

# GAZ INFLAMMABLES

## Fiche de Classification des dangers physiques selon le SGH – Règlement CLP

Dans cette fiche, nous comparons les méthodes et critères d'évaluation introduits par le règlement CLP avec ceux utilisés jusqu'alors pour les lieux de travail et la consommation, en mettant en évidence l'impact du nouveau système sur la classification.

Des exemples de passage du système de classification préexistant au règlement CLP sont ensuite présentés pour quelques substances chimiques très utilisées ou dont la classification est modifiée.

### Synthèse pratique

La méthode d'évaluation des gaz inflammables est modifiée par le règlement CLP. Toutefois, dans la pratique, les données nécessaires à la classification sont disponibles dans la bibliographie. De plus, le seuil de classification dans la classe des « gaz inflammable » est inchangé.

L'effet induit sur le nombre de substances et mélanges classés devrait être limité.

Le règlement CLP permet de différencier les gaz inflammables en fonction du niveau de danger, en introduisant deux catégories.

**Rédacteurs** : Patricia ROTUREAU, Agnès JANES (CARE/SUPP/DRA/INERIS) - EAT DRA 83

**Validation externe** : *European Industrial Gases Association (EIGA), Bruxelles, Belgique*

**Date de mise en ligne PRIMARISK** : 10/2009

**Ressources, données / Substances chimiques / Classification des dangers physiques selon le SGH – Règlement CLP** [http://www.ineris.fr/primarisk/outils/fiches\\_sgh/fiches\\_sgh\\_list.php](http://www.ineris.fr/primarisk/outils/fiches_sgh/fiches_sgh_list.php)

## I. Classification des gaz inflammables selon les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE modifiées

En référence à l'article 2.2.3 de l'annexe VI de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié<sup>1</sup>, les substances inflammables à l'état gazeux sont classées comme extrêmement inflammables lorsque, à température et à pression ambiantes, elles sont inflammables à l'air.

Cette classification est établie sur la base du résultat obtenu au moyen de la méthode d'essai A.11 décrite dans le règlement (CE) n°440/2008 de la Commission du 30 mai 2008<sup>2</sup>. Cette méthode consiste à déterminer si des gaz mélangés à l'air à température ambiante (20 °C environ) et à la pression atmosphérique sont inflammables et, s'ils le sont, dans quel intervalle de concentration. Pour cela, des mélanges contenant des concentrations croissantes de gaz à tester sont exposés à une étincelle électrique et on observe si l'inflammation se produit.

Ceci revient à déterminer le domaine d'explosivité du gaz. Celui-ci, de même que les limites inférieure et supérieure d'explosivité sont définis par<sup>3</sup> :

- domaine d'explosivité : domaine de concentration d'une substance inflammable en mélange avec l'air ou un pré-mélange d'air et d'un gaz inerte, à l'intérieur duquel une explosion peut se produire, déterminé dans des conditions d'essai spécifiées (définition adaptée de la norme NF EN 1127-1 : Atmosphères explosives - Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion - Partie 1 : notions fondamentales et méthodologie).
- limite inférieure d'explosivité (LIE) : limite inférieure du domaine d'explosivité.
- limite supérieure d'explosivité (LSE) : limite supérieure du domaine d'explosivité.

Note : en anglais, l'expression « limites d'inflammabilité » (« flammability limits ») est aussi utilisée pour désigner ces limites. L'expression « limites d'explosivité » est utilisée ici afin d'assurer l'homogénéité avec le vocabulaire des réglementations qui utilisent désormais cette expression.

Lorsque la propagation de la flamme est observée dans le mélange gaz/air durant l'essai, le gaz est affecté du symbole de danger « F+ », de l'indication de danger « Extrêmement inflammable » et de la phrase de risque R12 : « Extrêmement inflammable ».

