
**Air des lieux de travail — Détermination de la
concentration en masse du monoxyde de
carbone — Méthode utilisant des tubes
détecteurs pour échantillonnage rapide à
lecture directe**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Work-place air — Determination of mass concentration of carbon monoxide —
Method using detector tubes for short-term sampling with direct indication*

ISO 8760:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5ff7bb554/iso-8760-1990>



Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8760 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5f7bb554/iso-8760-1990>

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1990

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Introduction

La détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone dans l'air des lieux de travail (dans les zones de travail ou à poste fixe) à l'aide de tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe, appelés tubes détecteurs dans le texte ci-après, s'effectue à l'aide de l'un des systèmes réactifs qui conviennent à cet effet; les plus importants sont ceux qui utilisent des systèmes réactifs à base de palladosulfite de potassium et pentaoxyde d'iode.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 8760:1990](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5ff7bb554/iso-8760-1990)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5ff7bb554/iso-8760-1990>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8760:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5ff7bb554/iso-8760-1990>

Air des lieux de travail — Détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone — Méthode utilisant des tubes détecteurs pour échantillonnage rapide à lecture directe

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone présent dans l'air des lieux de travail (dans les zones de travail ou à poste fixe) aux concentrations de plus de 10 mg/m³ à l'aide de tubes détecteurs.

L'article 5 indique les substances qui, si elles sont contenues dans la masse d'air examinée et par conséquent dans l'échantillon d'air, influent sur l'indication du tube détecteur. Des informations relatives aux caractéristiques de performance sont données en 9.2; l'emploi de méthodes chimiques classiques ou de méthodes instrumentales est recommandé dans les cas où une meilleure fidélité ou moins d'interférences sont demandées (voir ISO 8519⁽¹⁰⁾).

La méthode convient aussi bien à l'échantillonnage individuel, dans la zone respirable, qu'à l'échantillonnage dans une zone générale.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6879 : 1983, *Qualité de l'air — Caractéristiques de fonctionnement et concepts connexes pour les méthodes de mesure de la qualité de l'air.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 tube détecteur à mesure de longueur de tache : Tube contenant un réactif qui réagit rapidement en présence de

monoxyde de carbone dans l'échantillon d'air et fait apparaître une limite franche entre le réactif entré en réaction et les parties non altérées.

3.2 volume par coup : Quantité d'air ou d'autre mélange de gaz aspirée par la pompe pendant le temps d'ouverture par coup.

3.3 temps d'ouverture par coup : Temps nécessaire à l'exécution d'un cycle complet de la chambre à air de la pompe à tube détecteur.

4 Principe

Réaction du monoxyde de carbone présent dans l'échantillon d'air qui passe, dans un laps de temps donné, par un tube détecteur contenant un support solide recouvert de réactifs, pour former un produit de réaction coloré, entraînant la formation d'une tache nettement définie dans le tube détecteur.

Détermination de la concentration en masse du monoxyde de carbone, en comparant la longueur visible de la tache obtenue aux longueurs de tache préparées en utilisant des mélanges de gaz pour étalonnage et en tenant compte des interférences sur l'indication de l'instrument et des facteurs de correction relatifs à la pression, la température et l'humidité relative.

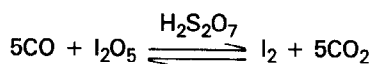
5 Réactions et interférences

On connaît plusieurs réactions colorées permettant de déceler la présence de monoxyde de carbone. L'utilisation des réactions suivantes est recommandée dans les tubes détecteurs.

5.1 Réaction au pentaoxyde d'iode

Les tubes détecteurs contenant un système réactif basé sur le pentaoxyde d'iode sont des tubes détecteurs à mesure de longueur de tache; l'intensité de coloration varie du blanc au brun-vert.

5.1.1 Équation de la réaction



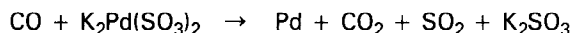
5.1.2 Interférences

L'acétylène, les hydrocarbures aliphatiques et halogénés sont des interférents positifs. À l'exception de l'acétylène, on peut les éliminer par une zone de prétraitement.

5.2 Réaction au palladosulfite de potassium

Les tubes détecteurs contenant un système réactif basé sur le palladosulfite de potassium sont des tubes détecteurs à mesure de longueur de tache; l'intensité de la coloration varie du jaune au brun.

