

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
10156

Première édition  
1990-12-15

---

---

**Gaz et mélanges de gaz — Détermination du  
potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le  
choix des raccords de sortie de robinets**

*Gases and gas mixtures — Determination of fire potential and oxidizing  
ability for the selection of cylinder valve outlets*



Numéro de référence  
ISO 10156:1990(F)

## Avant-propos

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

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 10156 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 58, *Bouteilles à gaz*.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale.

© ISO 1990

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

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

Imprimé en Suisse

## Introduction

L'ISO 5145 définit les critères pratiques de choix des raccords de sortie de robinets de bouteilles à gaz de capacité en eau inférieure ou égale à 150 L. Ces critères reposent sur certaines propriétés physico-chimiques des gaz et en particulier leur inflammabilité à l'air ou leur potentiel d'oxydation (par référence à l'air).

L'un des problèmes posés par l'ISO 5145 vient du fait qu'il est parfois difficile de déterminer si un gaz ou un mélange de gaz est inflammable à l'air ou plus oxydant que l'air.

En fait,

pour les gaz purs, la bibliographie abonde en résultats mais ils sont parfois contradictoires selon les méthodes d'essai employées;

et surtout,

pour les mélanges de gaz, les données bibliographiques sont souvent soit incomplètes, soit inexistantes.

Avec des méthodes d'essai normalisées, il devrait être possible

d'éliminer les ambiguïtés soulevées par les contradictions des données bibliographiques;

et surtout,

de compléter les données inexistantes (principalement pour les mélanges de gaz).

L'utilisation de méthodes d'essai normalisées devraient en particulier éliminer les ambiguïtés relatives aux mélanges des groupes 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13 et 15 définis dans l'ISO 5145 puisqu'il est nécessaire dans le cas de ces mélanges de déterminer s'ils sont ou non inflammables à l'air et plus ou moins oxydants que l'air.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 10156:1990

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0b1863f1-4d5b-43e3-85a6-6cc7a0949781/iso-10156-1990>

# Gaz et mélanges de gaz — Détermination du potentiel d'inflammabilité et d'oxydation pour le choix des raccords de sortie de robinets

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit deux méthodes d'essai servant à déterminer si un gaz est ou non inflammable à l'air et si un gaz est plus ou moins oxydant que l'air, dans le but d'éliminer les difficultés soulevées par l'application de l'ISO 5145.

**NOTE 1** Dans certains cas, comme par exemple les mélanges de gaz spéciaux fabriqués sur commande (en petites quantités), il peut s'avérer assez complexe de mettre en œuvre la méthode prescrite et de réaliser les essais spéciaux de détermination de l'inflammabilité ou du potentiel d'oxydation du mélange.

Pour contourner la difficulté, il est recommandé d'avoir recours à une méthode de calcul simple, permettant de déterminer rapidement le type de raccord à employer en fonction des caractéristiques du gaz (inflammable, oxydant, etc.) et des caractéristiques des substances pures dont le gaz est composé.

## 2 Références normatives

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

ISO 4589:1984, *Plastiques — Essais de réaction au feu — Détermination de l'indice d'oxygène.*

ISO 5145:1990, *Raccords de sortie de robinets de bouteilles à gaz et mélanges de gaz — Choix et dimensionnement.*

## 3 Définitions et symboles

### 3.1 Définitions

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

**3.1.1 mélange de gaz inflammable à l'air:** Mélange qui peut s'enflammer dans de l'air à la pression atmosphérique et à une température de 20 °C.

**3.1.2 limite inférieure d'inflammabilité à l'air:** Limite minimale à laquelle un produit peut s'enflammer. Cette limite est déterminée à la pression atmosphérique et à 20 °C.

**3.1.3 gaz ou mélange de gaz moins oxydant que l'air:** Gaz ou mélange de gaz qui ne peut pas, à la pression atmosphérique, supporter la combustion de substances inflammables à l'air.