<sup>1</sup> L'arrêté du 20 avril 1994 modifié relatif à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances résulte de la transposition en droit français de la directive 67/548/CEE dite directive « substances ». Quant à la directive 1999/45/CE dite directive « préparations », celle-ci renvoie à la directive 67/548/CEE pour les critères de classification et d'étiquetage

<sup>2</sup> Règlement (CE) n°440/2008 de la Commission du 30 mai 2008 établissant des méthodes d'essai conformément au règlement (CE) n°1907/2006 du Parlement européen et du Conseil concernant l'enregistrement, l'évaluation et l'autorisation des substances chimiques, ainsi que les restrictions applicables à ces substances (REACH), modifié par le règlement (CE) n° 761/2009 de la Commission du 23 juillet 2009

<sup>3</sup> Source : NF EN 1839 : 2004 : Détermination des limites d'explosivité des gaz et vapeurs



F+ - Extrêmement inflammable

En ce qui concerne les préparations gazeuses, l'arrêté du 20 avril 1994 modifié précise comment évaluer leur caractère inflammable par le calcul, par dérogation dans le cas où ces préparations gazeuses sont produites sur commande en petites quantités, (cf. Annexe VI de l'arrêté du 20 avril 1994, Paragraphe 9.1.1.1. Propriétés comburantes, reproduit en annexe I du présent document).

Le principe de la méthode est de comparer la teneur en gaz inflammable du mélange à la « teneur maximale en gaz inflammables qui, dans un mélange contenant de l'azote, donne une composition qui n'est pas inflammable à l'air ». Cette méthode, de même que les coefficients utilisés dans ce calcul sont issus de la norme ISO 10156 : 1996<sup>4</sup>. Ces coefficients sont reproduits en annexe II.

#### Notes :

- L'article 11 de l'arrêté du 9 novembre 2004<sup>5</sup> prévoit notamment que la détermination des propriétés extrêmement inflammables d'une préparation n'est pas nécessaire si :
  - aucun de ses composants ne présente de telles propriétés et si, sur la base des informations dont dispose le fabricant, il soit peu probable que la préparation présente des risques de cette nature,
  - en cas de modification de composition d'une préparation de composition connue, des justifications spécifiques permettent de considérer qu'une nouvelle évaluation des dangers n'aboutira pas à un changement de classification.
- L'article 14 du même arrêté précise que les dangers découlant des propriétés physico-chimiques d'un produit phytopharmaceutique (défini à l'article L. 253-1 du code rural) sont évalués par la détermination des propriétés physico-chimiques de la préparation nécessaires pour une classification appropriée conformément aux critères de l'annexe VI de l'arrêté du 20 avril 1994<sup>6</sup>. Ces propriétés sont déterminées au moyen des méthodes décrites à l'annexe V, partie A, de l'arrêté du 20 avril 1994, sauf si d'autres méthodes reconnues internationalement sont acceptables aux termes de l'arrêté du 6 septembre 1994<sup>7</sup>.

<sup>4</sup> ISO 10156 : 1996 ; Gaz et mélanges de gaz – Détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie des robinets. Une révision de cette norme est actuellement en cours (Pr ISO 10156 : 2008).

<sup>5</sup> Arrêté du 9 novembre 2004 modifié, définissant les critères de classification et les conditions d'étiquetage et d'emballage des préparations dangereuses et transposant la directive 1999/45/CE du Parlement européen et du Conseil du 31 mai 1999, concernant le rapprochement des législations des législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des préparations dangereuses

<sup>6</sup> Arrêté du 20 avril 1994 modifié relatif à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances

<sup>7</sup> Arrêté du 6 septembre 1994 relatif au contrôle des produits phytopharmaceutiques

## II. Classification des gaz inflammables selon le règlement CLP

### II.1 Définition

Par « gaz inflammable », on entend un gaz ou un mélange de gaz ayant un domaine d'explosivité en mélange avec l'air à 20 °C et à une pression normale de 101.3 kPa.

*Référence : Règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006, Annexe I : Prescriptions relatives à la classification et à l'étiquetage des substances et mélanges dangereux, Partie 2 : Dangers physiques, Paragraphe 2.2 : Gaz inflammables.*

### II.2 Critères de classification

Les substances ou mélanges sont classés comme des gaz inflammables sur la base de la valeur de leur limite inférieure d'explosivité (LIE) d'une part et de l'étendue de leur domaine d'explosivité d'autre part.

Note : Les limites inférieures et supérieures d'explosivité sont données dans l'air à 20°C et à une pression normale de 101.3 kPa.

