

GUIDE DE RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA MESURE DU BENZENE DANS L'AIR AMBIANT

Ce guide a pour objectif d'apporter des recommandations concernant la mesure du benzène dans l'air ambiant et en particulier de définir quelles sont les techniques à recommander en fonction de la finalité établie de la mesure.

La version actuelle s'organise en cinq parties :

- La première porte sur la stratégie de mesure du benzène de manière à répondre aux exigences de la directive du 16 novembre 2000 relative à la mesure du benzène dans l'air ambiant ainsi que du projet de directive relative à la qualité de l'air ambiant (version du 23 octobre 2006),
- La deuxième porte sur l'utilisation des analyseurs automatiques de BTEX,
- La troisième porte sur l'utilisation des tubes pompés remplis de Carbopack X
- La quatrième porte sur l'utilisation des tubes à diffusion passive radiaux (notamment Radiello code 145)
- La cinquième porte sur l'utilisation des tubes à diffusion passive axiaux (notamment Perkin Elmer).

SOMMAIRE

1	La stratégie de surveillance du benzène	5
1.1	Contexte réglementaire.....	5
1.2	Objectifs	5
1.3	Définition de la stratégie de mesure	6
1.3.1	Cadre géographique	6
1.3.2	Evaluation de la qualité de l'air	6
1.3.3	Définition des seuils d'évaluation.....	7
1.3.4	Le nombre de points de mesure	7
1.3.5	Implantation des sites de mesure.....	8
1.3.6	Les méthodes de mesure	8
1.4	Concentrations en benzène supérieures au seuil maximal d'évaluation (3,5 µg/m ³)	9
1.4.1	Méthode de mesure.....	9
1.4.2	Objectifs de qualité	9
1.4.3	Nombre de points de mesure du dispositif de mesures fixes.....	9
1.5	Concentrations en benzène comprises entre le seuil maximal d'évaluation (3,5 µg/m ³) et le seuil minimal d'évaluation (2 µg/m ³).....	10
1.5.1	Méthode de mesure.....	10
1.5.2	Objectifs de qualité	10
1.5.3	Nombre de points de mesure du dispositif de mesures fixes.....	11
1.6	Concentrations en benzène inférieures au seuil minimal d'évaluation (2 µg/m ³)	11
1.6.1	Méthode de mesure.....	11
1.6.2	Objectifs de qualité	11
1.7	Exemples.....	11
1.7.1	Exemple 1 : ZAS aggro d'Aix-Marseille	12
1.7.2	Exemple 2 : ZAS aggro de 740 000 hab	12
1.7.3	Exemple 3: ZAS territoriale de 2 320 000 hab	13
1.7.4	Exemple 4: ZAS territoriale de 1 700 000 hab	13
1.8	Références	14
1.8.1	Références relatives à l'évaluation de la qualité de l'air (§ 3.2)	14
1.8.2	Références relatives aux méthodes de mesure (§ 3.5)	15
1.8.3	Références relatives à la méthode de mesure quand les niveaux de concentrations sont supérieures à l'UAT (§ 4.1)	16

1.8.4	Références relatives au nombre de points de mesure du dispositif fixe et à l'implantation de ces sites, quand les niveaux de concentration sont supérieurs à l'UAT (§ 4.3) et entre les 2 seuils (§ 5.3).....	17
1.8.5	Références relatives à la méthode de mesure quand les niveaux de concentration sont entre les 2 seuils (§ 5.1).....	19
2	L'utilisation des analyseurs automatiques de BTEX	21
2.1	Définition de la place des analyseurs automatiques (Réponse à quel(s) objectif(s)).....	21
2.2	Choix de mélanges gazeux étalons adaptés à la gamme de mesure	21
2.3	Harmonisation des pratiques en termes de fréquence d'étalonnage.....	22
2.4	Harmonisation des pratiques en termes de vérification du zéro	22
2.5	Harmonisation des pratiques en termes de contrôle des analyseurs et de validation des données.....	22
3	L'utilisation du tube rempli de carbopack X et un pompage actif	24
3.1	Définition de la place de tube d'adsorbants en échantillonnage actif (Réponse à quel(s) objectif(s)).....	24
3.2	Durée d'échantillonnage devant tenir compte du volume de claquage sécurisé.....	24
3.3	Sens d'échantillonnage et de thermodésorption	25
3.4	Conservation des cartouches avant exposition.....	25
3.5	Valeurs de blanc.....	25
3.6	Conservation des cartouches après exposition.....	26
3.7	Choix du débit d'échantillonnage à appliquer	27
3.8	Normalisation des débits d'échantillonnage	27
3.9	Expression de la concentration standardisée	28
3.10	Références.....	28
4	L'utilisation du tube passif radial (Radiello Code 145 – adsorbant Carbograph 4).....	29
4.1	Définition de la place du tube à diffusion dans la surveillance du benzène (Réponse à quel(s) objectif(s)).....	29
4.2	Durée d'exposition devant tenir compte de l'incertitude souhaitée sur la mesure	29
4.3	Conservation des cartouches avant exposition.....	30
4.4	Valeurs de blanc.....	30
4.5	Conservation des cartouches après exposition.....	31
4.6	Utilisation et Pratiques de nettoyage des membranes poreuses	31
4.7	Choix des débits d'échantillonnages à appliquer	31
4.8	Normalisation de la concentration	33
4.9	Références.....	33

5	L'utilisation du tube passif axiale (Perkin Elmer) (adsorbants Carbopack B, Carbopack X)	35
5.1	Définition de la place du tube à diffusion dans la surveillance du benzène (Réponse à quel(s) objectif(s))	35
5.2	Durée d'exposition devant tenir compte de l'incertitude souhaitée sur la mesure.....	35
5.3	Conservation des cartouches avant exposition	35
5.4	Conditionnement des tubes avant prélèvement.....	36
5.5	Valeurs de blanc.....	36
5.6	Conservation des cartouches après exposition.....	37
5.7	Choix des débits d'échantillonnage à appliquer	37
5.8	Normalisation de la concentration.....	37
5.9	Références	38

1 La stratégie de surveillance du benzène

1.1 Contexte réglementaire

La directive 96/62/CE du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant est également appelée Directive cadre. Elle stipule notamment que la qualité de l'air doit être évaluée sur tout le territoire des Etats membres. Cette directive a pour objectif général de définir les principes de base d'une stratégie commune visant à :

- définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant dans la Communauté afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble,
- évaluer, sur la base de méthodes et de critères communs, la qualité de l'air ambiant dans les Etats membres,
- disposer d'informations adéquates sur la qualité de l'air ambiant et à faire en sorte que le public en soit informé, entre autres par des seuils d'alerte,
- maintenir la qualité de l'air ambiant, lorsqu'elle est bonne, et l'améliorer dans les autres cas.

Suite à cette directive cadre, trois directives filles ont été élaborées, dont celle relative aux valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant : directive 2000/69/CE. Cette directive (deuxième directive "fille") vise à compléter les dispositions concernant les valeurs limites de la directive 96/62/CE avec des valeurs limites spécifiques pour deux substances polluantes individuelles (le benzène et le monoxyde de carbone). La valeur limite pour le benzène est établie à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle à partir du 1^{er} janvier 2010.

Actuellement, il existe un projet de Directive « intégrée » (la version la plus récente est en date du 25 juin 2007) visant à refondre et clarifier la directive cadre et les trois premières directives filles (dont celle relative au benzène).

1.2 Objectifs

Cette partie du guide de recommandations a pour but de définir la stratégie de mesure du benzène selon les exigences de la Directive cadre 96/62/CE et de la directive fille 2000/69/CE. Bien que le projet de directive intégrée soit le plus souvent plus clair et plus lisible, et en accord avec les deux directives citées, il n'est pas

encore acté et ne peut donc pas à lui seul définir la stratégie de mesure mise en place. Il s'agit donc pour cette partie du guide de clarifier les moyens de surveillance du benzène afin d'être en adéquation avec les exigences des directives en vigueur. Il est toutefois indiqué pour information les recommandations découlant du projet de directive (version du 23 octobre 2006).

1.3 Définition de la stratégie de mesure

La stratégie de mesure du benzène dépendra de 2 critères :

- une zone géographique associée à un nombre d'habitants,
- un niveau de concentration pour cette zone issu d'une évaluation de la qualité de l'air.

A partir de ces 2 critères, un nombre de points de mesure et des méthodes de mesure (avec des critères de qualité associés) seront définis.

1.3.1 Cadre géographique

Pour ce qui est du dispositif réglementaire minimal de surveillance, il s'agit ici de se référer aux ZAS* définies par chaque AASQA sur son territoire de compétence et communiquées à la Commission Européenne. Aucun autre découpage géographique (telles que les UTEP†) n'est pertinent pour dimensionner la stratégie de surveillance au regard des directives européennes.

1.3.2 Evaluation de la qualité de l'air

L'évaluation des niveaux de concentration doit se faire à la fois sur au moins 1 site urbain et 1 site trafic.

Il est à noter que l'ensemble des mesures (à condition qu'elles soient représentatives de la zone d'étude) peuvent être prises en compte et non pas uniquement les mesures issues de stations fixes étant entendu que les résultats seront appréciés site par site (et non pas en réalisant une moyenne sur plusieurs sites). En effet, les résultats des mesures (tubes actifs/pompés, tubes passifs ou analyseurs automatiques) issues de campagnes peuvent tout à fait constituer un moyen de réaliser l'évaluation des concentrations sur la zone d'étude concernée, à condition que la durée, la périodicité et la période d'observation puissent être représentatives d'une moyenne annuelle (par exemple : pas uniquement des

* Zone Administrative de Surveillance

† Unité Territoriale de l'Evaluation Préliminaire

données hivernales) et répondent aux exigences de l'annexe VI de la directive 2000 et de l'annexe I du projet de directive intégrée.

