

RAPPORT D'ÉTUDE
N° -DRC-08-94457-16679A-

22/02/2009

**Guide d'élaboration d'un plan de gestion des
solvants – Révision n°1**

Guide d'élaboration d'un plan de gestion des solvants – Révision n°1

Client : MEEDDAT

Liste des personnes ayant participé à l'étude : S. COLLET

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Etant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.



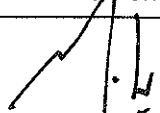
| | Rédaction | Vérification | Approbation |
|---------|---|---|---|
| NOM | Serge COLLET | Jean POULLEAU | Dominique GOMBERT |
| Qualité | Ingénieur unité « Sources et émissions » | Responsable de l'unité « Sources et émissions » | Directeur adjoint Direction des Risques Chroniques |
| Visa |  |  |  |

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| 1. PRESENTATION | 6 |
| 2. REVISION ET RECOMMANDATIONS | 6 |
| 3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE | 7 |
| 4. RAPPEL DE QUELQUES DEFINITIONS | 8 |
| 5. DESCRIPTION DU PLAN DE GESTION DES SOLVANTS | 9 |
| 5.1 Définition des installations concernées | 9 |
| 5.2 Définition des flux | 9 |
| 5.3 Plan de gestion simplifié et complet..... | 11 |
| 5.3.1 Quel plan de gestion mettre en œuvre ? | 11 |
| 5.3.2 Expression des résultats | 13 |
| 5.4 Réalisation d'un plan de gestion des solvants simplifié | 14 |
| 5.4.1 Cas des installations sans dispositif de traitement des rejets gazeux canalisés..... | 14 |
| 5.4.2 Cas des installations disposant d'un système de traitement des rejets gazeux canalisés | 20 |
| 5.5 Réalisation d'un plan de gestion des solvants complet..... | 20 |
| 5.5.1 Expression des résultats | 20 |
| 5.5.2 Informations nécessaires par flux..... | 21 |
| 6. INCERTITUDE SUR LES EMISSIONS TOTALES OU DIFFUSES | 25 |
| 7. CAS PARTICULIERS | 25 |
| 7.1 Cas des installations dont les émissions totales ou diffuses sont très faibles | 25 |
| 7.2 Cas des installations avec dégradation thermique ou transformation chimique des solvants sur le procédé..... | 26 |
| 7.3 Cas des installations où des mesures ne peuvent être effectuées en amont des systèmes d'épuration des rejets gazeux | 26 |
| 7.4 Méthodes alternatives permettant l'évaluation des émissions totales ou diffuses | 26 |
| 8. SIMPLIFICATIONS POSSIBLES..... | 27 |
| 8.1 Identification des points clefs..... | 27 |
| 8.2 Quels flux peuvent être négligés ou estimés | 27 |
| 8.3 Mesure de substitution..... | 28 |
| 9. LISTE DES ANNEXES..... | 28 |

1. PRESENTATION

Le plan de gestion des solvants (PGS) est un bilan matière entrée / sortie des solvants sur une installation. Il constitue un des éléments d'une politique de maîtrise et de réduction de la consommation et des émissions de solvants. D'un point de vue réglementaire, il a pour objectif d'évaluer les émissions totales (canalisées et diffuses) ou diffuses de composés organiques volatils (COV) de façon à vérifier le respect des valeurs limites d'émission.¹

Il doit également permettre à l'exploitant, par la connaissance des flux à l'intérieur de son installation, d'orienter les actions à mener afin de réduire la consommation et les émissions de solvants tout en minimisant les transferts de pollution.

L'objectif de ce guide est de faciliter sa mise en œuvre, en décrivant la méthode et les moyens à mettre en place, en explicitant les principales difficultés rencontrées lors de sa réalisation ainsi qu'en proposant les simplifications qu'il est possible d'apporter tout en conservant une incertitude acceptable.

Ce guide devrait permettre en outre d'obtenir des résultats comparables d'un site à un autre.

2. REVISION ET RECOMMANDATIONS

Cette révision du guide d'élaboration d'un plan de gestion des solvants a pour but de répondre aux différentes interrogations soulevées depuis sa mise en œuvre de façon à faciliter sa compréhension, sa réalisation et son exploitation.

Les principales interrogations soulevées portent sur les points suivants :

- les COV à prendre en compte : les COV qui sont transformés sur le procédé, tels que notamment les réactifs, les carburants, ne sont pas à prendre en compte lors de la réalisation d'un plan de gestion des solvants. Ils n'entrent pas dans la définition des solvants. Les solvants réutilisés en tant que combustible sont cependant bien à prendre en compte (cf. définition du paragraphe 4),
- la distinction entre les flux O3 (pertes de solvants dans les produits finis) et O7 (vente de préparations contenant des solvants) : les pertes de solvants dans les produits finis (O3) sont prises en compte dans la définition des émissions diffuses en tant qu'émissions retardées. Tous les solvants contenus dans les produits finis, notamment en tant que résidus ou impuretés, qui sont susceptibles à plus ou moins brève échéance de diffuser dans l'environnement seront comptabilisés dans O3 et pris en compte dans les émissions diffuses (F). Tous les solvants purs ou contenus dans des préparations telles que les peintures, encres, colles, vernis, etc. seront pris en compte dans O7,
- l'incertitude associée aux émissions diffuses : le plan de gestion des solvants ne permet pas de quantifier précisément de faibles émissions diffuses. D'autres méthodes telles que la modélisation ou la mesure directe, seront alors plus adaptées,

¹ Rappelons par ailleurs que le respect des valeurs limites d'émissions canalisées doit être vérifié par la réalisation d'une mesure directe de ces rejets.

- la comparaison avec les valeurs limites d'émission : les émissions totales dans l'environnement (O1 + F) et les émissions diffuses dans l'environnement (F) sont comparées aux valeurs limites d'émissions correspondantes. Les émissions totales dans l'air (O1 + O4) et les émissions dans l'air non captées (O4) ne sont donc pas strictement comparables aux VLE correspondantes sauf si les pertes dans les eaux (O2), les émissions retardées (O3) et les pertes dans les sols (O9) sont nulles,
- le périmètre de réalisation du plan de gestion des solvants : le plan de gestion des solvants doit permettre à l'exploitant d'identifier les postes sur lesquels la consommation ou les émissions de solvants peuvent être réduites. A ce titre, il peut être pertinent de réaliser un plan de gestion des solvants sur des périmètres plus restreints (par unité ou par machine par exemple) que celui exigé réglementairement qui porte sur l'ensemble de l'installation. Les guides SME (schéma de maîtrise des émissions) pourront, à ce titre, utilement aider l'exploitant dans sa réflexion.

Les différents points de clarification abordés ci-dessus doivent permettre d'améliorer la fiabilité du plan de gestion, de mieux connaître ses limites et de faciliter la comparaison des résultats obtenus avec les valeurs limites réglementaires.

3. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

La demande de réalisation d'un plan de gestion des solvants est inscrite dans la directive européenne 1999/13/CE du 11 mars 1999 sur la limitation des émissions de COV liées à l'utilisation des solvants. Cette demande a été transposée en droit français par les textes réglementaires nationaux et notamment l'arrêté du 29 mai 2000 qui porte modification à l'arrêté du 2 février 1998. L'article 28.1 de cet arrêté impose la réalisation d'un plan de gestion de solvants à tout exploitant d'une installation consommant plus d'une tonne de solvants par an. Ce plan est tenu à la disposition de l'inspection des installations classées. Si la consommation annuelle est supérieure à 30 tonnes par an, l'exploitant transmet annuellement à l'inspection des installations classées le PGS et l'informe de ses actions visant à réduire la consommation de solvants.

Le PGS s'inscrit dans le cadre de l'autosurveillance. Il permet d'évaluer les émissions totales ou diffuses d'une installation et de les comparer aux valeurs limites de rejets correspondantes. Il s'agit bien ici d'une évaluation, ces flux ne faisant pas l'objet d'une mesure directe.

Par ailleurs, rappelons que le PGS ne se substitue pas à la surveillance des rejets canalisés des composés les plus nocifs (substances à phrase de risques R45, R46, R49, R60, R61 et halogénés étiquetées R40² ou figurant en annexes III et IV de l'arrêté du 2 février 1998) qui doivent être identifiés et quantifiés individuellement.

² L'étiquetage des substances et préparations chimiques dangereuses est défini dans l'arrêté du 20 avril 1994. La nature des risques associés aux phrases de risques cités ci-dessus est mentionnée en annexe n°1.

En dehors de cet aspect lié à la connaissance des rejets et au respect des limites imposées, la source d'information que constitue le PGS est à la fois un facteur de responsabilisation et un outil de gestion et de décision pour l'exploitant.

4. RAPPEL DE QUELQUES DEFINITIONS

Ce paragraphe rappelle quelques définitions de l'arrêté du 29 mai 2000 :

- on entend par « **composé organique volatil** » (COV), tout composé organique, à l'exclusion du méthane, ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293.15K ou ayant une volatilité correspondante dans des conditions d'utilisation particulières,
- on entend par « **solvant organique** », tout COV utilisé seul ou en association avec d'autres agents, sans subir de modification chimique, pour dissoudre des matières premières, des produits ou des déchets, ou utilisé comme dissolvant, dispersant, correcteur de viscosité, correcteur de tension superficielle, plastifiant ou agent protecteur,
- on entend par « **consommation de solvants organiques** », la quantité totale de solvants organiques achetée et utilisée dans une installation sur une période de douze mois, diminuée de la quantité de COV récupérée et destinée à être régénérée en externe en vue de leur réutilisation. On entend par « **réutilisation** », l'utilisation à des fins techniques et commerciales, y compris en tant que combustible, de solvants organiques récupérés dans une installation. N'entrent pas dans la définition de réutilisation, les solvants organiques récupérés qui sont évacués définitivement comme déchets,
- on entend par « **utilisation de solvants organiques** », la quantité de solvants organiques, à l'état pur ou dans les préparations, qui est utilisée dans l'exercice d'une activité, y compris les solvants recyclés à l'intérieur de l'installation, qui sont comptés chaque fois qu'ils sont utilisés pour l'exercice de l'activité,
- on entend par « **émission diffuse de COV** », toute émission de COV dans l'air, le sol et l'eau, qui n'a pas lieu sous la forme d'émissions canalisées. Cette définition couvre, sauf spécification contraire, les émissions retardées dues aux solvants contenus dans les produits finis.

D'après la directive européenne 1999/13/CE du 11 mars 1999, on entend par « **émission canalisée ou gaz résiduaire** », le rejet gazeux final contenant des composés organiques volatils ou d'autres polluants et rejeté dans l'air par une cheminée ou toutes autres canalisations.

Dans le cas de la mise en place d'un PGS, afin de mieux différencier les émissions canalisées des émissions diffuses, les définitions proposées par le groupe d'experts français au Groupe de Travail 17 de la Commission Européenne de Normalisation (CEN TC 264) pourront être retenues³ :

- **émissions canalisées** : tout rejet dans l'atmosphère à l'aide de toute sorte de conduite dont le diamètre équivalent est inférieur à sa longueur,
- **émissions diffuses** : émissions résultant d'un contact direct de gaz ou particules avec l'atmosphère dans les conditions opératoires normales.

³ Ces définitions ne sont pas totalement figées à l'heure actuelle.

Les termes diffus et fugitifs sont parfois utilisés sans distinction. Cependant, les experts français participant à cette commission différencient ces termes : les émissions fugitives n'étant plus qu'une partie des émissions diffuses correspondant aux pertes progressives d'étanchéité des équipements (fuites).

5. DESCRIPTION DU PLAN DE GESTION DES SOLVANTS

5.1 DEFINITION DES INSTALLATIONS CONCERNEES

Le plan de gestion des solvants concerne les installations au sens de l'article L.511-2 du code de l'environnement consommant plus d'une tonne de solvants par an. Il concerne en particulier les activités visées aux paragraphes 19° à 36° de l'article 30 de l'arrêté du 2 février 1998.

Suivant la nature de l'activité il est donc possible de trouver plusieurs installations par site.

Le plan de gestion des solvants est établi pour chaque installation afin de rationaliser la consommation de solvants et de vérifier les valeurs limites d'émissions totales ou diffuses de celle-ci. Dans le cas où l'exploitant a recours au schéma de maîtrise des émissions (SME), il peut être mis en œuvre sur l'ensemble d'un site. Dans ce dernier cas, il sert à vérifier si l'émission annuelle cible (EAC) est respectée.

