

A-I-2V1 – AMENAGEMENT DES CONDUITS INDUSTRIELS POUR LES MESURES À L'EMISSION DES SOURCES FIXES

1 Objet

Cette fiche décrit les aménagements des conduits industriels nécessaires à la réalisation des contrôles à l'émission dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique. Il est en effet nécessaire de disposer de zones aménagées sur les conduits industriels afin d'effectuer des mesures à l'émission qui soient fiables et comparables.

2 Domaine d'application

Ceci s'applique aux installations industrielles dont les émissions sont canalisées dans un conduit. Elle ne s'applique pas aux émissions diffuses non canalisées, aux installations de ventilation, de climatisation et aux salles blanches.

3 Remarque générale

Trop souvent, les laboratoires accrédités et/ou agréés dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique sont confrontés à de nombreux problèmes d'accès et d'aménagement des conduits industriels lorsqu'ils sont amenés à réaliser des prélèvements à l'émission.

C'est pourquoi il est préférable d'exiger, dès le départ dans le permis d'environnement, les aménagements à réaliser au niveau du conduit pour les nouvelles installations et ce en fonction des paramètres à mesurer. En effet, il sera toujours plus facile (et moins coûteux) pour l'industriel de réaliser les aménagements à la construction que par après.

Les normes décrivant les méthodes de prélèvements évoluant constamment, des précautions ont été prises (nombre et taille des brides) afin de tenter de prévoir cette évolution.

Des brides accessibles, bien placées et en nombre suffisant permettent aux laboratoires accrédités et/ou agréés de réaliser des prélèvements représentatifs conformément aux normes en application.

4 Principe

L'aspect primordial des mesures à l'émission est le soin à apporter aux prélèvements sur site. Il faut réaliser un prélèvement représentatif de la composition des fumées dans la cheminée.

L'application d'une série d'exigences, décrites dans des normes, fournira un résultat fiable et comparable.

Les techniques de prélèvement vont donc varier en fonction de l'analyte et de l'installation.



Le problème majeur des prélèvements à l'émission est lié aux particules et aérosols (gouttelettes) qui par leur masse propre ont tendance à présenter un comportement hétérogène dans le conduit.

Lorsqu'on réalise des prélèvements sur des analytes présents uniquement sous forme gazeuse (principalement O₂, CO₂, CO, SO₂, NO, NO_x, N₂O, C_xH_y), on considère, en général qu'ils sont répartis de manière homogène dans le conduit.

4.1 Le problème des particules et autres aérosols

Le prélèvement, principalement des particules contenues dans les fumées s'écoulant dans un conduit, serait simple s'il était possible d'intercepter quantitativement la poussière sur la totalité de la surface d'écoulement pendant un temps déterminé, ce qui n'est généralement pas possible, en raison des dimensions des conduits.

La représentativité de cet échantillonnage est ainsi lié au comportement (et notamment l'inertie) des particules solides :

- . Répartition hétérogène
- . Écoulement giratoire
- . Sédimentation.

Afin de minimiser au maximum ces problèmes, le prélèvement doit satisfaire à trois grands critères de base :

- . Choix de l'emplacement du plan de mesure.
- . Découpage du plan de mesure.
- . Prélèvement isocinétique (non lié à l'aménagement des installations).

De par leur masse propre, les gouttelettes aérosols sont assimilables à des particules et en possèdent donc le même comportement. On rencontre généralement des aérosols dans des conduits dont la température est inférieure à 100 °C, principalement après un laveur humide.

4.2 La mesure du débit

Pour déterminer la vitesse dans le conduit ou le débit volumique, il est nécessaire de respecter également les deux premiers critères applicables aux prélèvements poussières :

- . Choix de l'emplacement du plan de mesure.
- . Découpage du plan de mesure.

5 Exigences des normes

5.1 Choix du plan de mesure

Le plan de mesure doit être caractérisé par un écoulement laminaire, sans giration, ni turbulence. Il doit être située dans une zone de conduit droit ayant une forme et une section constante et le plus loin possible tant en aval qu'en amont de tout élément (coude, ventilateur, silencieux, registre,...) qui pourrait perturber l'écoulement.

Ces prescriptions sont, en général, satisfaites dans des zones de conduit avec au moins cinq diamètres hydrauliques de conduit droit en amont du plan de mesure et deux diamètres hydrauliques en aval (cinq diamètres hydrauliques lorsque le conduit débouche à l'air) – voir figure 1.

On choisit de préférence une conduite verticale à une conduite horizontale (problèmes de sédimentation).

Pour rappel, le diamètre hydraulique correspond à $4 \times \text{section/périmètre}$.

5.2 Nombre minimum et emplacement des brides de prélèvement poussières

5.2.1 Découpage du plan de mesure

Le plan de mesure est divisé en surfaces partielles d'aire identique. Le nombre de ces surfaces est fonction du diamètre hydraulique du conduit.

C'est au centre de gravité de chacune de ces surfaces partielles qu'il faut effectuer les différents prélèvements ponctuels des poussières.

5.2.2 Conduit de section circulaire

Excepté pour les très petits conduits ($< 0,35$ m), les prélèvements sont réalisés suivant deux axes (lignes d'échantillonnage) perpendiculaires. Ces deux axes correspondent à deux diamètres perpendiculaires du plan de mesure.

La table 1 reprend le nombre minimum de points de prélèvement. Le nombre de points explorés peut être augmenté, notamment si les conditions décrites au paragraphe 5.1 ne sont pas respectées.

La réalisation d'un prélèvement au centre du conduit est laissée à l'appréciation du laboratoire d'essais.