Pour toutes les ZAS, en plus des mesures de fond, les mesures réalisées sur des sites de proximité trafic ou sous influence industrielle sont à prendre en compte pour la qualification du niveau de pollution dans la ZAS, dès lors que les niveaux mesurés sont représentatifs de l'exposition de la population sur une période significative (cf. annexe IV – I – i de la directive 2000/69).

La qualification du niveau de pollution de la ZAS sera faite en considérant le site présentant le niveau de concentration le plus élevé en moyenne annuelle, en remplissant les conditions de représentativité spatiale et temporelle mentionnées ci-dessus.

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1):

- annexe IV de la directive 2000/69 – et notamment la partie I,
- annexe III du projet de directive – et notamment les parties A et B (a).

1.3.3 Définition des seuils d'évaluation

Ces seuils d'évaluation permettront de classer chaque ZAS suivant le résultat de son évaluation : soit au-dessus du seuil maximal, soit entre les 2 seuils, soit au-dessous du seuil minimal. Il y a aura donc 3 cas de figure à prendre en compte.

Article 5.1 de la directive 2000/69/CE : « Les seuils d'évaluation minimaux et maximaux pour le benzène [...] sont fixés au point I de l'annexe III ».

Annexe III, point I de la directive 2000/69/CE :

- seuil d'évaluation maximal (70% de la valeur limite) : $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- seuil d'évaluation minimal (40% de la valeur limite) : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A noter : ces seuils sont inchangés dans le projet de directive (article 5 et annexe II – A – e).

1.3.4 Le nombre de points de mesure

En fonction du nombre d'habitants de la ZAS et du classement de la ZAS par rapport aux seuils maximal et minimal d'évaluation, un nombre minimum de points de mesure fixe est déterminé :

Article 5.2 de la directive 2000/69/CE : « L'annexe V fixe le nombre minimal de points de prélèvement pour les mesures fixes de concentrations [...] si les mesures fixes y constituent la seule source de données sur les concentrations ».

Ce nombre de points de mesure est spécifié dans l'annexe V de la directive 2000/69/CE, et repris à l'identique à l'annexe V – A du projet de directive intégrée (visée à l'article 7.2).

Comme précisé en § 1.3.3, il y aura 3 cas de figure à prendre en compte selon le positionnement de la zone vis-à-vis des seuils d'évaluation : soit au-dessus du seuil maximal, soit entre les 2 seuils, soit au-dessous du seuil minimal.

1.3.5 Implantation des sites de mesure

Dans la directive 2000/69/CE, l'annexe V (note de bas de tableau) précise que si le nombre de stations fixes est supérieur ou égal à 2, il doit y avoir au moins, par ZAS, une station de fond urbaine et une station trafic. Cette mention est également présente dans le projet de directive intégrée (annexe V – A – a) avec une restriction supplémentaire qui est de respecter, pour le nombre de sites imposés en application de la directive, un ratio station de fond urbaine/station trafic maximum de 2 sur le plan national (bien que ce ratio ne s'applique qu'au niveau national, chaque AASQA devra donc veiller en local à ne pas trop « déséquilibrer » le rapport fond urbain/trafic et vice versa).

A noter : Cette règle peut conduire à équiper en méthode de référence (analyseur automatique ou tube pompé) un site urbain de fond mesurant des concentrations inférieures au seuil d'évaluation supérieur.

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1):

- annexe V de la directive 2000/69,
- annexe V-A du projet de directive.

1.3.6 Les méthodes de mesure

En application des directives européennes, les mesures de la qualité de l'air doivent être réalisées en utilisant les méthodes de référence (en l'occurrence, pour ce qui concerne le benzène : analyseurs automatiques ou tubes pompés) ou tout autre méthode de mesure donnant des résultats équivalents.

D'autres méthodes peuvent également être mises en œuvre (par exemple, dans le cas du benzène, les tubes passifs) mais elles entrent alors dans le champ des mesures indicatives ou de l'estimation objective.

A noter : mesure fixe ne signifie pas nécessairement mesure en continu, elle peut être réalisée par échantillonnage aléatoire (cf. article 6.5 de la directive 96/62 et article 2 –24 du projet de directive et annexe I du projet de directive intégrée).

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1):

- articles 3.1 et 5 (notamment le §5) & annexe VII de la directive 2000/69,
- article 8 et annexes I et VI du projet de directive.

1.4 Concentrations en benzène supérieures au seuil maximal d'évaluation (3,5 µg/m³)

1.4.1 Méthode de mesure

Pour des concentrations annuelles en benzène (établies par l'évaluation de la qualité de l'air) supérieures au seuil supérieur d'évaluation soit 3,5 µg/m³, la mesure fixe – effectuée, comme indiqué au § 1.3.6 ci-dessus, par une méthode de référence (analyseurs automatiques ou tubes pompés) – est obligatoire. Elle peut être complétée par des mesures indicatives ou de la modélisation.

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1):

- article 6.2 de la directive 96/62,
- article 6.2 du projet de directive.

1.4.2 Objectifs de qualité

Les objectifs de qualité pour les mesures fixes sont définis à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE (et à l'annexe I du projet de directive) et sont les suivants:

« Incertitude	< 25 %
Période minimale d'observation annuelle en sites industriels	35% en sites urbains et 90 %
Saisie minimale des données	90 % ».

1.4.3 Nombre de points de mesure du dispositif de mesures fixes

Le nombre de points de mesure est à adapter en fonction de la population de la ZAS, il est spécifié en annexe V – a) de la directive 2000/69/CE (même numéro d'annexe pour le projet de directive – chiffres inchangés pour ce qui concerne le benzène).

A noter : ce nombre ne s'applique que pour ce qui concerne les sources diffuses. Les sources ponctuelles (par exemple industrielles) sont traitées au b) des annexes.

Si les mesures fixes sont complétées par des informations provenant de modélisations et/ou de mesures indicatives (avec des objectifs de qualité précisés dans l'annexe VI de la directive 2000/69/CE – annexe I du projet de directive) et à condition de respecter les dispositions prévues à l'article 5.3 de la directive 2000/69

(renvoyant notamment à l'annexe IV), le nombre de points de mesure fixe peut être réduit.

Aucune spécification du dimensionnement de cette réduction n'est précisée dans la directive 2000/69/CE, mais le projet de directive intégrée limite cette réduction à un maximum de 50% (article 7.2) dans la ZAS considérée. Bien que non imposé réglementairement, le GT recommande de comprendre le terme « complétées » par un nombre minimal de mesures indicatives qui permet d'atteindre le nombre de sites réglementaires prévu par l'annexe V (voir exemples § 1.7).

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1):

- articles 5.2 et 5.3 & annexes IV et V de la directive 2000/69,
- articles 7.1 et 7.2 & annexe V-A du projet de directive.

1.5 Concentrations en benzène comprises entre le seuil maximal d'évaluation ($3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et le seuil minimal d'évaluation ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

1.5.1 Méthode de mesure

Pour des concentrations annuelles en benzène comprises entre les seuils supérieurs et inférieurs d'évaluation soit $2 \mu\text{g}/\text{m}^3 < [\text{benzène}]_{\text{annuelle}} < 3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le critère d'évaluation des teneurs est une combinaison de mesures fixes effectuées par une méthode de référence (analyseurs automatiques ou tubes pompés) et d'une technique de modélisation et/ou de mesures indicatives.

Références rappelées dans ce présent guide (fin de partie 1) :

- article 6.3 de la directive 96/62,
- article 6.3 du projet de directive.

1.5.2 Objectifs de qualité

Les objectifs de qualité pour les mesures fixes sont définis à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE (voir § 1.4.2).

Les objectifs de qualité pour les mesures indicatives et la modélisation sont définies à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE et sont les suivants:

- « Pour la modélisation :
 - incertitude < 50%
- Pour les mesures indicatives :
 - incertitude < 30%
 - période minimale d'observation annuelle 14%
 - saisie minimale des données 90 % »

A noter : le tube Radiello code 145 sur 7 jours peut donc être employé en tant que mesure indicative puisque l'incertitude est inférieure à 30%. Ces résultats ont pu être établis à partir d'essais en chambre d'exposition et sont indiqués dans le CR de la réunion du GT « Surveillance du benzène » du 23/06/06

1.5.3 Nombre de points de mesure du dispositif de mesures fixes

Le nombre de points de mesure fixe est à adapter en fonction de la population de la ZAS, il est spécifié en annexe V-a (colonne de droite) de la directive 2000/69/CE (même numéro d'annexe pour le projet de directive – chiffres inchangés pour ce qui concerne le benzène).

Comme dans le cas où les teneurs sont supérieures au seuil maximal d'évaluation (§ 1.4.3), si les mesures fixes sont complétées par des informations provenant de modélisations et/ou de mesures indicatives le nombre de points de mesure fixe peut être réduit (voir exemples § 1.7).

1.6 Concentrations en benzène inférieures au seuil minimal d'évaluation (2 µg/m³)

1.6.1 Méthode de mesure

Pour des concentrations annuelles en benzène inférieures au seuil minimal d'évaluation soit 2 µg/m³ en moyenne annuelle, le critère d'évaluation des teneurs est soit la modélisation, soit l'estimation objective.