5.2 DEFINITION DES FLUX

Les entrées et les sorties de solvants sur une installation sont définies de la façon suivante :

I1 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations achetées et utilisées sur l'installation durant la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants. Ces quantités peuvent être comptabilisées au moyen d'un suivi de la consommation de solvants de l'installation ou d'un suivi des quantités livrées et des variations de stock entre le début et la fin de la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants,

I2 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations récupérées et réutilisées à l'entrée de l'unité. Ces solvants proviennent d'une régénération interne à l'installation. La recirculation des solvants par distillation, condensation ou tout autre procédé, à l'intérieur d'une unité ou d'une machine entre dans la définition de ce flux. Le solvant recyclé est compté chaque fois qu'il est utilisé pour exercer l'activité. Ce flux déterminé pour quantifier les quantités de solvants utilisés ($I = I1 + I2$), n'entre pas dans l'équation du bilan matière (équation 1),

O1 : rejets canalisés à l'atmosphère. Les rejets des systèmes de ventilation ou d'aération, sans conduit d'extraction, des bâtiments sont comptabilisés dans O4. Les rejets canalisés abattus par un dispositif de traitement sont comptabilisés dans O5,

O2 : pertes de solvants organiques dans les eaux rejetées par l'installation. Les solvants présents dans les eaux en sortie de procédé, évaporés ou perdus en station d'épuration ou lors de leurs transferts (fuites des équipements), sont comptabilisés dans O4. Les solvants abattus en station d'épuration au moyen d'un traitement physique ou biologique, sont comptabilisés dans O5. Si l'installation dispose d'une station d'épuration des eaux, O2 correspond à la quantité de solvants contenus dans les eaux rejetées dans le milieu naturel par celle-ci,

O3 : quantités de solvants organiques présentes dans le produit fini sous forme d'impureté ou de résidu. Ces quantités peuvent être extrêmement variables d'un procédé à un autre,

O4 : émissions non captées de solvants dans l'air. Il s'agit de toutes les émissions qui ont échappé à tous les systèmes de collecte (émissions diffuses) ou qui s'échappent de ces systèmes (fuites des équipements). Cela comprend par exemple la ventilation générale des locaux qui s'accompagne d'un rejet d'air dans l'environnement extérieur par les portes, les fenêtres, les aérateurs ou tout autre ouverture similaire sous réserve que ces rejets ne soient pas canalisés, les émissions surfaciques liées à un renversement accidentel de solvant ou à l'évaporation des solvants en station d'épuration des eaux,

O5 : pertes de solvants organiques par réactions chimiques⁴ ou physiques sur le procédé ou sur les systèmes de traitement des effluents gazeux et aqueux,

O6 : solvants contenus dans les déchets collectés,

O7 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants (peintures, encres, colles, etc.) qui sont vendus ou sont destinés à la vente en tant que produits ayant une valeur commerciale,

O8 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants récupérés en vue d'une réutilisation ultérieure à l'entrée de l'unité ou d'une autre unité. Il s'agit de la quantité de solvants usés produite durant la période de mise en place du plan de gestion destinés à être régénérés en externe. Lors d'une réutilisation ultérieure à l'entrée d'une unité, ces solvants sont comptabilisés dans I1,

O9 : solvants organiques libérés d'une autre manière.

L'équation du bilan matière est la suivante :

$$I1 = O1 + O2 + O3 + O4 + O5 + O6 + O7 + O8 + O9 \quad (1)$$

N.B. : les solvants récupérés et réutilisés (I2) sur l'installation n'entrent ni ne sortent de l'installation. I2 n'intervient donc pas dans cette équation.

Par convention, la consommation de solvants (C), la quantité de solvants utilisée (I), les émissions totales et diffuses de l'installation sont déterminées à l'aide des équations suivantes :

$$C = I1 - O8, \quad (2)$$

$$I = I1 + I2, \quad (3)$$

⁴ On entend par réactions chimiques sur le procédé la quantité de COV consommée lors d'une réaction chimique intervenant au cours du procédé de fabrication (exemple du secteur de la chimie fine pharmaceutique). Dans ce cas, les COV consommés ne sont pas à proprement parler des solvants, mais des COV réactifs qui sont parfois comptabilisés avec les solvants, surtout si ce sont les mêmes produits. Dans ce cas, on peut tenir compte dans O5 de cette « dégradation » de COV.

$$\begin{aligned} \text{Emissions totales} &= I1 - O5 - O6 - O7 - O8 & (4) \\ &= O1 + O2 + O3 + O4 + O9 & (5) \\ \text{Emissions diffuses} &= I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8 & (6) \\ &= O2 + O3 + O4 + O9 & (7) \end{aligned}$$

Les valeurs limites sur les émissions diffuses sont exprimées en pourcentage de la quantité de solvants utilisée sur l'installation (I).

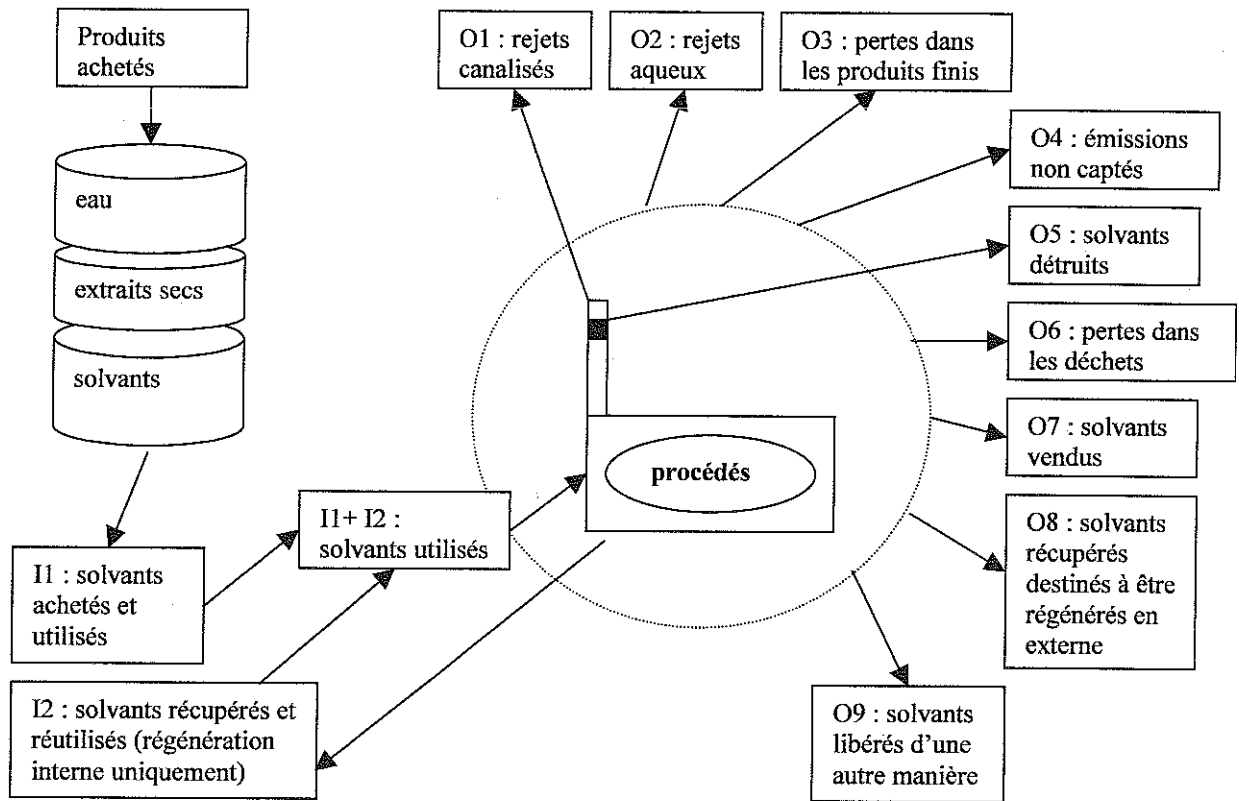


Schéma d'une installation

5.3 PLAN DE GESTION SIMPLIFIÉ ET COMPLET

5.3.1 QUEL PLAN DE GESTION METTRE EN ŒUVRE ?

En fonction des valeurs limites fixées dans son arrêté préfectoral, l'exploitant mettra en œuvre soit un plan de gestion des solvants simplifié, soit un plan de gestion des solvants complet.

Le plan de gestion des solvants simplifié (détaillé au paragraphe 5.4.) consiste à réaliser un bilan matière entrée / sortie des solvants de l'installation sans mesurer les rejets gazeux à l'atmosphère, donc sans distinction entre les rejets gazeux canalisés et les rejets diffus. Il permet donc de déterminer les émissions totales selon l'équation 4.

Le plan de gestion des solvants complet (détaillé au paragraphe 5.5.) nécessite de réaliser des mesures des rejets gazeux canalisés à l'atmosphère afin de déterminer les émissions diffuses au moyen de l'équation 6.

L'arrêté du 2 février 1998 fixe suivant les secteurs industriels :

- soit des valeurs limites d'émission totale comprenant les rejets canalisés et diffus, exprimées en terme de facteurs d'émission (par exemple dans le secteur de la fabrication de bois et de plastiques stratifiés, le total des émissions de COV est inférieur ou égal à 30 g/m²). Dans ce cas, l'exploitant est tenu de mettre en œuvre un PGS simplifié,
- soit des valeurs limites d'émission sur les rejets canalisés et sur les rejets diffus, cette dernière valeur étant exprimée en pourcentage de la quantité de solvants utilisée annuellement (par exemple dans le secteur de l'application de revêtement adhésif sur support quelconque, le flux annuel des émissions diffuses ne doit pas dépasser 25% de la quantité de solvants utilisée). Dans ce cas, l'exploitant est tenu de mettre en œuvre un PGS complet.

Les secteurs disposant de valeurs limites d'émissions totales mettent donc en œuvre un PGS simplifié. Il s'agit de :

- la fabrication de bois et de plastiques stratifiés (paragraphe 26° de l'article 30 de l'arrêté du 2 février 1998),
- la fabrication de chaussures (paragraphe 27°),
- le nettoyage à sec (paragraphe 28°),
- le revêtement sur fil de bobinage (paragraphe 29°),
- le revêtement sur véhicules (paragraphe 33°),
- l'extraction d'huiles végétales et de graisses animales et les activités de raffinage d'huile végétale (paragraphe 34°),
- le travail du cuir (paragraphe 35°),
- et les installations des autres secteurs ayant retenu l'approche SME ou dont les émissions totales sont inférieures à la valeur limite d'émissions diffuses.

Rappelons que dans le cas où l'exploitant a retenu l'approche SME, il s'engage à respecter un niveau d'émission annuelle cible (EAC) correspondant à des émissions totales. L'outil permettant de démontrer à l'administration que les engagements pris à ce titre sont bien respectés est le plan de gestion des solvants simplifié.

Les secteurs disposant de valeurs limites d'émissions diffuses et canalisés mettent en œuvre un PGS complet. Il s'agit de :

- l'imprimerie (paragraphe 19° de l'article 30 de l'arrêté du 2 février 1998),
- l'application de revêtement adhésif sur support quelconque (paragraphe 20°),
- l'application de revêtement sur un support en bois et mise en œuvre d'un produit de préservation du bois et matériaux dérivés (paragraphe 21°),
- l'application de revêtement, notamment sur support métal, plastique, textile, carton, papier (paragraphe 22°),
- la fabrication de préparations, revêtements, vernis, encres et colles (paragraphe 23°),
- l'emploi ou réemploi de caoutchouc (paragraphe 24°),
- l'utilisation de solvants dans la chimie fine pharmaceutique y compris la galénique (paragraphe 25°),
- le laquage en continu (paragraphe 30°),

- les ateliers de réparation et d'entretien de véhicules et d'engins à moteur (paragraphe 31°),
- le nettoyage de surfaces (paragraphe 36°).

5.3.2 EXPRESSION DES RESULTATS

Le plan de gestion des solvants est un bilan matière établi sur une période de 12 mois consécutifs en kilogramme ou en tonne de solvant.

Toutes les données exprimées dans une autre unité nécessitent d'être converties avant d'être injectées dans les calculs.

Parmi ces données, citons, les résultats des mesures des rejets canalisés à l'atmosphère (flux O1) obtenus au moyen de la méthode normalisée⁵ et exprimés en équivalent carbone. Afin d'exprimer ces résultats en masse de solvant, il est nécessaire de disposer :

- des facteurs de réponse des solvants sur l'analyseur employé pour mesurer la concentration en COV,
- et de la composition en solvants des effluents rejetés à l'atmosphère; cette dernière est obtenue à partir de la composition des différents flux entrants et sortants de l'installation (cf. en annexe n°3 le paragraphe A3.1.2.4.).

La réalisation de mesure des rejets gazeux canalisés impose donc de collecter l'ensemble des données par solvant, en distinguant la nature des solvants employés. Pour cette raison, le plan de gestion des solvants complet consiste en un bilan massique solvant par solvant, donc exprimé en « solvant individuel ».

Dans quelques cas, notamment en présence d'un monosolvant dans les effluents gazeux, ou encore, lorsque des méthodes de mesures spécifiques des composés organiques sont utilisées, les résultats des mesures des rejets gazeux canalisés peuvent être exprimés directement en flux massique de solvant et les données du plan de gestion des solvants complet exprimées en « solvant total » (sans distinction de la nature des solvants employés).

Le plan de gestion des solvants simplifié dont la réalisation ne nécessite pas d'effectuer de mesure des effluents gazeux rejetés à l'atmosphère, sera établi globalement pour l'ensemble des solvants et donc exprimé en solvant total. Toutefois, si un système de traitement des solvants contenus dans les effluents gazeux est en service, une mesure sera nécessaire afin de déterminer les quantités de solvants abattus par ce dispositif, le plan de gestion des solvants simplifié réalisé devra alors être établi en solvant individuel afin de transformer les résultats de mesure à l'émission, initialement exprimés en équivalent carbone, en flux massique de solvants.

D'autres données tels que les résultats des mesures des rejets canalisés dans les eaux sont également susceptibles d'être exprimés dans d'autres unités. Des mesures de demande chimique en oxygène, d'hydrocarbures totaux ou de carbone organique total étant souvent mises en œuvre dans le cadre de l'autosurveillance, une corrélation avec la teneur en solvants sera alors recherchée.

⁵ NF X 43-554 qui remplacera en 2009 les trois normes suivantes : NF X 43-301, NF EN 12619 et NF EN 13526. Pour plus d'informations on se reportera utilement à l'annexe n°3.

5.4 REALISATION D'UN PLAN DE GESTION DES SOLVANTS SIMPLIFIE

5.4.1 CAS DES INSTALLATIONS SANS DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES REJETS GAZEUX CANALISEES

5.4.1.1 EXPRESSION DES RESULTATS

Ce plan de gestion sera établi en kg ou tonne de solvant total.