L'inflammabilité des substances est déterminée par des essais.

Notes :

- L'article 14 du règlement CLP prévoit notamment qu'un mélange n'a pas besoin d'être classé au regard des propriétés inflammables, pour autant que :
  - aucune des substances que contient le mélange ne possède une de ces propriétés et, sur la base des informations à la disposition du fournisseur, il est peu probable que le mélange présente des dangers de ce type,
  - en cas de modification de la composition d'un mélange, des preuves scientifiques indiquent qu'une évaluation des informations sur le mélange n'entraînera pas un changement de classification.
- L'article 8 du règlement CLP indique que lorsque de nouveaux essais portant sur les dangers physiques sont réalisés aux fins du règlement CLP, ceux-ci doivent être effectués, au 1<sup>er</sup> janvier 2014 au plus tard, conformément à un système de qualité pertinent reconnu ou par des laboratoires qui satisfont à une norme pertinente reconnue.

Dans le cas des mélanges, lorsque les données disponibles sont suffisantes, l'inflammabilité est déterminée par calcul, conformément à la norme ISO 10156 citée ci-dessus. Un exemple de calcul figure en annexe III. Si les données nécessaires ne sont pas disponibles, le règlement CLP prévoit de recourir à la détermination expérimentale des limites d'explosivité au moyen de la norme EN 1839 précitée.

Note : Les recommandations ONU relatives au transport des marchandises dangereuses se réfèrent également à la norme ISO 10156 précitée pour le calcul des limites d'explosivité ainsi que pour leur détermination expérimentale.



## II.3 Procédure de classification et d'étiquetage

Un gaz inflammable est classé dans l'une des deux catégories (catégories 1 et 2) de cette classe selon les règles du tableau suivant.


Catégorie 1	Catégorie 2
limite inférieure d'explosivité (LIE) $\leq$ 13 % vol. ou domaine d'explosivité $\geq$ 12% vol.	domaine d'explosivité non nul, et critères de la catégorie 1 non satisfaits.

Les règles de classement dans la catégorie 1 des gaz inflammables sont strictement identiques à celles retenues dans les recommandations ONU relatives au transport des marchandises dangereuses. En revanche, le règlement CLP prend en compte également, dans la catégorie 2, les gaz ne vérifiant pas ces règles, mais pour lesquels un domaine d'explosivité existe.

Les éléments d'étiquetage des gaz inflammables sont résumés dans le tableau de la page suivante.

Tableau 2.2.2

Éléments d'étiquetage pour les gaz inflammables

Classification	Catégorie 1	Catégorie 2
Pictogramme SGH		Pas de pictogramme
Mention d'avertissement	Danger	Attention
Mention de danger	H220: Gaz extrêmement inflammable	H221: Gaz inflammable
Conseil de prudence Prévention	P210	P210
Conseil de prudence Intervention	P377 P381	P377 P381
Conseil de prudence Stockage	P403	P403
Conseil de prudence Élimination		

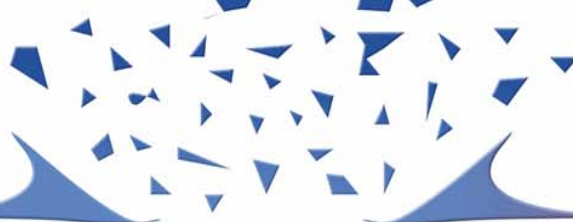
*Source : Référence : Règlement CE n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006, Annexe I : Prescriptions relatives à la classification et à l'étiquetage des substances et mélanges dangereux, Partie 2 : Dangers physiques, Paragraphe 2.2 : Gaz inflammables.*

P210 : Tenir à l'écart de la chaleur/ des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. –Ne pas fumer.




P377 : Fuite de gaz enflammé : Ne pas éteindre, sauf si la fuite peut être arrêtée sans risque.

P381 : Eliminer toutes les sources d'ignition si cela est faisable sans danger.

P403 : Stocker dans un endroit bien ventilé.