5.2.1 Équation de la réaction



5.2.2 Interférences

Le sulfure de carbone, les halogènes, les mercaptans, la phosphine et le phosgène produisent des taches similaires. L'acétylène et le sulfure d'hydrogène produisent des taches noires. Le dioxyde de soufre représente un interférent positif, mais ne produit pas de tache à lui seul.

6 Appareillage

Le système complet de mesure se compose d'une pompe à tube détecteur et d'un tube détecteur compatibles entre eux. Ces systèmes sont habituellement étalonnés et fournis par le même fabricant.

6.1 Tubes détecteurs, contenant un réactif déposé sur un support solide, se prêtant à une réaction par coloration et permettant de déterminer la concentration en masse de monoxyde de carbone présent dans l'air des lieux de travail (dans les zones de travail ou à poste fixe), aux concentrations de plus de 10 mg/m³, dans les gammes de température, de pression et d'humidité relative considérées comme acceptables par le fabricant.

N'utiliser que des tubes détecteurs dont

- le remplissage est uniforme, c'est-à-dire que les couches de remplissage n'ont pas de séparation évidente;
- les parois des couches de remplissage sont perpendiculaires à l'axe du tube détecteur;
- l'étanchéité est assurée;

et qui, en outre, sont conformes aux prescriptions suivantes:

- les tubes détecteurs à mesure de longueur de tache doivent présenter une exactitude meilleure que $\pm 25\%$ et une longueur de tache d'au moins 15 mm pour la valeur maximale admissible applicable, par exemple la valeur limite d'exposition (VLE) de la concentration en masse du monoxyde de carbone.

Conserver les tubes détecteurs conformément aux instructions du fabricant.

AVERTISSEMENT — Jeter les tubes détecteurs non utilisés dans la période correspondant à la stabilité de conservation du système réactif recommandé par le fabricant (voir 8.3).

6.2 Pompe à tube détecteur, à fonctionnement manuel ou sur piles.

N'utiliser que la pompe à tube détecteur correspondant au tube détecteur considéré, dont le volume par coup ne varie pas de plus de $\pm 5\%$ de son volume nominal par coup, qui est exempte de fuite et qui, en fonctionnement, assure un débit-volume égal à celui qu'indique l'étalonnage du tube détecteur.

Manipuler la pompe avec soin et l'entretenir conformément aux instructions du fabricant. Essayer la pompe à tube détecteur comme prescrit en 8.1.

NOTE — La réaction colorée dans le tube détecteur est fonction du débit-volume et du volume total d'air ou d'autres mélanges de gaz ayant passé dans le tube détecteur pour une concentration en masse donnée du monoxyde de carbone. Le débit-volume dépend de l'effet d'aspiration produit par la pompe et de la résistance à l'écoulement que présente le tube détecteur. Le temps d'ouverture par coup de la pompe à tube détecteur est affecté par les fuites que peut présenter la pompe et les particules déposées sur le filtre ou contre les parois du canal d'écoulement de la pompe à tube détecteur.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7 Échantillonnage

S'assurer que la pompe à tube détecteur (6.2) est exempte de fuites en introduisant un tube détecteur fermé (6.1) dans l'orifice d'admission de la pompe puis en faisant fonctionner celle-ci. Il ne devrait pas y avoir d'écoulement d'air dans le système. S'il y a écoulement d'air, indiqué par exemple par un mouvement de la chambre à air de la pompe à tube détecteur, cela signifie qu'il peut y avoir des fuites dans la pompe et celle-ci doit alors être examinée et réparée ou remplacée si nécessaire.

S'assurer également de l'absence de blocage à l'écoulement en faisant fonctionner la pompe sans tube détecteur. La pompe devrait fonctionner librement. Dans le cas contraire, examiner et réparer ou remplacer la pompe à tube détecteur.

Briser les deux extrémités du tube détecteur et l'introduire, le cas échéant, dans le sens indiqué, dans l'orifice d'admission de la pompe. Noter qu'une fois ouvert, le tube détecteur doit être relié hermétiquement à la pompe.

En faisant fonctionner la pompe au point de mesure déterminé précédemment, prélever une quantité d'air dont le volume est dicté par le nombre de coups de pompe à effectuer, conformément aux données d'étalonnage du tube détecteur.

À la fin de la période d'échantillonnage, dégager le tube détecteur de la pompe. Balayer celle-ci avec de l'air propre, afin de la protéger de l'action corrosive des réactifs ou des produits de réaction ayant pu être libérés par le tube détecteur.