Il nécessite de connaître :

- les quantités de solvants à l'entrée et à la sortie de l'installation,
- le pourcentage de solvants dans ces entrées et ces sorties, sans distinguer la nature des solvants présents dans ces flux, sauf si des substances à phrase de risques R40, R45, R46, R49, R60, R61 ou figurant en annexes III et IV de l'arrêté du 2 février 1998 sont employées ; celles-ci devront alors être quantifiées individuellement.

5.4.1.2 FLUX A DETERMINER

Dans ce cas, le PGS simplifié nécessite de calculer C, I et les émissions totales à l'aide des équations (2), (3) et (4) :

$$\text{Emissions totales} = I1 - O5 - O6 - O7 - O8 \quad (4)$$

O5 relatif aux rejets gazeux étant nul, les flux nécessaires pour ces calculs sont : I1, I2, O5 relatif aux rejets aqueux, O6, O7 et O8.

5.4.1.3 INFORMATIONS NECESSAIRES PAR FLUX

Les flux de solvants entrants :

I1 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations achetées et utilisées sur l'installation

Détermination des quantités consommées :

Deux approches peuvent être retenues afin d'estimer ces quantités :

- un suivi des quantités de solvants consommées durant la période de mise en place du plan de gestion des solvants,
- ou un suivi des quantités livrées et des variations de stocks entre le début et la fin de la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants. Les variations de stock sont déterminées en effectuant deux relevés, l'un au début, l'autre à la fin de la période de mise en place du plan de gestion des solvants. Elles sont calculées par différence entre l'état final et l'état initial. Elles peuvent donc être comptabilisées positivement ou négativement.

La première approche est a priori simple à mener si l'exploitant dispose d'un moyen de mesure de sa consommation (compteur volumétrique, débitmètre, etc.). Il disposera en général de cette information s'il facture à son client les solvants ou préparations contenant des solvants qu'il a utilisés pour effectuer le produit commandé ou si le produit fabriqué nécessite un dosage précis des solvants employés d'un point de vue technique ou économique. Il est alors possible d'imaginer la mise en place, s'il n'existe pas déjà, d'un système de collecte de ces informations.

La seconde approche permet d'utiliser les informations administratives existantes en les enrichissant avec celles fournies par l'inventaire annuel des stocks. Les quantités achetées et livrées sont généralement bien connues. Les quantités stockées sont moins bien maîtrisées notamment à un instant donné. Il sera alors nécessaire de faire coïncider l'inventaire annuel des stocks avec le début et la fin de la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants. Du fait du faible enjeu technique et économique, même lors de cet inventaire, l'incertitude sur les volumes stockés peut être élevée, les techniques employées étant sommaires : pigeage des cuves ou simple comptage sans volumage de bidons partiellement employés par exemple. Cette incertitude jouera toutefois peu sur l'incertitude du plan de gestion des solvants, les volumes stockés étant habituellement faibles par rapport aux volumes consommés.

Si les variations de stocks entre le début et la fin de la période de mise en place du PGS sont faibles, inférieures à 1% des quantités de solvants consommées, elles pourront être négligées. Elles devront toutefois être surveillées, notamment si les stocks mettent en jeu des quantités importantes de solvants de façon à prendre en compte des événements exceptionnels qui pourraient se produire et perturber les résultats du bilan tel que le remplacement de produits solvantés par des produits à base aqueuse.

Enfin, étant donné que les variations de stock entre le début et la fin de la mise en place du plan de gestion des solvants sont à relever sur l'ensemble des stocks de solvants ou produits contenant des solvants sur l'installation, il sera intéressant pour un produit donné, d'avoir un nombre limité d'endroits de stockage afin de ne pas multiplier le nombre de relevés à effectuer.

La première approche consistant en une mesure directe, en général plus précise, sera privilégiée.

Détermination de la composition en solvants des matières premières consommées :

Pour la réalisation d'un plan de gestion simplifié, l'exploitant pourra soit demander auprès de ses fournisseurs le pourcentage de solvants ou l'extrait sec et la teneur en eau si nécessaire de toutes ses matières premières, soit les déterminer lui-même.

La première approche étant de loin la plus simple, elle sera privilégiée. Ces informations sont disponibles pour les produits purs, les producteurs garantissant la pureté des solvants vendus. En ce qui concerne les préparations contenant des solvants, les fournisseurs sont habituellement plus réticents à communiquer cette donnée. Toutefois, la demande ne portant que sur la teneur en solvant total, la connaissance de la nature des composés présents n'étant pas requise (sauf si des substances à phrase de risques R40, R45, R46, R49, R60, R61 ou figurant en annexes III et IV de l'arrêté du 2 février 1998 sont employées), elle devrait pouvoir être satisfaite sans difficulté. Si une information détaillée par solvant est communiquée par le fournisseur, l'exploitant sommerait l'ensemble des solvants contenus dans chacune de ses préparations.

La seconde approche, qui consiste à déterminer par analyse le pourcentage de solvant ou l'extrait sec peut être longue et coûteuse si le nombre d'échantillons à analyser est important. Elle peut toutefois s'avérer utile dans un second temps pour valider quelques données.

En ce qui concerne l'extrait sec des produits comprenant une part de solvants et une part d'eau, la teneur en eau devra être ajoutée à l'extrait sec du produit afin d'obtenir la teneur en solvants.

I2 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations récupérées et réutilisées à l'entrée de l'unité

La quantification du flux I2 n'est pas nécessaire pour déterminer les émissions totales d'une installation, ce flux n'entrant pas en jeu dans l'équation 4, mais sera utile pour déterminer la quantité de solvants utilisée (I).

Afin de déterminer les quantités recyclées, un suivi de la consommation de chaque produit recyclé durant la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants est nécessaire. Ces quantités seront comptabilisées à la sortie du procédé de régénération. Les émissions canalisées et les déchets produits par cette unité seront comptabilisés dans les flux O1 et O6. La recirculation des solvants à l'intérieur d'une unité ou d'une machine pourra être comptabilisée connaissant le débit de solvants recyclés obtenu à partir des caractéristiques de l'unité ou de la machine.

Le recyclage de solvants ou de préparations contenant des solvants nécessite en général que les caractéristiques des produits recyclés soient similaires à ceux des produits neufs. Or, la composition en solvants des produits recyclés n'est pas toujours bien connue. Elle sera également mal connue dans d'autres cas tel que le recyclage des solvants en mélange pour une utilisation dans des procédés annexes à la fabrication (unité de lavage par exemple). La composition en solvants de ce flux sera donc obtenue en général par une détermination périodique de l'extrait sec. Une analyse directe des solvants ne s'avère pas nécessaire mais peut être utile pour confirmer un résultat.

Les flux de solvants sortants :

O1 : rejets canalisés à l'atmosphère

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion simplifié, la mesure des rejets canalisés n'est pas nécessaire (équation 4).

O2 : pertes de solvants organiques dans les eaux rejetées par l'installation

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion simplifié, la mesure des rejets dans les eaux n'est pas nécessaire (équation 4).

Toutefois, la quantification de ce flux s'avéra utile, pour :

- la détermination des solvants abattus par un système de traitement des eaux par exemple (cf. paragraphe sur le flux O5),
- la vérification à la conformité des valeurs limites des rejets fixées dans le cadre de l'autosurveillance (généralement lorsque les flux de polluants sont importants).

L'exploitant aura alors recours à des mesures de débit et de concentration en polluants.

En ce qui concerne la détermination des concentrations, diverses mesures périodiques (la prise d'échantillon pouvant être répétée périodiquement ou asservie au débit de l'effluent aqueux) peuvent être mises en œuvre telles que :

- la mesure de la demande chimique en oxygène (DCO - exprimée en mg d'équivalent oxygène/l) qui permet le dosage de la plupart des matières organiques à l'exception des plus volatiles ou des peu oxydables mais qui prend également en compte certains réducteurs minéraux,
- la mesure du carbone organique total (COT - exprimée en mg équivalent carbone organique total/l) qui permet le dosage de la plupart des matières organiques dissoutes, en suspension et en émulsion,
- la mesure des hydrocarbures totaux (exprimée en mg/l) qui permet le dosage des hydrocarbures lourds (comprenant de 10 à 40 atomes de carbone environ). Cette méthode consiste à extraire ces composés au moyen d'un solvant et à les doser par chromatographie en phase gazeuse,
- la mesure des benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX - exprimée en mg/l) qui permet également le dosage de solvants légers. Cette méthode consiste à doser par chromatographie en phase gazeuse l'espace de tête d'un échantillon en équilibre gaz/liquide.

Parmi ces techniques, les deux dernières permettent de quantifier par espèce chimique les solvants présents dans les eaux. Elles seront employées afin d'établir une corrélation entre la méthode de mesure mise en œuvre dans le cadre de l'autosurveillance (DCO en général) et la teneur en solvants de l'effluent.

La périodicité d'échantillonnage sera ajustée en fonction de l'importance de ce flux et de la variabilité des résultats obtenus.

Par ailleurs, les échantillons prélevés doivent représenter au mieux les rejets annuels de l'installation et donc prendre en compte d'éventuelles fluctuations liées à un dysfonctionnement du procédé ou de la station d'épuration par exemple.

O3 : quantités de solvants organiques présentes dans le produit fini

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion simplifié, la mesure des pertes de solvants dans les produits finis n'est pas nécessaire (équation 4).

Pour les secteurs visés par le plan de gestion simplifié, les quantités de solvants présentes dans les produits finis seront faibles voire très faibles. Dans bon nombre de cas, ce flux pourrait représenter moins de 1% des quantités de solvants consommés. Sans information sur les quantités de solvants restant dans le produit fini, celles-ci feront l'objet de mesures afin d'être estimées.

O4 : émissions non captées de solvants dans l'air

Sans objet : dans le cas d'un plan de gestion simplifié, aucune distinction n'est faite entre les rejets gazeux canalisés et les émissions diffuses.

O5 : pertes de solvants organiques par réactions chimiques ou physiques sur le procédé ou sur les systèmes de traitement des effluents gazeux et aqueux

Cas des effluents gazeux :

Sans objet : ce chapitre porte uniquement sur les installations sans dispositif de traitement des rejets gazeux.

Cas des effluents aqueux :

Certains traitements (biologiques) ou techniques (stripage, colonne d'abattage) permettent de récupérer ou d'abattre les solvants présents dans les effluents aqueux.

Le flux de solvants abattus en station d'épuration (O5) est déterminé en réalisant un bilan massique amont/aval du dispositif de traitement qui prendra en compte les solvants entrants, les solvants rejetés dans les eaux, les solvants perdus dans les déchets (eaux de lavage, boues, déchets provenant de l'unité de déshuilage, etc.) comptabilisés dans le flux O6 et les rejets diffus de solvants comptabilisés dans le flux O4 (par exemple émissions au-dessus des bassins de traitement).

Les flux de solvants entrant et sortant de la station d'épuration seront déterminés à l'aide des mesures citées précédemment (cf. flux O2 : pertes de solvants dans les eaux). Les boues et autres déchets provenant de l'unité de déshuilage par exemple, feront l'objet d'un échantillonnage suivi de mesures de l'extrait sec et de la teneur en eau. La part de solvants émise à l'atmosphère de façon diffuse par les bassins pourra être déterminée au moyen d'une méthode de mesure des émissions surfaciques (mise en place d'un caisson étanche permettant de déterminer le flux de solvants émis par unité de surface par exemple) qui devra être mise en œuvre périodiquement sur le site afin de prendre en compte l'hétérogénéité des émissions dans l'espace et leurs fluctuations dans le temps.

Notons que compte tenu des coûts de telles mesures, celles-ci ne seront effectuées que si le flux abattu est relativement important. Cette approche ne sera donc justifiée que si un traitement spécifique des COV est employé. Elle ne sera pas menée par exemple pour une station d'épuration des eaux physico-chimique classique où la totalité du flux entrant sera considéré comme des émissions diffuses dans l'eau ou dans l'air.

O6 : solvants contenus dans les déchets collectés

Les quantités de déchets contenant des solvants évacuées à l'extérieur du site par des sociétés spécialisés sont bien connues, le coût de leur destruction étant fonction du tonnage évacué et des caractéristiques de ces déchets.

Ces sociétés devraient également pouvoir fournir la part de solvant contenue dans les déchets. A défaut d'information, l'exploitant réalisera un échantillonnage régulier de ces déchets afin de déterminer leurs teneurs en eau et leurs extraits secs. Afin de minimiser le nombre d'échantillons à prélever, il est souhaitable de limiter le nombre de récipients de stockage et d'uniformiser la collecte des déchets tout en veillant à ne pas rendre les échantillons hétérogènes et donc difficile à échantillonner. Pour cela il est recommandé de ne pas mélanger les différents types de déchets.

O7 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants vendus

La nature et les quantités de solvants contenus dans les préparations sont en général bien connues, qu'ils s'agissent de préparations conditionnées sur l'installation ou de préparations conditionnées à l'extérieur du site (produits achetés en excès par exemple). Si ce n'est pas le cas, une détermination de l'extrait sec sera alors nécessaire.

O8 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants récupérés en vue d'une réutilisation ultérieure à l'entrée de l'unité ou d'une autre unité (solvants destinés à être régénérés en externe)

Les quantités de solvants ou produits contenant des solvants destinés à être régénérés en externe sont généralement bien connues. Si tel n'était pas le cas, la mise en place d'une méthode de quantification de ces solvants ne devrait pas poser problème a priori.