### III. Résumé et comparaison des méthodes d'évaluation

	Arrêté du 20 avril 1994 modifié	Règlement CLP	
<b>Pictogrammes, phrase de risque, mentions d'avertissement et mentions de danger</b>	 <p>F+ - Extrêmement inflammable</p> <p>R12</p>	 <p>Catégorie 1 : Danger H220</p>	 <p>Catégorie 2 : Attention H221</p>
<b>Critères et méthodes</b>	<p><b>Règlement (CE) n°440/2008, Méthode A.11</b></p> <p>Dérogation dans le cas des préparations : calcul (norme ISO 10156)</p> <p>Domaine d'explosivité non nul</p>	<p><b>Règlement CLP (idem TMD)</b></p> <p>Dans le cas des mélanges, essais (norme EN 1839) ou calcul (norme ISO 10156)</p> <p>Limite inférieure d'explosivité (LIE) <math>\leq 13</math> % vol. ou domaine d'explosivité <math>\geq 12</math>% vol.</p>	<p><b>Règlement CLP (inexistant dans le TMD)</b></p> <p>Dans le cas des mélanges, essais (norme EN 1839) ou calcul (norme ISO 10156)</p> <p>Domaine d'explosivité non nul, et critères de la catégorie 1 non satisfaits</p>
	<p><b>Classification sur la base de résultats d'essais (ou calcul pour les préparations, par dérogation)</b></p>	<p><b>Classification sur la base de résultats d'essais (ou calcul pour les mélanges)</b></p>	
	<p><b>Critères de classification et méthodes d'essai non identiques</b></p>		



Notes :

- La norme EN 1839 diffère sensiblement de la méthode CE A.11, en ce qui concerne l'appareillage et la méthode d'essai. En effet, la première admet deux méthodes expérimentales, le tube (observation de la flamme) et la bombe (mesure de la pression), alors que la seconde ne reconnaît que le tube, dont les caractéristiques géométriques sont d'ailleurs différentes. De plus, les sources d'inflammation décrites ne sont pas identiques.
- Il convient de signaler que, dans la pratique, la détermination expérimentale des limites d'explosivité est le plus souvent réalisée suivant la norme EN 1839. Le domaine d'explosivité obtenu au moyen de cette dernière norme peut être, dans le cas de certains gaz, plus étendu (LIE plus basse et LSE plus élevée) que dans le cas de la méthode CE A.11.  
Toutefois, les limites d'explosivité des gaz et vapeurs sont en général bien documentées dans la littérature et il n'est donc en général pas nécessaire de recourir à leur détermination expérimentale.
- La norme ISO 10156, en plus de présenter une méthode de calcul pour les mélanges de gaz inflammables et de gaz inertes, définit également une méthode de calcul pour les mélanges de gaz inflammables, comburant et inertes.

#### IV. Classement selon la réglementation des IC

Référence réglementaire : décret 53-578 du 20 mai 1953

Les gaz inflammables sont pris en compte dans les rubriques 141X. Il existe également plusieurs rubriques dédiées à des substances nommément désignées.

1410	Gaz inflammables (fabrication industrielle de) par distillation, pyrogénération, etc., désulfuration de gaz inflammable à l'exclusion de la production de méthane par traitement des effluents urbains ou des déchets
1411	Gazomètres et réservoirs de gaz comprimés renfermant des gaz inflammables
1412	Gaz inflammables liquéfiés (stockage en réservoirs manufacturés de)
1413	Installations de distribution de gaz naturel ou de biogaz
1414	Gaz inflammables liquéfiés (installation de remplissage ou de distribution de)
1415	Hydrogène (fabrication industrielle de)
1416	Hydrogène (stockage et emploi de l')
1417	Acétylène (fabrication de) par action de l'eau sur le carbure de calcium
1418	Acétylène (stockage ou emploi de l')
1419	Oxyde d'éthylène ou de propylène (fabrication, stockage ou emploi de l')



## V. Impact potentiel du changement de classification des substances inflammables à l'état gazeux

### V.1 Modifications de la définition

La modification significative concernant la définition des gaz inflammables est l'apparition de deux mentions de danger différentes (H220 – gaz extrêmement inflammable – et H221 – gaz inflammable), alors qu'une seule était disponible dans l'arrêté du 20 avril 1994 modifié (R12 – Extrêmement inflammable).