NOTE — Quand on utilise une pompe à fonctionnement manuel pour effectuer plusieurs coups de pompe, actionner la pompe de façon uniforme afin de réduire au minimum les variations de débit d'air entre les différents coups de pompe. Laisser s'écouler un laps de temps suffisant à la fin de chaque coup de pompe, pour que la pression à l'intérieur de celle-ci s'équilibre.

8 Mode opératoire

8.1 Essai des pompes à tube détecteur

Évaluer les facteurs suivants, lorsqu'il y a lieu, à intervalles réguliers ou plus souvent s'il y a une raison de douter de l'aptitude à l'emploi de la pompe :

- le volume par coup (3.2) de la pompe à tube détecteur, munie d'un tube détecteur représentatif (6.1), en utilisant un débitmètre à lame de savon d'une capacité d'au moins 100 ml et possédant une graduation à intervalles égaux de 0,5 ml. Pour cet essai, relier l'orifice d'admission de la pompe à l'orifice de sortie du débitmètre à lame de savon de manière étanche;
- (par ailleurs, pour les pompes manuelles à tube détecteur) le temps d'ouverture par coup (3.3), avec un tube détecteur représentatif (6.1) relié à la pompe, conformément aux instructions du fabricant.

Comparer les valeurs mesurées obtenues, avec les données d'étalonnage correspondantes de la pompe à tube détecteur et du tube détecteur. En cas de disparité entre ces valeurs à l'intérieur des limites prescrites en 6.2, la pompe doit être soumise à un entretien ou une remise en état.

NOTE — La résistance à l'écoulement du tube détecteur et donc le temps d'ouverture par coup de pompe varient selon le modèle de tube détecteur utilisé.

8.2 Détermination

Immédiatement après l'échantillonnage, présenter le tube détecteur utilisé à côté d'un tube détecteur vierge (6.1) sur un fond blanc, dans des conditions satisfaisantes d'éclairage, sans toutefois l'exposer directement à la lumière du soleil et procéder comme prescrit en 8.2.1 et 8.2.2.

8.2.1 Lecture du tube détecteur

Il convient de ne confier la lecture du tube détecteur qu'à une personne qualifiée et expérimentée dans ce domaine.

Évaluer la longueur de la tache obtenue en la comparant aux longueurs de tache exprimant la concentration connue de monoxyde de carbone, telles qu'elles figurent généralement sur le tube détecteur. Appliquer les règles suivantes :

- si le bord de la tache n'est pas nettement défini, lire l'indication correspondant à l'endroit où le léger changement de couleur est tout juste observable par rapport à la couleur du réactif inaltéré;
- si le bord de la tache n'est pas perpendiculaire à l'axe du tube détecteur, prendre la moyenne de la longueur de tache la plus courte et de la longueur la plus longue, à condition que la différence entre ces deux longueurs ne soit pas supérieure à 20 % de la moyenne. Si cette condition n'est pas remplie, ne pas tenir compte de l'indication du tube détecteur.

Noter la concentration de monoxyde carbone correspondant à la longueur de la tache obtenue.

8.2.2 Évaluation des facteurs de correction

La longueur de tache et la couleur obtenues peuvent varier selon la température, la pression et l'humidité relative de l'échantillon d'air examiné et peuvent aussi être affectées par des substances, à l'exclusion du monoxyde de carbone, présentes dans l'échantillon d'air.

Dans certains cas, on doit prendre en compte les interférences en appliquant des facteurs de correction. Par conséquent, évaluer si nécessaire les facteurs de correction permettant l'interprétation des valeurs indiquées par le tube détecteur, en se référant par exemple aux facteurs de correction fournis par le fabricant du tube détecteur.

8.3 Mise au rebut des tubes détecteurs

Mettre au rebut les tubes détecteurs, eu égard aux réactifs toxiques ou corrosifs qu'ils contiennent et conformément aux instructions de mise au rebut données par le fabricant et aux règlements nationaux en vigueur.

9 Expression des résultats

9.1 Mode de calcul

La concentration de monoxyde de carbone dans l'échantillon d'air est donnée par l'indication correspondante du tube détecteur lue conformément à l'article 8. Cette concentration doit être notée sous la forme d'une concentration en masse $\varrho(\text{CO})$, exprimée en milligrammes par mètre cube.