1.6.2 Objectifs de qualité

Les objectifs de qualité définis à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE sont les suivants :

« pour la modélisation, une incertitude < 50%,

pour l'estimation objective avec une incertitude < 100% ».

A noter : Ainsi, la surveillance par tubes passifs Radiello code 145 exposés sur une durée de 14 jours est envisageable compte tenu du fait que l'incertitude reste inférieure à 100%. Ces résultats ont pu être établis à partir d'essais en chambre d'exposition et sont indiqués dans le CR de la réunion du GT « Surveillance du benzène » du 23/06/06.

1.7 Exemples

Etant donné la complexité des textes réglementaires et les difficultés d'interprétation, quatre exemples concrets ont été exposés à la réunion du 13 mars

2007 du GT et l'ensemble des membres du GT se sont mis d'accord sur une stratégie à déployer dans ces cas concrets.

Remarque :

- Seuil minimal d'évaluation (lower assessment threshold) : LAT
- Seuil maximal d'évaluation (upper assessment threshold) : UAT

1.7.1 Exemple 1 : ZAS aggro d'Aix-Marseille

Nombre d'habitants : 1 165 933 hab.

Évaluation menée sur l'année 2004 avec des tubes Radiello exposés 15 jours sur 6 sites :

- Marseille, vallée de l'Huveaune, influence industrielle : 9,4 µg/m³
- Marseille, Bd Plombières, trafic : 4,6 µg/m³
- Marseille, hôpital, trafic : 4,5 µg/m³
- Marseille, centre ville, urbain : 3,4 µg/m³
- Marseille Saint Louis, périphérie, urbain : 1,8 µg/m³
- Marseille Sainte Marguerite, périphérie, urbain : 2,9 µg/m³

3 sites sur 6 avec des teneurs moyennes annuelles supérieures au seuil maximal d'évaluation implique que la ZAS est classée supérieure à l'UAT.

Donc d'après le tableau de l'annexe V de la directive 2000/69/CE, il faut 4 sites de mesure fixes. Il pourra être réduit à 2 sites fixes (méthode de référence) si les mesures sont complétées par 2 sites de mesures indicatives. Pour les 2 sites fixes avec méthode de référence, il faudra 1 site en proximité trafic et un second en site urbain.

1.7.2 Exemple 2 : ZAS aggro de 740 000 hab

Nombre d'habitants : 740 000 hab, une ville de 530 000 hab et une zone industrielle présente dans la ZAS.

Évaluation sur l'année 2004 avec une ZAS découpée en 3 zones plus réduites :

- Zone 1 (ville 530 000 hab), site de fond : < LAT
- Zone 2, site de fond : < LAT
- Zone 3, site de fond : < LAT
- Zone 1 (ville 530 000 hab), site de proximité : > UAT
- Zone 2, site de proximité : entre UAT et LAT
- Zone 3, site de proximité : entre UAT et LAT

D'abord le découpage en zones plus fines n'est pas à prendre en compte pour l'évaluation au regard de la réglementation européenne, donc seule la zone la plus « polluée » doit être retenue pour qualifier cette ZAS. Ensuite, le site de proximité étant dans une zone où la population est exposée, il doit être retenu dans l'évaluation de la qualité de l'air. Donc la ZAS est considérée supérieure à l'UAT et d'après le tableau de l'annexe V, il faudra mettre en œuvre deux sites de mesure fixe (avec méthode de référence) dans cette ZAS. Ce nombre de sites pourra être réduit à un site fixe (méthode de référence) si les mesures sont complétées par un site de mesures indicatives. Conformément aux dispositions de la directive 2000/69 (annexe IV – I – i) il est recommandé de l'implanter sur le site de proximité le plus pollué (dès lors qu'il est représentatif de l'exposition).

1.7.3 Exemple 3: ZAS territoriale de 2 320 000 hab

Nombre d'habitants : 2 320 000 hab, zone qualifiée de rurale par l'AASQA qui en a la charge, 2 villes de + de 200 000 hab sur ce territoire.

Évaluation de la qualité de l'air sur 6 sites :

- 4 dans les villes de 200 000 hab (2 sites de fond et 2 de proximité)
- 2 dans une ville de 63 235 hab (1 site de fond et 1 de proximité)

Systématiquement, on a : site de fond : < LAT site de proximité : > UAT

Les sites présentant les plus fortes teneurs annuelles sont retenus dès lors qu'ils concernent des lieux où la population est exposée, donc la ZAS est considérée supérieure à l'UAT. Il faut donc 6 sites de mesures fixes (avec méthode de référence), que l'AASQA pourra abaisser à 3 si elle complète avec 3 sites de mesures indicatives. Pour les 3 sites fixes avec méthode de référence, il faudra 1 site en proximité trafic et un deuxième en site urbain, le troisième étant laissé au choix de l'AASQA.

1.7.4 Exemple 4: ZAS territoriale de 1 700 000 hab

Évaluation de la qualité de l'air :

- > UAT en tenant compte de tous les sites
- entre LAT et UAT en ne tenant pas compte des sites "trafic" et "industriel"

Les sites "trafic" et "industriel" reflétant l'exposition de la population, la zone est considérée comme supérieure à l'UAT et il faudra donc 5 sites de mesures fixes (méthode de référence) d'après l'annexe V. L'AASQA pourra abaisser à 3 sites si elle complète avec 2 sites de mesures indicatives. Pour les 3 sites fixes avec

méthode de référence, il faudra 1 site en proximité trafic et un deuxième en site urbain, le troisième étant laissé au choix de l'AASQA.

1.8 Références

1.8.1 Références relatives à l'évaluation de la qualité de l'air (§ 3.2)

1.8.1.1 Annexe IV de la directive 2000/69, partie I

ANNEXE IV

EMPLACEMENT DES POINTS DE PRÉLÈVEMENT POUR LA MESURE DES CONCENTRATIONS DE BENZÈNE ET DE MONOXYDE DE CARBONE DANS L'AIR AMBIANT

Les considérations suivantes s'appliquent aux mesures fixes.

I. Macro-implantation

Les points de prélèvement visant à assurer la protection de la santé humaine doivent être localisés de manière à:

i) fournir des renseignements sur les endroits des zones et agglomérations où s'observent les plus fortes concentrations auxquelles la population est susceptible d'être directement ou indirectement exposée pendant une période significative par rapport à la durée considérée pour le calcul de la ou des valeurs limites;

ii) fournir des données sur les concentrations dans d'autres endroits de ces zones ou agglomérations, qui sont représentatives du niveau d'exposition de la population en général.

D'une manière générale, l'emplacement des points de prélèvement doit être localisé de manière à éviter de mesurer les concentrations dans de très petits micromilieus se trouvant à proximité immédiate. À titre d'orientation, un point de prélèvement devrait être placé en un lieu représentatif de la qualité de l'air dans une zone d'au moins 200 m² autour de ce point dans les endroits où est mesurée la pollution due à la circulation et de plusieurs kilomètres carrés dans les lieux urbanisés.

Les points de prélèvement doivent, dans la mesure du possible, être également représentatifs de sites similaires ne se trouvant pas à proximité immédiate.

Il convient également de tenir compte de la nécessité de localiser des points de prélèvement sur des îles, lorsque cela est nécessaire pour la protection de la santé humaine.

1.8.1.2 Annexe III du projet de directive, parties A et B a)

ASSESSMENT OF AMBIENT AIR QUALITY AND LOCATION OF SAMPLING POINTS FOR THE MEASUREMENT OF SULPHUR DIOXIDE, NITROGEN DIOXIDE AND OXIDES OF NITROGEN, PARTICULATE MATTER (PM₁₀ and PM_{2,5}), LEAD, CARBON MONOXIDE AND BENZENE IN AMBIENT AIR

A. GENERAL

Ambient air quality shall be assessed in all zones and agglomerations in accordance with the following criteria:

1. Ambient air quality shall be assessed at all locations except those listed in paragraph 2, in accordance with the criteria established by Sections B and C below for the location of sampling points for fixed measurement. The principles established by Sections B and C shall also apply in so far as they are relevant in identifying the specific locations in which concentration of the relevant pollutants are established where ambient air quality is assessed by indicative measurement or modelling.
2. Compliance with the limit values directed at the protection of human health shall not be assessed at the following locations:
 - a) Any locations situated within areas where members of the public do not have access and there is no fixed habitation;
 - b) On the carriageway of roads; and on the central reservations of roads except where there is normally pedestrian access to the central reservation.

B. MACROSCALE SITING OF SAMPLING POINTS

(a) Protection of human health

1. Sampling points directed at the protection of human health shall be sited in such a way as to provide data on the following:
 - the areas within zones and agglomerations where the highest concentrations occur to which the population is likely to be directly or indirectly exposed for a period which is significant in relation to the averaging period of the limit value(s);
 - levels in other areas within the zones and agglomerations which are representative of the exposure of the general population.
2. Sampling points shall in general be sited in such a way as to avoid measuring very small micro-environments in their immediate vicinity, which means that a sampling point must be sited in such a way that the air sampled is representative of air quality for a street segment no less than 100 m length at traffic-orientated sites and at least 250 m x 250 m at industrial sites, where feasible.
3. Urban background locations shall be located so that their pollution level is influenced by the integrated contribution from all sources upwind of the station. The pollution level should not be dominated by a single source unless such a situation is typical for a larger urban area. Those sampling points shall typically be representative for several square kilometres.
4. Where the objective is to assess rural background levels, the sampling point shall not be influenced by agglomerations or industrial sites in its vicinity, i.e. sites closer than five kilometres.
5. Where contributions from industrial sources are to be assessed, at least one sampling point shall be installed downwind of the source in the nearest residential area. Where the background concentration is not known, an additional sampling point shall be situated within the main wind direction.
6. Sampling points shall, where possible, also be representative of similar locations not in their immediate vicinity.
7. Account shall be taken of the need to locate sampling points on islands where that is necessary for the protection of human health.

