

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical apparatus for explosive gas atmospheres –
Part 10: Classification of hazardous areas**

**Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses –
Partie 10: Classement des emplacements dangereux**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2002 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical apparatus for explosive gas atmospheres –
Part 10: Classification of hazardous areas**

**Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses –
Partie 10: Classement des emplacements dangereux**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	4
1 General	5
1.1 Scope.....	5
1.2 Normative references	6
2 Definitions and terms.....	6
3 Safety and area classification	10
3.1 Safety principles.....	10
3.2 Area classification objectives.....	10
4 Area classification procedure.....	11
4.1 General	11
4.2 Sources of release	12
4.3 Type of zone	12
4.4 Extent of zone	13
4.4.1 Release rate of gas or vapour.....	13
4.4.2 Lower explosive limit (<i>LEL</i>).....	14
4.4.3 Ventilation	14
4.4.4 Relative density of the gas or vapour when it is released.....	14
4.4.5 Other parameters to be considered.....	15
4.4.6 Illustrative examples	15
5 Ventilation	16
5.1 General	16
5.2 Main types of ventilation.....	16
5.3 Degree of ventilation.....	16
5.4 Availability of ventilation.....	16
6 Documentation	17
6.1 General	17
6.2 Drawings, data sheets and tables.....	17
Annex A (informative) Examples of sources of release.....	18
Annex B (informative) Ventilation	20
Annex C (informative) Examples of hazardous area classification	36
Figure C.1 – Preferred symbols for hazardous area zones	57
Figure C.2 – Schematic approach to the classification of hazardous areas.....	58

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –**Part 10: Classification of hazardous areas**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60079-10 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1995, and constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
31J/82/FDIS	31J/84/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A, B and C are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

In areas where dangerous quantities and concentrations of flammable gas or vapour may arise, protective measures are to be applied in order to reduce the risk of explosions. This part of IEC 60079 sets out the essential criteria against which the risk of ignition can be assessed, and gives guidance on the design and control parameters which can be used in order to reduce such a risk.

This standard can be used as a basis for the proper selection and installation of apparatus for use in a hazardous area.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-10:2002

Withd 2024

ELECTRICAL APPARATUS FOR EXPLOSIVE GAS ATMOSPHERES –

Part 10: Classification of hazardous areas

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60079 is concerned with the classification of hazardous areas where flammable gas or vapour risks may arise, in order to permit the proper selection and installation of apparatus for use in such hazardous areas.

It is intended to be applied where there may be a risk of ignition due to the presence of flammable gas or vapour, mixed with air under normal atmospheric conditions (see note 2), but it does not apply to

- a) mines susceptible to firedamp;
- b) the processing and manufacture of explosives;
- c) areas where a risk may arise due to the presence of ignitable dusts or fibres;
- d) catastrophic failures which are beyond the concept of abnormality dealt with in this standard (see note 3);
- e) rooms used for medical purposes;
- f) areas where the presence of flammable mist may give rise to an unpredictable risk and which require special consideration (see note 5);
- g) domestic premises.

This standard does not take into account the effects of consequential damage.

Definitions and explanations of terms are given together with the main principles and procedures relating to hazardous area classification.

For detailed recommendations regarding the extent of the hazardous areas in specific industries or applications, reference may be made to the codes relating to those industries or applications.

NOTE 1 For the purpose of this standard, an area is a three-dimensional region or space.

NOTE 2 Atmospheric conditions include variations above and below reference levels of 101,3 kPa (1 013 mbar) and 20 °C (293 K), provided that the variations have a negligible effect on the explosion properties of the flammable materials.

NOTE 3 Catastrophic failure in this context is applied, for example, to the rupture of a process vessel or pipeline and events that are not predictable.

NOTE 4 In any process plant, irrespective of size, there may be numerous sources of ignition apart from those associated with electrical apparatus. Appropriate precautions will be necessary to ensure safety in this context. This standard may be used with judgement for other ignition sources.

NOTE 5 Mists may form or be present at the same time as flammable vapours. This may affect the way flammable material disperses and the extent of any hazardous areas. The strict application of area classification for gases and vapours may not be appropriate because the flammability characteristics of mists are not always predictable. Whilst it can be difficult to decide upon the type and extent of zones, the criteria applicable to gases and vapours will, in most cases, give a safe result. However, special consideration should always be given to the danger of ignition of flammable mists.

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(426):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

IEC 60079-4:1975, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*

IEC 60079-4A:1970, *First supplement to IEC 60079-4 (1966), Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 4: Method of test for ignition temperature*

IEC 60079-20:1996, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*

2 Definitions and terms

For the purpose of this part of IEC 60079, the following definitions and terms apply.

NOTE Where a definition appears in this clause and in IEC 60050(426) the definition given in this clause is applicable.

2.1

explosive atmosphere

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas, vapour, mist or dust, in which after ignition, combustion spreads throughout the unconsumed mixture

[IEV 426-02-02, modified]

2.2

explosive gas atmosphere

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas or vapour in which, after ignition, combustion spreads throughout the unconsumed mixture

[IEV 426-02-03, modified]

NOTE Although a mixture which has a concentration above the upper explosive limit (UEL) is not an explosive gas atmosphere, it can readily become so and, in certain cases for area classification purposes, it is advisable to consider it as an explosive gas atmosphere.

2.3

hazardous area

area in which an explosive gas atmosphere is present, or may be expected to be present, in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of apparatus

[IEV 426-03-01, modified]

2.4

non-hazardous area

area in which an explosive gas atmosphere is not expected to be present in quantities such as to require special precautions for the construction, installation and use of apparatus

[IEV 426-03-02, modified]

2.5

zones

hazardous areas are classified into zones based upon the frequency of the occurrence and duration of an explosive gas atmosphere, as follows:

2.5.1

zone 0

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas, vapour or mist is present continuously or for long periods or frequently

[IEV 426-03-03, modified]

2.5.2

zone 1

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas, vapour or mist is likely to occur in normal operation occasionally

[IEV 426-03-04, modified]

2.5.3

zone 2

place in which an explosive atmosphere consisting of a mixture with air of flammable substances in the form of gas, vapour or mist is not likely to occur in normal operation but, if it does occur, will persist for a short period only

[IEV 426-03-05, modified]

NOTE 1 In this definition, the word "persist" means the total time for which the flammable atmosphere will exist. This will normally comprise the total of the duration of the release, plus the time taken for the flammable atmosphere to disperse after the release has stopped. (The term "persistence time" as used in annex B refers specifically to only one part of the total time for which the flammable atmosphere will exist.)

NOTE 2 Indications of the frequency of the occurrence and duration may be taken from codes relating to specific industries or applications.

2.6

source of release

point or location from which a flammable gas, vapour, or liquid may be released into the atmosphere in such a way that an explosive gas atmosphere could be formed

[IEV 426-03-06, modified]

2.7

grades of release

there are three basic grades of release, as listed below in order of decreasing frequency and likelihood of the explosive gas atmosphere being present:

- a) continuous grade;
- b) primary grade;
- c) secondary grade.

A source of release may give rise to any one of these grades of release, or to a combination of more than one

2.7.1

continuous grade of release

release which is continuous or is expected to occur frequently or for long periods

2.7.2

primary grade of release

release which can be expected to occur periodically or occasionally during normal operation

2.7.3

secondary grade of release

release which is not expected to occur in normal operation and, if it does occur, is likely to do so only infrequently and for short periods

2.8

release rate

quantity of flammable gas or vapour emitted per unit time from the source of release

2.9

normal operation

situation when the equipment is operating within its design parameters

NOTE 1 Minor releases of flammable material may be part of normal operation. For example, releases from seals which rely on wetting by the fluid which is being pumped are considered to be minor releases.

NOTE 2 Failures (such as the breakdown of pump seals, flange gaskets or spillages caused by accidents) which involve urgent repair or shut-down are not considered to be part of normal operation nor are they considered to be catastrophic.

NOTE 3 Normal operation includes start-up and shut-down conditions.

2.10

ventilation

movement of air and its replacement with fresh air due to the effects of wind, temperature gradients, or artificial means (for example, fans or extractors)

2.11

explosive limits

NOTE The terms "explosive limit" and "flammable limit" are equivalent. IEC 60079-20 and IEC 61779-1 use the term "flammable limit" whilst all the other standards use the more widely accepted term "explosive limit".

2.11.1

lower explosive limit (LEL)

concentration of flammable gas or vapour in air, below which the gas atmosphere is not explosive

[IEV 426-02-09, modified]

2.11.2

upper explosive limit (UEL)

concentration of flammable gas or vapour in air, above which the gas atmosphere is not explosive

[IEV 426-02-10, modified]

2.12

relative density of a gas or a vapour

density of a gas or a vapour relative to the density of air at the same pressure and at the same temperature (air is equal to 1,0)

2.13**flammable material (flammable substance)**

material which is flammable of itself, or is capable of producing a flammable gas, vapour or mist

2.14**flammable liquid**

liquid capable of producing a flammable vapour under any foreseeable operating conditions

2.15**flammable gas or vapour**

gas or vapour which, when mixed with air in certain proportions, will form an explosive gas atmosphere

2.16**flammable mist**

droplets of flammable liquid, dispersed in air so as to form an explosive atmosphere

2.17**flashpoint**

lowest liquid temperature at which, under certain standardized conditions, a liquid gives off vapours in a quantity such as to be capable of forming an ignitable vapour/air mixture

[IEV 426-02-14]

2.18**boiling point**

temperature of a liquid boiling at an ambient pressure of 101,3 kPa (1 013 mbar)

NOTE The initial boiling point that should be used for liquid mixtures is to indicate the lowest value of the boiling point for the range of liquids present, as determined in a standard laboratory distillation without fractionation.