La composition en solvants de ces produits est généralement déterminée par analyse par la société qui les régénère.

O9 : solvants organiques libérés d'une autre manière

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion simplifié, la mesure des solvants organiques libérés d'une autre manière n'est pas nécessaire (équation 4).

5.4.1.4 RAPPEL DES INFORMATIONS NECESSAIRES

Suivant les cas, certaines données pourront être collectées ou mesurées. Les incertitudes de l'ensemble de ces flux seront évaluées.

Pour la réalisation d'un plan de gestion simplifié sur une installation sans dispositif de traitement des rejets gazeux, la composition en solvant total des différents flux est suffisante.

| Flux | Données à collecter | Données à mesurer |
|--|--------------------------|---|
| I1 (solvants achetés et utilisés) | quantité et composition | |
| I2 (réutilisation - régénération interne uniquement) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O1 (rejets à l'atmosphère) | non | |
| O2 (rejets aqueux) | non sauf cas particulier | |
| O3 (produits finis) | non sauf cas particulier | |
| O4 (rejets diffus) | non | |
| O5 (rejets aqueux abattus uniquement) | | oui, données à mesurer variables suivant le procédé d'abattage mis en œuvre |
| O6 (déchets) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O7 (vente) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O8 (régénération externe) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O9 | non | |

5.4.2 CAS DES INSTALLATIONS DISPOSANT D'UN SYSTEME DE TRAITEMENT DES REJETS GAZEUX CANALISES

La détermination des rejets gazeux canalisés abattus par un dispositif de traitement (flux O5) nécessite d'effectuer des mesures à l'émission en sortie du procédé ou en amont du dispositif d'épuration. La méthodologie décrite pour réaliser un plan de gestion des solvants complet sans la détermination des rejets canalisés émis à l'atmosphère (flux O1), sera employée.

On se reportera donc utilement au paragraphe suivant.

5.5 REALISATION D'UN PLAN DE GESTION DES SOLVANTS COMPLET

5.5.1 EXPRESSION DES RESULTATS

Ce plan de gestion sera établi en kg ou tonne de solvant individuel.

En supplément du plan de gestion simplifié, le plan de gestion complet nécessite notamment de réaliser des mesures des rejets gazeux canalisés.

Les résultats de ces mesures, exprimés en équivalent carbone, sont traduits en kg de solvant connaissant la composition en solvant des rejets gazeux. Celle-ci est déterminée à partir de la composition en solvants des différents flux entrants et sortants de l'installation.

Le plan de gestion complet nécessite donc de connaître :

- les quantités de solvants des flux entrant et sortant de l'installation,
- la nature des solvants présents dans ces entrées et ces sorties,
- le pourcentage de chaque solvant dans ces entrées et ces sorties.

Notons que la collecte des données par solvant ne pose a priori pas de problème majeur, la plupart des données disponibles sur site étant déjà individualisées par solvant. Toutefois cela nécessite de gérer un grand nombre de données.

Notons également que dans le cadre de la réalisation d'un PGS complet, un mélange de COV indissociables tel que le white spirit ou toutes autres coupes pétrolières sera assimilé à un solvant individuel.

5.5.1.1 FLUX A DETERMINER (CF. EXEMPLE FICTIF DE REALISATION D'UN PGS COMPLET EN ANNEXE N°2)

Le plan de gestion des solvants complet nécessite de calculer C, I et les émissions diffuses à l'aide des équations (2), (3) et (6).

$$\text{Emissions diffuses} = I1 - O1 - O5 - O6 - O7 - O8 \quad (6)$$

Les flux nécessaires pour ces calculs sont : I1, I2, O1, O5, O6, O7 et O8.

Lors de la réalisation d'un plan de gestion complet, une attention particulière sera apportée à la quantification des émissions canalisées, principale source d'incertitude, notamment lorsque ce flux est important.

Il sera alors utile de décrire dans le document transmis à l'inspecteur des installations classées l'approche utilisée pour quantifier ces émissions et la méthode employée pour convertir les résultats des campagnes de mesures exprimés en équivalent carbone.

5.5.2 INFORMATIONS NECESSAIRES PAR FLUX

Les flux de solvants entrants :

I1 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations achetées et utilisées sur l'installation

Détermination des quantités consommées :

Les deux approches déjà définies dans le cadre du plan de gestion simplifié peuvent également être retenues afin d'estimer ces quantités, à savoir :

- un suivi des quantités de solvants consommées durant la période de mise en place du plan de gestion des solvants,
- ou un suivi des quantités livrées et des variations de stocks entre le début et la fin de la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants.

Pour plus d'informations, on se reportera au paragraphe correspondant du plan de gestion simplifié.

Détermination de la composition en solvants des produits purs et des préparations :

Pour la réalisation d'un plan de gestion complet, l'exploitant se procurera auprès de ses fournisseurs le pourcentage de chacun des solvants présents dans les solvants purs et dans toutes les préparations achetées. La pureté des solvants est connue précisément, ce paramètre étant garanti par le producteur, analyse à l'appui. La composition en solvants des préparations n'entrant pas a priori dans le savoir-faire des fabricants, ceux-ci devraient donc pouvoir communiquer cette donnée à leurs clients. Dans les rares cas où cette information pourrait être considérée comme confidentielle, l'exploitant se fixera alors pour objectif minimum de connaître la composition en solvants de 80% des quantités de solvants consommées et d'avoir une idée sur la nature chimique des 20% restants.

Pour les préparations effectuées sur site, la composition est en général bien connue. Le mixage nécessaire à la préparation entraîne une évaporation de solvants qu'il est possible d'estimer au moyen de modèles (cf. paragraphe 7.4. « Méthodes alternatives permettant l'évaluation des émissions totales ou diffuses »).

I2 : quantités de solvants organiques à l'état pur et/ou contenus dans des préparations récupérées et réutilisées à l'entrée de l'unité

La quantification de ce flux est utile pour déterminer la quantité de solvants utilisée (I).

Afin de déterminer les quantités recyclées, il est nécessaire de connaître la consommation de chaque produit recyclé durant la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants. Ces quantités seront comptabilisées à la sortie du procédé de régénération. Les émissions canalisées et les déchets produits par cette unité seront comptabilisés dans les flux O1 et O6. La recirculation des solvants à l'intérieur d'une unité ou d'une machine pourra être comptabilisée connaissant le débit de solvants recyclés obtenu à partir des caractéristiques de l'unité ou de la machine.

La composition en solvant individuel du flux I2 n'est pas nécessaire pour déterminer les émissions diffuses d'une installation, ce flux n'entrant pas en jeu dans l'équation 6. Une composition en solvant total sera donc suffisante.

Le recyclage de solvants sur le procédé nécessite qu'ils aient des caractéristiques proches de celles des produits neufs. La pureté des solvants peut alors être un critère qualité important et donc bien maîtrisé. Dans le cas du recyclage de solvants en mélange pour une utilisation dans des procédés annexes à la fabrication (unité de lavage par exemple), la composition sera obtenue par une détermination périodique de l'extrait sec, la périodicité d'échantillonnage étant ajustée en fonction de l'importance de ce flux et de la variabilité des résultats obtenus. Bien qu'une analyse directe des solvants ne s'avère pas nécessaire pour la détermination de la composition de ce flux, elle peut être utile pour confirmer un résultat.

Les flux de solvants sortants :

O1 : rejets canalisés à l'atmosphère

On se reportera à l'annexe n°3.

O2 : pertes de solvants organiques dans les eaux rejetées par l'installation

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion complet, la mesure des rejets dans les eaux n'est pas nécessaire (équation 6).

Toutefois, la quantification de ce flux s'avéra utile, pour :

- la détermination des solvants abattus par un système de traitement des eaux par exemple (cf. paragraphe sur le flux O5),
- la vérification à la conformité des valeurs limites des rejets fixées dans le cadre de l'autosurveillance (généralement lorsque les flux de polluants sont importants).

L'exploitant aura alors recours à des mesures de débit et de concentration en polluants.

En ce qui concerne la détermination des concentrations, diverses mesures peuvent être mises en œuvre : DCO, COT, etc. (cf paragraphe correspondant du plan de gestion simplifié). Deux de ces techniques (la mesure des BTEX et des hydrocarbures totaux) permettent de quantifier par espèce chimique les solvants présents dans les eaux. Elles seront employées afin d'établir une corrélation entre la méthode de mesure mise en œuvre dans le cadre de l'autosurveillance (DCO en général) avec la teneur détaillée en solvant de l'effluent.

O3 : quantités de solvants organiques présentes dans le produit fini

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion complet, la mesure des pertes de solvants dans les produits finis n'est pas nécessaire (équation 6).

Les quantités de solvants présentes dans les produits finis peuvent être soit très importantes, celles-ci seront alors en général bien connues si cette présence est souhaitée (cas de la fabrication de peintures, d'encres, de colles à base solvant, etc.) soit très faibles car non souhaitée (cas de l'application de peinture, de l'impression, etc.).

Pour certains secteurs industriels, les fortes quantités de solvants restant dans le produit fini peuvent rendre délicate la détermination de faibles émissions diffuses au moyen du plan de gestion des solvants. L'exploitant pourra alors avoir recours à d'autres techniques pour déterminer ces émissions (cf. paragraphe 7.4).

Sur de nombreux procédés, ces pertes seront a priori faibles (application de revêtements), représentant moins de 1% des quantités de solvants consommés.

O4 : émissions non captées de solvants dans l'air

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion complet, la mesure de ces émissions n'est pas nécessaire (équation 6).

O5 : pertes de solvants organiques par réactions chimiques ou physiques sur le procédé ou sur les systèmes de traitement des effluents gazeux et aqueux

Cas des effluents gazeux :

Les effluents gazeux abattus par un système de traitement sont déterminés au moyen de la méthode définie en annexe 3.

Cas des effluents aqueux :

Certaines techniques ou traitements permettent de récupérer ou d'abattre les solvants présents dans les effluents aqueux.

Les solvants abattus par un traitement en station d'épuration pourront être déterminés en réalisant un bilan massique sur la station d'épuration. Pour cela, les flux de solvants entrant et sortant de l'unité de traitement feront l'objet de mesures :

- quantité de solvants dans les eaux à l'entrée de l'unité,
- pertes de solvants dans les eaux à la sortie de l'unité,
- pertes de solvants dans les déchets (boues, déchets de l'unité de déshuilage, etc.),
- rejets diffus de l'unité. Ceux-ci pourront être déterminés au moyen d'un dispositif de mesure des émissions surfaciques mis en place périodiquement en différents points de chaque bassin émetteur afin de cerner l'hétérogénéité des émissions dans l'espace et dans le temps.

Notons que compte tenu des coûts de telles mesures, celles-ci ne seront effectuées que si le flux abattu est relativement important. Cette approche ne sera donc justifiée que si un traitement spécifique des COV est employé. Elle ne sera pas menée par exemple pour une station d'épuration des eaux physico-chimique classique où la totalité du flux entrant sera considéré comme émissions diffuses dans l'eau ou dans l'air.

O6 : solvants contenus dans les déchets collectés

Les quantités de déchets contenant des solvants évacués par des sociétés extérieures spécialisés sont bien connues, le coût de leur destruction étant fonction du tonnage évacué et des caractéristiques de ces déchets.

Si la composition détaillée en solvants de ces déchets n'est pas connue, l'exploitant réalisera un échantillonnage régulier de ces déchets afin de déterminer la teneur en eau et la composition détaillée en solvants. Il sera alors recommandé de ne pas mélanger les différents déchets du site afin de réduire l'hétérogénéité des échantillons prélevés.

O7 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants vendus

-DRC-08-94457-16679A-

S'il s'agit de préparations conditionnées à l'extérieur du site (produits achetés en excès par exemple), la quantité et la composition en solvants de ces produits sont bien connues. En ce qui concerne les préparations conditionnées sur l'installation, ces données ne seront pas toujours très précises. Une détermination de la composition détaillée en solvants sera alors nécessaire.

O8 : solvants organiques ou préparations contenant des solvants récupérés en vue d'une réutilisation ultérieure à l'entrée de l'unité ou d'une autre unité (solvants destinés à être régénérés en externe)

Les quantités de solvants ou produits contenant des solvants destinés à être régénérés en externe sont généralement bien connues. Si tel n'était pas le cas, la mise en place d'une méthode de quantification de ces solvants ne devrait pas poser problème a priori. La composition détaillée en solvants pourra être obtenue auprès de la société qui les régénère, une analyse des produits régénérés étant généralement incluse dans le montant de la prestation.

O9 : solvants organiques libérés d'une autre manière

Sans objet : dans le cas de la réalisation d'un plan de gestion complet, la mesure des solvants organiques libérés d'une autre manière n'est pas nécessaire (équation 6).

5.5.2.1 RAPPEL DES INFORMATIONS NECESSAIRES

Suivant les cas, certaines données pourront être collectées ou mesurées. Les incertitudes liées à l'ensemble de ces flux seront évaluées. Pour la réalisation d'un plan de gestion complet, la composition détaillée par solvant des différents flux est nécessaire.

| Flux | Données à collecter | Données à mesurer |
|--|---|---|
| I1 (solvants achetés et utilisés) | quantité et composition | |
| I2 (réutilisation - régénération interne uniquement) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O1 (rejets à l'atmosphère) | composition des rejets, facteurs de réponse | concentration et débit |
| O2 (rejets aqueux) | non sauf cas particulier | |
| O3 (produits finis) | non sauf cas particulier | |
| O4 (rejets diffus) | non | |
| O5 (rejets abattus) - gazeux - aqueux | composition des rejets, facteurs de réponse | concentration et débit oui, données à mesurer variables suivant le procédé d'abattage mis en œuvre |
| O6 (déchets) | quantité | composition |

| | | |
|---------------------------|-------------------------|--|
| O7 (vente) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O8 (régénération externe) | quantité et composition | oui si données collectées insuffisantes |
| O9 | non | |

6. INCERTITUDE SUR LES EMISSIONS TOTALES OU DIFFUSES

L'incertitude sur les émissions totales ou diffuses évaluées au moyen du plan de gestion des solvants simplifié ou complet est obtenue en appliquant la loi de propagation des incertitudes (cf. annexe n°4).