### V.2 Impact de la modification de la méthode et des critères de classification

Le seuil induisant la classification de « gaz inflammable » est identique dans les deux systèmes de classification. Il s'agit de l'existence d'un domaine d'explosivité. Ceci implique que **le nombre de substances et mélanges classés « gaz inflammable » sera à priori inchangé.**

En revanche, l'application du règlement CLP permet une distinction entre les deux catégories de danger, ce que ne permet pas le système de classification préexistant.

La méthode préconisée par le règlement CLP est différente de celle qui devait être appliquée jusqu'alors. Son application peut conduire à des domaines d'explosivité plus étendus que dans le cas de l'ancien référentiel. Pour autant, les limites d'explosivité des gaz et vapeurs sont en général bien documentées dans la littérature et il n'est donc en général pas nécessaire de recourir à leur détermination expérimentale. **C'est pourquoi cette nouveauté n'aura que peu d'influence sur le nombre de substances et mélanges classés en « gaz inflammable ».**

## VI. Exemples

Bien que le critère de classification dans la classe « gaz inflammable » reste inchangé, l'application du règlement CLP se traduit par l'apparition de deux catégories de danger. Ceci implique qu'il n'existe pas de correspondance directe de la phrase de risque R12 (Extrêmement inflammable) de la réglementation CE avec l'une ou l'autre des catégories de danger 1 et 2 et les mentions de danger H220 et H221. Cependant, des informations peuvent être obtenues à partir de la classification des substances selon les Recommandations relatives au Transport des Marchandises Dangereuses : si le gaz est classé inflammable selon cette réglementation, il est classé dans la catégorie 1 du règlement CLP.

Quelques exemples sont rassemblés dans le tableau suivant.

*Notre analyse est basée sur le tableau 3.1 de l'annexe VI – Liste des classifications et étiquetages harmonisés des substances dangereuses – du Règlement CE n°1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 relatif à la classification, à l'étiquetage et à l'emballage des substances et des mélanges, modifiant et abrogeant les directives 67/548/CEE et 1999/45/CE et modifiant le règlement (CE) n° 1907/2006.*



Substances		Class. selon le règlement CLP, Annexe VI, Tab. 3.1			Class. selon l'arrêté du 20 avril 1994 – Règl. CLP, Annexe VI, Tab. 3.2
Nom	N° CAS	Classe de danger et catégorie	Mention de danger	Mention de danger additionnelle	
Hydrogène	1333-74-0	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Monoxyde de carbone	630-08-0	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Méthane	74-82-8	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Ethane	74-84-0	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Propane	74-98-6	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Ethylène	74-85-1	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Propylène	115-07-1	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
But-1-ène	106-98-9	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note C et Note U	H220	-	F+ ; R12
1,3-butadiène	106-99-0	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note D et Note U	H220	-	F+ ; R12
Acétylène	74-86-2	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	EUH006	F+ ; R5-6-12

Substances		Class. selon le règlement CLP, Annexe VI, Tab. 3.1			Class. selon l'arrêté du 20 avril 1994 – Règl. CLP, Annexe VI, Tab. 3.2
Nom	N° CAS	Classe de danger et catégorie	Mention de danger	Mention de danger additionnelle	
Cyclopropane	75-19-4	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Chloro méthane	74-87-3	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
chloroéthane	75-00-3	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Chlorure de vinyle	75-01-4	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note D et Note U	H220	-	F+ ; R12
Diméthyléther	115-10-6	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	F+ ; R12
Oxyde d'éthylène	75-21-8	Gaz inflammable cat. 1 Gaz sous pression Note U	H220	-	(*) F+ ; R6-12
Ammoniac	7664-41-7	Gaz inflammable cat. 2 Gaz sous pression Note U	H221	-	R10 ⊗

- R5 : Danger d'explosion sous l'effet de la chaleur
- R6 : Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air
- R10 : Inflammable
- R12 : Extrêmement inflammable
- H220 : Gaz extrêmement inflammable
- H221 : Gaz inflammable
- EUH006 : Danger d'explosion en contact ou sans contact avec l'air



Notes :