2.19**vapour pressure**

pressure exerted when a solid or liquid is in equilibrium with its own vapour. It is a function of the substance and of the temperature

2.20**ignition temperature of an explosive gas atmosphere**

lowest temperature of a heated surface at which, under specified conditions, the ignition of a flammable substance in the form of a gas or vapour mixture with air will occur

[IEV 426-02-01, modified]

NOTE IEC 60079-4 and IEC 60079-4A standardize a method for the determination of this temperature.

2.21**extent of zone**

distance in any direction from the source of release to the point where the gas/air mixture has been diluted by air to a value below the lower explosive limit

2.22**liquefied flammable gas**

flammable material which is stored or handled as a liquid and which at ambient temperature and atmospheric pressure is a flammable gas

3 Safety and area classification

3.1 Safety principles

Installations in which flammable materials are handled or stored should be designed, operated and maintained so that any releases of flammable material, and consequently the extent of hazardous areas, are kept to a minimum, whether in normal operation or otherwise, with regard to frequency, duration and quantity.

It is important to examine those parts of process equipment and systems from which release of flammable material may arise and to consider modifying the design to minimize the likelihood and frequency of such releases and the quantity and rate of release of material.

These fundamental considerations should be examined at an early stage of the design development of any process plant and should also receive prime attention in carrying out the area classification study.

In the case of maintenance activities other than those of normal operation, the extent of the zone may be affected but it is expected that this would be dealt with by a permit-to-work system.

In a situation in which there may be an explosive gas atmosphere, the following steps should be taken:

- a) eliminate the likelihood of an explosive gas atmosphere occurring around the source of ignition, or
- b) eliminate the source of ignition.

Where this is not possible, protective measures, process equipment, systems and procedures should be selected and prepared so the likelihood of the coincidence of a) and b) is so small as to be acceptable. Such measures may be used singly, if they are recognized as being highly reliable, or in combination to achieve an equivalent level of safety.

3.2 Area classification objectives

Area classification is a method of analysing and classifying the environment where explosive gas atmospheres may occur so as to facilitate the proper selection and installation of apparatus to be used safely in that environment, taking into account gas groups and temperature classes.

In most practical situations where flammable materials are used, it is difficult to ensure that an explosive gas atmosphere will never occur. It may also be difficult to ensure that apparatus will never give rise to a source of ignition. Therefore, in situations where an explosive gas atmosphere has a high likelihood of occurring, reliance is placed on using apparatus which has a low likelihood of creating a source of ignition. Conversely, where the likelihood of an explosive gas atmosphere occurring is reduced, apparatus constructed to a less rigorous standard may be used.

It is rarely possible by a simple examination of a plant or plant design to decide which parts of the plant can be equated to the three zonal definitions (zones 0, 1 and 2). A more detailed approach is therefore necessary and this involves the analysis of the basic possibility of an explosive gas atmosphere occurring.

The first step is to assess the likelihood of this, in accordance with the definitions of zone 0, zone 1 and zone 2. Once the likely frequency and duration of release (and hence the grade of release), the release rate, concentration, velocity, ventilation and other factors which affect the type and/or extent of the zone have been determined, there is then a firm basis on which to determine the likely presence of an explosive gas atmosphere in the surrounding areas.

This approach therefore requires detailed consideration to be given to each item of process equipment which contains a flammable material, and which could therefore be a source of release.

In particular, zone 0 or zone 1 areas should be minimized in number and extent by design or suitable operating procedures. In other words, plants and installations should be mainly zone 2 or non-hazardous. Where release of flammable material is unavoidable, process equipment items should be limited to those which give secondary grade releases or, failing this (that is where primary or continuous grade releases are unavoidable), the releases should be of very limited quantity and rate. In carrying out area classification, these principles should receive prime consideration. Where necessary, the design, operation and location of process equipment should ensure that, even when it is operating abnormally, the amount of flammable material released into the atmosphere is minimized, so as to reduce the extent of the hazardous area.

Once a plant has been classified and all necessary records made, it is important that no modification to equipment or operating procedures is made without discussion with those responsible for the area classification. Unauthorized action may invalidate the area classification. It is necessary to ensure that all equipment affecting the area classification which has been subjected to maintenance is carefully checked during and after re-assembly to ensure that the integrity of the original design, as it affects safety, has been maintained before it is returned to service.

4 Area classification procedure

4.1 General

The area classification should be carried out by those who have knowledge of the properties of flammable materials, the process and the equipment, in consultation, as appropriate, with safety, electrical, mechanical and other engineering personnel.

The following subclauses give guidance on the procedure for classifying areas in which there may be an explosive gas atmosphere and on the extent of zones 0, 1 and 2. An example of a schematic approach to the classification of hazardous areas is given in figure C.1.

The area classification should be carried out when the initial process and instrumentation line diagrams and initial layout plans are available and confirmed before plant start-up. Reviews should be carried out during the life of the plant.

4.2 Sources of release

The basic elements for establishing the hazardous zone types are the identification of the source of release and the determination of the grade of release.

Since an explosive gas atmosphere can exist only if a flammable gas or vapour is present with air, it is necessary to decide if any of these flammable materials can exist in the area concerned. Generally speaking, such gases and vapours (and flammable liquids and solids which may give rise to them) are contained within process equipment which may or may not be totally enclosed. It is necessary to identify where a flammable atmosphere can exist inside a process plant, or where a release of flammable materials can create a flammable atmosphere outside a process plant.

Each item of process equipment (for example, tank, pump, pipeline, vessel, etc.) should be considered as a potential source of release of flammable material. If the item cannot contain

flammable material, it will clearly not give rise to a hazardous area around it. The same will apply if the item contains a flammable material but cannot release it into the atmosphere (for example, an all-welded pipeline is not considered to be a source of release).

If it is established that the item may release flammable material into the atmosphere, it is necessary, first of all, to determine the grade of release in accordance with the definitions, by establishing the likely frequency and duration of the release. It should be recognized that the opening-up of parts of enclosed process systems (for example, during filter changing or batch filling) should also be considered as sources of release when developing the area classification. By means of this procedure, each release will be graded either "continuous", "primary" or "secondary".

Having established the grade of the release, it is necessary to determine the release rate and other factors which may influence the type and extent of the zone.

If the total quantity of flammable material available for release is "small", for example, laboratory use, whilst a potential hazard may exist, it may not be appropriate to use this area classification procedure. In such cases, account shall be taken of the particular risks involved.

The area classification of process equipment in which flammable material is burned, for example, fired heaters, furnaces, boilers, gas turbines etc., should take into account purge cycle, start-up and shut-down conditions.

4.3 Type of zone

The likelihood of the presence of an explosive gas atmosphere and hence the type of zone depends mainly on the grade of release and the ventilation.

NOTE 1 A continuous grade of release normally leads to a zone 0, a primary grade to zone 1 and a secondary grade to zone 2 (see annex B).

NOTE 2 Where zones created by adjacent sources of release overlap and are of different zonal classification, the higher risk classification will apply in the area of overlap. Where overlapping zones are of the same classification, this common classification will normally apply.

However, care needs to be taken where the overlapping zones relate to flammable materials which have different apparatus groups and/or temperature class. So, for example, if a zone 1 IIA T3 area overlapped a zone 2 IIC T1 area, then classifying the overlap as zone 1 IIC T3 may be over-restrictive but classifying it as zone 1 IIA T3 or zone 1 IIC T1 would not be acceptable. In this situation, the area classification should be recorded as zone 1 IIA T3 and zone 2 IIC T1.

4.4 Extent of zone

The extent of the zone depends on the estimated or calculated distance over which an explosive atmosphere exists before it disperses to a concentration in air below its lower explosive limit. When assessing the area of spread of gas or vapour before dilution to below its lower explosive limit, expert advice should be sought.

Consideration should always be given to the possibility that a gas which is heavier than air may flow into areas below ground level (for example, pits or depressions) and that a gas which is lighter than air may be retained at high level (for example, in a roof space).

Where the source of release is situated outside an area or in an adjoining area, the penetration of a significant quantity of flammable gas or vapour into the area can be prevented by suitable means such as:

- a) physical barriers;
- b) maintaining a sufficient overpressure in the area relative to the adjacent hazardous areas, so preventing the ingress of the explosive gas atmosphere;
- c) purging the area with sufficient flow of fresh air, so ensuring that the air escapes from all openings where the flammable gas or vapour may enter.

The extent of the zone is mainly affected by the following chemical and physical parameters, some of which are intrinsic properties of the flammable material; others are specific to the process. For simplicity, the effect of each parameter listed below assumes that the other parameters remain unchanged.

4.4.1 Release rate of gas or vapour

The greater the release rate, the larger the extent of the zone. The release rate depends itself on other parameters, namely

- a) Geometry of the source of release

This is related to the physical characteristics of the source of release, for example, an open surface, leaking flange, etc. (see annex A).