### 3.2 Symboles

$A_i$	fraction molaire d'un gaz inflammable dans un mélange de gaz
$B_i$	fraction molaire d'un gaz inerte dans un mélange de gaz
$C_i$	coefficient d'équivalence en oxygène
$F_i$	$i^{\text{ème}}$ gaz inflammable dans un mélange de gaz
$I_i$	$i^{\text{ème}}$ gaz inerte dans un mélange de gaz
$n$	Nombre de gaz inflammables dans un mélange de gaz
$p$	nombre de gaz inertes dans un mélange de gaz
$K_i$	coefficient d'équivalence entre gaz inertes et azote

$A'_i$	teneur équivalente d'un gaz inflammable
$N_2$	azote
$T_{ci}$	teneur maximale en gaz inflammable qui, en mélange avec de l'azote, donne une composition qui n'est pas inflammable à l'air
$H_2$	hydrogène
$CO_2$	dioxyde de carbone
$x_i$	concentration minimale d'un gaz oxydant de combustion dans un mélange avec l'azote, qui favorisera la combustion des éprouvettes
He	hélium
Ar	argon
Ne	néon
Kr	krypton
Xe	xénon
$SO_2$	dioxyde de soufre
$SF_6$	hexafluorure de soufre
$CF_4$	tétrafluorure de carbone
$C_3F_8$	octafluoropropane
$CH_4$	méthane
$N_2O$	protoxyde d'azote
$L_i$	limite inférieure d'inflammabilité dans l'air d'un gaz inflammable
$O_2$	oxygène

## 4 Inflammabilité à l'air des gaz et mélanges de gaz

### 4.1 Généralités

Les gaz et mélanges de gaz inflammables doivent être identifiés conformément à l'ISO 5145:1990, annexe A — catégorie I — subdivision 2. Ces gaz et mélanges de gaz ont des limites d'inflammabilité à l'air. Les paragraphes qui suivent exposent les méthodes permettant de déterminer si un gaz ou un mélange de gaz est inflammable. Dans les cas où le résultat d'essai est différent de celui obtenu par calcul, le résultat d'essai aura la préséance.

## 4.2 Méthode d'essai

### 4.2.1 Principe

Mélange d'un gaz à de l'air dans les proportions désirées, et production, à l'aide d'un arc électrique, établi entre deux électrodes, de l'énergie nécessaire à l'inflammation.

### 4.2.2 Appareillage et produits

L'appareillage (voir figure 1) comprend:

- un mélangeur;
- un tube où se produit la réaction;
- un système d'allumage;
- un système d'analyse de la composition des gaz.

#### 4.2.2.1 Préparation

##### a) Gaz d'essai

Le gaz d'essai préparé doit représenter la composition la plus inflammable rencontrée en fabrication normale. Les critères servant à définir la composition du gaz d'essai sont les tolérances de fabrication: le gaz d'essai doit ainsi renfermer la concentration la plus élevée de gaz inflammables rencontrée dans le cours normal de la fabrication et une teneur en humidité inférieure ou égale à 10 ppm en volume. Le gaz d'essai doit être homogénéisé et soigneusement analysé pour avoir une composition précise.

##### b) Gaz comprimé

Après analyse il doit être démontré que le gaz comprimé est absolument exempt d'humidité.

##### c) Mélange gaz d'essai/air

L'air comprimé et le gaz à essayer sont mélangés dans un mélangeur dynamique en contrôlant les débits. L'analyse du mélange se fait à l'aide d'un chromatographe ou d'un analyseur d'oxygène simple.

#### 4.2.2.2 Tube pour les essais

Ce tube doit être en pyrex (par exemple 5 mm), d'un diamètre intérieur au moins égal à 50 mm et d'une longueur au moins égale à cinq fois le diamètre.

Au fond du tube, un élément cylindrique doit renfermer:

- la bougie d'allumage située à environ 50 mm de la base du tube;

- l'entrée du mélange de gaz à essayer;
- un robinet de purge [voir figure 1a)];
- deux thermocouples, l'un près du système d'allumage, l'autre près du sommet du tube. Ces thermocouples servent à détecter la propagation de la flamme [voir figure 1a)]. Il est aussi possible de charger un personnel expérimenté d'observer l'allumage dans une pièce sombre;
- un système de sécurité réduisant le risque de destruction du tube en cas d'explosion (situé de préférence près du système d'allumage).

Le tube et ses accessoires doivent être très propres pour éviter les effets d'impuretés ou de restes d'humidité d'une précédente combustion ou exposition à l'atmosphère.

Le mélange de gaz à essayer est évacué par le haut du tube équipé d'un robinet d'isolement.

Le montage est placé à l'intérieur d'une enceinte métallique ventilée dont l'un des côtés est constitué d'une vitre en matériau transparent extrêmement résistant.

Avant d'allumer le mélange on détermine sa composition par analyse du gaz s'échappant du tube d'essai [figure 1a)], analyse au point 2] afin de vérifier que le tube a été convenablement purgé.