- Cette analyse ne prend en compte que les dangers physico-chimiques, à l'exclusion des dangers pour la santé et/ou pour l'environnement.
- (\*) : classification modifiée par le 1<sup>er</sup> ATP au règlement CLP (règlement CE n°790/2009 de la Commission du 10 août 2009, modifiant, aux fins de son adaptation au progrès technique et scientifique, le règlement CLP).
- ⊗ signifie qu'il est recommandé d'actualiser les risques physiques de cette substance du tableau 3.2 du règlement CLP lors d'une prochaine adaptation au progrès technique. Tant que ces éléments n'auront pas été actualisés, l'un et l'autre tableau peuvent ne pas être concordants.
- Seul l'ammoniac est classé dans la catégorie 2 de la classe des gaz inflammables.
- La note C précise que certaines substances organiques peuvent être commercialisées soit sous une forme isomérique bien définie, soit sous forme de mélange de plusieurs isomères. Dans ces cas-là, le fournisseur doit préciser sur l'étiquette si la substance est un isomère spécifique ou un mélange d'isomères.
- La note D indique que certaines substances susceptibles de se polymériser ou de se décomposer spontanément sont généralement mises sur le marché sous une forme stabilisée. Cependant, de telles substances sont parfois mises sur le marché sous forme non stabilisée. Dans de tels cas, le fournisseur doit faire figurer sur l'étiquette le nom de la substance, suivi de la mention «non stabilisé(e)».
- La note U signifie que lorsqu'ils sont mis sur le marché, les gaz doivent être classés comme «gaz sous pression» dans l'un des groupes suivants: «gaz comprimé», «gaz liquéfié», «gaz liquéfié réfrigéré» ou «gaz dissous». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est emballé et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas.

En effet, Les mentions de danger H280 et H281, normalement prévues pour les gaz sous pression, n'apparaissent pas dans le tableau 3.1 de l'annexe VI du règlement CLP.

## VII. Synthèse pratique

**La méthode d'évaluation des gaz inflammables est modifiée par le règlement CLP. Toutefois, dans la pratique, les données nécessaires à la classification sont disponibles dans la bibliographie. De plus, le seuil de classification dans la classe des « gaz inflammable » est inchangé.**

**L'effet induit sur le nombre de substances et mélanges classé devrait être limité.**

**Le règlement CLP permet de différencier les gaz inflammables en fonction du niveau de danger, en introduisant deux catégories.**



## Annexe I : Reproduction partielle de l'arrêté du 20 avril 1994 modifié, relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances

Annexe VI : Critères généraux de classification et d'étiquetage des substances et des préparations dangereuses

9. Cas particuliers : préparations

9.1. Préparations gazeuses (mélanges de gaz)

9.1.1. Evaluation des propriétés physico-chimiques

9.1.1.1. Inflammabilité.

Les propriétés d'inflammabilité de ces préparations sont déterminées conformément à l'article 5 de la directive 1999/45/CE selon les méthodes spécifiées à l'annexe V de la directive 67/548/CEE.

Ces préparations seront classées en fonction des résultats des essais effectués et selon les critères de l'annexe V et ceux du guide de classification.

Toutefois, par dérogation, dans le cas où ces préparations gazeuses sont produites sur commande en petites quantités, l'inflammabilité de ces mélanges gazeux peut être évaluée grâce à la méthode de calcul suivante :

L'expression du mélange de gaz :

$$A_1F_1 + \dots + A_iF_i + \dots + A_nF_n + B_1I_1 + \dots + B_iI_i + \dots + B_pI_p$$

où :

- $A_i$  et  $B_i$  sont les fractions molaires ;
- $F_i$  est un gaz inflammable ;
- $I_i$  est un gaz inerte ;
- $n$  est le nombre de gaz inflammables ;
- $p$  est le nombre de gaz inertes ;

peut être transformée sous une forme dans laquelle tous les  $I_i$  (gaz inertes) sont exprimés par un équivalent azote, en utilisant un coefficient  $K_i$ , et dans laquelle la teneur équivalente en gaz inflammables  $A'_i$  s'exprime comme suit :

$$A'_i = A_i \times (100 / (A_i + K_i B_i))$$

En utilisant la valeur de la teneur maximale en gaz inflammables qui, dans un mélange contenant de l'azote, donne une composition qui n'est pas inflammable à l'air ( $T_{CI}$ ), on peut obtenir l'expression suivante :

$$\sum_i \frac{A'_i}{T_{CI}} \leq 1$$

Le mélange de gaz est inflammable lorsque la valeur de l'expression précitée est supérieure à 1. La préparation est classée extrêmement inflammable et la phrase R 12 est attribuée.