La plupart des flux de solvants étant connue avec une incertitude relativement faible, l'incertitude sur les émissions totales d'une installation sera généralement faible.

L'incertitude associée aux émissions canalisées étant élevée, l'estimation des émissions diffuses par différence entre les flux de solvants entrants et sortants de l'installation, ces derniers comprenant les émissions canalisées, sera assortie d'une incertitude importante. Celle-ci sera d'autant plus forte que la part des émissions diffuses dans les émissions totales sera faible. De faibles émissions diffuses s'avèreront donc difficilement quantifiables au moyen d'un PGS.

L'incertitude associée aux émissions diffuses dépendra notamment :

- de l'importance des émissions totales par rapport aux autres flux de solvants sortants,
- de la part des émissions canalisées dans les émissions totales,
- et de la variabilité des émissions canalisées.

7. CAS PARTICULIERS

7.1 CAS DES INSTALLATIONS DONT LES EMISSIONS TOTALES OU DIFFUSES SONT TRES FAIBLES

La réalisation du plan de gestion ne permet pas d'évaluer correctement de très faibles émissions totales ou diffuses, représentant par exemple quelques pourcents de la consommation annuelle de solvants sur l'installation, l'incertitude de la méthode étant trop pénalisante. Dans ce cas, afin d'évaluer les émissions totales ou diffuses, des méthodes de quantification additionnelles doivent compléter le bilan (cf. paragraphe 7.4).

7.2 CAS DES INSTALLATIONS AVEC DEGRADATION THERMIQUE OU TRANSFORMATION CHIMIQUE DES SOLVANTS SUR LE PROCÉDÉ

La dégradation thermique des COV peut débuter à des températures relativement basses : au-delà de 500°C environ. Ces températures peuvent être atteintes sur certains fours de séchage avec présence de points chauds ou de cuisson par exemples. La réalisation d'un plan de gestion des solvants sur ce type d'installation devient alors extrêmement complexe car il est nécessaire de connaître la nature des composés formés et le taux de transformation des COV utilisés.

Pour l'exploitant, ces informations sont importantes afin de vérifier les valeurs limites réglementaires ou d'évaluer le risque sanitaire lié à l'installation. Des mesures des émissions peuvent donc être nécessaires. Elles s'inscrivent alors dans un autre cadre réglementaire. Toutefois, le taux de transformation des COV utilisés peut être difficile à atteindre au moyen de mesures avec une incertitude acceptable et suffisante pour la réalisation du plan de gestion des solvants.

Dans la majorité des cas, les émissions totales ou diffuses seront donc évaluées au moyen d'autres méthodes (cf. paragraphe 7.4).

En cas de transformation chimique des solvants sur le procédé, les mêmes conclusions sont obtenues mais ce cas est a priori extrêmement rare.

7.3 CAS DES INSTALLATIONS OU DES MESURES NE PEUVENT ETRE EFFECTUEES EN AMONT DES SYSTEMES D'EPURATION DES REJETS GAZEUX

Sur certains procédés avec four d'oxydation des COV intégré, une mesure des rejets en amont du four d'oxydation ne sera pas possible. Le respect des valeurs limites réglementaires sur les émissions totales ou diffuses ne pourra alors pas être vérifié par la mise en œuvre d'un plan de gestion des solvants.

7.4 METHODES ALTERNATIVES PERMETTANT L'EVALUATION DES EMISSIONS TOTALES OU DIFFUSES

Dans le cas où, au moyen de la mise en œuvre d'un plan de gestion des solvants, le niveau d'incertitude dans la détermination des émissions totales ou diffuses de l'installation ou du procédé considéré est trop important, l'exploitant s'interrogera sur la meilleure solution à apporter pour son procédé particulier. A ce titre, une réflexion menée au niveau du secteur professionnel peut s'avérer fructueuse.

Afin de vérifier les valeurs limites réglementaires sur les émissions totales ou diffuses, d'autres méthodes basées sur l'utilisation de modèles validés ou la mesure directe de ces émissions pourront être employées :

- dans le domaine de la fabrication de peintures par exemple, des méthodes d'estimation des émissions par calcul sont employées. Ce type de modèle peut permettre moyennant quelques validations d'obtenir des données nettement plus fiables que celles obtenues au moyen du plan de gestion des solvants,
- dans d'autres procédés de l'industrie chimique ou pharmaceutique fonctionnant en batch par exemple, la connaissance des tensions de vapeur des composés et des températures atteintes sur les procédés utilisés peut permettre de déterminer les émissions avec une bonne précision,

- enfin et en dernier recours, une mesure directe des émissions diffuses pourra être effectuée. Là encore, en fonction des caractéristiques de la source (dimension, position, etc.), diverses méthodes sont utilisables. Elles consistent par exemple : à canaliser la source durant la période de mesure, à associer une mesure du taux de renouvellement d'air d'un local à une mesure de la concentration en COV de ce local, à effectuer des mesures de vitesses d'extraction d'air et de polluants aux ouvertures d'un bâtiment, etc.

Pour un procédé donné, ces méthodes relatives à l'évaluation des émissions totales ou diffuses complètent le plan de gestion des solvants.

8. SIMPLIFICATIONS POSSIBLES

8.1 IDENTIFICATION DES POINTS CLEFS

La mise en œuvre d'un plan de gestion des solvants peut être assez lourde dans la mesure où il est prévu systématiquement de quantifier les flux I1, I2, O1, O5, O6, O7 et O8. Certains de ces flux sont parfois peu importants et leur quantification présente peu d'intérêt (quantification onéreuse avec des retombées négligeables pour l'exploitation de l'installation).

Afin de faciliter sa mise en œuvre et en limiter le coût, il est possible de le simplifier en identifiant les flux qu'il est nécessaire de quantifier, ceux pour lesquels une estimation est suffisante et ceux qui peuvent être négligés sans grande conséquence sur l'incertitude du plan de gestion des solvants.

L'identification des points clefs est somme toute aisée si l'on prend comme critère la part relative de chaque flux par rapport à la consommation de solvants de l'installation. Ce critère permet de visualiser immédiatement le ou les flux sur lesquels doit porter l'effort de connaissance.

Cette approche peut être menée par secteur industriel par exemple, pour des procédés employés bien définis, les flux entrant et sortant d'une installation variant peu.

8.2 QUELS FLUX PEUVENT ETRE NEGLIGES OU ESTIMES

Un flux qui représente un poids faible, inférieur à 1% de la consommation de solvants, est quasiment négligeable vis à vis de l'incertitude attendue sur les résultats du plan de gestion. A contrario, un flux représentant un poids fort devra être quantifié rigoureusement afin d'apporter un minimum d'incertitude sur le plan de gestion des solvants.

Par exemple, certaines variations de stock peuvent être difficilement quantifiables :

- il s'agit par exemple des stockages des produits préparés sur site souvent à la demande et stockés quelques heures avant utilisation. Ces stocks peuvent varier très rapidement et sur une période de temps très courte,
- des stockages des produits recyclés en amont et en aval de l'unité de recyclage interne, stockés dans des cuves qui ne disposent pas toujours de moyen de jaugeage, souvent superflu pour le fonctionnement de l'unité de recyclage.

Elles pourront être négligées car représentant une quantité de solvants mis en œuvre très faible, représentant moins de 1% de la quantité de solvants consommée par l'installation durant la période de mise en place du plan de gestion des solvants.

Dans d'autres cas, du fait du procédé employé, bien que les quantités stockées soient importantes celles-ci évolueront relativement peu. Les variations de stocks seront également faibles et donc négligeables. Il s'agit par exemple de quantités d'encre réutilisées sur une unité d'impression et qui retournent dans le stockage intermédiaire en fin de production.

Afin de simplifier la mise en place du PGS, d'autres flux pourront être estimés. Par exemple, il pourra être envisagé pour des produits utilisés en faible quantité, de collecter les données par familles de préparations de composition similaire.

8.3 MESURE DE SUBSTITUTION

Pour les besoins du plan de gestion des solvants, la simplification suivante concernant les rejets en aval d'un système d'épuration des fumées par incinération est acceptable : une estimation basée sur l'utilisation de paramètres de fonctionnement de l'unité d'épuration, tel que la température d'incinération par exemple, pourra être considérée comme suffisante à condition que celle-ci soit corrélée avec la concentration en COVT de l'effluent. Par ailleurs, toute autre mesure de substitution est envisageable à condition d'obtenir une corrélation entre la mesure des COVT et le paramètre de substitution retenu.

9. LISTE DES ANNEXES

| Annexes | Désignation précise | N° de pages |
|----------------|--|--------------------|
| 1 | Nature des risques associée aux substances à phrases de risques mentionnées dans le présent document | 1 |
| 2 | Exemple fictif de réalisation d'un plan de gestion des solvants complet | 2 |
| 3 | Détermination des flux O1 et O5 | 3-10 |
| 4 | Détermination de l'incertitude associée aux émissions totales et diffuses | 11-20 |

Annexe 1 : Nature des risques associée aux substances à phrases de risques mentionnées dans le présent document

R40 : effet cancérigène suspecté. Preuves insuffisantes.

R45 : peut causer le cancer.

R46 : peut causer des altérations génétiques héréditaires.

R49 : peut causer le cancer par inhalation.

R60 : peut altérer la fertilité.

R61 : risques possibles pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant.

Annexe 2 : Exemple fictif de réalisation d'un plan de gestion des solvants complet

Soit une installation dont les flux entrants et sortants sont les suivants :

Flux entrants

- acétate d'éthyle
 - achats (I1)
 - solvants purs (I1_{A1}) : 600 t
 - encres (I1_{A2}) : 100 t
 - recyclage en interne (I2)
 - encres : 30 t
- méthyl éthyl cétone (MEK)
 - achats (I1)
 - solvants purs (I1_{M1}) : 200 t
 - encres (I1_{M2}) : 100 t
 - recyclage en interne (I2)
 - encres : 20 t

Flux sortants

- émissions (O1) :
 - composition : 75/25% acétate d'éthyle/MEK (cf. détermination paragraphe A3.1.2.4. de l'annexe n°3)
 - flux mesuré : 210 tonnes équivalent carbone, soit : 577.6 t de solvants après changement d'unité (cf. paragraphe A3.2.3. de l'annexe n°3)
- déchets (O6) : 300 t
 - composition : 60/40% acétate d'éthyle/MEK
- solvants à régénérer (O8) : 20 t
 - composition : 60/40% acétate d'éthyle/MEK

La consommation de solvants est déterminée à l'aide de l'équation (2) :

$$C = I1 - O8 = 600 + 100 + 200 + 100 - 20 = 980 \text{ t} \quad (2)$$

La quantité de solvants utilisés est déterminée à l'aide de l'équation (3) :

$$I = I1 + I2 = 600 + 100 + 200 + 100 + 50 = 1050 \text{ t} \quad (3)$$

Les émissions diffuses (F) sont déterminées à l'aide de l'équation (6) :

$$F = I1 - O1 - O6 - O8 = 1000 - 577.6 - 300 - 20 = 102.4 \text{ t} \quad (6)$$

soit 9.8% des quantités de solvants utilisés.

Annexe 3 : Détermination des flux O1 et O5

A3.1. Les mesures à effectuer :

Rappelons que la détermination d'un flux de polluant nécessite la mesure de la teneur en polluant émise et du débit de l'effluent gazeux.

La détermination des rejets gazeux canalisés émis directement à l'atmosphère (flux O1) ou abattus par un système d'épuration (flux O5) est réalisée au moyen des méthodes normalisées de mesure du débit et de la concentration en composés organiques volatils totaux (COVT).

Notons que l'emploi de cette méthodologie suppose que la nature chimique des solvants utilisés ne change pas entre l'entrée et la sortie de l'installation. A ce titre, sur les sites pour lesquels cette information n'est pas disponible, la réalisation de mesures s'avère utile à l'administration et indispensable à l'exploitant pour définir un programme de réduction de ces émissions. Ces mesures préalables permettront de définir les mesures à effectuer dans le cadre du plan de gestion des solvants.

Les résultats des mesures des COVT étant exprimés en équivalent carbone, il est nécessaire de les traduire en masse de solvant. Cette transformation pourra être réalisée en connaissant les facteurs de réponse des solvants pour l'analyseur employé et la composition en solvant individuel des rejets gazeux. D'où l'importance de réaliser un bilan par solvant individuel lorsqu'un plan de gestion complet est mis en œuvre.

Il sera possible de déroger à cette approche en ayant recours à des mesures spécifiques de composés organiques volatils des rejets canalisés, exprimées en kg de solvant. Rappelons toutefois que ces mesures ne sont exigées par la réglementation que pour les composés les plus nocifs (substances à phrase de risques R45, R46, R49, R60, R61 et halogénées étiquetées R40 ou figurant en annexes III et IV de l'arrêté du 2 février 1998).

Pour la réalisation d'un PGS, la mesure spécifique des COV n'est pas non plus préconisée du fait de son coût élevé notamment lors d'une mise en œuvre en continu ou de son incertitude, difficilement chiffrable à l'heure actuelle en raison des caractéristiques très variables des émissions d'un procédé à un autre, lors d'une mise en œuvre ponctuelle.