Diamètre du conduit (m)	Nombre minimum de lignes d'échantillonnage	Nombre minimum de points par ligne		Nombre minimum de points de prélèvement	
		y compris le centre	à l'exclusion du centre	y compris le centre	à l'exclusion du centre
< 0,35	-	1	1	1	-
0,35 à 0,70	2	3	2	5	4
> 0,70 à 1,00	2	5	4	9	8
> 1,00 à 2,00	2	7	6	13	12
> 2,00	2	9	8	17	16

Table 1: nombre minimum de points de prélèvement – conduit circulaire

5.2.3 Conduit de section rectangulaire

Les prélèvements sont réalisés suivant plusieurs axes parallèles (lignes d'échantillonnage) dans les conduits rectangulaires

Surface du conduit (m ²)	Nombre minimum de lignes d'échantillonnage	Nombre minimum de points de prélèvement
< 0,09	-	1
> 0,09 à 0,38	2	4
> 0,38 à 1,50	3	9
> 1,50	4	16

Table 2: nombre minimum de points de prélèvement – conduit rectangulaire

D'autres lignes d'échantillonnage peuvent être ajoutées lorsque la longueur de la section du conduit est supérieure à deux fois sa largeur.

5.2.4 Taille et type de brides

Les brides permettant de réaliser des prélèvements poussières doivent permettre l'introduction et le retrait de l'équipement de prélèvement et des dispositifs associés. Elles doivent également permettre une obturation (partielle) de l'orifice une fois que le matériel est en place.

5.2.5 Type de prélèvements

Ce type de brides qu'on pourrait qualifier de brides "poussières" doit être utilisé pour tous les prélèvements nécessitant de respecter l'isocinétisme au cours desquels la concentration massique ou la composition des poussières doit être déterminée. Ce type de prélèvements comprend notamment les métaux lourds et volatils, les dioxines et furanes, les PCB dioxin like, les PAH, les "marqueurs" PCB (ou PCB totaux), les composés halogénés particuliers,...

Ces brides doivent également être utilisées dès que des aérosols sont présents dans les fumées (fumées saturées en eau), pour les polluants susceptibles d'être présents dans ces gouttelettes. On peut citer les composés halogénés volatils, le formaldéhyde,...

5.3 Autres brides

En fonction des prélèvements et analyses à réaliser, il est nécessaire d'équiper le conduit d'autres brides afin de pouvoir réaliser un plus grand nombre de prélèvements simultanément. On peut par exemple citer la mesure des gaz majeurs (O₂ et CO₂) pour déterminer la masse volumique du gaz et exprimer le résultat à un taux d'oxygène de référence.

Ces brides "gaz" par opposition aux brides "poussières" n'ont pas les mêmes exigences de positionnement. Il est plus pratique qu'elles soient situées au même niveau que les brides poussières, sans pour autant interférer entre elles. De plus, le plus souvent, de simples piquages (diamètre 3/4" ou 1.5" par exemple) sont suffisants.

5.3.1 Remarques

- Dans le cas de certaines cheminées de très grand diamètre ou avec des parois très épaisses (briques, béton), il n'est pas possible, vu la longueur des sondes de prélèvement disponibles dans le commerce (3 m maximum), de couvrir toute la ligne depuis la même bride. Dans ce cas, il est nécessaire d'installer 2 x 2 brides face à face.
- La vitesse des gaz dans le conduit étudié doit être suffisante pour permettre un prélèvement représentatif. La pression différentielle minimale de référence est de 5 Pa, ce qui correspond à une vitesse des gaz minimale de 3 m/s. Le diamètre du conduit doit donc être choisi, si possible, en fonction de cette exigence. Il est évident qu'une vitesse plus importante (de l'ordre de 10 m/s au minimum) est toujours préférable.

5.4 Plateforme de travail

Les normes spécifient une série d'exigences au point de vue sécurité et accès aux plateformes de travail. Pour réaliser des prélèvements à l'émission, il faut y ajouter quelques besoins spécifiques :

- Support de charge suffisant (400 kg)
- Surface adaptée (strict minimum de 5 m²)
- Dégagement suffisant en face de chaque bride (fonction du diamètre du conduit)
- Hauteur du plancher par rapport aux brides

Les caractéristiques détaillées de la plateforme de travail sont données au paragraphe 6.3.

6 Aménagement du conduit

6.1 Le plan de mesure

Le positionnement de la zone de mesure est indiqué dans les schémas ci-après :