Coefficients d'équivalence ( $K_i$ ).

Les valeurs des coefficients d'équivalence  $K_i$  entre les gaz inertes et l'azote ainsi que les valeurs de la teneur maximale en gaz inflammables ( $T_{CI}$ ) figurent aux tableaux 1 et 2 de la norme ISO 10156, édition du 15 décembre 1990 (nouvelle édition 1996), relative aux « gaz et mélanges de gaz - détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie de robinets ».

Teneur maximale en gaz inflammables ( $T_{CI}$ ).

La valeur de la teneur maximale en gaz inflammables ( $T_{CI}$ ) figure au tableau 2 de la norme ISO 10156.

Lorsque la valeur  $T_{CI}$  d'un gaz inflammable ne figure pas dans la norme précitée, on utilisera la limite inférieure d'explosibilité (LIE). S'il n'existe aucune valeur LIE, la valeur  $T_{CI}$  sera fixée à 1% en volume.

Remarques :

- l'expression susmentionnée peut être employée pour permettre un étiquetage approprié des préparations gazeuses ; elle ne doit cependant pas être considérée comme une méthode remplaçant l'expérimentation dans la détermination des paramètres techniques de sécurité ;
- par ailleurs, cette expression ne donne aucune information sur la possibilité de préparer ou non en toute sécurité un mélange contenant des gaz comburants. Ces derniers ne sont pas pris en considération dans l'évaluation de l'inflammabilité ;
- l'expression susmentionnée ne donnera des résultats fiables que si les gaz inflammables ne s'influencent pas mutuellement du point de vue de leur inflammabilité. Il faut tenir compte de cet aspect, par exemple avec les hydrocarbures halogénés.

**Annexe II : Coefficients d'équivalence et teneur maximale en gaz inflammables**
**Tableau 2 — Teneur maximale en gaz inflammables,  $T_{ci}$ , donnant, dans les mélanges avec de l'azote, une composition qui n'est pas inflammable à l'air**

Gaz	$T_{ci}$ <sup>1)</sup> %
Hydrogène	5,7
Monoxyde de carbone	20
Méthane	14,3
Éthane	7,8
Éthylène	6
Butanes	5,7
Propane	6
Propylène	6,5
Butènes	5,5
Isobutène	6
Butadiène	4,5
Acétylène	4
Diméthyl-2,2 propane (néopentane, tétraméthylméthane)	4
n-Pentane et isopentane	4
n-Hexane	3,5
n-Heptane	2
n-Octane	1,8
Isooctane (triméthyl-2,2,4 pentane)	1,8
n-Nonane	1,5
n-Décane	1,1
n-Dodécane	1
Cyclopropane	6,8
Cyclohexane	2,5
Benzène	4,2
Toluène	2,1
Méthanol	11
Éthanol	5,6
Acétone	4,5
Diéthyl éther	3,4
Éther diméthylque	3,7
2,2-Diméthyl-butane	2,4
Monométhylamine	6,8
Formiate de méthyle	7
Acétate de méthyle	4,3
Formiate d'éthyle	3,9
Acétate d'éthyle	4,3
Méthyl-isobutyl-cétone	2
Hydrogène sulfuré	5,2
Sulfure de carbone	1,5
Fluorure de méthyle	3,7
Difluoro-1,1 éthylène (R1132a)	6,8
Bromure de vinyle	6,8
Chloro-1 difluoro-1,1 éthane (R142b)	5,5
Fluorure de vinyle	3,2
R143a	5,6