A3.1.1. La mesure du débit :

Le débit est mesuré suivant la norme ISO 10780 en effectuant une cartographie des vitesses de la section de mesure au moyen d'un tube de Pitot.

Sur certaines installations équipées de ventilateurs à débit variable, la mesure du débit devra être effectuée en continu sur l'ensemble de la période de mesure.

A3.1.2. La mesure en continu des COVT :

A3.1.2.1. Présentation :

La détermination de la concentration de l'ensemble des composés organiques volatils présents dans un effluent gazeux est effectuée au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme. Cette méthode, largement reconnue au plan international, présente l'avantage de fournir des résultats de mesure, en continu et en temps réel mais ne permet pas de distinguer les espèces organiques présentes dans l'effluent gazeux.

Elle est décrite dans la norme NF X 43-554 qui remplacera en 2009 les 3 normes existantes (NF X 43-301, NF EN 12619 et NF EN 13526).

Le détecteur à ionisation de flamme fournit des résultats exprimés en équivalent propane, gaz étalon employé. Pour des besoins réglementaires, cette unité est traduite en équivalent carbone organique total au moyen d'équivalences mentionnées dans la norme française NF X 43 554.

A3.1.2.2. Caractéristiques du détecteur :

Tous les composés organiques comportant une liaison carbone-hydrogène s'ionisent lorsqu'ils sont introduits dans une flamme alimentée par un brûleur air/hydrogène. Par application d'un champ électrique, les ions formés sont collectés et le courant correspondant mesuré.

Ce signal est, en première approximation, proportionnel au nombre de liaisons C-H introduites dans la flamme (ou au nombre d'atomes de carbone associés). En pratique l'importance du signal est fonction de paramètres internes à l'analyseur tels que la géométrie du brûleur et la température de flamme et de paramètres externes tels que la nature des atomes voisins de l'atome de carbone considéré et du type de liaison chimique dans laquelle il est engagé.

Des facteurs de réponse propres à chaque molécule peuvent ainsi être déterminés. Pour un brûleur donné, ceux-ci sont relativement stables à condition de ne pas modifier les conditions de fonctionnement de l'analyseur (alimentation en gaz de l'appareil, teneur en oxygène de l'échantillon si celle-ci a une influence significative).

Par ailleurs, le détecteur FID possède une bonne sensibilité (limite de détection voisine de $0,1 \text{ mg/m}^3$), une excellente linéarité et une grande dynamique de réponse : les appareils ont fréquemment plusieurs échelles commutables permettant de réaliser la mesure de concentrations dépassant 10 000 ppm.

A3.1.2.3. Les facteurs de réponse :

Les constructeurs peuvent délivrer les facteurs de réponse de leurs appareils. Ils les ont déterminés afin de vérifier la conformité de leurs analyseurs à la norme NF X 43-554.

A défaut d'information, l'industriel ou le laboratoire de contrôle pourra, au moyen d'une bouteille de gaz étalon du composé considéré, déterminer son facteur de réponse.

A défaut, l'industriel ou le laboratoire de contrôle pourra utiliser la ou les facteurs d'émission indiqués pour quelques molécules dans la norme NF X 43-554.

Notons qu'en dernier ressort, un calcul théorique pourra permettre d'évaluer ce facteur de réponse. Ce dernier cas pourra être réservé par exemple aux solvants employés en faible quantité (cf. méthode de calcul des facteurs de réponse décrite ci-après).

Méthode de calcul des facteurs de réponse

Cette méthode de calcul est employée lorsque aucune détermination du facteur de réponse n'a pu être effectuée ou pour des solvants minoritaires représentant 10 à 20% des solvants consommés sur l'installation. Elle est relativement peu fiable pour les solvants chlorés, les coefficients de réponse variant de façon importante d'une molécule à l'autre.

La réponse d'un atome de carbone va dépendre de la nature de la liaison chimique dans laquelle il est engagé :

| | Coefficient de réponse d'un atome de carbone |
|-------------------|---|
| C-C (aliphatique) | 1 |
| C=C (aromatique) | 0.95 |
| C=O (cétone) | 0 |
| C-OH (alcool) | 0.3 |
| C-O (éther) | 0.5 |
| C-Cl | 1.05 |

Le facteur de réponse moyen des atomes de carbone d'une molécule est déterminé en réalisant une moyenne pondérée des coefficients de réponse des atomes de carbone présents dans la molécule.

Exemples de calcul :

- hexane : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$: $(1+1+1+1+1+1)/6=1$,
- toluène : $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$: $(0.95*6+1)/7=0.96$,
- éthanol : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$: $(1+0.3)/2=0.65$,
- isopropanol : $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$: $(1+1+0.3)/3=0.77$,
- acétone : CH_3COCH_3 : $(1+0+1)/3=0.67$,
- acétate d'éthyle : $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$: $(1+0+0.5+1)/4=0.63$,
- méthyléthylcétone : $\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$: $(1+0+1+1)/4=0.75$.

A3.1.2.4. Détermination de la composition en solvant individuel des rejets gazeux :

La composition des rejets gazeux est déterminée au moyen de l'équation suivante :

$$O1 + O4 + O5 = I1 - O2 - O3 - O6 - O7 - O8 - O9 \quad (8)$$

Et :

Composition des flux $(O1+O4+O5)$ = Composition des flux $(I1-O2-O3-O6-O7-O8-O9)$

Dans cette première formule, les compositions des rejets gazeux canalisés (O1 et O5) et des rejets gazeux non captés (O4) sont supposées identiques.

Dans le cadre d'un PGS complet, la quantification des flux O2, O3 et O9 n'étant pas nécessaire, la composition des rejets gazeux sera déterminée au moyen de la formule suivante :

$$O1 + F + O5 = I1 - O6 - O7 - O8 \quad (9)$$

Avec

$$F = O2 + O3 + O4 + O9 \quad (7)$$

D'où :

$$\text{Composition des flux } (O1+F+O5) = \text{Composition des flux } (I1-O6-O7-O8)$$

Dans cette seconde formule, les compositions des rejets gazeux canalisés (O1 et O5) et des rejets diffus (F) sont supposées identiques.

Dans le cas où les flux O2, O3 et O9 font l'objet d'une quantification, l'équation (8) pourra être employée.

Afin de limiter l'incertitude liée à cette détermination, il est nécessaire de connaître la composition en solvants d'au moins 80% des quantités de solvants consommés sur l'installation ainsi que d'avoir une idée sur la nature chimique des 20% restants afin que des facteurs de réponse adaptés puissent être estimés.

Exemple de détermination de la composition des rejets gazeux canalisés

Rappel des données de l'exemple de l'annexe n°2.

Soit une installation dont les flux I1, O6 et O8 et les compositions en solvants de ces flux sont les suivants (les autres flux : O5 et O7 étant nuls) :

| Flux | I1 | O6 | O8 |
|-----------------------|--------|-------|------|
| Quantité de solvant | 1000 t | 300 t | 20 t |
| Composition : | | | |
| - acétate d'éthyle | 70% | 60% | 60% |
| - méthyl éthyl cétone | 30% | 40% | 40% |

La composition des rejets gazeux est déterminée d'après l'équation (9) :

$$\text{Composition des flux } (O1+F+O5) = \text{Composition des flux } (I1-O6-O7-O8)$$

D'après cette équation et dans le présent exemple :

$$O1 + F = I1 - O6 - O8 = 680 \text{ t}$$

Soit :

- 508 (700-180-12) t d'acétate d'éthyle,
- et 172 (300-120-8) t de méthyléthylcétone.

En supposant que les compositions des rejets gazeux canalisés (O1) et diffus (F) sont similaires, la composition des rejets gazeux canalisés (flux O1) est la suivante :

- 75% d'acétate d'éthyle,
- et 25% de méthyléthylcétone.

A3.1.3. Les méthodes de mesure spécifiques des COV :

A3.1.3.1. La mesure en continu des COV spécifiques :

De nombreux appareils fonctionnant en continu ou semi-continu et spécifiques des COV sont actuellement commercialisés. Les composés organiques sont alors séparés et dosés individuellement. Il s'agit d'appareils portables tels que les chromatographes en phase gazeuse et les analyseurs Infra-Rouge à transformée de Fourier (FTIR) notamment. Ces appareils sont relativement coûteux et complexes d'utilisation nécessitant du personnel qualifié et des étalons des composés analysés. Néanmoins les derniers progrès dans ce domaine permettent de disposer d'appareils de mise en œuvre simplifiée dont le coût est proche de celui des analyseurs FID.

Ces techniques sont dans l'ensemble encore peu employées par les industriels. Cette approche est particulièrement intéressante pour la surveillance des rejets car elle permet de dédier du matériel d'analyse à une application particulière, ce qui rend la mesure plus fiable et plus précise.

Les laboratoires de contrôle emploient relativement peu ces appareils qui nécessitent, avant utilisation, une mise au point sur l'effluent à analyser souvent longue et coûteuse.

A3.1.3.2. La mesure ponctuelle des COV spécifiques :

La recherche et le dosage spécifique des composés organiques sont plus généralement réalisés au moyen d'une mesure ponctuelle qui comprend deux phases successives : l'échantillonnage des composés recherchés sur site au moyen d'un dispositif adapté qui piège et concentre les COV (cartouche adsorbante, solution absorbante, etc.) et l'analyse en différé en laboratoire. Le dispositif de piégeage doit en outre permettre de stocker l'échantillon dans de bonnes conditions, sans risque d'évolution des concentrations ou de la nature des espèces prélevées avant analyse.

Compte tenu de la diversité des situations possibles (nature des COV recherchés, concentrations possibles, caractéristiques de la matrice : présence d'autres COV, humidité et température de l'effluent, etc.), le préleveur et l'analyste seront amenés à choisir la ou les techniques les mieux adaptées.

Notons que depuis août 2002, une norme française, la NF EN 13649 (X 43-341), relative à la détermination de la concentration massique en composés organiques gazeux des émissions de sources fixes par prélèvement sur charbon actif et désorption par solvant est homologuée. Cette norme est particulièrement bien adaptée aux hydrocarbures aliphatiques et aromatiques mais peu aux composés polaires qui ont une médiocre affinité pour le charbon actif.

Par ailleurs, du fait de la faible durée d'échantillonnage : quelques dizaines de minutes, ces techniques permettent difficilement d'estimer les rejets annuels d'un procédé dont la production et les émissions évoluent dans le temps. Afin de mieux appréhender ce phénomène, il sera important d'effectuer parallèlement au prélèvement ou à la série de prélèvements de COV spécifiques une mesure continue des COV totaux, qui permettra d'obtenir en temps réel une image des fluctuations possibles des concentrations globales rejetées.

A3.2. Détermination d'un flux annuel d'émission :

A3.2.1. Choix d'une méthodologie :

Afin de déterminer le flux annuel de solvants émis par une installation, plusieurs approches pourront être retenues en fonction du type de mesure (continue ou périodique) mis en œuvre :

- **1^{er} cas** : l'exploitant de l'installation met en œuvre dans le cadre de son autosurveillance une mesure en continu de ces rejets : le flux annuel émis est alors obtenu en multipliant le débit de l'effluent par la concentration. Ce cas est relativement peu fréquent en raison des coûts des dispositifs de mesure en continu et du nombre, en général élevé, de point de rejets présents sur une installation,
- **2^{ème} cas** : l'exploitant de l'installation met en œuvre dans le cadre de son autosurveillance une mesure périodique de ces rejets et l'installation fonctionne de façon stable dans le temps (sans changement de cadence de production) : le flux annuel de solvants émis est alors estimé en multipliant le flux horaire mesuré lors du contrôle périodique par le nombre d'heures annuel de fonctionnement de l'installation,
- **3^{ème} cas** : l'exploitant de l'installation met en œuvre dans le cadre de son autosurveillance une mesure périodique de ces rejets : la méthode la plus précise consiste alors à déterminer des facteurs d'émission de polluants spécifiques à l'installation (par exemple : gramme de COV émis par mètre carré de revêtement de sol produit). Cette approche, indépendante des cadences de production, évite d'avoir recours à des campagnes de mesures trop fréquentes tout en permettant, à chaque nouvelle campagne de mesures, de compléter les facteurs d'émission déjà quantifiés (détermination de facteurs d'émission correspondant à de nouveaux produits, réactualisation de facteurs d'émission existants) ce qui conduit, en outre, à une meilleure évaluation des émissions de l'installation. Seule cette approche est retenue et décrite dans le présent document.

A3.2.2. Méthodologie proposée : détermination de facteurs d'émission spécifiques à l'installation :

A3.2.2.1. Planification :

Il sera tout d'abord nécessaire de retenir les produits et les machines sur lesquels devront être effectuées les mesures. Les produits les plus représentatifs en terme de production, de nature et de quantité de solvants émis seront retenus. Les machines doivent représenter le mieux possible le parc de machines installées.

La période de mesure sera ensuite planifiée de façon à s'assurer que les produits finis sélectionnés sont bien en cours de fabrication sur les machines choisies.

A3.2.2.2. Recommandations durant les mesures :

Le jour des mesures, il est impératif de pouvoir disposer des conditions de fonctionnement de l'installation, l'opérateur qui réalise la mesure ne disposant pas de moyen simple d'être averti d'éventuelles modifications du fonctionnement du procédé émetteur. De même les caractéristiques de la production seront soigneusement relevées.

A3.2.2.3. Détermination des facteurs d'émission :

Le facteur d'émission est obtenu en divisant le flux de COV émis par la quantité de produit fabriqué durant la période de mesure.