#### 4.2.2.3 Système d'allumage

Le générateur d'étincelles utilisé (par exemple 15 kV) peut faire passer (dans un entrefer de 5 mm des électrodes, par exemple) des étincelles d'une énergie individuelle de 10 J.

#### 4.3 Mode opératoire

Veiller pendant les essais d'inflammabilité à éviter la plage explosible. Pour cela, commencer l'expérimentation à des concentrations «sûres» de gaz inflammable dans l'air («sûre» = inférieure à la limite inférieure d'inflammation probable). Puis augmenter lentement la concentration initiale jusqu'à ce que l'allumage se produise.

Effectuer le mélange désiré à l'aide des débitmètres (après vérification par analyse). Fermer simultanément les entrées de gaz. Juste avant l'allumage, vérifier que le robinet de sortie (s'il existe) est bien ouvert pour amener le mélange à la pression atmosphérique.

Il existe plusieurs résultats possibles:

a) Aucune combustion: le mélange de gaz essayé n'est pas inflammable à la concentration considérée. L'essai doit être répété à une concentration légèrement plus élevée.

b) Combustion partielle: une flamme commence à brûler autour de la bougie d'allumage puis s'éteint. C'est le signe que la limite d'inflammabilité est proche. L'essai doit être répété cinq fois. Si, dans l'un des cas, la flamme monte dans le tube, c'est le signe que la limite d'inflammabilité est atteinte et donc que le gaz d'essai est inflammable.

c) La flamme monte lentement dans le tube à une vitesse de quelque 10 cm/s à 50 cm/s. Il est considéré que la limite d'inflammabilité est atteinte et donc que le gaz d'essai est inflammable.

d) La flamme monte dans le tube très rapidement. Dans ce cas, le gaz d'essai est inflammable.

#### NOTES

2 On peut remplacer les débitmètres par d'autres dispositifs appropriés, tels que pompes doseuses, débitmètres massiques, etc.

3 Pour les mélanges contenant de l'hydrogène, les flammes sont presque incolores. Pour vérifier dans ce cas la présence de flamme, il est recommandé d'utiliser des sondes thermométriques (voir 4.2.2.2).

4 Il sort du domaine de la présente Norme internationale de spécifier une valeur précise de limite inférieure d'inflammabilité, mais si cela s'avérait nécessaire, il faudrait effectuer plusieurs essais (en faisant varier la teneur en gaz inflammable) jusqu'à ce qu'on ait atteint le seuil entre inflammation et non-inflammation du gaz.

#### 4.4 Points-clés concernant la sécurité

Les essais doivent être réalisés par du personnel entraîné et compétent respectant les procédures autorisées (voir aussi 4.3). Le tube à essai et le débitmètre doivent être convenablement blindés pour protéger le personnel en cas d'explosion. Le personnel doit porter des lunettes protectrices. Pendant l'opération d'allumage, le tube à essai doit être ouvert à l'air libre et isolé de l'alimentation en gaz. L'analyse du gaz ou mélange de gaz doit se faire avec soin.

#### 4.5 Résultats sur les gaz purs

Les gaz inflammables sont énumérés dans l'annexe A avec pour certains leur limite inférieure d'inflammabilité. Ces valeurs ont été obtenues avec un appareillage du type décrit en 4.2.2.

#### 4.6 Méthode de calcul

L'usage de cette méthode se limite aux mélanges de gaz produits en bouteilles en petites quantités pour vérifier s'ils sont inflammables à l'air.

**4.6.1 Mélanges contenant  $n$  gaz inflammables et  $p$  gaz inertes**

Le mélange s'exprime sous la forme suivante:

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

où

$A_i$  et  $B_i$  sont les fractions molaires d'un  $i^{\text{ème}}$  gaz inflammable et  $i^{\text{ème}}$  gaz inerte, respectivement;

$F_i$  désigne un  $i^{\text{ème}}$  gaz inflammable;

$I_i$  désigne un  $i^{\text{ème}}$  gaz inerte;

$n$  est le nombre de gaz inflammables;

$p$  est le nombre de gaz inertes.