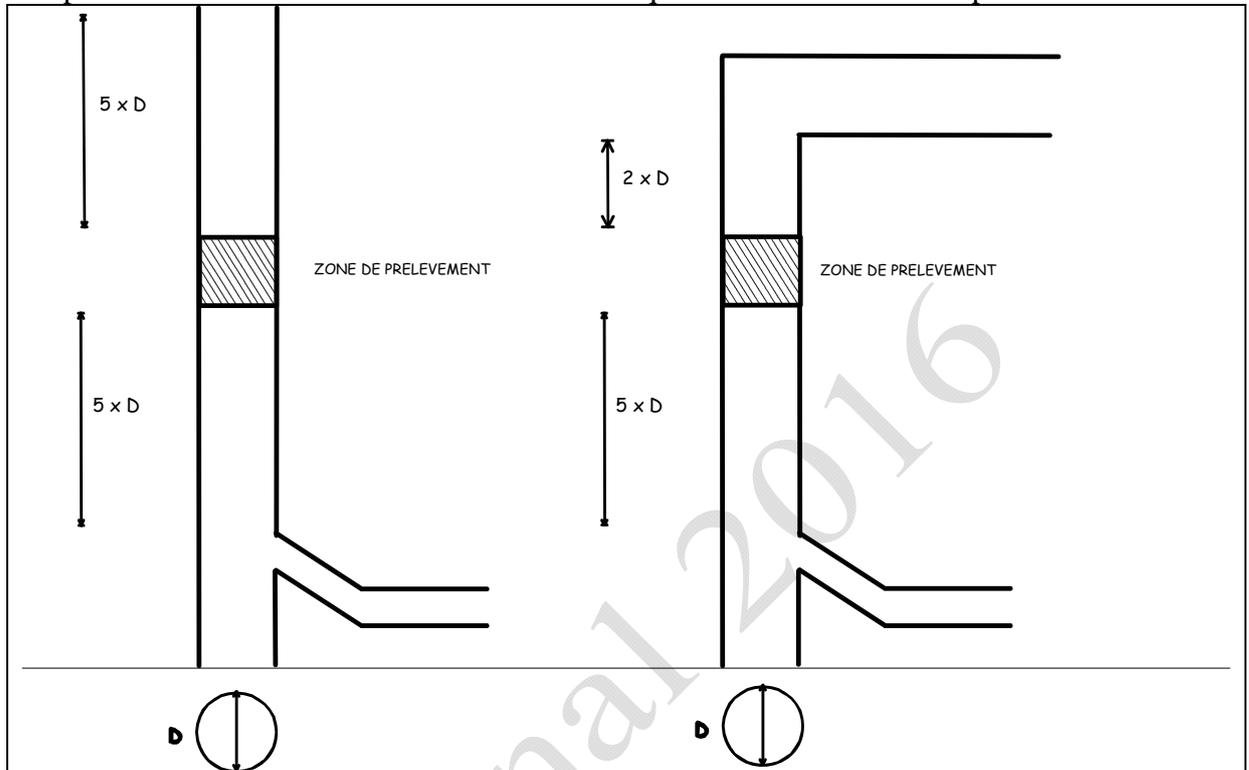


Figure 1 : positionnement du point de mesure

L'exigence de 5 fois le diamètre hydraulique en amont de la zone de prélèvement est une valeur minimale. L'expérience montre qu'il est toujours préférable d'augmenter cette distance (tout en respectant l'exigence minimale pour l'aval).

En fonction de la configuration de l'installation, l'industriel peut utiliser une infrastructure déjà existante tant pour l'accès à la passerelle que pour son positionnement. On peut citer :

- Utilisation du toit d'un bâtiment existant
- Utilisation d'escaliers dans l'installation pour accéder à la passerelle

6.2 Les brides de prélèvements

6.2.1 Brides poussières

Ainsi qu'indiqué dans les normes, le nombre et la position de brides "poussières" sont fonction du diamètre hydraulique du conduit et éventuellement de l'épaisseur de la paroi pour les grosses cheminées.

Les brides poussières doivent présenter les caractéristiques suivantes :

- être situées à une hauteur comprise entre 1,2 et 1,6 m par rapport au sol du plan de travail, l'idéal étant de 1,5 m. Si les brides poussières sont situées trop bas, il est difficile de déplacer le matériel de prélèvement pour balayer les différents points et de plus pour les passerelles, le matériel peut être bloqué par les mains courantes. Si la bride est située trop haut, l'accès en est difficile et dangereux.
- la taille minimale des brides poussières est du 3" gaz filet extérieur.
- pour les conduits de petits diamètres (< 0,5 m), il est préférable de se limiter à ce type de bride afin de diminuer les perturbations du flux dues aux brides.
- pour des conduits de plus grands diamètres, des brides de type DIN 125 ou des brides rectangulaires peuvent être installées. Dans ce cas, le laboratoire réalisant les prélèvements adaptera son matériel aux brides proposées par l'industriel.
- pour les conduits ayant des parois épaisses (conduit isolé, briques, béton), des brides de type DN 150 (diamètre de passage utile > 150 mm) ou des brides rectangulaires (voir figure 2) doivent être installées. Il n'est en effet pas possible d'introduire des sondes ou des pitots courbés à 90° dans de longs embouts 3".