Dans le cas de procédés non continus ou de séries de fabrications distinctes, il pourra être intéressant d'effectuer plusieurs déterminations afin d'améliorer la représentativité des mesures.

Cette approche permet d'améliorer la connaissance des émissions au fur et à mesure de la réalisation des campagnes de mesure. Les premiers facteurs d'émission déterminés pourront ultérieurement être validés, ou complétés par des mesures sur d'autres produits : nouveaux ou secondaires, ou prendre en compte d'autres périodes avec des conditions météorologiques différentes (évaporation de solvants plus importante en été par exemple).

A3.2.2.4. Détermination du flux annuel de COV émis :

A partir d'un suivi annuel de la production et des facteurs d'émission mesurés pour chaque type de fabrication et pour chaque procédé émetteur, le flux annuel de COV émis est déterminé.

Dans le cadre du plan de gestion des solvants, il est possible d'atteindre à l'aide de cette méthodologie une incertitude acceptable sur l'estimation des émissions canalisées à condition d'établir des facteurs d'émission spécifiques à l'installation considérée.

A3.2.3. Changement d'expression des résultats :

Les mesures de COV effectuées au moyen de la méthode normalisée sont exprimées en équivalent carbone. Le flux annuel de COV émis par l'installation, quelle que soit l'approche employée, sera donc exprimé en kilogramme ou tonne de solvants équivalent carbone.

Connaissant les facteurs de réponse des solvants employés et la composition des rejets gazeux, la transformation de cette unité en kg de solvant pourra être effectuée selon l'exemple ci-après.

**Exemple de changement d'unités
(transformation des flux mesurés en tonnes équivalent carbone en tonnes de solvants)**

Rappel des données de l'exemple de l'annexe n°2. Les rejets gazeux canalisés émis par une installation ($Q_{\text{COV-éq.C}}$) s'élèvent à 210 tonnes équivalent carbone par an⁶. Ils contiennent de l'acétate d'éthyle et de la méthyléthylcétone dans les proportions respectives de 75 et 25% (cf. exemple de détermination de la composition des rejets gazeux canalisés en annexe page 6).

Quel est le flux de solvant réel ($Q_{\text{solvant-réel}}$) rejeté en tonnes par an?

La contribution des différents composés présents dans les rejets gazeux correspond à un flux annuel en équivalent carbone de 210 tonnes.

⁶ dans l'exemple de l'annexe n°2, les rejets gazeux canalisés sont émis directement à l'atmosphère (flux O1). On aurait procédé de la même façon s'ils avaient été constitués de rejets émis directement à l'atmosphère (flux O1) et de rejets abattus par un dispositif de traitement (O5).

Une molécule d'acétate d'éthyle ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), de masse molaire 88,10 g comporte quatre atomes de carbone ayant un facteur de réponse moyen de 0,60 (donnée constructeur de l'analyseur).

Une molécule de méthyléthylcétone ($\text{CH}_3\text{COC}_2\text{H}_5$), de masse molaire 72,10 g comporte quatre atomes de carbone ayant un facteur de réponse moyen de 0,71 (donnée constructeur).

On obtient donc l'équation suivante :

$$0.75xQ_{\text{solvant-réel}}x\frac{4x0.60x12,01}{88,10} + 0.25xQ_{\text{solvant-réel}}x\frac{4x0.71x12,01}{72,10} = Q_{\text{COV-ég.C}} = 210$$

avec :

$$\Rightarrow 0.75xQ_{\text{solvant-réel}}x\frac{4x0.60x12,01}{88,10} : \text{contribution de l'acétate d'éthyle}$$

$$\Rightarrow 0.25xQ_{\text{solvant-réel}}x\frac{4x0.71x12,01}{72,10} : \text{contribution de la méthyléthylcétone}$$

Le flux de solvants réel rejeté ($Q_{\text{solvant-réel}}$) par l'installation est de 577,6 t/an.

A titre d'information, les flux en solvant individuel sont les suivants :

- 433,2 t/an d'acétate d'éthyle,
- et 144,4 t/an de méthyléthylcétone.

Annexe 4 : Détermination de l'incertitude associée aux émissions totales et diffuses (F)

Un calcul d'incertitude est proposé dans cette annexe à partir de l'exemple étudié en annexe 2 et 3.

A.4.1. Rappel en matière de calcul d'incertitude

A.4.1.1. incertitude-type et incertitude élargie

L'incertitude type est l'incertitude du résultat d'un mesurage lorsque ce dernier est sous la forme d'un écart-type. L'incertitude élargie s'obtient par multiplication de l'incertitude-type par un facteur d'élargissement k . Le facteur k est pris égal à 2 dans le cas d'une distribution gaussienne pour un niveau de confiance de 95%.

A.4.1.2. Evaluation d'une incertitude-type à partir de l'intervalle de variation d'une grandeur

Lorsqu'on ne peut qu'estimer les limites inférieure a_- et supérieure a_+ des valeurs x_i que peut prendre une grandeur et lorsque l'on ne possède aucune connaissance spécifique sur la probabilité que la grandeur prenne une valeur plus qu'une autre dans l'intervalle (a_-, a_+) , on suppose que la grandeur peut prendre toute valeur de l'intervalle de manière équiprobable. Le calcul de l'incertitude-type est déterminé par l'application de la loi rectangulaire :

$$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

où a est le demi-intervalle (a_-, a_+) .

A.4.1.3. Incertitude associée à la somme de flux :

Chaque flux de solvant entrant ou sortant d'une installation est souvent déterminé en sommant plusieurs flux ($C = A + B$). L'incertitude élargie c associée au flux C est estimée en appliquant la loi de propagation des incertitudes.

Soient $A \pm a$ et $B \pm b$ (a et b étant les incertitudes-types élargies et $u(A)$, $u(B)$ les incertitudes types correspondantes), l'incertitude résultante élargie c est déterminée ci-après, pour des variables indépendantes :

$$u^2(C) = \left(\frac{\partial C}{\partial A}\right) \cdot u^2(A) + \left(\frac{\partial C}{\partial B}\right) \cdot u^2(B) = u^2(A) + u^2(B)$$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

4.1.4. Incertitude associée à un flux annuel déterminé à partir d'un facteur d'émission :

Le flux de solvant émis par une source d'émission est obtenu à partir d'un suivi de la production et du facteur d'émission spécifique déterminé. L'incertitude de cette source est estimée en appliquant la loi de propagation des incertitudes.

Soit un flux annuel émis par une source ($F \pm f$) déterminé à partir de la production ($P \pm p$) et du facteur d'émission ($FE \pm fe$), l'incertitude élargie f obtenue est telle que :

$$F = FE \cdot P$$

$$u^2(F) = u^2(FE) \cdot \left(\frac{\partial F}{\partial FE}\right)^2 + u^2(P) \cdot \left(\frac{\partial F}{\partial P}\right)^2 = P^2 \cdot u^2(FE) + FE^2 \cdot u^2(P)$$

$$f = \sqrt{P^2 \cdot fe^2 + FE^2 \cdot p^2}$$

A4.1.5. Incertitude associée à un facteur d'émission moyen estimé à partir d'une série de mesure :

L'incertitude associée à un facteur d'émission moyen est obtenue en appliquant la loi de propagation des incertitudes en tenant compte de la dispersion des facteurs d'émission spécifiques déterminés. La loi de Student est alors utilisée afin de déterminer l'incertitude associée à la moyenne des résultats de mesures réalisées de façon à prendre en compte la dispersion de ces résultats.

Le facteur d'émission i est déterminé sur un intervalle de temps donné (D) à partir de la concentration en polluant (C), du débit d'effluent (Q) et de la production réalisée (P) :

$$FE_i = \frac{C_i Q_i D_i}{P_i}$$

Si le facteur d'émission moyen est obtenu en faisant la moyenne de n déterminations sur une même installation, il est alors égal à :

$$FE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (FE_i)$$

L'incertitude associée à ce facteur d'émission est obtenue au moyen de l'équation suivante :

$$u^2(FE) = u^2(C_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial C_i}\right)^2 + u^2(Q_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial Q_i}\right)^2 + u^2(D_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial D_i}\right)^2 + u^2(P_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial P_i}\right)^2 + s^2$$

L'écart-type sur la série de détermination (s) permet de prendre en compte la dispersion des résultats et notamment la variabilité des émissions liée aux différents produits fabriqués.

En fonction de cette variabilité, le nombre d'échantillons ou de déterminations de facteurs d'émission sera défini de façon à atteindre une incertitude acceptable. On considère qu'un échantillon égal à 30 correspond à une bonne représentation d'une population. Pour une série de détermination inférieure à 10, une correction sera apportée au moyen du coefficient t de Student.

Lorsque la détermination des facteurs d'émission est effectuée sur des produits identiques (cas des fabrications monoproduits sur une même ligne de production), l'écart-type censé représenter la dispersion des résultats pourra être divisé par \sqrt{n} .

A.4.2. Exemple de calcul d'incertitude à partir du cas présenté en annexe 2 et 3

A.4.2.1. Détermination de l'incertitude associée aux émissions totales

Le bilan des entrées et des sorties de solvants sur l'installation est indiqué dans le tableau ci-après.

| Flux entrants | | | |
|------------------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Solvants purs ou préparations (I1) | Quantités consommées | Ecart sur la composition | Ecart sur les quantités consommées |
| acétate d'éthyle | 600 t | 0,1% | 2,0% |
| MEK | 200 t | 0,5% | 2,0% |
| encres | 200 t | 5% | 0,5% |
| Flux sortants | | | |
| | Quantités enlevées | Ecart sur la composition | Ecart sur les quantités enlevées |
| Déchets (O6) | 300 t | 5% | 5% |
| Régénération externe (O8) | 20 t | 5% | 5% |

Les écarts associés à la composition des solvants purs entrants sont évalués à 0,1% près pour l'acétate d'éthyle et à 0,5% pour la MEK. Les incertitudes-types associées à ces compositions sont donc égales à 0,058% ($= 0,1/\sqrt{3}$ - loi rectangulaire) pour l'acétate d'éthyle et à 0,29% ($= 0,5/\sqrt{3}$) pour la MEK. Les écarts sur les quantités de solvants purs consommées sont de 2,0% pour l'acétate d'éthyle et la MEK. Les incertitudes-types associées aux quantités consommées sont donc de 1,15%.

Chaque fabricant a fourni la teneur en solvant dans les encres à 5% près. Les quantités d'encres utilisées sont connues avec un écart de l'ordre de 0,5%.

La composition des déchets est estimée connue à 5% près. Les quantités enlevées par une société extérieure sont connues à 5% près.

La teneur en solvants dans les produits régénérés en externe est connue à 5% près. Les quantités enlevées sont également connues à 5% près.

La quantité d'un solvant x consommée ou enlevée (Q_x) est égale au produit de la quantité totale de matière (Q_{totale}) par la fraction de solvant x.

$$Q_x = Q_{totale} \cdot x \quad (a4-1)$$

$$\frac{u^2(Q_x)}{(Q_x)^2} = \frac{u^2(Q_{totale})}{(Q_{totale})^2} + \frac{u^2(x)}{(x)^2} \quad (a4-2)$$

En appliquant l'équation (a4-2), on obtient les incertitudes indiquées dans les deux dernières colonnes du tableau ci-après.

Exemple de calcul pour le flux de solvant contenu dans les déchets :

$$\frac{u^2(Q_{solvant})}{(300)^2} = \left(\frac{0,05}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0,05}{\sqrt{3}}\right)^2$$

$$u(Q_{solvant}) = \sqrt{300^2 \cdot (0,028^2 + 0,028^2)} = 12,2 \text{ t soit une incertitude-type relative de } 4,08\%.$$

| Flux entrants | | | | | |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---|---|
| Solvants (I1) purs ou préparations | Quantités consommées | Incertitude composition (%) | Incertitude quantité (%) | Incertitude associée au flux (en t) | Incertitude associée au flux (en %) |
| acétate d'éthyle | 600 t | 0,058 | 1,15 | 6,9 | 1,16 |
| MEK | 200 t | 0,29 | 1,15 | 2,4 | 1,19 |
| encres | 200 t | 2,89 | 0,29 | 5,8 | 2,9 |
| Flux sortants | | | | | |
| | Quantités enlevées | Incertitude composition (%) | Incertitude quantité (%) | Incertitude associée au flux (en t) | Incertitude associée au flux (en %) |
| Déchets (O6) | 300 t | 2,89 | 2,89 | 12,2 | 4,08 |
| Régénération externe (O8) | 20 t | 2,89 | 2,89 | 0,8 | 4,08 |

Tableau récapitulatif des incertitudes-types déterminées

L'équation du bilan matière dans le cas présent étant la suivante :

$$E_T = O_1 + F = I_1 - O_6 - O_8 = 680 \text{ tonnes} \quad (a4-3)$$

$$\frac{u^2(E_T)}{(E_T)^2} = \frac{u^2(I_1)}{(I_1)^2} + \frac{u^2(O_6)}{(O_6)^2} + \frac{u^2(O_8)}{(O_8)^2} \quad (a4-4)$$

$$\text{ou } u^2(E_T) = u^2(I_1) + u^2(O_6) + u^2(O_8)$$

Le calcul d'incertitude est réalisé en valeur absolue (les flux étant estimés de manières différentes) :

$$u(E_T) = \sqrt{6,9^2 + 2,4^2 + 5,8^2 + 12,2^2 + 0,8^2} = 15,4 \text{ t}$$

L'incertitude-type associée aux émissions totales est 15,4 t soit une incertitude élargie pour une probabilité de 95% (coefficient d'élargissement : k=2) de 30,8 t soit 4,6%.

$$ET = 680 \pm 30,8 \text{ t soit } \pm 4,6\%$$

A.4.2.2. Détermination de l'incertitude associée aux émissions diffuses

Rappelons que les émissions diffuses sont déterminées par différence entre les émissions totales et les émissions canalisés. Afin de déterminer l'incertitude associée aux émissions diffuses, il est donc nécessaire au préalable de déterminer l'incertitude associée aux émissions canalisées.