- b) Release velocity

For a given source of release, the release rate increases with the release velocity. In the case of a product contained within process equipment, the release velocity is related to the process pressure and the geometry of the source of release. The size of a cloud of flammable gas or vapour is determined by the rate of flammable vapour release and the rate of dispersion. Gas and vapour flowing from a leak at high velocity will develop a cone-shaped jet which will entrain air and be self-diluting. The extent of the explosive gas atmosphere will be almost independent of wind velocity. If the material is released at low velocity or if its velocity is reduced by impingement on a solid object, it will be carried by the wind and its dilution and extent will depend on wind velocity.

- c) Concentration

The release rate increases with the concentration of flammable vapour or gas in the released mixture.

- d) Volatility of a flammable liquid

This is related principally to the vapour pressure, and the enthalpy ("heat") of vaporization. If the vapour pressure is not known, the boiling point and flashpoint can be used as a guide.

An explosive gas atmosphere cannot exist if the flashpoint is above the relevant maximum temperature of the flammable liquid. The lower the flashpoint, the greater may be the extent of the zone. If a flammable material is released in a way that forms a mist (for example, by spraying) an explosive atmosphere may be formed below the flashpoint of the material, for example.

NOTE 1 Flashpoints of flammable liquids are not precise physical quantities, particularly where mixtures are involved.

NOTE 2 Some liquids (for example, certain halogenated hydrocarbons) do not possess a flashpoint although they are capable of producing an explosive gas atmosphere. In these cases, the equilibrium liquid temperature which corresponds to the saturated concentration at the lower explosive limit should be compared with the relevant maximum liquid temperature.

e) Liquid temperature

The vapour pressure increases with temperature, thus increasing the release rate due to evaporation.

NOTE The temperature of the liquid after it has been released may be increased, for example, by a hot surface or by a high ambient temperature.

4.4.2 Lower explosive limit (LEL)

For a given release volume, the lower the *LEL* the greater will be the extent of the zone.

Experience has shown that a release of ammonia, with an *LEL* of 15 % by volume, will dissipate rapidly in the open air, so an explosive gas atmosphere will normally be of negligible extent.

4.4.3 Ventilation

With increased ventilation, the extent of the zone will normally be reduced. Obstacles which impede the ventilation may increase the extent of the zone. On the other hand, some obstacles, for example, dykes, walls or ceilings, may limit the extent. A compressor shelter with a large roof-ventilator and with the sides open sufficient, to allow free passage of air through all parts of the building is considered well ventilated and should be treated as an outdoor area (i.e. "medium" degree and "good" availability).

4.4.4 Relative density of the gas or vapour when it is released

If the gas or vapour is significantly lighter than air, it will tend to move upwards. If significantly heavier, it will tend to accumulate at ground level. The horizontal extent of the zone at ground level will increase with increasing relative density and the vertical extent above the source will increase with decreasing relative density.

NOTE 1 For practical applications, a gas or vapour which has a relative density below 0,8 is regarded as being lighter than air. If the relative density is above 1,2, it is regarded as being heavier than air. Between these values, both of these possibilities should be considered.

NOTE 2 With gases or vapours lighter than air, an escape at low velocity will disperse fairly rapidly upwards; the presence of a roof will, however, inevitably increase the area of spread under it. If the escape is at high velocity in a free jet the action of the jet, although entraining air which dilutes the gas or vapour, may increase the distance over which the gas/air mixture remains above its lower flammable limit.

NOTE 3 With gases or vapours heavier than air, an escape at low velocity will tend to flow downward and may travel long distances over the ground before it is safely dispersed by atmospheric diffusion. Special regard therefore needs to be paid to the topography of any site under consideration and also to surrounding areas in order to determine where gases or vapours might collect in hollows or run down inclines to lower levels. If the escape is at high velocity in a free jet the jet-mixing action by entraining air may well reduce the gas/air mixture to below its lower flammable limit in a much shorter distance than in the case of a low-velocity escape.

NOTE 4 Care needs to be taken when classifying areas containing cryogenic flammable gases such as liquefied natural gas. Vapours emitted can be heavier than air at low temperatures and become lighter than air on approaching ambient temperature.

4.4.5 Other parameters to be considered

a) Climatic conditions

The rate of gas or vapour dispersion in the atmosphere increases with wind speed but there is a minimum speed of 2 m/s – 3 m/s required to initiate turbulent diffusion; below this, layering of the gas or vapour occurs and the distance for safe dispersal is greatly increased. In plant areas sheltered by large vessels and structures, the speed of air movement may be substantially below that of the wind; however, obstruction of air movement by items of equipment tends to maintain turbulence even at low wind speeds.

NOTE 1 In annex B (clause B.4), 0,5 m/s wind speed is considered to be appropriate for determining the rates at which ventilation in an outdoor situation dilutes a flammable release. This lower value of wind speed is appropriate for that purpose, in order to maintain a conservative approach, even though it is recognized that the tendency of layering may compromise the calculation.

NOTE 2 In normal practice the tendency of layering is not taken into account in area classification because the conditions which give rise to this tendency are rare and occur for short periods only. However, if prolonged periods of low wind speed are expected for the specific circumstance then the extent of the zone should take account of the additional distance required to achieve dispersion.

b) Topography

Some liquids are less dense than water and do not readily mix with water, such liquids can spread on the surface of water (whether it be on the ground, in plant drains or in pipe trenches) and then be ignited at a point remote from the original spillage, therefore putting at risk a large area of plant.

The layout of the plant, where possible, should be designed to aid the rapid dispersal of explosive gas atmospheres. An area with restricted ventilation (for example, in pits or trenches) that would otherwise be Zone 2 may require Zone 1 classification; on the other hand, wide shallow depressions used for pumping complexes or pipe reservations may not require such rigorous treatment.

4.4.6 Illustrative examples

Some ways in which the above-mentioned parameters affect the vapour or gas release rate and hence the extent of the zone are demonstrated in the examples in annex C.

a) Source of release: open surface of liquid

In most cases, the liquid temperature will be below the boiling point and the vapour release rate will depend principally on the following parameters:

- liquid temperature;
- vapour pressure of the liquid at its surface temperature;
- dimensions of the evaporation surface;
- ventilation.

b) Source of release: virtually instantaneous evaporation of a liquid (for example, from a jet or spray)

Since the discharged liquid vaporizes virtually instantaneously, the vapour release rate is equal to the liquid flow rate and this depends on the following parameters:

- liquid pressure;
- geometry of the source of release.

Where the liquid is not instantaneously vaporized, the situation is complex because droplets, liquid jets and pools may create separate sources of release.

c) Source of release: leakage of a gas mixture

The gas release rate is affected by the following parameters:

- pressure within the equipment which contains the gas;
- geometry of the source of release;
- concentration of flammable gas in the released mixture.

For examples, of sources of release, see clause A.2.

5 Ventilation

5.1 General

Gas or vapour released into the atmosphere can be diluted by dispersion or diffusion into the air until its concentration is below the lower explosive limit. Ventilation, i.e. air movement leading to replacement of the atmosphere in a (hypothetical) volume around the source of release by fresh air, will promote dispersion. Suitable ventilation rates can also avoid persistence of an explosive gas atmosphere thus influencing the type of zone.

5.2 Main types of ventilation

Ventilation can be accomplished by the movement of air due to the wind and/or by temperature gradients or by artificial means such as fans. So two main types of ventilation are thus recognized:

- a) natural ventilation;
- b) artificial ventilation, general or local.

5.3 Degree of ventilation

The most important factor is that the degree or amount of ventilation is directly related to the types of sources of release and their corresponding release rates. This is irrespective of the type of ventilation, whether it be wind speed or the number of air changes per time unit. Thus optimal ventilation conditions in the hazardous area can be achieved, and the higher the amount of ventilation in respect of the possible release rates, the smaller will be the extent of the zones (hazardous areas), in some cases reducing them to a negligible extent (non-hazardous area).

Practical examples for guidance on the degree of ventilation which may be used are given in annex B.

5.4 Availability of ventilation

The availability of ventilation has an influence on the presence or formation of an explosive gas atmosphere and thus also on the type of zone. Guidance on availability is given in annex B.

NOTE Combining the concepts of degree of ventilation and level of availability results in a quantitative method for the evaluation of zone type (see annex B).

6 Documentation

6.1 General

It is recommended that area classification is undertaken in such a way that the various steps which lead to the final area classification are properly documented.

All relevant information used should be referred to. Examples of such information, or of a method used, would be:

- a) recommendations from relevant codes and standards;
- b) gas and vapour dispersion characteristics and calculations;
- c) a study of ventilation characteristics in relation to flammable material release parameters so that the effectiveness of the ventilation can be evaluated.

Those properties which are relevant to area classification of all process materials used on the plant should be listed and should include molecular weight, flashpoint, boiling point, ignition temperature, vapour pressure, vapour density, explosive limits, gas group and temperature class (IEC 60079-20). A suggested format for the materials listing is given in table C.1.

The results of the area classification study and any subsequent alterations to it shall be placed on record. A suggested format is given in table C.2.

6.2 Drawings, data sheets and tables

Area classification documents should include plans and elevations, as appropriate, which show both the type and extent of zones, ignition temperature and hence temperature class and gas group.

Where the topography of an area influences the extent of the zones, this should be documented.

The documents should also include other relevant information such as

- a) the location and identification of sources of release. For large and complex plants or process areas, it may be helpful to itemize or number the sources of release so as to facilitate cross-referencing between the area classification data sheets and the drawings;
- b) the position of openings in buildings (for example, doors, windows and inlets and outlets of air for ventilation).