Gaz	$T_{ci}$ <sup>1)</sup> %
Difluoro-1,1 éthane	4,6
R152a	1
Chlorure d'éthyle	4,3
Propadiène	2,1
Méthyle-vinyle éther	2,7
Cyclobutane	2
Méthyl-3 butène-1	1,8
Fluorure d'éthyle	4,3
Chlorure de vinyle	4,5
Cyanogène	7
Arsine	5,6
Diborane	1
Acide cyanhydrique	6,7
Oxysulfure de carbone	14
Nickel carbonyle	1,1
Phosphine	1,2
Monoéthyl-amine	4,8
Diméthyl-amine	3,5
Triméthyl-amine	2,5
Chlorure de méthyle	10
Méthyle-mercaptan	4,7
R1113	10
Tétrafluoro-éthylène	13,7
Bromure de méthyle	16
Méthyl-éthyl-éther	2,5
Plomb tétraéthyle	2,2
Trifluoro-éthylène	13,1
Hydrogène sélénié	1
Méthyle silane	1,4
Silane	1
Monochlorosilane	1
Dichlorosilane	4,5
Germane	1
Oxyde d'éthylène	3,1
Oxyde de propylène	2,0
Éthyl-acétylène	1,8
Méthyl-acétylène	1,4

1) Lorsqu'il a été impossible de trouver la valeur de  $T_{ci}$ , une valeur sous-estimée a été prise.

Source : Norme ISO 10156 : 1996 ; Gaz et mélanges de gaz – Détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie des robinets

Gas	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	He	Ar	Ne	Kr	Xe	SO <sub>2</sub>	SF <sub>6</sub>	CF <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>
$K_f$	1	1,5	0,9	0,55	0,7	0,5	0,5	1,5	4	2	1,5

NOTES

1 These data are conservative estimated based on experimental data and experiences within the gas industry.

2 For other non-flammable and non-oxidizing gases containing three atoms or more in their chemical formulae, the coefficient of equivalency  $K_f = 1,5$  shall be used. Some types of non-flammable partial halogenated hydrocarbons, e.g. the refrigerant R134a, can react partially with air and oxygen in the presence of flammable gases. For all mixtures containing non flammable partially halogenated hydrocarbons and flammable gases it is not allowed to apply the calculation method if the concentration of the flammable component exceeds 0,25 %.

*Source : Norme ISO 10156 : 1996 ; Gaz et mélanges de gaz – Détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie des robinets*



## Annexe III : Exemples d'application de la méthode de calcul

Source : ISO 10156 : 1996 ; Gaz et mélanges de gaz – Détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie des robinets

### Exemple 1 :

Composition du mélange :  $\text{H}_2$  : 7 % ( $T_{ci} = 5,7$  %)

$\text{CO}_2$  : 93 % ( $K_i = 1,5$ )

Mélange équivalent (on remplace les gaz inertes par leur équivalent en azote) :

$7 \text{ H}_2 + (1,5 * 93) \text{ N}_2$

En ajustant la somme des fractions molaires à 1 :

**4,78 %  $\text{H}_2$  + 95,22 %  $\text{N}_2$**

Application de la formule de l'annexe I :

$$\sum A_i/T_{ci} = (4,78 / 5,7) = 0,84$$

**0,84 < 1 : Le mélange de gaz n'est pas inflammable dans l'air.**

### Exemple 2 :

Composition du mélange :  $\text{H}_2$  : 2 % ( $T_{ci} = 5,7$  %)

$\text{CH}_4$  : 8 % ( $T_{ci} = 14,3$  %)

Ar : 25 % ( $K_i = 0,5$ )

He : 65 % ( $K_i = 0,5$ )

Mélange équivalent (on remplace les gaz inertes par leur équivalent en azote) :

$2 \text{ H}_2 + 8 \text{ CH}_4 + (0,5 * 25 + 0,5 * 65) \text{ N}_2$

En ajustant la somme des fractions molaires à 1 :

**3,63 %  $\text{H}_2$  + 14,54 %  $\text{CH}_4$  + 81,81 %  $\text{N}_2$**

Application de la formule de l'annexe I :

$$\sum A_i/T_{ci} = (3,63 / 5,7) + (14,54 / 14,3) = 1,66$$

**1,66 > 1 : Le mélange de gaz est inflammable dans l'air.**