NOTE — La concentration en masse de monoxyde de carbone $\varrho(\text{CO})$, exprimée en milligrammes par mètre cube, est liée au titre volumique $\varphi(\text{CO})$, exprimé en parties par million (1 ml pour 10⁶ ml), par la formule

$$\begin{aligned}\varrho(\text{CO}) &= \frac{28,0 \times p \times 293,2}{24,05 \times (\theta + 273,2) \times 101,3} \times \varphi(\text{CO}) \\ &= \frac{3,37 \times p}{\theta + 273,2} \times \varphi(\text{CO})\end{aligned}$$

où

p est la pression, en kilopascals, de l'échantillon d'air;

θ est la température, en degrés Celsius, de l'échantillon d'air;

28,0 est la masse molaire, en grammes par mole, du monoxyde de carbone;

24,05 est le volume molaire, en litres par mole, d'un gaz parfait à 293,2 K et 101,3 kPa.

À 293,2 K et 101,3 kPa, les facteurs de conversion pour le monoxyde de carbone sont

$$1 \text{ ppm} = 1,16 \text{ mg/m}^3$$

$$1 \text{ mg/m}^3 = 0,86 \text{ ppm}$$

9.2 Fidélité

Les erreurs relatives influant sur les mesures fournies par les tubes détecteurs sont plus importantes au bas de l'échelle de mesure qu'à son sommet. L'erreur aléatoire maximale admissible, exprimée comme deux fois l'écart-type relatif (coefficient

de variation) des mesures indiquées par le tube détecteur, prescrites dans la présente Norme internationale, est de $\pm 25\%$ au niveau de concentration en masse de monoxyde de carbone de 60 mg/m^3 . Parmi les principales sources de variation des valeurs indiquées par les tubes détecteurs, on retiendra les suivantes :

- a) variabilité du diamètre intérieur des tubes en verre; par exemple, une tolérance de $\pm 0,1 \text{ mm}$ représente une variation de $\pm 4\%$ dans un tube détecteur de 5 mm de diamètre intérieur;
- b) variabilité de la couche de remplissage où est déposé le système réactif destiné à la réaction colorée; les paramètres importants sont, entre autres, la pureté et l'uniformité de la répartition du système réactif, l'uniformité de la taille des particules et de la masse volumique du substrat solide et l'alignement de la couche de remplissage dans le tube détecteur;
- c) variabilité du volume d'air et du débit-volume d'air compte tenu des caractéristiques aérauliques de la pompe à tube détecteur.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au minimum les informations suivantes :

- a) identification de l'échantillon d'air;

- b) référence à la présente Norme internationale;
- c) lieu de prélèvement de l'échantillon d'air et type de prélèvement individuel ou collectif;
- d) identification du fabricant du tube détecteur et de la pompe à tube détecteur utilisés, numéro de lot du tube détecteur du fabricant et date d'expiration du tube détecteur;
- e) heures de début et de fin d'échantillonnage;
- f) nombre de coups de pompe ou volume de l'échantillon d'air;
- g) température, pression et humidité relative de l'échantillon d'air;
- h) interférents connus ou dont on soupçonne la présence dans l'échantillon d'air;
- i) concentration en masse de monoxyde de carbone, exprimée en milligrammes par mètre cube, mesurée à l'aide du tube détecteur;
- j) nom de la personne ayant effectué les mesurages.

Le rapport d'essai doit aussi contenir, si on la connaît, la concentration en masse de monoxyde de carbone, exprimée en milligrammes par mètre cube, déterminée par une méthode autre que le mesurage par tube détecteur.

ISO 8760:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57a2f0ae-fb96-4b3c-80dd-62e5ff7bb554/iso-8760-1990>

Annexe A (normative)

Étalonnage des tubes détecteurs

Les tubes détecteurs permettant la détermination de la concentration de monoxyde de carbone dans l'air des lieux de travail (dans les zones de travail ou à poste fixe), tels qu'ils sont disponibles dans le commerce et prescrits en 6.1, ont été étalonnés par le fabricant à l'aide de mélanges de gaz pour étalonnage. Ces derniers doivent être des mélanges, dont la composition est connue dans des limites prescrites, de monoxyde de carbone et d'un gaz de complément (par exemple l'air purifié ou l'azote). À la demande de l'utilisateur, le fabricant de tubes détecteurs doit fournir les données d'étalonnage de ses tubes détecteurs. Par conséquent, un réétalonnage des tubes détecteurs n'est requis que dans des cas exceptionnels.

Le réétalonnage des tubes détecteurs peut être effectué par l'utilisateur lui-même, à condition qu'il dispose d'une équipe qualifiée et expérimentée dans la préparation des mélanges de gaz pour étalonnage. On trouvera ci-dessous quelques remarques relatives au mode opératoire d'étalonnage des tubes détecteurs prescrits en 6.1.