The area classification symbols which are shown in figure C.1 are the preferred ones. A symbol key shall always be provided on each drawing. Different symbols may be necessary where multiple apparatus groups and/or temperature classes are required within the same type of zone (for example, zone 2 IIC T1 and zone 2 IIA T3).

Annex A (informative)

Examples of sources of release

A.1 Process plant

The following examples are not intended to be rigidly applied and may need to be varied to suit particular process equipment and situations.

A.1.1 Sources giving a continuous grade of release

- a) the surface of a flammable liquid in a fixed roof tank, with a permanent vent to the atmosphere;
- b) the surface of a flammable liquid which is open to the atmosphere continuously or for long periods (for example, an oil/water separator).

A.1.2 Sources giving a primary grade of release

- a) seals of pumps, compressors or valves if release of flammable material during normal operation is expected;
- b) water drainage points on vessels which contain flammable liquids, which may release flammable material into the atmosphere while draining off water during normal operation;
- c) sample points which are expected to release flammable material into the atmosphere during normal operation;
- d) relief valves, vents and other openings which are expected to release flammable material into the atmosphere during normal operation.

A.1.3 Sources giving a secondary grade of release

- a) seals of pumps, compressors and valves where release of flammable material during normal operation of the equipment is not expected;
- b) flanges, connections and pipe fittings, where release of flammable material is not expected during normal operation;
- c) sample points which are not expected to release flammable material during normal operation;
- d) relief valves, vents and other openings which are not expected to release flammable material into the atmosphere during normal operation.

A.2 Openings

The following examples are not intended to be rigidly applied, but may need to be varied to suit particular situations.

A.2.1 Openings as possible sources of release

Openings between areas should be considered as possible sources of release. The grade of release will depend upon

- the zone type of the adjoining area;
- the frequency and duration of opening periods;
- the effectiveness of seals or joints;
- the difference in pressure between the areas involved.

A.2.2 Openings classification

Openings are classified as A, B, C, D with the following characteristics:

A.2.2.1 Type A – Openings not conforming to the characteristics specified for types B, C or D

Examples:

- open passages for access or utilities, for example, ducts, pipes through walls, ceilings and floors;
- fixed ventilation outlets in rooms, buildings and similar openings of types B, C and D which are opened frequently or for long periods.

A.2.2.2 Type B – Openings which are normally closed (for example, automatic closing) and infrequently opened, and which are close-fitting.

A.2.2.3 Type C – Openings normally closed and infrequently opened, conforming to type B, which are also fitted with sealing devices (for example, a gasket) along the whole perimeter; or two type B openings in series, having independent automatic closing devices.

A.2.2.4 Type D – Openings normally closed conforming to type C which can only be opened by special means or in an emergency.

Type D openings are effectively sealed, such as in utility passages (for example, ducts, pipes) or can be a combination of one opening type C adjacent to a hazardous area and one opening type B in series.

Table A.1 – Effect of openings on grade of release

Zone upstream of opening	Opening type	Grade of release of openings considered as sources of release
Zone 0	A	Continuous
	B	(Continuous)/primary
	C	Secondary
	D	No release
Zone 1	A	Primary
	B	(Primary)/secondary
	C	(Secondary)/no release
	D	No release
Zone 2	A	Secondary
	B	(Secondary)/no release
	C	No release
	D	No release

NOTE For grades of release shown in brackets, the frequency of operation of the openings should be considered in the design.

Annex B (informative)

Ventilation

Introduction

The purpose of this annex is to assess the degree of ventilation and to extend clause 5 by defining ventilation conditions and by means of explanations, examples and calculation, so giving guidance on the design of artificial ventilation systems, since these are of paramount importance in the control of the dispersion of releases of flammable gases and vapours.

The method developed allows the determination of the type of zone by

- estimating the minimum ventilation rate required to prevent significant build-up of an explosive gas atmosphere;
- calculating a hypothetical volume, V_z which allows determination of the degree of ventilation;
- estimating the persistence time of the release;
- determining the type of zone from the degree and availability of ventilation and the grade of release using table B.1;
- checking that the zone and persistence time are consistent.

It is not intended that these calculations are used to directly determine the extent of the hazardous areas.

Although primarily of direct use in indoor situations, the concepts explained may assist in outdoor locations, for example, by determination of the application of table B.1.

B.1 Natural ventilation

This is a type of ventilation which is accomplished by the movement of air caused by the wind and/or by temperature gradients. In open air situations, natural ventilation will often be sufficient to ensure dispersal of any explosive gas atmosphere which arises in the area. Natural ventilation may also be effective in certain indoor situations (for example, where a building has openings in its walls and/or roof).

NOTE For outdoor areas the evaluation of ventilation should normally be based on an assumed minimum wind speed of 0,5 m/s, which will be present virtually continuously. The wind speed will frequently be above 2 m/s however, in particular situations, it may be below 0,5 m/s (for example, at the immediate surface of the ground).

Examples of natural ventilation:

- open air situations typical of those in the chemical and petroleum industries, for example, open structures, pipe racks, pump bays and the like;
- an open building which, having regard to the relative density of the gases and/or vapours involved, has openings in the walls and/or roof so dimensioned and located that the ventilation inside the building, for the purpose of area classification, can be regarded as equivalent to that in an open-air situation;
- a building which is not an open building but which has natural ventilation (generally less than that of an open building) provided by permanent openings made for ventilation purposes.

B.2 Artificial ventilation

B.2.1 General

The air movement required for ventilation is provided by artificial means, for example, fans or extractors. Although artificial ventilation is mainly applied inside a room or enclosed space, it can also be applied to situations in the open air to compensate for restricted or impeded natural ventilation due to obstacles.

The artificial ventilation of an area may be either general or local and, for both of these, differing degrees of air movement and replacement can be appropriate.

With the use of artificial ventilation it is possible to achieve

- reduction in the type and/or extent of zones;
- shortening of the time of persistence of an explosive gas atmosphere;
- prevention of the generation of an explosive gas atmosphere.

B.2.2 Design considerations

Artificial ventilation makes it possible to provide an effective and reliable ventilation system in an indoor situation. An artificial ventilation system which is designed for explosion protection should meet the following requirements:

- its effectiveness should be controlled and monitored;
- consideration should be given to the classification inside the extract system and immediately outside the extract system discharge point and other openings of the extract system;
- for ventilation of a hazardous area the ventilation air should normally be drawn from a non-hazardous area taking into account the suction effects on the surrounding area;
- before determining the dimensions and design of the ventilation system, the location, grade of release and release rate should be defined.

In addition, the following factors will influence the quality of an artificial ventilation system:

- flammable gases and vapours usually have densities other than that of air, thus they will tend to accumulate near to either the floor or ceiling of an enclosed area, where air movement is likely to be reduced;
- changes in gas density with temperature;
- impediments and obstacles may cause reduced, or even no, air movement, i.e. no ventilation in certain parts of the area.

B.2.3 Examples of artificial ventilation

B.2.3.1 General artificial ventilation

- a building which is provided with fans in the walls and/or in the roof to improve the general ventilation in the building;
- an open-air situation provided with suitably located fans to improve the general ventilation of the area.

B.2.3.2 Examples of local artificial ventilation

- an air/vapour extraction system applied to an item of process equipment which continuously or periodically releases flammable vapour;
- a forced or extract ventilation system applied to a small, ventilated local area where it is expected that an explosive gas atmosphere may otherwise occur.

B.3 Degree of ventilation

The effectiveness of the ventilation in controlling dispersion and persistence of the explosive gas atmosphere will depend upon the degree and availability of ventilation and the design of the system. For example, ventilation may not be sufficient to prevent the formation of an explosive gas atmosphere but may be sufficient to avoid its persistence.

The following three degrees of ventilation are recognized.

B.3.1 High ventilation (VH)

Can reduce the concentration at the source of release virtually instantaneously, resulting in a concentration below the lower explosive limit. A zone of negligible extent results. However, where the availability of ventilation is not good, another type of zone may surround the zone of negligible extent (see table B.1).

B.3.2 Medium ventilation (VM)

Can control the concentration, resulting in a stable zone boundary, whilst the release is in progress, and where the explosive gas atmosphere does not persist unduly after the release has stopped.

The extent and type of zone are limited to the design parameters.

B.3.3 Low ventilation (VL)

Cannot control the concentration whilst release is in progress and/or cannot prevent undue persistence of a flammable atmosphere after release has stopped.

B.4 Assessment of degree of ventilation and its influence on the hazardous area

B.4.1 General

The size of a cloud of flammable gas or vapour and the time for which it persists after release stops can be controlled by means of ventilation. A method for evaluating the degree of ventilation required to control the extent and persistence of an explosive gas atmosphere is described below.

It should be appreciated that the method is subject to the limitations described and therefore gives only approximate results. The use of the safety factors should, however, ensure that the results obtained err on the side of safety. The application of the method is illustrated by a number of hypothetical examples (clause B.7).

The assessment of the degree of ventilation first requires the knowledge of the maximum release rate of gas or vapour at the source of release, either by verified experience, reasonable calculation or sound assumptions.

B.4.2 Estimation of hypothetical volume V_z

B.4.2.1 General

The hypothetical volume V_z represents the volume over which the mean concentration of flammable gas or vapour will be either 0,25 or 0,5 times the LEL , depending on the value of a safety factor, k . This means that, at the extremities of the hypothetical volume estimated, the concentration of gas or vapour would be significantly below the LEL , i.e. the volume where the concentration is above the LEL would be less than V_z .