On ajuste la composition du mélange à une composition équivalente en transformant tous les gaz inertes en leurs équivalents en azote, grâce aux coefficients d'équivalence  $K_i$  donnés dans le tableau 1:

$$A_1F_1 + \dots + A_iF_i + \dots + A_nF_n + (K_1B_1 + \dots + K_iB_i + \dots + K_pB_p)N_2$$

ce qui, après ajustement de la composition en une somme de teneurs égale à 1, peut s'écrire

$$\left( \sum A_iF_i + \sum K_iB_iN_2 \right) \left( \frac{1}{\sum A_i + \sum K_iB_i} \right)$$

où

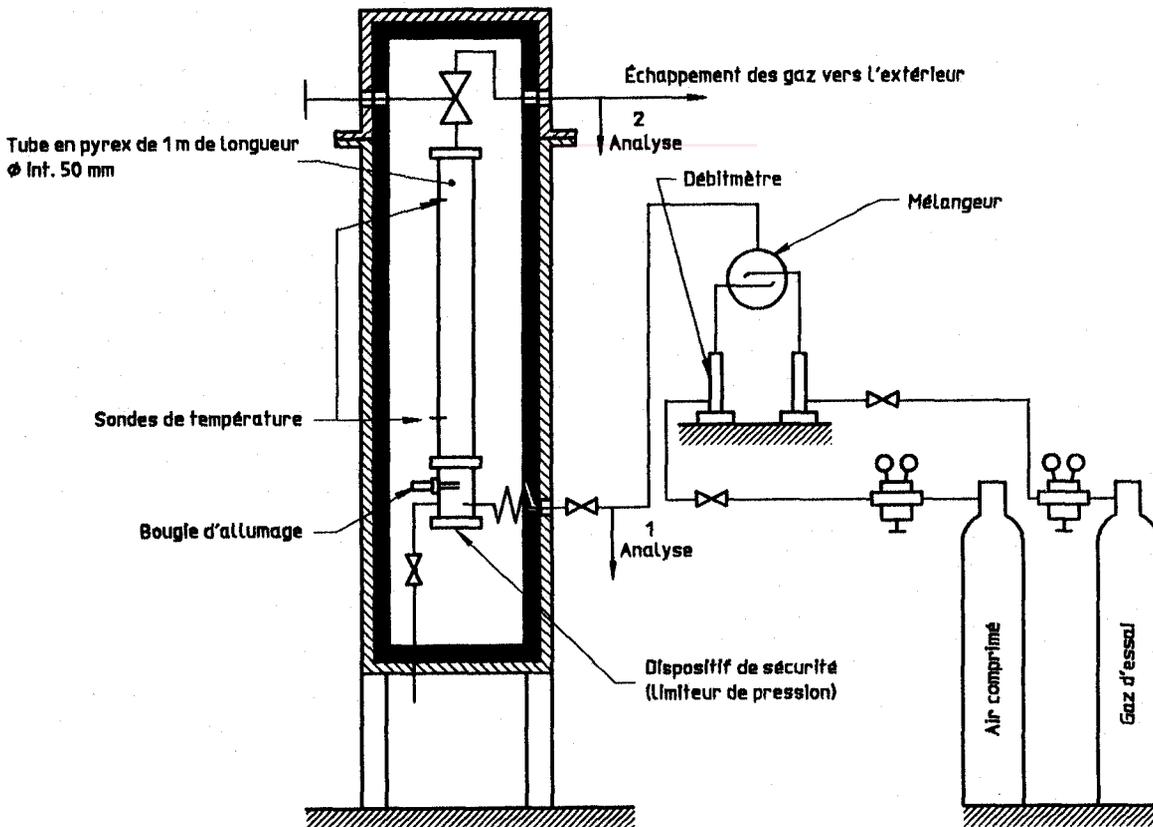
$$\frac{A_i}{\sum A_i + \sum K_iB_i} = A'_i$$

est la teneur équivalente en gaz inflammables.