1.8.2 Références relatives aux méthodes de mesure (§ 3.5)

1.8.2.1 Articles 3.1 et 5.5, et annexe VII de la directive 2000/69

Article 3

Benzène

1. Les États membres prennent les mesures nécessaires pour que les concentrations de benzène dans l'air ambiant, évaluées conformément à l'article 5, ne dépassent pas la valeur limite indiquée à l'annexe I et la respectent aux dates prévues par celle-ci.

La marge de dépassement fixée à l'annexe I s'applique conformément à l'article 8 de la directive 96/62/CE.

[...]

Article 5

Évaluation des concentrations

[...]

5. Les méthodes de référence pour l'analyse et l'échantillonnage du benzène et du monoxyde de carbone sont définies aux points I et II de l'annexe VII. Le point III de l'annexe VII définit les techniques de référence pour la modélisation de la qualité de l'air lorsque ces techniques sont disponibles.

[...]

ANNEXE VII

MÉTHODES DE RÉFÉRENCE POUR L'ÉVALUATION DES CONCENTRATIONS DE BENZÈNE ET DE MONOXYDE DE CARBONE

I. Méthode de référence pour l'échantillonnage et l'analyse du benzène

La méthode de référence pour la mesure du benzène, actuellement en cours de normalisation au CEN, sera l'aspiration de l'échantillon sur une cartouche absorbante, suivie d'une détermination par chromatographie en phase gazeuse. À défaut d'une méthode normalisée au CEN, les États membres sont autorisés à employer des méthodes nationales

standard basées sur la même méthode de mesure.
Les États membres peuvent également utiliser toute autre méthode s'ils peuvent prouver qu'elle donne des résultats équivalents à ceux de la méthode susvisée.

1.8.2.2 Article 8 et annexe VI du projet de directive

Article 8

Reference measurement methods

Member States shall apply the reference measurement methods and criteria specified in Section A and Section C of Annex VI.

Other measurement methods may be used subject to the conditions set out in Section B of Annex VI.

ANNEXE VI

REFERENCE METHODS FOR ASSESSMENT OF CONCENTRATIONS OF SULPHUR DIOXIDE, NITROGEN DIOXIDE AND OXIDES OF NITROGEN, PARTICULATE MATTER (PM₁₀ AND PM_{2,5}), LEAD, CARBON MONOXIDE, BENZENE AND OZONE

A. REFERENCE MEASUREMENT METHODS

[...]

6. Reference method for the sampling and measurement of benzene

The reference method for the measurement of benzene is that described in 14662:2005, parts 1, 2 and 3 'Ambient air quality - Standard method for measurement of benzene concentrations'.

B. DEMONSTRATION OF EQUIVALENCE

1. A Member State may use any other method which it can demonstrate gives results equivalent to any of the methods referred to in Section A or, in the case of particulate matter, any other method which the Member State concerned can demonstrate displays a consistent relationship to the reference method. In that event the results achieved by that method must be corrected to produce results equivalent to those that would have been achieved by using the reference method.
2. The Commission may require the Member States to prepare and submit a report on the demonstration of equivalence in accordance with paragraph 1.
3. When assessing the acceptability of the report mentioned in paragraph 2, the Commission will make reference to its guidance on the demonstration of equivalence (to be published). Where Member States have been using interim factors to approximate equivalence then these shall be confirmed and/or amended with reference to the Commission's guidance.
4. Member States should ensure that whenever appropriate, the correction is also applied retroactively to past measurement data in order to achieve better data comparability.

C. STANDARDISATION

For gaseous pollutants the volume must be standardised at a temperature of 293 K and an atmospheric pressure of 101,3 kPa. For particulate matter and substances to be analysed in particulate matter (e.g. lead) the sampling volume refers to ambient conditions in terms of temperature and atmospheric pressure at the date of measurements.

D. INTRODUCTION OF NEW EQUIPMENT

All new equipment purchased for implementation of this Directive must comply with the reference method or equivalent by [24 months after the date of entry into force].

All equipment used in fixed measurements must comply with the reference method or equivalent five years after entry into force of this Directive.

E. MUTUAL RECOGNITION OF DATA

In carrying out the type approval to demonstrate that equipment meets the performance requirements of the reference methods listed in Section A, competent authorities and bodies designated pursuant to Article 3 shall accept test reports issued in other Member States by laboratories accredited to EN ISO 17025 for carrying out such testing.

1.8.3 Références relatives à la méthode de mesure quand les niveaux de concentrations sont supérieures à l'UAT (§ 4.1)

1.8.3.1 Article 6.2 de la directive 96/62

Article 6 de la directive du 27 septembre 1996

[...]

2. Conformément aux critères visés à l'article 4 paragraphe 3 et pour les polluants pertinents en vertu des dispositions de ce paragraphe, les mesures sont obligatoires dans les zones suivantes :

- les agglomérations telles que définies à l'article 2 paragraphe 10,
- les zones où les niveaux sont compris entre les valeurs limites et les niveaux prévus au paragraphe 3 et
- les autres zones où les niveaux dépassent les valeurs limites.

Les mesures prévues peuvent être complétées par des techniques de modélisation pour fournir une information adéquate sur la qualité de l'air ambiant.

1.8.3.2 Article 6.2 du projet de la directive

Article 6

Assessment criteria

[...]

2. In all zones and agglomerations where the level of pollutants in ambient air referred to in paragraph 1 exceeds the upper assessment threshold established for those pollutants, fixed measurements shall be used to assess the ambient air quality. Those fixed measurements may be supplemented by modelling techniques and/or indicative measurements to provide adequate information on the spatial distribution of the ambient air quality.

1.8.4 Références relatives au nombre de points de mesure du dispositif fixe et à l'implantation de ces sites, quand les niveaux de concentration sont supérieurs à l'UAT (§ 4.3) et entre les 2 seuils (§ 5.3)

1.8.4.1 Articles 5.2 et 5.3, annexes IV et V de la directive 2000/69

Article 5

Évaluation des concentrations

2. L'annexe IV définit les critères à prendre en considération pour déterminer l'emplacement des points de prélèvement en vue de la mesure du benzène et du monoxyde de carbone dans l'air ambiant. L'annexe V fixe le nombre minimal de points de prélèvement pour les mesures fixes de concentrations de chaque polluant concerné, et ces points sont installés dans chaque zone ou agglomération dans lesquelles les mesures sont nécessaires si les mesures fixes y constituent la seule source de données sur les concentrations.

3. Dans les zones et agglomérations dans lesquelles les renseignements fournis par les stations de mesure fixes sont complétés par des informations provenant d'autres sources, notamment des inventaires des émissions, des méthodes de mesure indicative et la modélisation de la qualité de l'air, le nombre de stations de mesure fixes à installer et la résolution spatiale des autres techniques doivent être suffisants pour permettre de déterminer les concentrations de polluants atmosphériques conformément au point I de l'annexe IV et au point I de l'annexe VI.

ANNEXE IV

EMPLACEMENT DES POINTS DE PRÉLÈVEMENT POUR LA MESURE DES CONCENTRATIONS DE BENZÈNE ET DE MONOXYDE DE CARBONE DANS L'AIR AMBIANT

Voir précédemment (p 12)

ANNEXE V

CRITÈRES À RETENIR POUR DÉTERMINER LE NOMBRE DE POINTS DE PRÉLÈVEMENT POUR LA MESURE FIXE DES CONCENTRATIONS DE BENZÈNE ET DE MONOXYDE DE CARBONE DANS L'AIR AMBIANT

Nombre minimal de points de prélèvement nécessaires pour la mesure fixe afin d'évaluer le respect des valeurs limites prescrites pour la protection de la santé humaine dans les zones et les agglomérations où la mesure fixe est la seule source d'information.

a) Sources diffuses

Population de l'agglomération ou de la zone (en milliers d'habitants)	Si les concentrations dépassent le seuil d'évaluation maximal (*)	Si les concentrations maximales sont comprises entre le seuil d'évaluation minimal et le seuil d'évaluation maximal
0-249	1	1
250-499	2	1
500-749	2	1
750-999	3	1
1 000-1 499	4	2
1 500-1 999	5	2
2 000-2 749	6	3
2 750-3 749	7	3
3 750-4 749	8	4
4 750-5 999	9	4
≥ 6 000	10	5

(*) Prévoir au moins une station de mesure de la pollution en milieu urbanisé et une station axée sur la circulation routière, pour autant que cela ne fasse pas augmenter le nombre de points de prélèvement.

1.8.4.2 Articles 7.1 et 7.2, annexes V-A du projet de directive

Article 7

Sampling points

1. The location of sampling points for the measurement of sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter (PM₁₀, PM_{2,5}), lead, benzene and carbon monoxide in ambient air shall be determined in accordance with the criteria listed in Annex III.
2. In each zone or agglomeration where fixed measurements are the sole source of information for assessing air quality, the number of sampling points for each relevant pollutant shall not be less than the minimum number of sampling points specified in Section A of Annex V.