Préparer les mélanges de gaz pour étalonnage en appliquant l'une des méthodes statiques ou dynamiques citées dans l'annexe B ou, de préférence, en utilisant des bouteilles de gaz comprimé normalisées, contenant par exemple 0,1 % (V/V) de monoxyde de carbone (CO) dans de l'azote (N₂) dans un système dynamique de mélange de débits de gaz. Préparer un gaz zéro et des mélanges de gaz à différents niveaux de concentration de monoxyde de carbone, avec une précision de ± 5 % et couvrant la gamme utile de mesurages, par exemple 10 mg/m³, 20 mg/m³, 40 mg/m³, 60 mg/m³, 100 mg/m³ et 200 mg/m³.

NOTE — Il convient que la concentration de monoxyde de carbone dans le mélange de gaz généré fasse l'objet d'un contrôle séparé, par exemple en recourant à une méthode électrochimique (voir ISO 8519(10)).

À chacun des niveaux de concentration choisis, prélever au moins cinq échantillons de la façon suivante :

S'assurer que la pompe à tube détecteur (6.2) ne présente pas de fuite, en introduisant un tube détecteur fermé (6.1) dans l'orifice d'admission de la pompe et en faisant fonctionner cette dernière. Il ne devrait pas y avoir d'écoulement d'air dans le système. S'il y a écoulement d'air, indiqué par exemple par un mouvement de la chambre à air de la pompe à tube détecteur, cela signifie qu'il peut y avoir des fuites dans la pompe et celle-ci doit alors être examinée et réparée ou remplacée si nécessaire. S'assurer également de l'absence de blocage à l'écoulement en faisant fonctionner la pompe sans tube détecteur. La pompe devrait fonctionner librement. Dans le cas contraire, examiner et réparer ou remplacer la pompe à tube détecteur.

Briser les deux extrémités du tube détecteur et relier le tube ouvert, le cas échéant dans le sens indiqué, à l'appareil servant à produire le mélange de gaz pour étalonnage visé en utilisant un verre bord-à-bord muni, par exemple, d'un joint en polychlorure de vinyle. Introduire l'extrémité libre du tube détecteur dans l'orifice d'admission de la pompe à tube détecteur. Noter que le tube détecteur doit être hermétiquement relié à la pompe et procéder comme prescrit dans l'article 7.

Immédiatement après l'échantillonnage, présenter le tube détecteur utilisé à côté d'une tube détecteur vierge (6.1) sur un fond blanc, dans des conditions satisfaisantes d'éclairage, sans toutefois l'exposer directement à la lumière du soleil, et procéder comme prescrit en 8.2.1.

Pour les tubes détecteurs à mesure de longueur de tache, préparer une courbe d'étalonnage en reportant la longueur de tache observée dans le tube détecteur en fonction de la concentration en masse $\rho(\text{CO})$, exprimée en milligrammes par mètre cube, ou du titre volumique $\varphi(\text{CO})$, exprimé en parties par million, de monoxyde de carbone présent dans les mélanges de gaz pour étalonnage.

Noter le volume de mélange de gaz ayant passé par le tube détecteur et la durée de l'échantillonnage.

Évaluer les intervalles de température et d'humidité relative pour lesquels les courbes d'étalonnage sont valables (voir ISO 6879) et évaluer également les courbes d'étalonnage valables pour d'autres valeurs de température et d'humidité relative. Procéder comme prescrit ci-dessus.

NOTE — Les courbes d'étalonnage devraient être valables dans le cas d'échantillons dont la température est comprise entre 18 °C et 30 °C pour une humidité relative d'environ 50 %.

Évaluer la répétabilité des mesurages effectués avec le tube détecteur en laboratoire, à des concentrations en masse de monoxyde de carbone de 10 mg/m³, 20 mg/m³, 40 mg/m³, 60 mg/m³, 100 mg/m³ et 200 mg/m³ par exemple, en utilisant les résultats d'au moins cinq déterminations par tube détecteur à chacun des niveaux de concentration de monoxyde de carbone choisis.

Déterminer les substances pouvant constituer des interférents dans l'utilisation des tubes détecteurs (voir 5.1.2 et 5.2.2). Évaluer leurs effets sur l'indication du tube détecteur comme prescrit ci-dessus et les noter.

NOTE — Lorsqu'on peut réduire ou éliminer l'effet des interférents en branchant, en série avec le tube détecteur, un tube de prétraitement contenant un système réactif approprié, déposé sur un support solide, il convient de préparer des courbes d'étalonnage pour le tube détecteur et le tube de prétraitement.