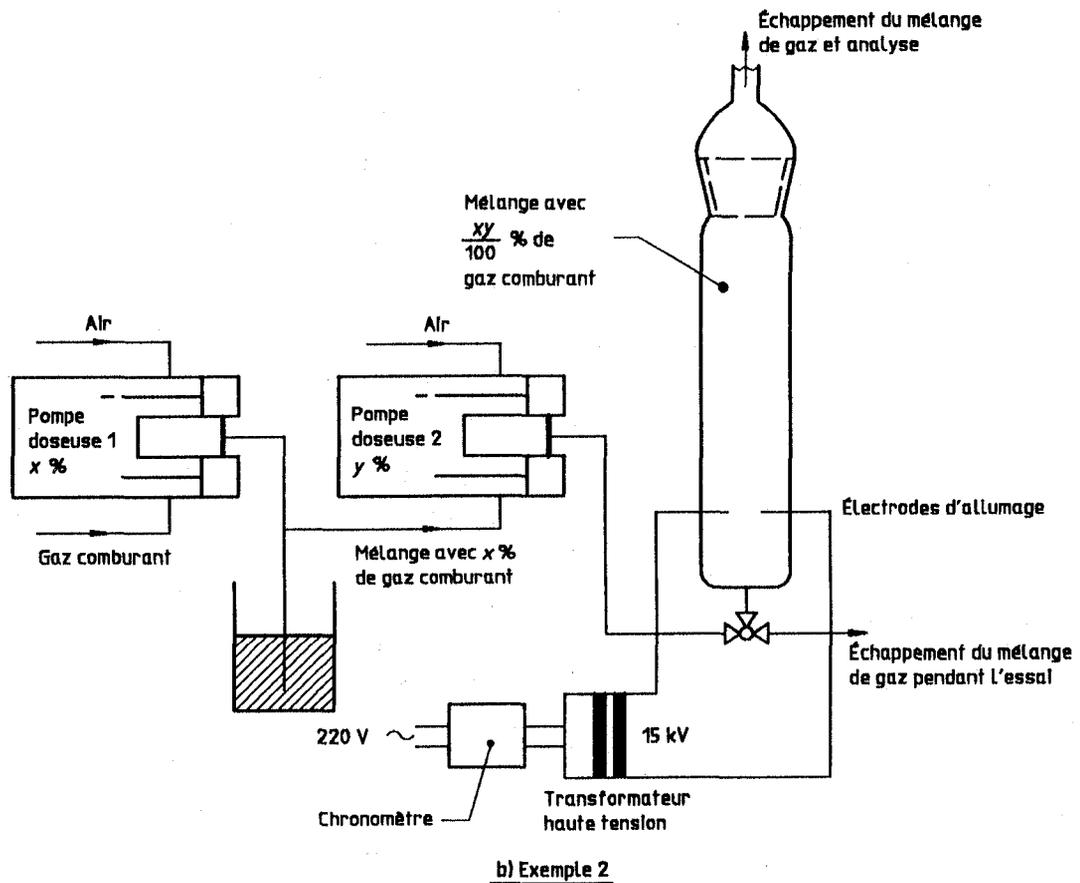
$T_{ci}$  étant la valeur notée dans le tableau 2 de la teneur maximale en gaz inflammable qui, en mélange avec de l'azote, donne une composition qui n'est pas inflammable à l'air, et donc, si

$$\sum \frac{A'_i}{T_{ci}} \times 100 < 1$$

le mélange n'est pas inflammable à l'air.



a) Exemple 1



**Figure 1 — Exemples d'appareillage permettant la détermination des limites d'inflammabilité des gaz à la pression atmosphérique et à la température ambiante**

**Tableau 1 — Coefficients d'équivalence,  $K_i$ , entre gaz inertes et azote**

Gaz	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>
$K_i$	1	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5

**NOTES**

1 Données fondées sur l'expérience des industries du gaz.

2 Ces données sont plutôt sous-estimées pour être sûr d'être en sécurité, particulièrement lorsqu'il y a peu de littérature disponible. Elles pourront être remises à jour plus tard lorsque plus d'informations seront disponibles.

3 Pour les gaz non inflammables et non oxydants contenant dans leur formule chimique trois atomes ou plus, le coefficient d'équivalence  $K_i = 1,5$  sera utilisé.

**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	7,6
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
<i>n</i> -Pentane et isopentane	4
<i>n</i> -Hexane	3,5
<i>n</i> -Heptane	2
<i>n</i> -Octane	1,8
Isooctane (triméthyl-2,2,4 pentane)	1,8
<i>n</i> -Nonane	1,5
<i>n</i> -Décane	1,1
<i>n</i> -Dodécane	1
Cyclopropane	6,8
Cyclohexane	2,5
Benzène	4,2
Toluène	2,1
Méthanol	11
Éthanol	5,8
Acétone	4,5
Diéthyl éther	3,4
Éther diméthyllique	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 de méthyle	4,3
Méthyl-isobutyl-cétone	2
Hydrogène sulfuré	5,2
Sulfure de carbone	1,5
Fluorure de méthyle	3,7

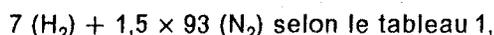
Gaz	$T_{ci}$ <sup>1)</sup> %
Difluoro-1,1 éthylène (R1132a)	6,8
Bromure de vinyle	6,8
Chloro-1 difluoro-1,1 éthane (R142b)	5,5
Fluorure de vinyle	3,2
R143a	5,6
Difluoro-1,1 éthane	4,6
R152a	1
Chlorure d'éthyle	4,3
Propadiène	2,1
Méthyle-vinyle éther	2,7
Cyclobutane	2
Méthyl-3 butène-1	1,8
Fluorure d'éthyle	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
Triméthyl-amine	2,5
Diméthyl-amine	3,5
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.