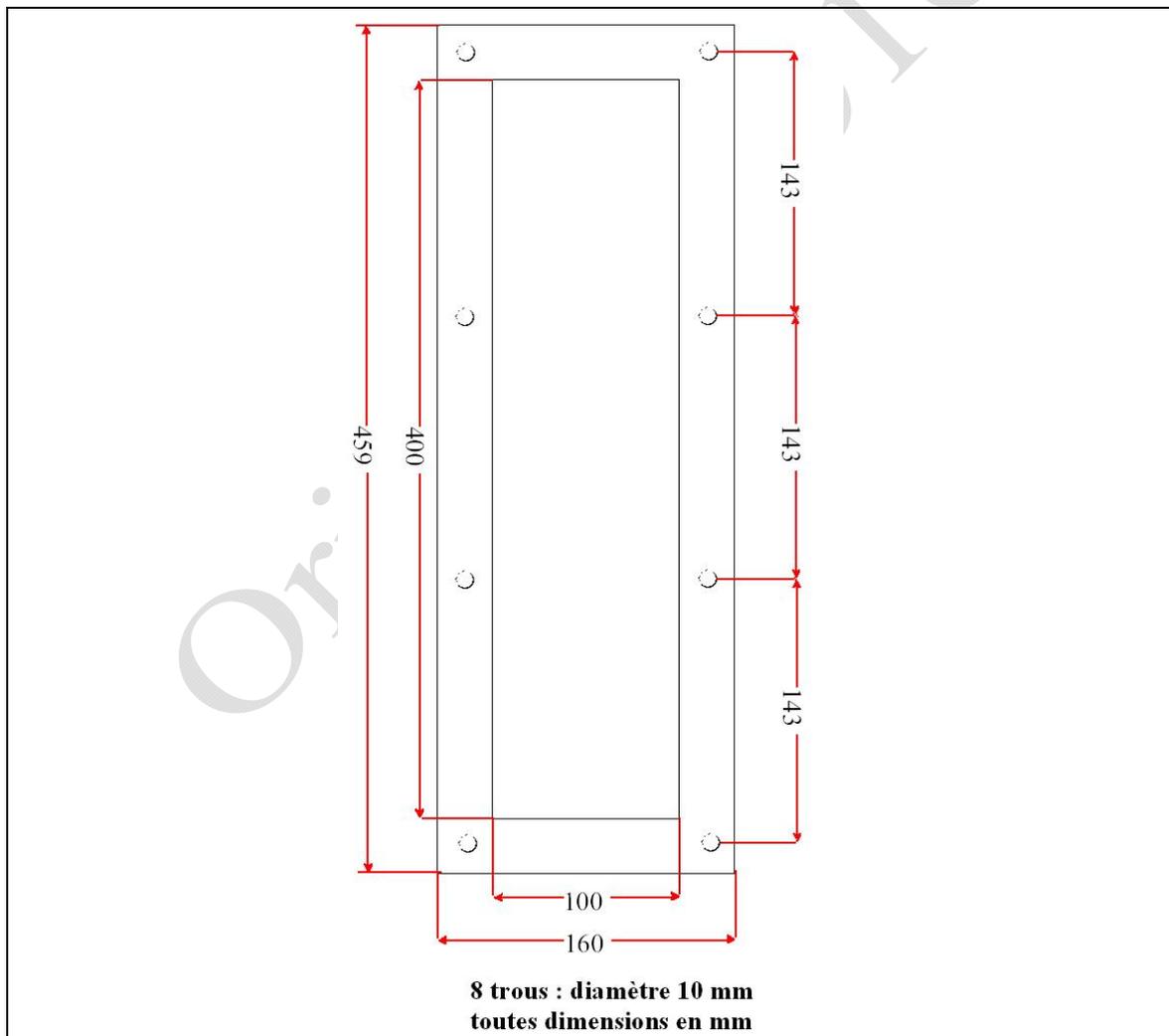


Figure 2 : bride rectangulaire normalisée



Brides 3 pouces



Brides normalisées

6.2.2 Brides gaz

Le nombre et la position des brides "gaz" sont définis par l'aspect pratique et par les analyses à réaliser :

- En fonction du nombre de paramètres (autorisation et engineering): plus le laboratoire réalise de prélèvements simultanés de différents paramètres, moins la campagne d'essais est coûteuse, donc, plus il y a de brides, mieux c'est. Le plus souvent, il est nécessaire de prélever simultanément plusieurs analytes ainsi, l'oxygène et le dioxyde de carbone doivent être connus en permanence dès que l'on réalise un prélèvement en isocinétique. Dès que les résultats doivent être corrigés à un taux de référence en oxygène, la concentration de ce gaz doit être mesurée simultanément à tous les autres analytes.
- Elles peuvent être situées plus bas (0,5 m suffisent) car on y installe, en général, uniquement un tube et un filtre peu encombrant.
- Le tube qu'on y introduit ne doit pas interférer avec les brides poussières.
- On peut utiliser les brides poussières comme brides gaz, mais il y aura alors plus de matériel à déplacer pour balayer chaque ligne d'échantillonnage, cela est moins pratique pour réaliser les prélèvements.

6.2.3 Conduits circulaires

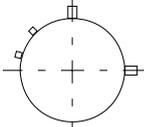
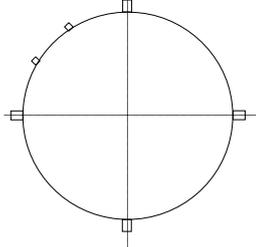
$D_{int} < 0.35 \text{ m}$	$D_{tot} < 3.0 \text{ m}$	$D_{tot} > 3.0 \text{ m}$
		
1 bride "poussières"	2 brides "poussières"	4 brides "poussières"
D_{int} : \varnothing int. (hydr) du conduit	D_{tot} : \varnothing extérieur du conduit, y compris l'isolant et la paroi	
2 brides 3/4" et 1 bride 1.5" (position donnée à titre indicatif)		

Figure 3 : position des brides – conduit circulaire

6.2.4 Conduits rectangulaires

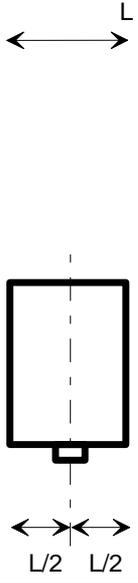
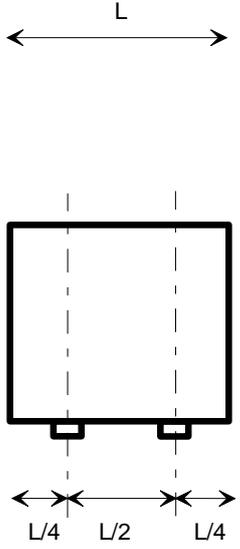
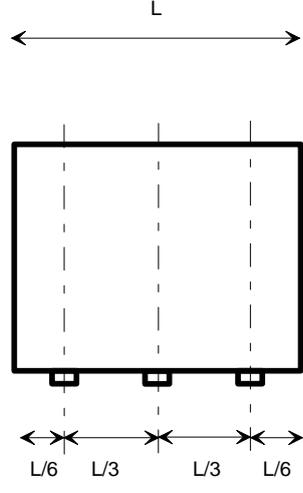
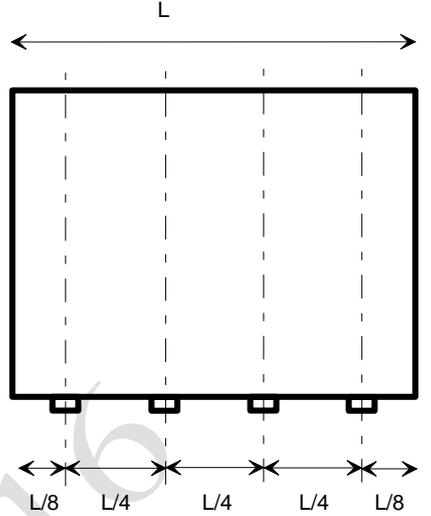
$S < 0.09 \text{ m}^2$	$S > 0.09 \text{ à } 0.38 \text{ m}^2$	$S > 0.38 \text{ à } 1.50 \text{ m}^2$	$S > 1.50 \text{ m}^2$
 <p style="text-align: center;">L</p> <p style="text-align: center;">$L/2$ $L/2$</p>	 <p style="text-align: center;">L</p> <p style="text-align: center;">$L/4$ $L/2$ $L/4$</p>	 <p style="text-align: center;">L</p> <p style="text-align: center;">$L/6$ $L/3$ $L/3$ $L/6$</p>	 <p style="text-align: center;">L</p> <p style="text-align: center;">$L/8$ $L/4$ $L/4$ $L/4$ $L/8$</p>
1 bride "poussières"	2 brides "poussières"	3 brides "poussières"	4 brides "poussières"
L : longueur/largeur intérieure du conduit			
2 brides 3/4" et 1 bride 1.5"			

Figure 4 : position des brides – conduit rectangulaire

6.3 La plateforme de travail

La plateforme de travail permet l'accès au plan de mesure pour les techniciens qui y installent le matériel nécessaire aux différents prélèvements. Plusieurs cas peuvent se présenter en fonction des installations.