B.4.2.2 Relationship between hypothetical volume V_z and hazardous area dimensions

The hypothetical volume V_z gives a guide as to the volume of flammable envelope from a source of release but that envelope will not normally equate to the volume of the hazardous area. Firstly, the shape of the hypothetical volume is not defined and will be influenced by ventilation conditions (see B.4.3 and clause B.5). The degree and availability of ventilation and possible variations in these parameters will influence the shape of the hypothetical volume. Secondly, the position of the hypothetical volume with respect to the source of release will need to be established. This will primarily depend on the direction of ventilation with the hypothetical volume biased in the down-wind direction. Thirdly, in many situations, (for example, outdoor conditions), account must be taken of the possibility of varying directions of ventilation.

Thus the volume of hazardous area from a given source of release will generally be several or even many times larger than the hypothetical volume V_z .

To ascertain the hypothetical volume (see equations B.4 and B.5), it is necessary to first establish the theoretical minimum ventilation flow rate of fresh air to dilute a given release of flammable material to the required concentration below the lower explosive limit. This can be calculated by means of the equation:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL_m} \times \frac{T}{293} \quad (\text{B.1})$$

where

$(dV/dt)_{\min}$ is the minimum volumetric flow rate of fresh air (volume per time, m^3/s);

$(dG/dt)_{\max}$ is the maximum rate of release at source (mass per time, kg/s);

LEL_m is the lower explosive limit (mass per volume, kg/m^3);

k is a safety factor applied to the LEL_m ; typically:

$k = 0,25$ (continuous and primary grades of release)

$k = 0,5$ (secondary grades of release);

T is the ambient temperature (in Kelvin, K).

NOTE For converting LEL_v (vol %) to LEL_m (kg/m^3), the following equation may be used for normal atmospheric conditions as given in 1.1;

$$LEL_m = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times LEL_v$$

where M is the molecular mass (kg/kmol).

The relationship between the calculated value $(dV/dt)_{\min}$ and the actual ventilation rate within the volume under consideration (V_o) in the vicinity of the release can then be expressed as a volume (V_k).

NOTE Where there are multiple sources of release within the volume which is served by the ventilation under consideration (V_0), it is necessary to determine the value of $(dV/dt)_{\min}$ for each source of release and grade of release. The flow rates thus determined should then be summated in accordance with table B.2:

$$V_k = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C} \quad (\text{B.2})$$

where

C is the number of fresh air changes per unit time (s^{-1}) and is derived from

$$C = \frac{dV_0/dt}{V_0} \quad (\text{B.3})$$

where

dV_0/dt is the total flow rate of fresh air through the volume under consideration, and
 V_0 the entire volume (within the control of the plant) served by the actual ventilation in the vicinity of the release being considered.

NOTE For indoor situations, V_0 will generally be the volume of the room or building being considered unless there is ventilation specific and local to the release being considered.

Equation (B.2) would hold for an instantaneous and homogeneous mixing at the source of release given ideal flow conditions of the fresh air. In practice, such ideal situations will generally not be found, for example, because of possible impediments to the air flow, resulting in badly ventilated parts of the area. Thus, the effective air exchange at the source of release will be lower than that given by C in equation (B.3), leading to an increased volume (V_z). By introducing an additional correction (quality) factor f to equation (B.2), one obtains

$$V_z = f \times V_k = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} \quad (\text{B.4})$$

where f is the efficiency of the ventilation in terms of its effectiveness in diluting the explosive gas atmosphere, with f ranging from $f=1$ (ideal situation) to, typically $f=5$ (impeded air flow).

B.4.2.3 Open air

In an open-air situation even very low wind speeds will create a high number of air changes. For example, consider a hypothetical cube with side dimensions of 15 m in an open area. In this case a wind speed of approximately 0,5 m/s will provide an air exchange rate of more than 100/h (0,03/s) with volume V_0 of 3 400 m^3 .

In a conservative approximation using $C = 0,03/\text{s}$ for an open-air situation, a hypothetical volume V_z of explosive gas atmosphere can be obtained by using the equation (B.5):

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{0,03} \quad (\text{B.5})$$

where

f is a factor to allow for impeded air flow (see equation B.4);

$(dV/dt)_{\min}$ is as previously defined (m^3/s);

0,03 is the number of air changes per second.

However, because dispersion is normally more rapid in an open-air situation as a result of the different dispersion mechanism, this equation will generally result in an overlarge volume.

To avoid compounding this position, care should be exercised in the realistic selection of a value for f .

B.4.2.4 Restricted open-air situation

If the ventilated volume is small (for example, a process oil-water separator) such as $5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ($V_0 = 15 \text{ m}^3$) and wind speed of say $0,05 \text{ m/s}$ than C will be $35/\text{h}$ ($0,01/\text{s}$).

B.4.2.5 Estimation of persistence time t

The time t required for the average concentration to fall from an initial value X_0 to the LEL times k after the release has stopped can be estimated from:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} \quad (\text{B.6})$$

where

- X_0 is the initial concentration of the flammable substance measured in the same units as the LEL , i.e. %vol or kg/m^3 . Somewhere in the explosive gas atmosphere, the concentration of the flammable matter may be 100 % vol (in general only in the very close vicinity of the release source). However, when calculating t , the proper value for X_0 to be taken depends on the particular case, considering among other aspects the affected volume as well as the frequency and the duration of the release;
- C is the number of air changes per unit time;
- t is in the same time units as C , i.e. if C is the number of air changes per second, then the time t will be in seconds;
- f is a factor to allow for impeded air flow and is the same numerical value as applied in the determination of V_z (see equation B.4).
- $\ln$ is the natural logarithm, and
- k is a safety factor related to the LEL and is the same numerical value as applied in the determination of $(dV/dt)_{\min}$ (see equation B.1).

The numerical value of t obtained by equation B.6 by itself does not constitute a quantitative means of deciding on the zone type. It provides additional information that has to be compared with the time scale of the particular process and situation.

B.4.3 Estimation of degree of ventilation

B.4.3.1 General

Initial estimations would suggest that a continuous grade of release leads to a zone 0, a primary grade to zone 1 and a secondary grade to zone 2; however, this is not always the case because of the effect of ventilation.

In some cases, the degree and level of availability of ventilation may be so high that in practice there is no hazardous area. Alternatively, the degree of ventilation may be so low that the resulting zone has a lower zone number (i.e. a zone 1 hazardous area from a secondary grade source). This occurs, for example, when the level of ventilation is such that the explosive gas atmosphere persists and is dispersed only slowly after the gas or vapour release has stopped. Thus, the explosive gas atmosphere persists for longer than would be expected for the grade of release.

The volume V_z can be used to provide a means of rating the ventilation as high, medium or low for each grade of release.

B.4.3.2 High ventilation (VH)

The ventilation may be regarded as high (VH) only when an evaluation of the risk shows that the extent of potential damage due to the sudden increase in temperature and/or pressure, as a result of the ignition of an explosive gas atmosphere of volume equal to V_Z , is negligible. The risk evaluation should also take account of secondary effects (for example, further releases of flammables).

The above conditions will normally apply when V_Z is less than 0,1 m³. In this situation the hazardous area volume can be regarded as equal to V_Z .

In practice, high ventilation can generally be applied only to a local artificial ventilation system around a source, to small enclosed areas or to very low release rates. Firstly, most enclosed areas contain multiple sources of release. It is not good practice to have multiple small hazardous areas within an area generally classified as non-hazardous. Secondly, with the typical release rates considered for area classification, natural ventilation is often insufficient even in the open. Furthermore, it is normally impracticable to ventilate artificially larger enclosed areas at the rates required.

NOTE Where the calculation for V_Z is based on artificial ventilation, some consideration can be made of the manner in which the artificial ventilation is arranged, as it is often the case that the predominant ventilation air flow is to be extracted from the source of release and the dilution occurs in a direction which is away from the potential sources of ignition for example, as in the case of local extract systems or where the dilution ventilation is supplied to a relatively small enclosure such as an analyser house or pilot plant enclosure.

B.4.3.3 Low ventilation (VL)

Ventilation should be regarded as low (VL) if V_Z exceeds V_0 . Low ventilation will not generally occur in open air situations except where there are restrictions to air flow, for example, in pits.

B.4.3.4 Medium ventilation (VM)

If the ventilation is neither high (VH) nor low (VL) then it should be regarded as medium (VM). Normally, V_Z will be less than or equal to V_0 . Ventilation regarded as medium should control the dispersion of the release of flammable vapour or gas. The time taken to disperse an explosive gas atmosphere after release has stopped should be such that the condition for either a zone 1 or zone 2 is met, depending on whether the grade of release is primary or secondary. The acceptable dispersion time depends on the expected frequency of release and the duration of each release. When the volume V_Z is significantly less than the volume of the enclosed space, it may be acceptable to classify only part of the enclosed space as hazardous. In some cases, depending on the size of the enclosed space, the volume V_Z can be similar to the enclosed volume. In this case, all of the enclosed space should be classified as hazardous.

In outdoor locations except where V_Z is very small or where there are significant restrictions to air flow, the ventilation should be regarded as medium (VM).

B.5 Availability of ventilation

The availability of ventilation has an influence on the presence or formation of an explosive gas atmosphere. Thus the availability (as well as the degree) of ventilation needs to be taken into consideration when determining the type of zone.