However, for zones and agglomerations within which information from fixed measurement sampling points is supplemented by information from modelling and/or indicative measurement, the total number of sampling points specified in Section A of Annex V may be reduced by up to 50%, provided that the following conditions are met:

- (a) the supplementary methods provide sufficient information for the assessment of air quality with regard to limit values or alert thresholds, as well as adequate information for the public;
- (b) the number of sampling points to be installed and the spatial resolution of other techniques are sufficient for the concentration of the relevant pollutant to be established in accordance with the data quality objectives specified in Section A of Annex I and enable assessment results to meet the criteria specified in Section B of Annex I.

In the case referred to in the second subparagraph, the results of modelling and/or indicative measurement shall be taken into account for the assessment of air quality with respect to the limit values.

ANNEXE V-A

CRITERIA FOR DETERMINING MINIMUM NUMBERS OF SAMPLING POINTS FOR FIXED MEASUREMENT OF CONCENTRATIONS OF SULPHUR DIOXIDE, NITROGEN DIOXIDE AND OXIDES OF NITROGEN, PARTICULATE MATTER (PM₁₀, PM_{2.5}), LEAD, CARBON MONOXIDE AND BENZENE IN AMBIENT AIR

A. MINIMUM NUMBER OF SAMPLING POINTS FOR FIXED MEASUREMENT TO ASSESS COMPLIANCE WITH LIMIT VALUES FOR THE PROTECTION OF HUMAN HEALTH AND ALERT THRESHOLDS IN ZONES AND AGGLOMERATIONS WHERE FIXED MEASUREMENT IS THE SOLE SOURCE OF INFORMATION.

(a) Diffuse sources

Population of agglomeration or zone (thousands)	If concentrations exceed the upper assessment threshold ⁽¹⁾		If maximum concentrations are between the upper and lower assessment thresholds	
	Pollutants except PM	PM ⁽²⁾ (sum of PM ₁₀ and PM _{2.5})	Pollutants except PM	PM ⁽²⁾ (sum of PM ₁₀ and PM _{2.5})
0-249	1	2	1	1
250-499	2	3	1	2
500-749	2	3	1	2
750-999	3	4	1	2
1 000-1 499	4	6	2	3
1 500-1 999	5	7	2	3
2 000-2 749	6	8	3	4
2 750-3 749	7	10	3	4
3 750-4 749	8	11	3	6
4 750-5 999	9	13	4	6
≥ 6 000	10	15	4	7

(1) For nitrogen dioxide, particulate matter, carbon monoxide and benzene: to include at least one urban background monitoring station and one traffic-orientated station provided this does not increase the number of sampling points. For these pollutants, the total number of urban-background stations and the total number of traffic oriented stations in a Member State required under Section A (a) shall not differ by more than a factor of 2. Sampling points with exceedances of the limit value for PM₁₀ within the last three years shall be maintained.

(2) Where PM_{2.5} and PM₁₀ are measured in accordance with Article 8 at the same monitoring station, these shall count as two separate sampling points. The total number of PM_{2.5} and PM₁₀ sampling points in a Member State required under Section A (a) shall not differ by more than a factor of 2, and the number of PM_{2.5} sampling points in the urban background of agglomerations and urban areas shall meet the requirements under Section B of Annex V.

1.8.5 Références relatives à la méthode de mesure quand les niveaux de concentration sont entre les 2 seuils (§ 5.1)

1.8.5.1 Article 6.3 de la directive 96/62

Article 6 de la directive du 27 septembre 1996

[...]

3. Pour l'évaluation de la qualité de l'air ambiant, une combinaison de mesures et de techniques de modélisation peut être employée, lorsque les niveaux sont inférieurs, sur une durée représentative, à un niveau inférieur à la valeur limite, à déterminer selon les dispositions prévues à l'article 4 paragraphe 5.

1.8.5.2 Article 6.3 du projet de directive

Article 6

Assessment criteria

3. In all zones and agglomerations where the level of pollutants in ambient air referred to in paragraph 1 is below the upper assessment threshold established for those pollutants, a combination of fixed measurements and modelling techniques and/or indicative measurements may be used to assess the ambient air quality.

2 L'utilisation des analyseurs automatiques de BTEX

Dans le but d'harmoniser les pratiques concernant l'utilisation des analyseurs automatiques, un certain nombre de points techniques a été avalisé par le GT « Surveillance du Benzène ».

2.1 Définition de la place des analyseurs automatiques (Réponse à quel(s) objectif(s))

A ce jour, aucun calcul concernant l'incertitude de mesure des analyseurs automatiques de BTEX n'a été conduit conformément à la norme 14 662-3. En effet, les résultats des essais permettant d'estimer certaines composantes de l'incertitude ne sont pas disponibles pour la totalité des analyseurs en fonctionnement en France (ex : interférence de l'ozone, dépendance à la tension d'alimentation...)

Cependant en considérant que cette méthode d'échantillonnage correspond bien à l'exigence de la directive qui impose que *«La méthode de référence pour la mesure du benzène, actuellement en cours de normalisation au CEN, sera l'aspiration de l'échantillon sur une cartouche absorbante, suivie d'une détermination par chromatographie en phase gazeuse....»*, les analyseurs automatiques peuvent être utilisés pour mesurer le benzène sur des points de mesure fixe en tant que méthode de référence (prioritairement lorsque les concentrations sont supérieures à $2\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les objectifs de qualité pour les mesures fixes sont définis à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE (et à l'annexe I du projet de directive intégrée).

On pourra se reporter utilement au rapport LCSQA 2007 pour connaître les performances des différents analyseurs en place sur le territoire national.

2.2 Choix de mélanges gazeux étalons adaptés à la gamme de mesure

Il est décidé par l'ensemble des membres du GT de permettre à l'AASQA de choisir entre deux concentrations de gaz étalon pour les analyseurs placés en site urbain ou trafic : [benzène] = 5ppb ($16,25\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou 10ppb ($32,5\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les sites les plus chargés.

Le point d'échelle conseillé est maintenu à 20ppb ($65\mu\text{g}/\text{m}^3$) pour les analyseurs placés en site industriel.

Néanmoins, il conviendrait, dans la mesure du possible, de ne pas produire de concentrations au-delà du point d'échelle

2.3 Harmonisation des pratiques en termes de fréquence d'étalonnage

Pour ce qui est de la fréquence d'étalonnage, il convient de se référer aux exigences de la norme 14 662-3, qui indique au niveau des exigences relatives au contrôle de la qualité en routine :

- « contrôle de point d'échelle : au moins toutes les 2 semaines à différents moments de la journée afin d'éviter le risque d'introduire des erreurs systématiques. »
- « Limite d'action : écart $> \pm 5\%$ de la valeur de point d'échelle »
- « Il est recommandé d'enregistrer les résultats sur une carte de contrôle »
- « Etalonnage du dispositif de surveillance : en fonction de la stabilité à long terme, au moins une fois par an » et si l'écart du point de contrôle est supérieur à 5%.

2.4 Harmonisation des pratiques en termes de vérification du zéro

Selon les exigences de la norme 14 662-3, qui indique au niveau des exigences relatives au contrôle de la qualité en routine :

- « contrôle du zéro : au moins tous les six mois »
- « Limite d'action : écart $> 0,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ »
- Il paraît important de vérifier également ce point zéro suite à une pointe de pollution particulièrement élevée ou suite à une panne lors de la remise en fonctionnement de l'analyseur

2.5 Harmonisation des pratiques en termes de contrôle des analyseurs et de validation des données

En termes de validation des données, les membres du GT considèrent qu'il convient de se reporter au guide ADEME « Validation des données », 2002.

En complément, il est recommandé qu'un contrôle des temps de rétention soit inclus dans la validation des données. En effet, les analyseurs BTEX sont très différents des analyseurs « conventionnels » en particulier dans le sens où il est tout à fait possible que la réponse en termes d'analyse du mélange gazeux étalon soit acceptable (écart par rapport à la teneur du point d'échelle $\leq \pm 5\%$) mais que l'identification du pic soit fautive.

Dans ce cas, la teneur annoncée par l'analyseur est fautive. Ce phénomène n'est pas possible pour les autres analyseurs compte tenu du fait qu'il ne s'agit pas d'une analyse chromatographique avec un certain nombre de pics chromatographiques intégrés parmi lesquels il convient d'attribuer un pic au polluant visé.

Par conséquent, il convient de s'assurer, au-delà du respect du guide de validation des données, que l'identification des pics est correcte. Ainsi, de manière périodique, il est fortement recommandé de contrôler visuellement les chromatogrammes d'air ambiant pour voir, d'une part, si l'identification est correcte et, d'autre part, s'il n'apparaît pas de pics susceptibles d'interférer dans l'identification des pics (par exemple si la fenêtre des Temps de Rétention est trop grande).

3 L'utilisation du tube rempli de carbopack X et un pompage actif

Dans le but d'harmoniser les pratiques concernant l'utilisation des tubes pompés (ou préleveurs automatiques), un certain nombre de points techniques a été avalisé par le GT « Surveillance du Benzène ».

3.1 Définition de la place de tube d'adsorbants en échantillonnage actif (Réponse à quel(s) objectif(s))

Cette méthode d'échantillonnage correspond bien à l'exigence de la directive qui impose que «La méthode de référence pour la mesure du benzène, actuellement en cours de normalisation au CEN, sera l'aspiration de l'échantillon sur une cartouche absorbante, suivie d'une détermination par chromatographie en phase gazeuse.... ».