6.3.1 Toit plat

C'est la plateforme de travail la plus facile pour les laboratoires agréés : il y a beaucoup de place disponible et un accès en général aisé.

Le laboratoire doit pouvoir installer facilement et en toute sécurité (balustrade au bord du toit) des liaisons (électriques et pneumatiques) vers le sol : en effet, le plus souvent, l'analyse de paramètres tels les gaz majeurs est réalisée dans le camion laboratoire et les fumées sont transportées par des tubes depuis le conduit jusqu'à ce laboratoire mobile.

6.3.2 Passerelle

On rencontre un grand nombre de passerelles différentes suivant les installations. Elles sont pratiquement toujours trop petites et non conçues pour réaliser des prélèvements à l'émission de manière efficace et en toute sécurité.

Leurs caractéristiques majeures théoriques sont :

- Construite sur tout le tour du conduit
- De largeur égale au diamètre extérieur du conduit + 1 m pour les cheminées de moins de 3 mètres de diamètre

- De largeur égale à la moitié du diamètre du conduit + 1 m pour les cheminées de plus de trois mètres de diamètre.
- La première condition est, en général, facile à remplir sauf pour les conduits de très petite section
- La seconde est beaucoup plus difficile à remplir : cela imposerait la construction de passerelle jusqu'à 4 mètres de large.



Passerelle de prélèvement

Pour contourner ce problème, 2 solutions sont possibles:

- La première, de loin préférable, est de réaliser des avancées en face de chaque bride poussières. Pour un diamètre supérieur à 3 m, 4 avancées sont nécessaires (Figure 5). Elle est cependant plus coûteuse et difficile à mettre en œuvre.

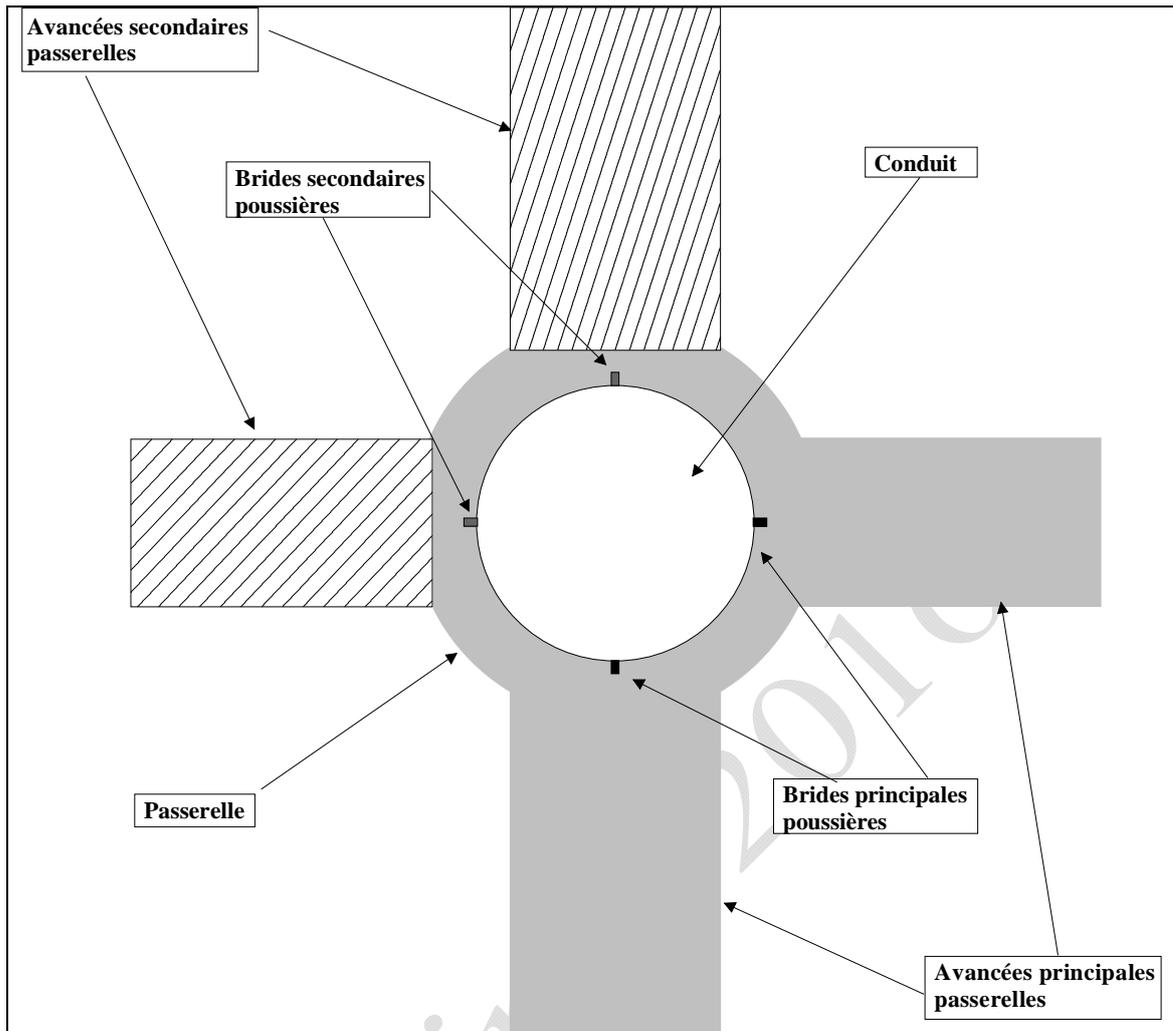


Figure 5 : schéma passerelle

- La seconde solution est d'installer des lisses amovibles en face de chaque bride poussières et un crochet de maintien à la verticale de chacune d'elles. L'ensemble du système de prélèvement est alors suspendu à un rail et pend à l'extérieur de la passerelle. Il faut que le laboratoire agréé possède le matériel adapté à ce type de configuration (Figure 6).