Three levels of availability of the ventilation should be considered (see examples in annex C):

- good: ventilation is present virtually continuously;
- fair: ventilation is expected to be present during normal operation. Discontinuities are permitted provided they occur infrequently and for short periods;
- poor: ventilation which does not meet the standard of fair or good, but discontinuities are not expected to occur for long periods.

Ventilation that does not even meet the requirement for poor availability must not be considered to contribute to the ventilation of the area.

Natural ventilation

For outdoor areas, the evaluation of ventilation should normally be based on an assumed minimum wind speed of 0,5 m/s, which will be present virtually continuously. In this case, the availability of the ventilation can be considered as good.

Artificial ventilation

In assessing the availability of artificial ventilation, the reliability of the equipment and the availability of, for example, standby blowers should be considered. Good availability will normally require, on failure, automatic start-up of standby blower(s). However, if provision is made for preventing the release of flammable material when the ventilation has failed (for example, by automatically closing down the process), the classification determined with the ventilation operating need not be modified, i.e. the availability may be assumed to be good.

B.6 Practical guide

The effect of ventilation on the type of the zones can be summarized in table B.1. Some calculations are included in B.7.

Table B.1 – Influence of ventilation on type of zone

	Ventilation						
Grade of release	Degree						
	High			Medium			Low
	Availability						
	Good	Fair	Poor	Good	Fair	Poor	Good, fair or poor
Continuous	(Zone 0 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 0 NE) Zone 2 ^a	(Zone 0 NE) Zone 1 ^a	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
Primary	(Zone 1 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 1 NE) Zone 2 ^a	(Zone 1 NE) Zone 2 ^a	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 or Zone 0 ^c
Secondary ^b	(Zone 2 NE) Non-hazardous ^a	(Zone 2 NE) Non-hazardous ^a	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 and even Zone 0 ^c

NOTE "+" signifies "surrounded by".

^a Zone 0 NE, 1 NE or 2 NE indicates a theoretical zone which would be of negligible extent under normal conditions.

^b The zone 2 area created by a secondary grade of release may exceed that attributable to a primary or continuous grade of release; in this case, the greater distance should be taken.

^c Will be zone 0 if the ventilation is so weak and the release is such that in practice an explosive gas atmosphere exists virtually continuously (i.e. approaching a "no ventilation" condition).

Table B.2 – Procedure for summation of multiple releases within location V_0

Grade of release	Action to be taken with $(dV/dt)_{\min}$
Continuous	Summate all values for $(dV/dt)_{\min}$ and apply the resulting total in equations B.2 to B.6
Primary	In accordance with table B.3, summate the requisite number of the largest values of $(dV/dt)_{\min}$ and apply the resulting total in equations B.2 to B.6
Secondary	Use only the largest single value of $(dV/dt)_{\min}$ and apply this value in equations B.2 to B.6
NOTE The resulting value of $(dV/dt)_{\min}$ for each row of the table should be applied to table B.1. Differing grades of release are not required to be summated.	

Table B.3 – Procedure for summation of multiple primary grade releases

Number of primary grade releases	Number of primary grade releases to be used in accordance with table B.2
1	1
2	2
3 to 5	3
6 to 9	4
10 to 13	5
14 to 18	6
19 to 23	7
24 to 27	8
28 to 33	9
34 to 39	10
40 to 45	11
46 to 51	12

Reference: Institute of Gas Engineers (UK).

B.7 Calculations to ascertain the degree of ventilation

NOTE 1 The *LEL* values used in these examples are for illustrative purposes only; they are not taken from IEC 60079-20.

NOTE 2 In the examples, it has been assumed that $X_0 = 100\%$. This may give a pessimistic result.

Calculation No. 1

Characteristics of release

Flammable material	toluene vapour
Molecular mass of toluene	92,14 (kg/kmol)
Source of release	flange
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	continuous
Safety factor, <i>k</i>	0,25
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	$2,8 \times 10^{-10}$ kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation	
Number of air changes, <i>C</i>	1/h, ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Quality factor, <i>f</i>	5
Ambient temperature, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, $(T/293\text{ K})$	1
Building size, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-10}}{0,25 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation of hypothetical volume V_Z :

$$V_Z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 2,4 \times 10^{-8}}{2,8 \times 10^{-4}} = 4,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Time of persistence:

This is not applicable to a continuous release.

Conclusion

The hypothetical volume V_Z is reduced to a negligible value.

Since $V_Z < 0,1 \text{ m}^3$ (see B.4.3.2) the degree of ventilation may be considered as high with regard to the source of release and area under consideration.

If the availability of the ventilation is "good" then there will be a zone 0 of negligible extent (see table B.1).

Calculation No. 2

Characteristics of release

Flammable material	toluene vapour
Molecular mass of toluene	92,14 (kg/kmol)
Source of release	failure of flange
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	2,8 × 10 ⁻⁶ kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, <i>C</i>	1/h (2,8 × 10 ⁻⁴ /s)
Quality factor, <i>f</i>	5
Ambient temperature, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	1
Building size, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-6}}{0,25 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation of hypothetical volume *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,2 \times 10^{-4}}{2,8 \times 10^{-4}} = 2,2 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-5}{1} \ln \frac{1,2 \times 0,5}{100} = 25,6 \text{ h}$$

Conclusion

The hypothetical volume *V*_z, although significantly less than *V*₀, is greater than 0,1 m³.

The degree of ventilation may be considered as medium with regard to the source of release and area under consideration on this basis. However the flammable atmosphere would persist and the concept of zone 2 may not be met.

Calculation No. 3

Characteristics of release

Flammable material	propane gas
Molecular mass of propane	44,1 (kg/kmol)
Source of release	can-filling nozzle
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Grade of release	primary
Safety factor, <i>k</i>	0,25
Release rate, (<i>dG/dt</i>) _{max}	0,005 kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, <i>C</i>	20/h ($5,6 \times 10^{-3}$ /s)
Quality factor, <i>f</i>	1
Ambient temperature, <i>T</i>	35 °C (308 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	1,05
Building size, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{0,005}{0,25 \times 0,039} \times \frac{308}{293} = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation of hypothetical volume *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 0,6}{5,6 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^2 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{20} \ln \frac{2,1 \times 0,25}{100} = 0,26 \text{ h}$$

Conclusion

The hypothetical volume *V*_z, is not negligible but does not exceed *V*₀.

The degree of ventilation may be considered as medium with regard to the source of release and area under consideration based on these criterions. With a persistence time of 0,26 h, the concept of zone 1 may not be met if the operation is repeated frequently.

Calculation No. 4

Characteristics of release

Flammable material	ammonia gas
Molecular mass of ammonia	17,03 (kg/kmol)
Source of release	evaporator valve
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,105 kg/m ³ (14,8 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	5 × 10 ⁻⁶ kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, <i>C</i>	15/h, (4,2 × 10 ⁻³ /s)
Quality factor, <i>f</i>	1
Ambient temperature, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	1
Building size, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{5 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,105} \times \frac{293}{293} = 9,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Estimation of hypothetical volume *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 9,5 \times 10^{-5}}{4,2 \times 10^{-3}} = 0,02 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{15} \ln \frac{14,8 \times 0,5}{100} = 0,17 \text{ h (10 min)}$$

Conclusion

The hypothetical volume *V*_z is reduced to a negligible value.

The degree of ventilation may be considered as high (*V*_z < 0,1 m³) with regard to the source of release and area under consideration based on these criterions (see table B.1).

If the availability of the ventilation is "good" then there will be a zone 2 of negligible extent (see table B.1).

Calculation No. 5

Characteristics of release

Flammable material	propane gas
Molecular mass of propane	44,1 (kg/kmol)
Source of release	compressor seal
Lower explosion limit (LEL)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, (dG/dt) _{max}	0,02 kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, <i>C</i>	2/h, ($5,6 \times 10^{-4}$ /s)
Quality factor, <i>f</i>	5
Ambient temperature, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	1

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{0,02}{0,5 \times 0,039} \times \frac{293}{293} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Estimation of hypothetical volume V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,02}{5,6 \times 10^{-4}} = 9\,200 \text{ m}^3$$

Time of persistence

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-5}{2} \ln \frac{2,1 \times 0,5}{100} = 11,4 \text{ h}$$

Conclusion

In a room of 10 m × 15 m × 6 m for example, the hypothetical volume V_z will be greater than the volume of the room V_0 . Furthermore, the persistence time is significant.

The degree of ventilation may be considered as low with regard to the source of release and area under consideration based on these criterions.

The area would be classified as at least zone 1 and maybe even zone 0 irrespective of the availability of the ventilation (see table B.1). This is unacceptable. Steps need to be taken to either reduce the leakage rate or vastly improve the ventilation maybe with local extract ventilation around the compressor seal.

Calculation No. 6

Characteristics of release

Flammable material	methane gas
Molecular mass of methane	16,05 (kg/kmol)
Source of release	pipe fitting
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,033 kg/m ³ (5 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	1 kg/s

Ventilation characteristics

Outdoor situation	
Minimum wind speed	0,5 m/s
Resulting in an air exchange, <i>C</i>	$>3 \times 10^{-2}/s$
Quality factor, <i>f</i>	1
Ambient temperature, <i>T</i>	15 °C (288 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	0,98

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{1}{0,5 \times 0,033} = 59,3 \text{ m}^3/s$$

Estimation of hypothetical volume *V_z*:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 59,3}{3 \times 10^{-2}} = 2\,000 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{0,03} \ln \frac{5 \times 0,5}{100} = 123 \text{ s (maximum)}$$

Conclusion

The hypothetical volume *V_z* is not negligible. Based on the assumption (see B.4.2) that for an outdoor situation a reasonable value for *V_o* would be 3 400 m³, then *V_z* will be less than *V_o*.