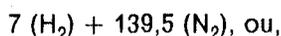
## EXEMPLE 1

Soit le mélange formé par 7 % H<sub>2</sub> + 93 % CO<sub>2</sub>.

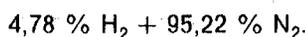
Ce mélange est équivalent à



soit



si l'on ajuste la somme des fractions molaires à 1,



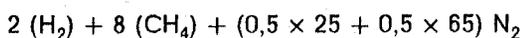
Dans le tableau 2, on voit que la  $T_{ci}$  correspondant à H<sub>2</sub> est 5,7.

Le rapport  $4,78/5,7 = 0,839$  étant inférieur à 1, le mélange n'est donc pas inflammable à l'air.

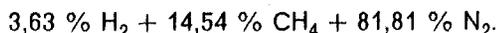
## EXEMPLE 2

Soit le mélange formé par 2 % H<sub>2</sub> + 8 % CH<sub>4</sub> + 25 % Ar + 65 % He.

Ce mélange est équivalent à



soit



La somme

$$\frac{3,63}{5,7} + \frac{14,54}{14,3} = 0,64 + 1,02 = 1,66$$

étant supérieure à 1, le mélange est donc inflammable à l'air.

#### 4.6.2 Mélanges contenant à la fois un ou des gaz inflammables, un ou des gaz oxydants et un ou des gaz inertes

**AVERTISSEMENT** — Les mélanges contenant des gaz inflammables et oxydants à la concentration d'inflammabilité ne devraient être préparés que dans des conditions contrôlées, normalement à basse pression. En particulier, les limites d'inflammabilité peuvent changer notablement avec la pression et la température. La présente Norme internationale ne donne pas d'information sur les possibilités de préparer de tels mélanges. Dans ce cas, une analyse soignée utilisant d'autres données est nécessaire.

**4.6.2.1** Le calcul défini pour les mélanges oxydants (conformément à 5.3) montre si le mélange est plus oxydant que l'air.

**4.6.2.2** Si le mélange est moins oxydant que l'air, on calcule, de la manière indiquée ci-dessus, si le mélange résultant, obtenu en éliminant les agents oxydants, est inflammable à l'air. Si tel est le cas, il est admis que le mélange initial est inflammable à l'air.

Sinon, on effectue un essai pour vérifier si le mélange est inflammable à l'air.

Un mélange peut toutefois être considéré comme non inflammable sans mesurage s'il remplit l'une des conditions suivantes:

##### a) Condition 1

Le mélange obtenu par élimination des agents oxydants n'est pas inflammable à l'air et le mélange initial se compose de moins de 0,5 % d'équivalent oxygène (conformément à 5.3).

##### b) Condition 2

La somme des teneurs en gaz inflammables du mélange initial est inférieure à 90 % de la limite inférieure d'inflammabilité à l'air du mélange de gaz inflammables. Tel est le cas lorsque la condition suivante est remplie:

$$\sum \frac{A_i}{0,9 \times L_i} \times 100 < 1$$

où

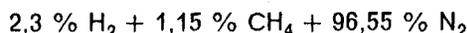
$A_i$  est la fraction molaire d'un  $i^{\text{ème}}$  gaz inflammable;

$L_i$  est la limite inférieure d'inflammabilité à l'air d'un  $i^{\text{ème}}$  gaz inflammable (voir annexe A).

## EXEMPLE 3

Soit le mélange formé de 2 % H<sub>2</sub> + 1 % CH<sub>4</sub> + 13 % O<sub>2</sub> + 84 % N<sub>2</sub>.

1) Le mélange obtenu par l'élimination des agents oxydants est



et la somme

$$\frac{2,3}{5,7} + \frac{1,15}{14,3} = 0,48$$

étant inférieure à 1, le mélange obtenu par élimination de l'agent oxydant n'est pas inflammable à l'air.

2) Le mélange contient plus de 0,5 % d'équivalent oxygène. La condition 1 n'est pas remplie.