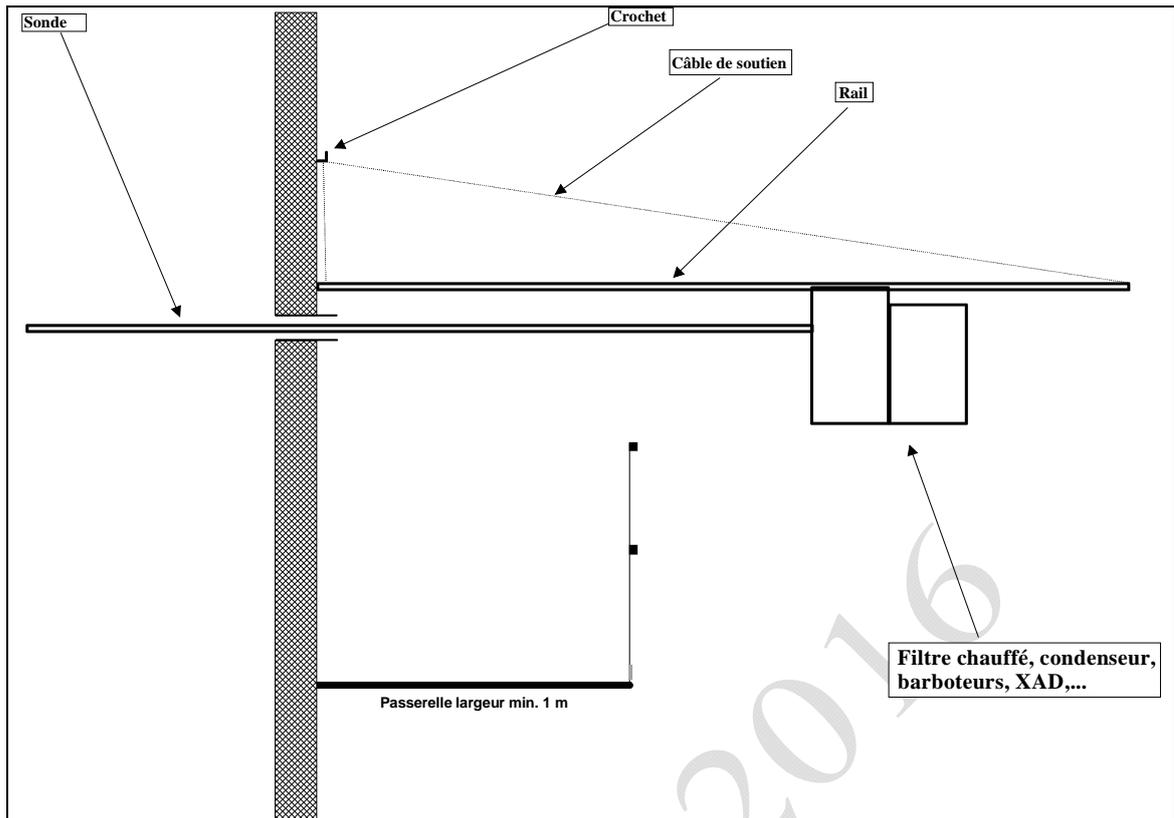


Figure 6 : schéma train de prélèvement



Train de prélèvement et lisse amovible

6.3.3 Accès et sécurité

L'accès à la plateforme de travail doit être aisé et sécurisé. On peut citer par ordre de préférence : escaliers, échelles à crinoline, rail et chariot antichute.

Pour les échelles à crinoline, elles doivent être équipées de paliers intermédiaires écartés de 6 m maximum afin de permettre une période de repos lors de la montée. Cela est particulièrement vrai pour les cheminées de grande hauteur.

Dans le cas de rail et chariot antichute, le chariot doit être fourni par l'industriel. En effet, chaque chariot est spécifique à un type de rail. Il faut au minimum 2 chariots.

Si l'accès à la plateforme de travail se fait par le plancher de celle-ci, un trapillon fermant cet accès doit être prévu.

L'ensemble du matériel de prélèvement doit être acheminé jusque la plateforme de mesure. Il est en général hissé par les techniciens réalisant les essais. La présence d'un système de levage (potence, poulie de renvoi, palan électrique,...) permet une manutention plus aisée de ce matériel. Il faut cependant veiller à avoir un accès vertical direct du sol vers la plateforme afin de pouvoir hisser directement le matériel sans étape intermédiaire.

6.3.4 Absence de plateforme fixe

On rencontre ce cas plus rarement et notamment sur les torchères et moteurs des CET.

Dans ce cas, il ne reste que deux solutions :

- Utiliser un échafaudage provisoire. Celui-ci doit répondre aux mêmes caractéristiques qu'une passerelle.
- Utiliser une nacelle pour accéder aux brides de prélèvements. Dans ce cas, il est nécessaire d'équiper le conduit de manière à ce que tout le matériel puisse être pendu (crochets de soutien) ou déposer sur des supports fixes.

6.4 Divers

6.4.1 Puissance électrique

Ce type de prélèvement nécessite une alimentation électrique. En effet, outre l'alimentation du camion laboratoire (analyseurs, pompes, acquisition de données), les systèmes de prélèvement nécessitent des pompes, chauffages, lignes de transfert chauffées, compresseur,...

