalon de luminosité spectrale, en vision diurne, présentée dans le *Handbook of Physics* de E U Condon et H Odishaw (voir référence)

A-4 3 3 *Angle de vision* Verifier la géométrie du montage pour s'assurer que l'angle total de vision de la colonne de fumée, telle qu'elle est perçue par la cellule, ne dépasse pas 15° L'angle total de vision peut se calculer de la façon suivante

$$\theta = 2 \tan^{-1} (d/2L)$$

où θ = l'angle total de vision
d = la somme du diamètre de la cellule photo-electrique et du diamètre de l'ouverture limite
L = la distance de la cellule photo-électrique à l'ouverture limite

L'ouverture limite est le point dans le trajet optique, entre la cellule et la colonne, où l'angle de vision est le plus réduit Dans le cas des fumimètres des générateurs de fumee, son rôle est normalement joué par un diaphragme

A-4 3 4 *Angle de projection* Vérifier la géometrie du montage pour s'assurer que l'angle total de projection de la lampe sur la colonne de fumée ne dépasse pas 15° L'angle total de projection peut se calculer comme suit

$$\theta = 2 \tan^{-1} (d/2L)$$

où θ = l'angle total de projection
d = la somme de la longueur du filament de l'ampoule et du diamètre de l'ouverture limite
L = la distance entre le filament et l'ouverture limite

A-4 3 5 *Erreur d'étalonnage* À l'aide de filtres de densite neutre et d'opacité connue, déterminer la différence entre la réponse réelle et la réponse linéaire theorique du fumimètre Cette vérification se fait d'abord par l'étalonnage du fumimètre, conformement à la sous-section A-4 2 et ensuite par l'insertion d'une série de trois filtres de densité neutre, d'opacité nominale respective de 20 p 100, 50 p 100 et 75 p 100 dans le trajet optique du fumimètre Utiliser des filtres étalonnés à ±2 p 100 Prendre soin, lors de l'insertion des filtres, que la lumière diffuse ne fausse pas les mesures Effectuer en tout cinq lectures non consécutives avec chaque filtre L'erreur maximale d'une lecture donnee ne devrait pas dépasser 3 p 100 d'opacité

A-4 3 6 *Dérive du zéro et de la déflexion* Déterminer la derive du zéro par l'étalonnage et la mise en marche du générateur de fumée pendant une heure La dérive se mesure par vérification du zéro et de la déflexion à la fin de cette période

A-4 3 7 *Temps de réponse* Determiner le temps de réponse en simulant une série de cinq valeurs d'opacité de 0 p 100 et de 100 p 100 et en observant le temps mis par le dispositif pour donner une réponse stable Les valeurs d'opacité de 0 p 100 et de 100 p 100 peuvent être simulées en ouvrant

et en fermant alternativement le circuit d'alimentation de la source lumineuse alors que le générateur de fumée ne fonctionne pas

A-4 4 Examen des candidats o-servateurs

L'examen consiste à montrer aux candidats une serie complète de 50 panaches (25 noirs et 25 blancs) produits par un genérateur de fumée Le degre d'opacité des panaches noirs et des panaches blancs doit être présente au hasard Le candidat évalue l'opacité de chaque panache et inscrit ses observations sur un formulaire approprié À la fin de chaque série de 50 lectures, on calcule le résultat de chaque candidat Si un candidat ne répond pas aux exigences énoncees à la section A-2, il lui faudra recommencer l'examen complet des 50 lectures

L'examen peut être donné aux fins de formation et de vérification des connaissances sur la lecture d'opacité des fumées, et il peut être précéde par des démonstrations au moyen d'un génerateur de fumée, au cours desquelles les candidats se seront familiarisés avec des panaches blancs et noirs d'opacité connue

RÉFÉRENCE

1 Condon, E -U et Odishaw H (1958) *Handbook of Physics,* McGraw-Hill Co , New York, N Y , pp 8-52, tableau 3 1

BIBLIOGRAPHIE

U S Environmental Protection Agency (1974) ''Standards of Performance for New Stationary Sources'', *Federal Register, 39,* (219), pp 39872-39875 (12 novembre 1974)

U S Environmental Protection Agency (1975) ''Standards of Performance for New Stationary Sources'', *Federal Register, 40,* (194), pp 46259-46263 (6 octobre 1975)