En complément, un calcul d'incertitude a été conduit dans le cadre du GT « incertitudes » sur la base des travaux du LCSQA. Il est présenté dans le « guide pratique d'utilisation de l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant – Partie 6 » à partir des résultats d'optimisation et d'évaluation conduits par le LCSQA (rapport LCSQA, 2006 et 2007). Ce calcul a permis de montrer que l'incertitude sur les mesurages de benzène réalisés sur site par pompage suivis d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse respecte les objectifs de qualité pour les mesures fixes tels que définis à l'annexe VI de la directive 2000/69/CE (et à l'annexe I du projet de directive intégrée).

Par conséquent, cette méthode peut être utilisée pour réaliser la mesure fixe du benzène (prioritairement lorsque les concentrations sont supérieures à $2\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.2 Durée d'échantillonnage devant tenir compte du volume de claquage sécurisé

Compte tenu des travaux conduits concernant la détermination du volume de claquage d'une cartouche remplie de 500mg de Carbopack X , il a été montré que ce volume est de l'ordre de 175 L (déterminé à un débit de 10 mL/min). Par conséquent, le volume d'échantillonnage maximal est de l'ordre de 120 L (cf. Rapport LCSQA 2006, Rapport LCSQA 2007).

Il est donc recommandé de réaliser des échantillonnages d'une durée de 7 jours à un débit de 10 mL/min (soit 100 L d'air échantillonné).

3.3 Sens d'échantillonnage et de thermodésorption

Compte tenu des travaux conduits sur site (cf. CR de la réunion du GT « Surveillance du benzène » du 23/10/07, Rapport LCSQA 2008), il apparaît indispensable de repérer le sens d'échantillonnage de l'air dans le tube. La thermodésorption sera effectuée dans le sens contraire du sens d'échantillonnage.

3.4 Conservation des cartouches avant exposition

Des essais seront menés dans le cadre des travaux LCSQA 2008 et permettront de donner des recommandations en termes de conditions de conservation des cartouches avant exposition.

Néanmoins, il peut être à priori recommandé de conserver les tubes après conditionnement à température ambiante avec des bouchons Swagelok à chacune des extrémités. La durée de conservation de la cartouche sera définie sur la base des résultats obtenus dans les essais prévus dans les travaux LCSQA 2008.

3.5 Valeurs de blanc

Les essais menés sur les blancs (cf. rapport LCSQA 2006) ont montré que la masse en benzène était de l'ordre de 1,55 ng (pour un conditionnement à 400°C). Il est choisi d'accepter une valeur limite de 2 ng de benzène résiduelle sur les tubes conditionnés en laboratoire et analysés immédiatement. Cette valeur est conforme aux caractéristiques de performances indiquée en annexe H de la norme 14 662-1 (Note : il est précisé concernant le niveau des blancs « *les niveaux à blanc peuvent varier selon les laboratoires et les différents tubes de sorbants* »)

Selon que les préleveurs réalisent des prélèvements alternativement sur deux tubes en simultané ou sont équipés de plusieurs voies permettant de laisser un (ou deux) tube(s) en attente pendant le prélèvement de 7 jours sur un (ou deux) autre(s) tube(s), la procédure recommandée pour la réalisation des blancs est différentes :

- préleveurs réalisant des prélèvements alternativement sur deux tubes en simultané : par souci d'harmonisation des pratiques, on choisit de définir le blanc comme une cartouche non exposée (gardée avec les bouchons aux 2 extrémités) et placée sur site durant la période de prélèvement. Il est recommandé de placer quelques blancs par série (même lot de tubes conditionnés) de manière à être en mesure d'en estimer une moyenne. Le blanc est ensuite analysé en même temps que les cartouches exposées.
- préleveurs équipés de plusieurs voies permettant de laisser un (ou deux) tube(s) en attente pendant le prélèvement de 7 jours sur un (ou deux) autre(s) tube(s) : dans ce cas, il est recommandé de réaliser un blanc en positionnant un tube sur chacune des voies du préleveur pendant la durée d'attente (typiquement 7 jours) et de l'analyser ensuite. Il s'agira dans ce cas du « blanc préleveur »

Si la moyenne des blancs de la série ou si les « blancs préleveur » sont inférieurs à **10 ng** (valeur seuil correspondante à **0,10 µg/m³** pour un tube échantillonné pendant 7 jours soit 2 % de la masse échantillonnée pour une concentration de 5 µg/m³ et une durée de prélèvement de 7 jours), les valeurs des tubes exposés peuvent être considérées comme « acceptables » :

Si la moyenne des blancs de la série est supérieure à **10ng** ; il s'agira de rechercher les causes de l'anomalie et il conviendra de prendre la mesure appropriée.

Dans tous les cas, il est convenu de ne pas soustraire le blanc aux valeurs des tubes exposés.

3.6 Conservation des cartouches après exposition

Des essais seront menés dans le cadre des travaux LCSQA 2008 et permettront de donner des recommandations en termes de conditions de conservation des cartouches après exposition.

Néanmoins, il peut être à priori recommandé de conserver les tubes après conditionnement à température ambiante avec des bouchons Swagelok à chacune des extrémités. La durée de conservation de la cartouche sera définie ultérieurement sur la base des résultats obtenus dans les travaux LCSQA 2008.

3.7 Choix du débit d'échantillonnage à appliquer

D'après des travaux LCSQA 2006 conduits concernant la détermination du volume de claquage d'une cartouche remplie de 500mg de Carbo-pack X, il est donc recommandé d'appliquer un débit d'échantillonnage de 10 mL/min. A l'heure actuelle, l'ensemble des préleveurs automatiques disponibles en France sont équipés de dispositifs de régulation massique du débit (rapport LCSQA surveillance du benzène 2006). Plusieurs approches peuvent être adoptées pour évaluer le volume prélevé (cf guide pratique d'utilisation de l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant – Partie 6 » et norme 14 662-1).

Compte tenu du peu de recul disponible à l'heure actuelle sur ce type d'outils, il est recommandé de mesurer les débits d'échantillonnage en début et en fin de chaque période d'échantillonnage. A cet effet, il conviendra de disposer d'un débitmètre permettant une mesure précise de ce débit et approprié pour cette gamme de débit (de 10mL/min). A partir du retour d'expérience des AASQA et d'une série suffisamment longue de mesures du débit d'échantillonnage, il pourra être ultérieurement envisagé d'alléger la procédure à mettre en place pour calculer le volume d'air échantillonné.

3.8 Normalisation des débits d'échantillonnage

Dans l'expression finale du résultat, la concentration en benzène doit être ramenée aux conditions standard de pression et de température, à savoir 101,3 kPa et 20°C (293 K). Comme les dispositifs utilisés pour effectuer les prélèvements sont équipés de régulateurs de débit massique (RDM), il est donc nécessaire de convertir les débits d'échantillonnage mesurés au début ou à la fin de la période de prélèvement aux conditions standard par les formules suivantes :

$$\varphi_{start, std} = \varphi_{start} \times \frac{P_{start}}{101,3} \times \frac{293}{T_{start}} \quad \text{et} \quad \varphi_{end, std} = \varphi_{end} \times \frac{P_{end}}{101,3} \times \frac{293}{T_{end}}$$

Avec :

$\varphi_{start, std}$ et $\varphi_{end, std}$: les débits d'échantillonnage mesurés respectivement au début et à la fin de la période de prélèvement ramenés dans les conditions standard (293 K et 101,3 kPa) (ml/min),

φ_{start} et φ_{end} : le débit d'échantillonnage mesuré respectivement au début et à la fin de la période de prélèvement aux conditions réelles de température et de pression du site (ml/min),

P_{start} et P_{end} : la pression réelle de l'air durant les mesurages du débit d'échantillonnage respectivement au début et à la fin du prélèvement (kPa),

T_{start} et T_{end} : la température réelle de l'air durant les mesurages du débit d'échantillonnage respectivement au début et à la fin du prélèvement (K).

3.9 Expression de la concentration standardisée

La concentration en benzène ramenée aux conditions standard de pression et de température, à savoir 101,3 kPa et 20°C (293 K) est calculée en appliquant la relation suivante :

$$C_{std} = \frac{m_{\text{benzène}} \times 10^6}{\left(\frac{\varphi_{start, std} + \varphi_{end, std}}{2} \right) \times t}$$

C_{std} : concentration en benzène exprimée dans les conditions standard ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$m_{\text{benzène}}$: masse de benzène échantillonnée sur le tube d'adsorbant (en μg),

t: durée de prélèvement (en min),

$\varphi_{start, std}$ et $\varphi_{end, std}$: : les débits d'échantillonnage mesurés respectivement au début et à la fin de la période de prélèvement ramenés dans les conditions standard (293 K et 101,3 kPa) (ml/min).

3.10 Références

Surveillance du benzène. Badol C., Locoge N., Leoz E., Plaisance H. **Rapport d'activités LCSQA**, 2006.

Surveillance du benzène par la méthode d'échantillonnage actif : application de la norme 14 662 -1. Badol C., Locoge N., Chiappini L., Plaisance H. **Rapport d'activités LCSQA**, 2007.

Norme **NF EN 14662-1** - Novembre 2005. Qualité de l'air ambiant; Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène; Partie 1 : Prélèvement par pompage suivi d'une désorption thermique et d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse.

Surveillance du benzène par échantillonnage actif : réalisation d'une campagne de terrain en été 2007, Locoge N. avec la collaboration technique de Léonardis T., **Rapport d'activités LCSQA**, 2008.

Guide pratique d'utilisation pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant. Partie 6 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par la méthode de prélèvement par pompage suivie d'une désorption thermique et d'une analyse chromatographique en phase gazeuse.