Ces émissions ont été estimées au moyen d'une campagne de mesures avec détermination de facteurs d'émission, et de la production annuelle de l'installation (P_T).

Les émissions canalisées de COV durant la période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants (T) sont données par l'équation (a4-5) :

$$E_c = FE \cdot P_T \quad (\text{a4-5})$$

$$P_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i) \quad (\text{a4-6})$$

Avec :

FE : facteur d'émission moyen,

P_T : nombre de m² produit au cours de la période T (période de mise en œuvre du plan de gestion des solvants),

P_i : nombre de m² produit durant la fabrication i.

Le facteur d'émission moyen a été déterminé à partir de six déterminations effectuées sur six fabrications distinctes. Il est donné par l'équation (a4-7) :

$$FE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (FE_i) \quad (\text{a4-7})$$

Avec :

FE_i : facteur d'émission déterminé lors de la fabrication i,

n : nombre de fabrication pour lesquelles un facteur d'émission a été déterminé.

Durant l'ensemble des six fabrications retenues, car étant représentatives des produits finis fabriqués sur l'installation, des mesures des COVt, du débit, de la durée de la fabrication et du nombre de m² de produit fini fabriqué ont été effectuées afin de déterminer les facteurs d'émission correspondants.

$$FE_i = \frac{C_i Q_i D_i}{P_i} \quad (\text{a4-8})$$

Avec :

C_i : concentration moyenne en COVt mesurée lors de la fabrication i,

Q_i : débit d'effluent moyen mesuré sur l'installation considérée lors de la fabrication i,

D_i : durée de la fabrication i.

L'incertitude associée aux émissions canalisées est donnée par l'équation (a4-9) :

$$u^2(E_c) = u^2(FE) \cdot \left(\frac{\partial E_c}{\partial FE}\right)^2 + u^2(P_T) \cdot \left(\frac{\partial E_c}{\partial P_T}\right)^2 \quad (\text{a4-9})$$

L'incertitude associée au nombre de m² produit lors de chaque fabrication est négligeable dans le cas présent : le nombre de m² fabriqué étant programmé en machine. L'équation (a4-9) devient alors :

$$u^2(E_c) = u^2(FE) \cdot \left(\frac{\partial E_c}{\partial FE}\right)^2 \quad (\text{a4-10})$$

Or : $\frac{\partial E_c}{\partial FE} = P_T$

$$u^2(E_c) = u^2(FE) \cdot P_T^2 \quad (\text{a4-11})$$

L'incertitude sur le facteur d'émission moyen est déterminée en appliquant la loi de propagation des incertitudes :

$$\begin{aligned} u^2(FE) = & \\ & u^2(C_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial C_i}\right)^2 + \\ & u^2(Q_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial Q_i}\right)^2 + u^2(D_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial D_i}\right)^2 + u^2(P_i) \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial FE}{\partial P_i}\right)^2 + ts^2 \end{aligned} \quad (\text{a4-12})$$

avec :

$u(C_i)$: incertitude sur la méthode de mesure des COVt. Cette incertitude peut être déterminée selon la méthode décrite dans le guide « pour l'estimation des mesures associées aux systèmes de mesure automatique des gaz » ou à partir d'essais interlaboratoires,

$u(Q_i)$: incertitude sur la méthode de mesure du débit. Cette incertitude peut être déterminée à partir de la loi de propagation des incertitudes ou à partir d'essais interlaboratoires,

s : écart-type de dispersion des facteurs d'émission déterminés,

t : t de Student.

Les incertitudes associées à la production et à la durée de fabrication peuvent être considérées comme négligeables.

En considérant que : $u(C_1) = u(C_2) = u(C_i)$ et que : $u(Q_1) = u(Q_2) = u(Q_i)$, et un débit des rejets constant durant l'ensemble des fabrications, c'est à dire $Q_1=Q_2=Q_i$, alors l'équation (a4-12) devient :

$$u^2(FE) = \left(u^2(C) \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n} \frac{Q_i D_i}{P_i}\right)^2 + u^2(Q) \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{n} \frac{C_i D_i}{P_i}\right)^2 \right) + ts^2 \quad (\text{a4-13})$$

Et l'équation (a4-11) :

$$u^2(E_c) = P_T^2 \left[\frac{1}{n^2} \left(u^2(C) \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_i D_i}{P_i}\right)^2 + u^2(Q) \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i D_i}{P_i}\right)^2 \right) + ts^2 \right] \quad (\text{a4-14})$$

Exemple chiffré :

Les facteurs d'émission ont été déterminés sur six fabrications.

| Fabrication | Débit | Teneur | Flux | Durée | m ² produit | FE |
|-------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|----------------|------------------------|------------------|
| | Q _i | C _i | Q _i ·C _i | D _i | P _i | |
| unités | Nm ³ /h | g/Nm ³ | g/h | h | m ² | g/m ² |
| 1 | 15000 | 1.4 | 21000 | 2.6 | 4748 | 11.5 |
| 2 | 15000 | 1.1 | 16500 | 4.0 | 6875 | 9.6 |
| 3 | 15000 | 1 | 15000 | 3.0 | 5294 | 8.5 |
| 4 | 15000 | 0.9 | 13500 | 2.9 | 4774 | 8.2 |
| 5 | 15000 | 1.4 | 21000 | 3.0 | 5339 | 11.8 |
| 6 | 15000 | 1.2 | 18000 | 3.0 | 5192 | 10.4 |
| moyenne | 15000 | 1.2 | 17500 | 3.1 | 5370 | 10.0 |
| écart-type | | | | | | 1.50 |

Les essais interlaboratoires réalisés sur la mesure des COVt ont conduit à associer à la teneur mesurée un intervalle de confiance à 95% égal à 15%, soit une incertitude-type de 7,5%.

Les conditions de mesure étant conformes aux prescriptions normatives en terme de longueur droite en amont et en aval de la section de mesure, l'incertitude-type associée à la mesure de débit est prise égale à 4,5%. En effet, les essais interlaboratoires réalisés sur la mesure du débit ont conduit à associer à la teneur mesurée un intervalle de confiance à 95% égal à 9%.

Le nombre de m² produit durant la période de réalisation du plan de gestion des solvants est de 21 000 000.

$$u^2(E_c) = \frac{21000000^2}{1000000^2} \cdot \left[\frac{1}{6^2} \left(\left(\frac{7,5}{100} \cdot 1,2 \right)^2 \cdot 445 + \left(\frac{4,5}{100} \cdot 15000 \right)^2 \cdot 2,72 \cdot 10^{-6} \right) + 2,447 \cdot 1,5^2 \right]$$

NB : le résultat est exprimé en tonne, un changement d'unités (de gramme en tonne) est intégré dans l'équation ci-dessus.

L'écart-type (s) sur la série de détermination permet de prendre en compte la dispersion des résultats et notamment la variabilité des émissions liée aux différents produits fabriqués. La série de détermination étant inférieure à 10, une correction a été apportée au moyen du coefficient t de Student (la valeur t de Student retenue est de 2,447).

L'incertitude type associée aux émissions canalisées est de :

$$u(E_c) = 49,9 \text{ t}$$

L'incertitude élargie pour une probabilité de 95% (coefficient d'élargissement : k=2) est de 99,8 t soit 47,5%.

$$E_c = \frac{21\,000\,000}{1\,000\,000} \cdot 10 = 210 \pm 99,8 \text{ tonnes équivalent C soit } 47,5\%$$

Afin d'exprimer cette unité (équivalent carbone) en tonne de solvant, une conversion d'unités est nécessaire. L'incertitude associée à cette conversion :

$$E_{cs} = E_c / \sum_{x=1}^n \left(\frac{m_x}{m} \cdot \frac{N_x f_x M_C}{M_x} \right) \quad (\text{a4-15})$$

soit $E_{cs} = \frac{E_c}{A}$ avec $A = \sum_{x=1}^n \left(\frac{m_x}{m} \cdot \frac{N_x f_x M_C}{M_x} \right)$

Avec :

E_{cs} : émissions canalisées exprimées en masse de solvant,

E_c : émissions canalisées exprimées en masse équivalent C,

M_x : masse molaire du solvant x,

N_x : nombre d'atome de carbone du solvant x,

M_C : masse de l'atome de carbone (12,01 g),

f_x : coefficient de réponse des atomes de carbone du solvant x par analyse FID,

m_x : quantité de solvant x émise,

m : quantité totale de solvant émise,

n : nombre de solvants utilisés (seuls les principaux solvants seront pris en compte).

$$u^2(E_{cs}) = u^2(E_c) \left(\frac{\partial E_{cs}}{\partial E_c} \right)^2 + u^2(A) \left(\frac{\partial E_{cs}}{\partial A} \right)^2$$

Par ailleurs :

$$\frac{\partial E_{cs}}{\partial E_c} = \frac{1}{A}$$

$$\left(\frac{\partial E_{cs}}{\partial A} \right) = \left(\frac{-1}{A^2} \right) \cdot E_c$$

L'incertitude associée à la masse molaire de la molécule, la masse de l'atome de C et le nombre d'atome de C d'une molécule étant négligeable, on obtient en appliquant la loi de propagation des incertitudes l'équation suivante :

$$u^2(A) = u^2(m_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{\partial A}{\partial m_x} \right)^2 + u^2(m) \sum_{x=1}^n \left(\frac{\partial A}{\partial m} \right)^2 + u^2(f_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{\partial A}{\partial f_x} \right)^2$$

Avec

$$\frac{\partial A}{\partial m_x} = \frac{N_x f_x M_C}{m M_x}$$

$$\frac{\partial A}{\partial m} = \left(\frac{-1}{m^2} \right) \frac{m_x N_x f_x M_C}{M_x}$$

$$\frac{\partial A}{\partial f_x} = \frac{m_x N_x M_C}{m M_x}$$

$$\begin{aligned}
u^2(E_{cs}) &= u^2(E_c) \left(\frac{1}{A^2}\right)^2 \\
&+ \left(\frac{-1}{A^2} \cdot E_c\right)^2 \cdot \left[u^2(m_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{N_x f_x M_c}{m M_x}\right)^2 \right. \\
&\left. + u^2(m) \sum_{x=1}^n \left(\frac{(-1)}{m^2} \frac{m_x N_x f_x M_c}{M_x}\right)^2 + u^2(f_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{m_x N_x M_c}{m M_x}\right)^2 \right]
\end{aligned}$$

Exemple chiffré :

En retenant les incertitudes-types non élargies suivantes :

$$u(E_c) = 23,8\% \text{ (cf. calcul précédent),}$$

$$u(m_x) = u(m) = 2,3\% \text{ (cf. calcul de } u(E_t) \text{ précédent),}$$

$$u(f_x) = 2,5\% \text{ (valeur estimée),}$$

$$u^2(m_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{N_x f_x M_c}{m M_x}\right)^2 = 45,5 \cdot 10^{-5}$$

$$u^2(m) \sum_{x=1}^n \left(\frac{(-1)}{m^2} \frac{N_x f_x M_c}{m M_x}\right)^2 = 9,4 \cdot 10^{-5}$$

$$u^2(f_x) \sum_{x=1}^n \left(\frac{m_x N_x M_c}{m M_x}\right)^2 = 20,7 \cdot 10^{-5}$$

A partir de l'exemple précédent, l'incertitude-type sur le flux de solvant émis de façon canalisée durant l'ensemble de la période de mise en œuvre du plan de gestion est de l'ordre de 25.0%.

L'incertitude élargie pour une probabilité de 95% (coefficient d'élargissement : k=2) est de 288 t soit 50,0%.

$$E_{cs} = 577 \pm 288 \text{ t soit une incertitude relative de 50\%}$$

L'incertitude sur les émissions diffuses peut alors être calculée :

$$F = I1 - O1 - O6 - O8$$

$$u^2(F) = u^2(I_1) + u^2(O_1) + u^2(O_6) + u^2(O_8)$$

$$u(F) = \sqrt{6,9^2 + 2,4^2 + 5,8^2 + 144^2 + 12,2^2 + 0,8^2} = 145 \text{ t}$$

L'incertitude élargie pour une probabilité de 95% (coefficient d'élargissement : k=2) est de 290 t soit 284%.

$$F = 102 \pm 290 \text{ t}$$

L'estimation des émissions diffuses par différence entre les flux de solvants entrants et sortants de l'installation conduit à une incertitude très importante étroitement liée à l'incertitude estimée sur les émissions canalisées. Cette incertitude est d'autant plus élevée que les émissions diffuses sont faibles.

Tableau récapitulatif

| Flux entrants | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Solvants purs ou préparations | Quantités consommées (en t) | Incertitude associée au flux (en t) | Incertitude associée au flux (en %) |
| I1 (solvants achetés et utilisés) | 600 | 18,7 | 3,1 |
| Flux sortants | | | |
| | Quantités enlevées (en t) | Incertitude associée au flux (en t) | Incertitude associée au flux (en %) |
| O1 (émissions canalisées) | 577 | 288,4 | 50,0 |
| O6 (déchets) | 300 | 24,4 | 8,2 |
| O8 (régénération externe) | 20 | 1,6 | 8,2 |
| Emissions diffuses (F) | 102 | 290 | 284 |

Incertitudes élargies associées à chaque flux entrant et sortant de l'installation