The degree of ventilation may be considered as medium with regard to the source of release and area under consideration based on these criterions.

The availability of ventilation, being outdoors, is "good" and therefore the area will be classified as zone 2 (see table B.1)

Calculation No. 7

Characteristics of release

Flammable material	toluene vapour
Molecular mass of toluene	92,14 (kg/kmol)
Source of release	failure of flange
Lower explosion limit (<i>LEL</i>)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	6 × 10 ⁻⁴ kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, <i>C</i>	12/h (3,33 × 10 ⁻³)
Quality factor, <i>f</i>	2
Ambient temperature, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, (<i>T</i> /293 K)	1
Building size, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{6 \times 10^{-4}}{0,5 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 26 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation of hypothetical volume *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{2 \times 26 \times 10^{-3}}{3,33 \times 10^{-3}} = 15,7 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

$$t = \frac{f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-2}{12} \ln \frac{1,2 \times 0,5}{100} = 0,85 \text{ h (51 min)}$$

Conclusion

The hypothetical volume *V*_z is not negligible but does not exceed *V*₀.

The degree of ventilation may be considered as medium with regard to the source of release and area under consideration based on these criterions.

If the availability of the ventilation is "good" then the area should be regarded as zone 2 (see table B.1). Based on this persistence time, the concept of zone 2 would be met.

Annex C (informative)

Examples of hazardous area classification

C.1 The practice of area classification involves a knowledge of the behaviour of flammable gases and liquids when they are released from containment, and sound engineering judgement based on experience of the performance of items of plant equipment under specified conditions. For this reason, it is not practicable to give every conceivable variation of plant and process characteristics. Therefore, the examples chosen are those which best describe the overall philosophy of area classification, so as to permit the safe use of apparatus in hazardous locations, where the dangerous material is a flammable liquid, liquefied gas or vapour, or material which is normally gaseous and flammable when mixed with air in appropriate concentrations.

C.2 In arriving at the distances shown in the diagrams, specific plant component conditions have been given. The leakage conditions have been considered in relation to the mechanical performance of the equipment and other representative design criteria. They are not generally applicable; factors such as inventory of process material, shut-off time, dispersion time, pressure, temperature and other criteria related both to plant components and process material all affect the area classification and will need to be applied to the particular problem being considered. Thus these examples represent guidance only and will need to be adapted so as to take into account particular circumstances.

C.3 According to the national or industrial code selected, the shape and extent of the zones may vary.

C.4 The intention of the examples which follow is not primarily that they should be used for area classification. Their principal objective is to demonstrate typical results which might be obtained in practice in a number of different situations by following the guidance and procedures in this standard including the use of table B.1. They may also be of use in developing detailed supplementary standards.

C.5 The figures shown are taken from, or correspond closely to, those in various national or industrial codes. They are intended only as a guide to the magnitude of the zones; in individual cases, the extent and shape of the zones may be taken from the relevant code.

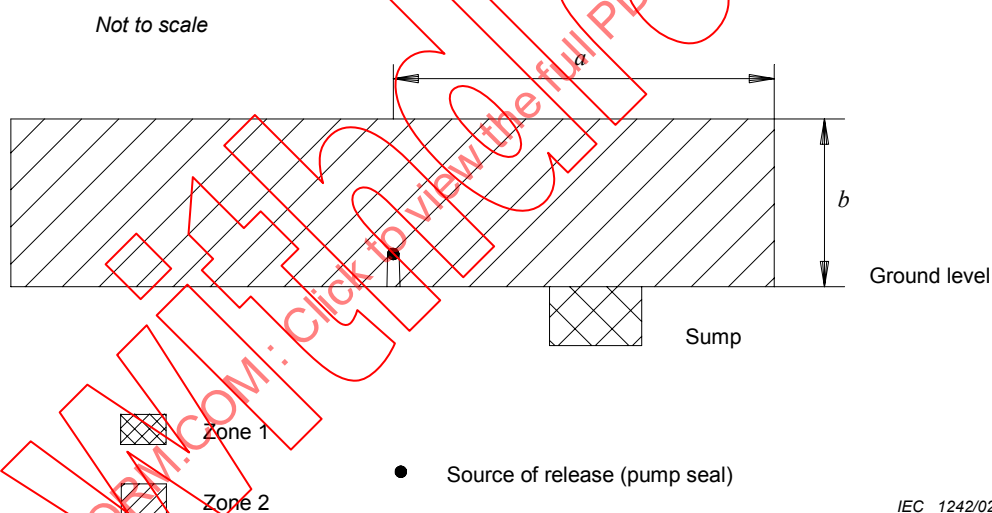
C.6 If it is intended that the examples given in this standard be used for area classification in practice, account must be taken of the specific details of each individual case.

C.7 In each example, some but not all of the parameters which influence the type and extent of zones are given. The result of the classification normally gives a conservative result, taking into account those factors which have been specified and others which it has been possible to identify but not quantify. This means that, if it is possible to specify the operating parameters more closely, a more precise classification will be obtained.

Example No. 1

A normal industrial pump with mechanical (diaphragm) seal, mounted at ground level, situated outdoors, pumping flammable liquid:

Principal factors which influence the type and extent of zones		
Plant and process		
Ventilation	General	Sump
Type.....	Natural	Natural
Degree.....	Medium	Low
Availability.....	Good	Good
Source of release		Grade of release
Pump mechanical seal		Secondary
Product		
Flash point.....	Below process and ambient temperature	
Vapour density	Greater than air	



IEC 1242/02

Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for a pump having a capacity of 50 m³/h and operating at a low pressure:

a = 3 m horizontally from source of release;

b = 1 m from ground level and up to 1 m above the source of release.

Example No. 2

A normal industrial pump with mechanical (diaphragm) seal, mounted at ground level, situated indoors, pumping flammable liquid:

Principal factors which influence the type and extent of zones		
Plant and process		
Ventilation	General	Sump
Type	Artificial	None
Degree	Low	
Availability	Fair	
Source of release		Grade of release
Pump mechanical seal		Secondary
Product		
Flashpoint.....	Below process and ambient temperature	
Vapour density	Greater than air	

Not to scale



 Zone 1
  Source of release (pump seal)

IEC 1243/02

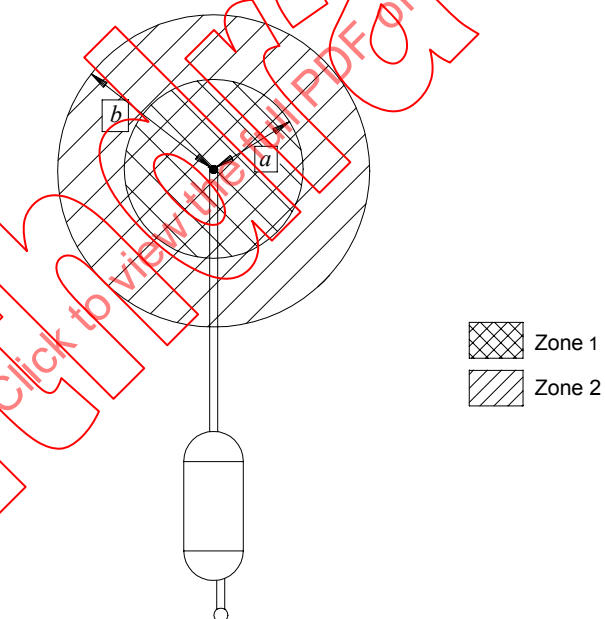
No dimensions are indicated since the resulting hazardous area will encompass the volume V_0 . If the ventilation were to be improved to "medium" then the zone could be smaller and only zone 2 (see table B.1).

Example No. 3

Pressure breathing valve in the open air, from process vessel:

Principal factors which influence the type and extent of zones	
Plant and process	
Ventilation	
Type	Natural
Degree	Medium
Availability	Good
Source of release	Grade of release
Outlet from valve	Primary and secondary
Product	
Gasoline	
Gas density.....	Greater than air

Not to scale



- Source of release (vent outlet diameter 25 mm)

IEC 1244/02

Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for a valve where the opening pressure of the valve is approximately 0,15 MPa (1,5 bar):

$a = 3$ m in all directions from source of release;

$b = 5$ m in all directions from source of release.

Example No. 4

Control valve, installed in a closed process pipework system conveying flammable gas:

Principal factors which influence the type and extent of zones	
Plant and process	
Ventilation	
Type	Natural
Degree	Medium
Availability	Good
Source of release	Grade of release
Valve shaft seal	Secondary
Product	
Gas	Propane
Gas density	Greater than air



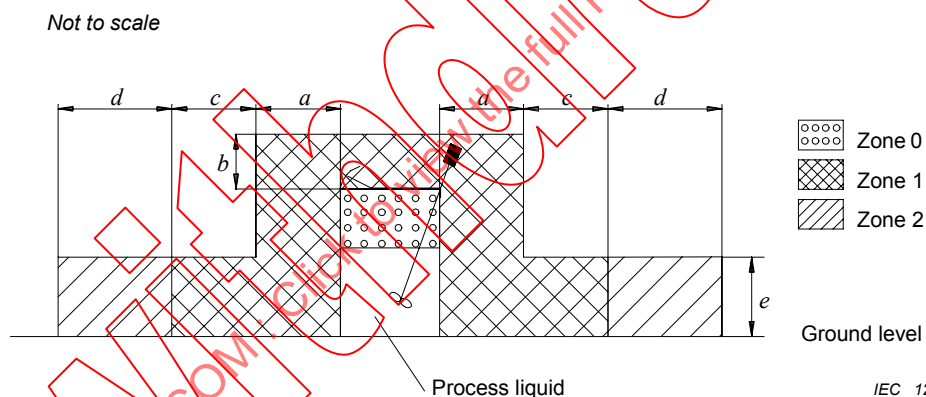
Taking into account relevant parameters, the following is the typical value which will be obtained for this example:

$a = 1$ m in all directions from source of release.