4 L'utilisation du tube passif radial (Radiello Code 145 – adsorbant Carbograph 4)

Dans le but d'harmoniser les pratiques concernant l'utilisation du tube passif Radiello code 145, un certain nombre de points techniques a été avalisé par le GT « Benzène ». Ces choix s'appuient sur les résultats d'évaluation de ce tube Radiello publiés dans les rapports LCSQA-EMD (2002, 2003 et 2004), la thèse de A. Pennequin-Cardinal (2005) et les deux articles associés (Pennequin-Cardinal et al., 2005a et b), ainsi que sur les pratiques des AASQA recensés dans l'enquête nationale sur la surveillance du Benzène (rapport LCSQA-EMD, 2005). Le détail de ces points est donné ci-dessous.

4.1 Définition de la place du tube à diffusion dans la surveillance du benzène (Réponse à quel(s) objectif(s))

En considérant les performances du tube Radiello et les exigences de la directive européenne 2000/69/CE (2000), le tube passif Radiello code 145 peut être utilisé:

- en tant que moyen d'estimation objective, quand la concentration en benzène est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en adoptant des durées d'exposition de 7 et de 14 jours. Dans cette gamme de concentration, le tube Radiello peut être le seul moyen d'estimation mis en œuvre.
- en tant que méthode indicative, quand la concentration en benzène est supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en adoptant une durée d'exposition de 7 jours. Dans cette gamme de concentration, cette méthode est utilisée en complément d'une méthode de référence.

Lorsque la concentration est supérieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le tube Radiello n'est pas adapté pour une mesure quantitative. Dans ce cas, il convient de privilégier des méthodes mieux adaptées, telles que l'échantillonnage actifs ou l'utilisation de tubes passifs Radiello à désorption chimique (code 130).

4.2 Durée d'exposition devant tenir compte de l'incertitude souhaitée sur la mesure

Pour une estimation objective de la concentration en benzène (Incertitude de mesure $\leq 100 \%$), des durées de prélèvement de 7 jours et de 14 jours sont acceptées.

Pour l'estimation de la concentration en benzène en considérant le tube Radiello comme une méthode indicative (Incertitude de mesure $\leq 30\%$), seule une durée de prélèvement de 7 jours est admise.

4.3 Conservation des cartouches avant exposition

La cartouche d'adsorbant (code 145) préalablement conditionnée est à conserver à température ambiante dans son tube à essai en verre hermétiquement fermé par un bouchon en plastique. La durée de conservation de la cartouche sera au maximum de trois mois.

4.4 Valeurs de blanc

Les essais menés sur les blancs (cf. rapport LCSQA-EMD 2003) ont montré que la masse en benzène était de l'ordre de 5 ng (pour un conditionnement à 290°C) et qu'elle correspondait à une quantité résiduelle présente sur la cartouche et non extraite par le conditionnement). Par souci d'harmonisation des pratiques, on choisit de définir le blanc comme une cartouche non exposée (gardée dans son tube à essai hermétiquement fermé) et placée sur site durant la période de prélèvement. Il est recommandé de placer quelques blancs par série (même lot de tubes conditionnés) de manière à être en mesure d'en estimer une moyenne. Le blanc est ensuite analysé en même temps que les cartouches exposées.

Dans le cas où la moyenne des blancs de la série est inférieure à 25 ng (valeur seuil « pratique » définie par consensus par les membres du GT « surveillance du benzène » et sur la base des résultats d'une simulation réalisée par le LNE sur l'impact de différentes valeurs du blanc sur l'augmentation de l'incertitude globale), les valeurs des tubes exposés peuvent être considérées comme des mesures indicatives. Cette valeur seuil « acceptable » pour la moyenne des blancs correspond, en effet, à 1,8 % de la masse échantillonnée par un tube Radiello exposé pendant 7 jours à une concentration en benzène de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans les cas où la moyenne des blancs de la série est supérieure à 25 ng, les valeurs des tubes exposés seront considérées en tant que données d'estimation objective. Il s'agira également de rechercher les causes de l'anomalie et il conviendra de prendre les mesures appropriées.

Il est également convenu de ne pas soustraire la valeur moyenne des blancs aux valeurs des tubes exposés.

4.5 Conservation des cartouches après exposition

Après l'exposition, la cartouche d'adsorbant (code 145) est replacée dans son tube à essai fermé hermétiquement. Il est recommandé, dans la mesure du possible, de conserver cette cartouche d'adsorbant à 4°C. Une durée de conservation de 4 semaines a été testée et validée dans ces conditions (cf. conclusions du rapport LCSQA-EMD 2003).

4.6 Utilisation et pratiques de nettoyage des membranes poreuses

Peu d'éléments sont à ce jour connus concernant l'influence de la réutilisation d'une membrane poreuse ou de son nettoyage sur la mesure du tube Radiello. Des premiers essais sur site réalisés par l'ARPAM, ESPOL et l'ASPA ont montré que le tube Radiello sous-estimait la concentration lorsqu'il était doté d'une membrane poreuse usagée. A défaut de nouveaux éléments sur le sujet, les pratiques en vigueur dans les AASQAs, à savoir le nettoyage (selon des procédures internes) et la réutilisation des membranes ou la réutilisation de 1 à 6 fois (selon les protocoles) sans nettoyage ou l'usage unique, sont acceptées.

Néanmoins, lorsque les concentrations obtenues à l'aide des tubes Radiello seront utilisées afin d'établir une moyenne annuelle en complément des sites fixes pour atteindre le nombre de points de mesure minimum d'une ZAS (imposé par les directives), il est recommandé de changer la membrane à chaque prélèvement.

4.7 Choix des débits d'échantillonnages à appliquer

L'analyse de la cartouche (code 145) permet de déterminer la masse de benzène échantillonnée au cours de la durée d'exposition du tube. La concentration en benzène dans les conditions d'exposition du tube est déterminée à partir de l'équation générale, dérivée de la 1^{ère} loi de Fick, qui s'applique à tout type d'échantillonneur passif :

$$C = \frac{(m_{\text{éch}}) \times 10^3}{D_{\text{éch}} \times t}$$

$m_{\text{éch}}$: masse de composé échantillonnée sur la cartouche exposée (ng),

C : concentration du composé i dans l'air pendant l'exposition ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),
 $D_{\text{éch}}$: débit d'échantillonnage du capteur passif pour le benzène ($\text{cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$),
 t : durée du prélèvement (min).

Concernant le débit d'échantillonnage, le GT a choisi de retenir pour les expositions de 7 jours, le débit d'échantillonnage modélisé établi sur la base d'essais en chambre d'exposition (cf. rapports LCSQA-EMD 2002 et 2003). Ce débit d'échantillonnage modélisé est à appliquer dans une gamme de concentrations en benzène allant jusqu'à $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. L'application de cette équation permet de tenir compte des effets des paramètres environnementaux sur le débit d'échantillonnage. L'objectif est de limiter au maximum l'effet des facteurs d'influence pour satisfaire à l'objectif de qualité d'une méthode indicative (Incertitude inférieure à 30 %).

Pour les expositions de 14 jours, le GT a retenu un débit d'échantillonnage constant égal à $24,9 \text{ cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$. Cette valeur correspond au débit trouvé en chambre d'exposition lors des essais menés en 2002 et 2003 par l'EMD dans les conditions suivantes : $C_{\text{benzène}}$ de $2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, $T=20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\text{HR}=50 \%$ et Vitesse du vent = $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. (cf. Thèse de Pennequin-Cardinal, 2005). Le tube est utilisé ici en tant que méthode d'estimation objective. L'estimation de la concentration en benzène avec l'application de cette valeur constante pour le débit d'échantillonnage satisfait à l'objectif de qualité d'une méthode d'estimation objective (Incertitude inférieure à 100 %).

Tableau 1 : Débits de prélèvement des tubes Radiello déterminés pour des durées d'exposition de 7 et 14 jours

	Durée d'exposition de 7 jours	Durée d'exposition de 14 jours
Niveau d'estimation	Méthode indicative (incert. max = 30 %)	Méthode d'estimation objective (incert. max = 100 %)
Débit d'échantillonnage	$D_{\text{éch}} = 31,4 - 0,18 \times T$	$D_{\text{éch}} = 24,9 \text{ cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$
Domaine d'application	$C < 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$C < 10\mu\text{g}/\text{m}^3$

$D_{\text{éch}}$: débit d'échantillonnage en $\text{cm}^3\cdot\text{min}^{-1}$, T : température en $^\circ\text{C}$,
 C : concentration mesurée du composé en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Pour les concentrations supérieures à $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, le tube Radiello n'est pas adapté pour une mesure quantitative.

4.8 Normalisation de la concentration

Dans l'expression finale du résultat, la concentration en benzène doit être ramenée aux conditions standard de pression et de température, à savoir 101,3 kPa et 20°C (293 K).

Pour normaliser la concentration, l'équation suivante doit être appliquée:

$$C_{P,T} = C \times \frac{101,3}{P_{atm}} \times \frac{\bar{T}}{293}$$

$C_{P,T}$: la concentration en benzène ramenée aux conditions standard de température et de pression ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),

\bar{P}_{atm} : la pression atmosphérique moyenne lors du prélèvement (kPa),

\bar{T} : la température moyenne lors du prélèvement (K).

Compte tenu du peu d'influence du terme correspondant à la pression $\left(\frac{101,3}{P_{atm}}\right)$ sur la valeur de $C_{P,T}$ et de la difficulté de se procurer des données de pression, il est également admis de pratiquer uniquement la standardisation vis-à-vis de la température :

$$C_{P,T} = C \times \frac{\bar{T}}{293}$$

4.9 Références

Etude des performances en chambre d'exposition du tube Radiello pour la mesure des BTEX. Plaisance H., A. Pennequin, N. Locoge avec la collaboration technique de T. Léonardis. **Rapport d'activités LCSQA n°3**, 2002.

Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX dans l'air ambiant. Plaisance H., A. Pennequin-Cardinal, N. Locoge avec la collaboration technique de T. Léonardis. **Rapport d'activités LCSQA-EMD n°11**, 2003.

Programme d'évaluation sur site du tube Radiello pour la mesure des BTEX. Plaisance H., A. Pennequin-Cardinal, N. Locoge avec la collaboration technique de T. Léonardis. **Rapport d'activités LCSQA-EMD n°7**, 2004.

Surveillance du benzène et des COV. Locoge N., H. Plaisance, J.C. Galloo avec la collaboration technique de T. Léonardis, I. Fronval et L. Depelchin. **Rapport d'activités LCSQA-EMD**, 2005.

European Council Directive 2000/69/EC relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air. **Official Journal of the European Communities L163**: 12-21, 2000.

Echantillonnage passif des COV dans l'air intérieur. Cardinal-Pennequin A. **Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille**, 2005.

Dependence on sampling rates of Radiello diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure time. Pennequin-Cardinal A., H. Plaisance, N. Locoge, O. Ramalho, S. Kirchner and J.C. Galloo. **Talanta**, **65**: 1233-1240, 2005a.

Performances of the Radiello diffusive sampler for BTEX measurements: influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates. Pennequin-Cardinal A., H. Plaisance, N. Locoge, O. Ramalho, S. Kirchner and J.C. Galloo. **Atmospheric Environment**, **39**: 2535-2544, 2005b.

5 L'utilisation du tube passif axial (Perkin Elmer) (adsorbants Carbopack B, Carbopack X)

En ce qui concerne l'utilisation des tubes Perkin Elmer, les recommandations sont similaires à celles données pour les tubes Radiello code 145 à l'exception des points concernant les valeurs du blanc et les débits de prélèvement. Ces points techniques sont les suivants :

5.1 Définition de la place du tube à diffusion dans la surveillance du benzène (Réponse à quel(s) objectif(s))

En considérant les performances des tubes Perkin et les exigences de la directive européenne 2000/69/CE (2000), ces tubes passifs peuvent être utilisés en tant que moyen d'estimation objective, quand la concentration en benzène est inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en adoptant des durées d'exposition de 7 et de 14 jours.

Quand la concentration en benzène est supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les tubes Perkin Elmer pourraient être utilisés en tant que méthode indicative ou en tant que moyen d'estimation objective en fonction des résultats des études en cours en chambre d'exposition dans les conditions extrêmes d'utilisation et du calcul d'incertitude associé.

5.2 Durée d'exposition devant tenir compte de l'incertitude souhaitée sur la mesure

Pour une estimation objective de la concentration en benzène (incertitude de mesure $\leq 100 \%$), des durées de prélèvement de 7 jours et de 14 jours sont acceptées.

Pour l'estimation de la concentration en benzène en considérant le prélèvement sur tube Perkin Elmer comme une méthode indicative (incertitude de mesure $\leq 30 \%$), des études sont en cours.

5.3 Conservation des cartouches avant exposition

Les tubes doivent être conservés fermés hermétiquement à l'aide de bouchons filetés en métal, équipés de raccords à bague en PTFE, dans un récipient également fermé hermétiquement.

5.4 Conditionnement des tubes avant prélèvement

Avant toute utilisation, il convient de conditionner les tubes par désorption à une température égale ou légèrement supérieure à la température de désorption qui sera utilisée pour l'analyse (au moins 400°C pour le Carbo-pack X). Selon la norme NF EN 14662-4, un tel conditionnement doit être effectué pendant 10 minutes sous flux d'un gaz vecteur (hélium par exemple) à un débit d'au moins 100 mL min⁻¹. Cependant, il est préférable d'augmenter le temps de conditionnement à plusieurs heures, particulièrement dans le cas de l'emploi de Carbo-pack X. Par ailleurs, le flux d'hélium doit circuler en direction opposée à celle utilisée pour le prélèvement.

5.5 Valeurs de blanc

D'après la norme NF EN 14662-4, la masse de benzène dans l'échantillon de blanc doit être inférieure ou égale à 2 ng avec une incertitude relative inférieure ou égale à 1 ng. Les essais menés sur les blancs (cf. Guide pratique d'utilisation pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant. Partie 3 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par la méthode manuelle du tube à diffusion suivie d'une désorption thermique en laboratoire) ont montré que, pour le conditionnement décrit ci-dessus, la masse en benzène était de l'ordre de 0,2 ng avec une incertitude de 0.06, inférieure aux exigences de la norme.

De même que pour le tube Radiello code 145, le blanc est défini comme un tube non exposé c'est à dire hermétiquement fermé par ses bouchons et placé sur site durant la période de prélèvement. Il est recommandé de placer quelques blancs par série (même lot de tubes conditionnés) de manière à être en mesure d'en estimer une moyenne. Le blanc est ensuite analysé en même temps que les cartouches exposées.

Si la moyenne des blancs de la série est inférieure à 2 ng correspondant à 0,33 µg/m³ (valeur seuil correspondante à 6,6 % de la masse échantillonnée par un tube Perkin Elmer exposé pendant 7 jours à une concentration en benzène de 5 µg/m³), les valeurs des tubes exposés peuvent être considérées comme des mesures indicatives.

Si la moyenne des blancs de la série est supérieure à 2 ng, les valeurs des tubes exposés seront considérées en tant que données d'estimation objective.

Dans tous les cas, il est convenu de ne pas soustraire la valeur moyenne des blancs aux valeurs des tubes exposés.

5.6 Conservation des cartouches après exposition

Après l'exposition, le tube est refermé à l'aide des ses bouchons filetés et est replacé dans un récipient lui même fermé hermétiquement. Il est recommandé, dans la mesure du possible, de conserver les tubes à 4°C. Une durée de conservation de 4 semaines a été testée et validée dans ces conditions (cf. conclusions du rapport LCSQA-INERIS 2005).

5.7 Choix des débits d'échantillonnage à appliquer

Les débits diffèrent selon la nature de l'adsorbant utilisé (Carbopack X ou B). En ce qui concerne le Carbopack X, une étude du NPL (Martin et al, 2003) a permis de déterminer les débits de prélèvement des BTEX. Pour le Carbopack B, sont disponibles les débits indiqués dans la norme NF EN 14662-4 ainsi que ceux résultant d'une étude menée par l'INERIS dans le cadre du LCSQA (Zdanevitch et al., 2003). Les différents débits de prélèvement à 7 et 14 jours pour les tubes Perkin Elmer sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Débits de prélèvement des tubes Perkin Elmer donnés dans la littérature pour des durées d'exposition de 7 et 14 jours. ¹ La valeur du débit dans la publication de Martin et al. 2003 est donné en ng ppm⁻¹ min⁻¹ et est égale à 1,99.

	Carbopack X (Martin et al. 2003) ml min ⁻¹	Carbopack B ISO ml min ⁻¹	Carbopack B INERIS ml min ⁻¹
7 jours	0.6 ¹	0.67	0.63
14 jours	0.6 ¹	0.63	0.55

5.8 Normalisation de la concentration

Dans l'expression finale du résultat, la concentration en benzène doit être ramenée aux conditions standard de pression et de température, à savoir 101,3 kPa et 20°C (293 K).

Pour normaliser la concentration, l'équation suivante doit être appliquée:

$$C_{P,T} = C \times \frac{101,3}{P_{atm}} \times \frac{\bar{T}}{293}$$

$C_{P,T}$: la concentration en benzène ramenée aux conditions standard de température et de pression ($\mu\text{g}/\text{m}^3$),

$\overline{P_{atm}}$: la pression atmosphérique moyenne lors du prélèvement (kPa),

\bar{T} : la température moyenne lors du prélèvement (K).

Compte tenu du peu d'influence du terme correspondant à la pression

$\left(\frac{101,3}{P_{atm}}\right)$ sur la valeur de $C_{P,T}$ et de la difficulté de se procurer des données de pression, il est également admis de pratiquer uniquement la standardisation vis-à-vis de la température :

5.9 Références

NF EN 14662-4 ; Novembre 2005 ; Qualité de l'air ambiant ; Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène ; Partie 4 : le prélèvement par diffusion suivi d'une désorption thermique et d'une analyse par chromatographie en phase gazeuse.

Mesure des BTX par prélèvements sur tubes, Leoz - Garziandia E.; Guillard D.; Legris A.; Brouard B.; Fagault Y.; **LCSQA Convention 05000051** ; Novembre 2005 ;.

Studies using the sorbent Carbo-pack X for measuring environmental benzene with Perkin-Elmer-type pumped and diffusive samplers, Martin NA, Marlow DJ, Henderson MH, Goody BA, Quincey PG, **Atmospheric Environment**, 37, p. 871-879, 2003

Mesure des BTEX par tubes passifs : étude sur site et mesures en chambre d'exposition; Zdanevitch I.; Frezier A.; François N.; **LCSQA Convention 115/2003**, Décembre 2003

Guide pratique d'utilisation pour l'estimation de l'incertitude de mesure des concentrations en polluants dans l'air ambiant. Partie 3 : Estimation des incertitudes sur les mesurages de benzène réalisés sur site par la méthode manuelle du tube à diffusion suivie d'une désorption thermique en laboratoire