Un boîtier électrique (équipé au minimum d'une ligne 380 V, 32A (3P+N) ou de 6 lignes 220V, 16A) doit être disponible à proximité immédiate du pied du conduit.

Il est souhaitable d'avoir à disposition des boîtiers électriques (lignes indépendantes en 220 V, 16A) au niveau de la plateforme de travail fixe pour brancher directement les appareils de mesure sans tirer des allonges depuis le pied de la cheminée.

6.4.2 Eclairage

Il est également souhaitable d'avoir un éclairage au niveau de la passerelle car il peut arriver que pour certains longs prélèvements (p.ex. dioxines), ceux-ci se terminent après la tombée de la nuit. Il en va de même pour les passerelles situées à l'intérieur des bâtiments et dans des cheminées contenant plusieurs conduits intérieurs.

6.4.3 Eau de refroidissement

Si le laboratoire agréé réalise le prélèvement par "sonde refroidie", une arrivée d'eau de refroidissement (eau alimentaire ou eau industrielle) au niveau de la passerelle est nécessaire.

7 Schéma d'aménagement

Le schéma d'aménagement ci-après reprend les exigences à respecter pour implanter une bride "poussières" sur un conduit vertical. Le nombre de ces brides est donné au point 6.2.

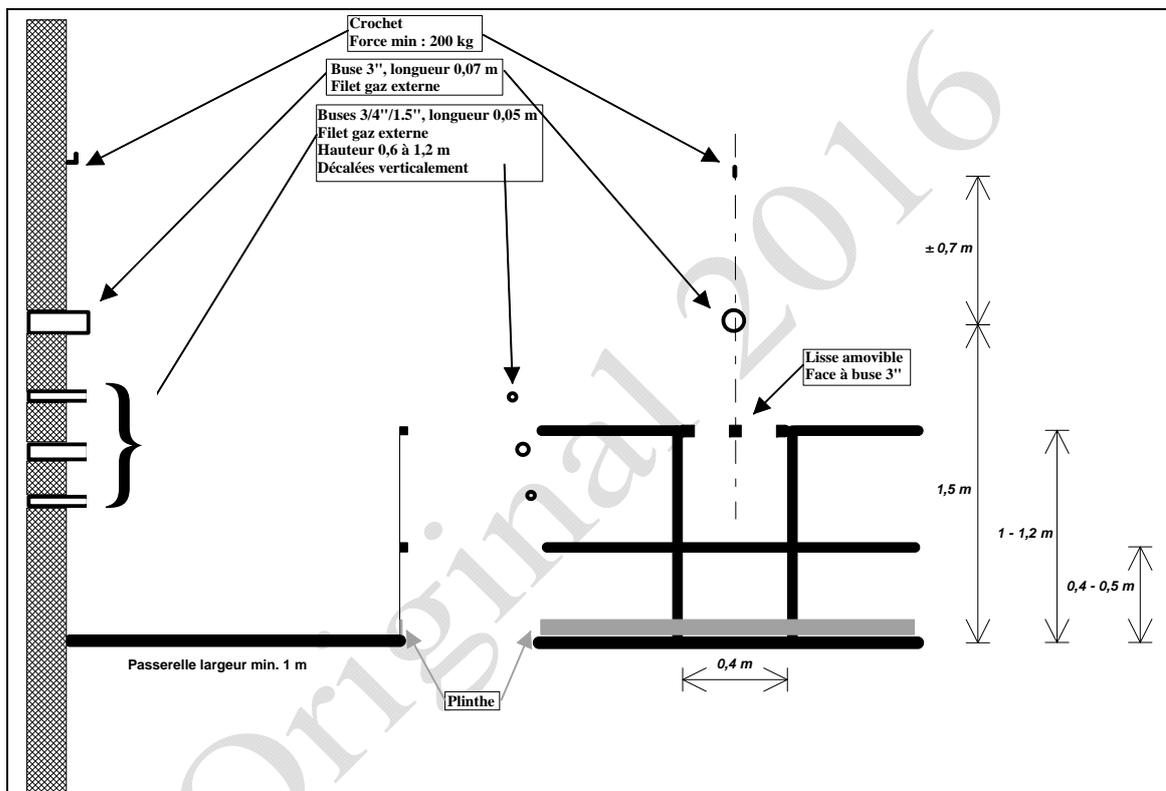


Figure 7 : schéma passerelle

8 Cas particuliers

8.1 Plusieurs conduits dans un seul fût

Dans ce type d'installation, le problème majeur rencontré est le manque de recul pour insérer la sonde et le matériel annexe dans le conduit du fait de la multiplication des conduits et de l'étroitesse du fût. Pour rappel, il faut au minimum un recul égal au diamètre du conduit + 1m.

De plus ce type d'installation ne possède en général qu'une seule passerelle intérieure.

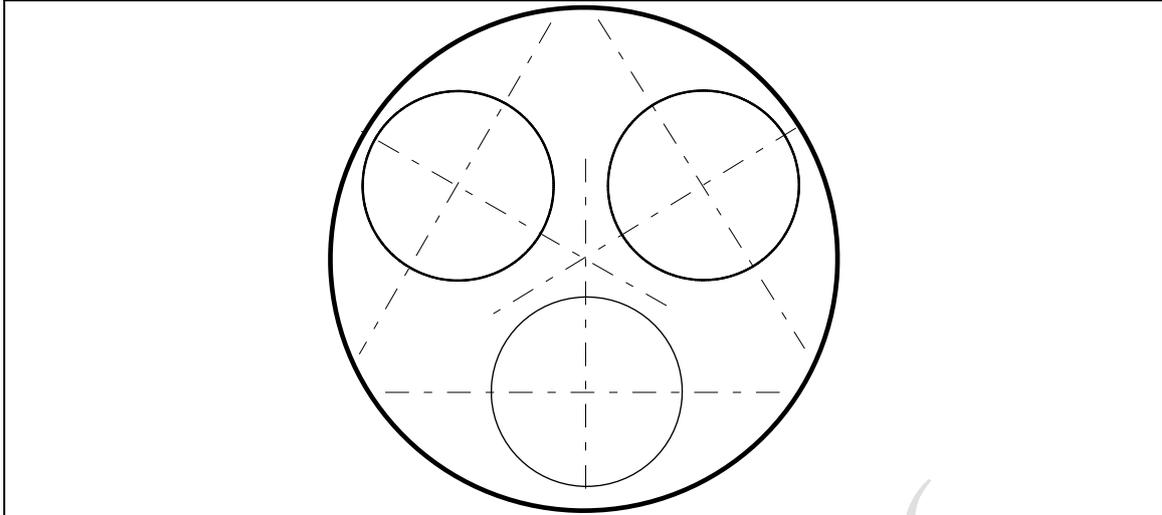


Figure 8 : conduits multiples

Dans cet exemple avec 3 conduits installés dans un fût unique, on constate qu'il n'est pas possible d'insérer le matériel de prélèvement dans le conduit : le recul disponible est inférieur au diamètre du conduit. La seule solution est d'avoir des "fenêtres" ou "trappes" pour permettre le passage du matériel ainsi qu'une passerelle extérieure au fût.

8.2 Les torchères des CET

Une torchère de CET est un cas particulier pour les mesures à l'émission. En effet, il n'y a pas de conduit canalisant les fumées : il arrive même que la flamme sorte de la torchère.

Il n'est donc pas possible de déterminer la concentration en poussières ni le débit (par mesure directe) sur une torchère. Il n'est pratiquement pas possible d'analyser d'autres paramètres tels les dioxines et furannes ou les métaux lourds et volatils.

9 Avertissement

Tous les aménagements et accès doivent respecter les consignes de sécurité et le Code du bien être au travail. Les techniciens réalisant les prélèvements doivent pouvoir travailler en toute sécurité sur les installations étudiées.

10 Références

NBN EN 15259: Qualité de l'air – Mesurage des émissions de sources fixes – Exigences relatives aux sections et aux sites de mesurage et relatives à l'objectif, au plan et au rapport de mesurage.

ISO/DIN 9096: Air Quality-Stationary source emission. Determination of concentration and mass flow rate of particulate material in gas ducts.

ISO 10780: Emissions des sources fixes- Mesurage de la vitesse et du débit-volume des courants gazeux dans des conduites.

EN 13284-1: Emissions de sources fixes – Détermination manuelle de la concentration en masse de poussières

EN 1948: Emissions de source fixes - Détermination de la concentration massique en PCDDs/PCDFs et PCB de type dioxine

EN 14385: Emissions de sources fixes – Détermination de l'émissions totale de As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Tl et V

EN 13211: Qualité de l'air – Emissions de sources fixes – Méthode manuelle de détermination de la concentration en mercure total.

EN 14789: Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration massique en oxygène (O₂) – Méthode de référence.

EN 15058: Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration massique en monoxyde de carbone (CO) – Méthode de référence : spectrométrie infrarouge non-dispersive.

NBN EN 14792: Émissions de sources fixes – Détermination de la concentration massique en oxydes d'azote (NO_x) – Méthode de référence : chimiluminescence.

EN 13526: Emission de sources fixes – Détermination de la concentration massique en carbone organique total à de fortes concentrations dans les effluents gazeux

EN 1911: Emissions de sources fixes – Détermination de la concentration massique des chlorures exprimés en HCl

ISO 15713: Emissions de sources fixes – Echantillonnage et détermination de la teneur en fluorure gazeux

NBN-X-44-002: Prélèvement de poussières dans une veine gazeuse et détermination de la teneur en poussières de gaz.

EPA Method 3A: Determination of oxygen and carbon dioxide concentrations in emissions from stationary sources.

EPA Method 6C: Determination of sulfur dioxide emissions from stationary sources (Instrumental analyzer procedure)

EPA Method 7E: Determination of nitrogen oxide emissions from stationary sources (Instrumental analyze procedure)

EPA Method 25A: Determination of total organic concentration using a flame ionization analyzer

EPA Method 108: Determination of particulate and gaseous arsenic emissions

EPA Method 101A: Determination of particulate and gaseous mercury emissions from sewage incinerators.

EPA Method 29: Determination of metal emission from stationary sources

EPA Method 23: Determination of Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans from Stationary Sources.

Original 2016

A-I-2V1 – AMENAGEMENT DES CONDUITS INDUSTRIELS POUR LES MESURES À L'EMISSION DES SOURCES FIXES	1
1 Objet	1
2 Domaine d'application	1
3 Remarque générale	1
4 Principe	1
4.1 Le problème des particules et autres aérosols	2
4.2 La mesure du débit	2
5 Exigences des normes	2
5.1 Choix du plan de mesure	2
5.2 Nombre minimum et emplacement des brides de prélèvement poussières	3
5.2.1 Découpage du plan de mesure	3
5.2.2 Conduit de section circulaire	3
5.2.3 Conduit de section rectangulaire	4
5.2.4 Taille et type de brides	4
5.2.5 Type de prélèvements	4
5.3 Autres brides	4
5.3.1 Remarques	5
5.4 Plateforme de travail	5
6 Aménagement du conduit	6
6.1 Le plan de mesure	6
6.2 Les brides de prélèvements	6
6.2.1 Brides poussières	6
6.2.2 Brides gaz	8
6.2.3 Conduits circulaires	8
6.2.4 Conduits rectangulaires	9
6.3 La plateforme de travail	9
6.3.1 Toit plat	9
6.3.2 Passerelle	9
6.3.3 Accès et sécurité	13
6.3.4 Absence de plateforme fixe	13
6.4 Divers	13
6.4.1 Puissance électrique	13
6.4.2 Eclairage	13
6.4.3 Eau de refroidissement	14
7 Schéma d'aménagement	14
8 Cas particuliers	14
8.1 Plusieurs conduits dans un seul fût	14
8.2 Les torchères des CET	15
9 Avertissement	15
10 Références	16