Example No. 5

A fixed process mixing vessel, situated indoors, being opened regularly for operational reasons. The liquids are piped into and out of the vessel through all welded pipework flanged at the vessel:

Principal factors which influence the type and extent of zones	
Plant and process	
Ventilation	
Type	Artificial
Degree	Low inside the vessel; Medium outside the vessel
Availability	Fair
Source of release	
Grade of release	
Liquid surface within the vessel	Continuous
The opening in the vessel	Primary
Spillage or leakage of liquid close to the vessel	Secondary
Product	
Flashpoint	Below process and ambient temperature
Vapour density	Greater than air



Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for this example:

$a = 1$ m horizontally from source of release;

$b = 1$ m above source of release;

$c = 1$ m horizontally;

$d = 2$ m horizontally;

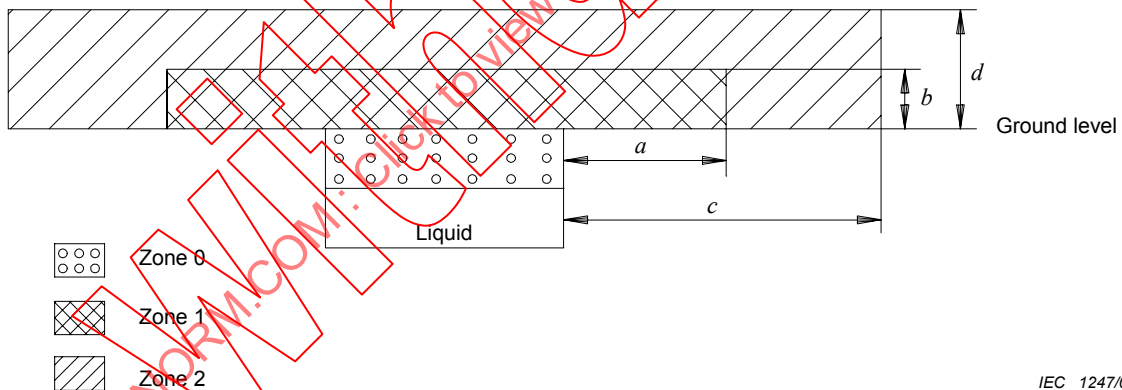
$e = 1$ m above ground.

Example No. 6

Oil/water gravity separator, situated outdoors, open to the atmosphere, in a petroleum refinery:

Principal factors which influence the type and extent of zones		
Plant and process		
Ventilation	Within the separator	Outside the separator
Type	Natural	Natural
Degree	Low	Medium
Availability	Good	Good
Source of release	Grade of release	
Liquid surface	Continuous	
Process disturbance	Primary	
Process abnormal operation	Secondary	
Product		
Flashpoint	Below process and ambient temperature	
Vapour density	Greater than air	

Not to scale



IEC 1247/02

Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for this example.

a = 3 m horizontally from the separator;

b = 1 m above ground level;

c = 7,5 m horizontally;

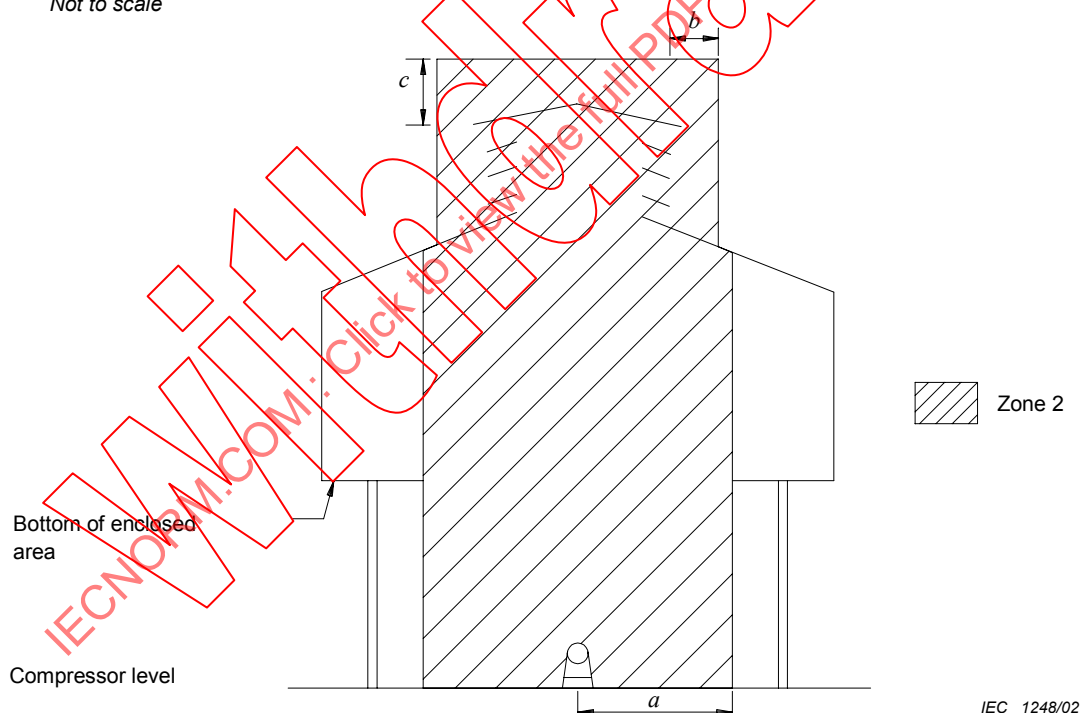
d = 3 m above ground level.

Example No. 7

Hydrogen compressor in a building which is open at ground level:

Principal factors which influence the type and extent of zones	
Plant and process	
Ventilation	
Type.....	Natural
Degree.....	Medium
Availability	Good
Source of release	Grade of release
Compressor seals, valves and flanges..... close to the compressor	Secondary
Product	
Gas	Hydrogen
Gas density	Lighter than air

Not to scale



Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for this example:

$a = 3$ m horizontally from source of release;

$b = 1$ m horizontally from ventilation openings;

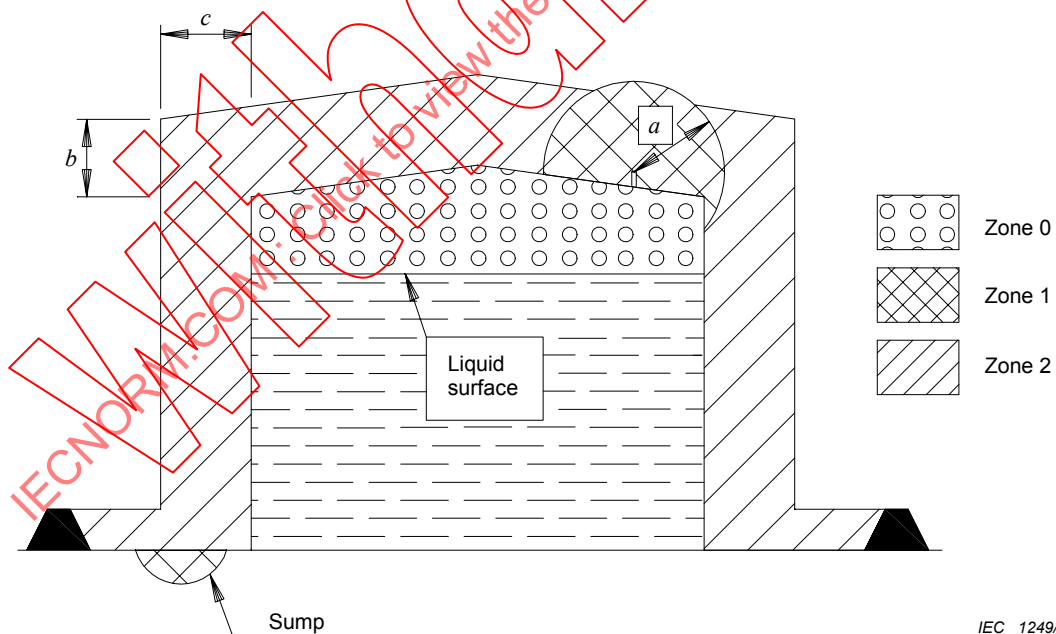
$c = 1$ m above ventilation openings.

Example No. 8

Flammable liquid storage tank, situated outdoors, with fixed roof and no internal floating roof:

Principal factors which influence the type and extent of zones		
Plant and process		
Ventilation		
Type	Natural	
Degree.....	Medium*	
Availability.....	Good	
Source of release		Grade of release
Liquid surface	Continuous	
Vent opening and other openings in the roof	Primary	
Flanges, etc. inside bund and overfilling of the tank....	Secondary	
Product		
Flashpoint.....	Below process and ambient temperature	
Vapour density	Greater than air	
* Within the tank and the sump, low.		

Not to scale



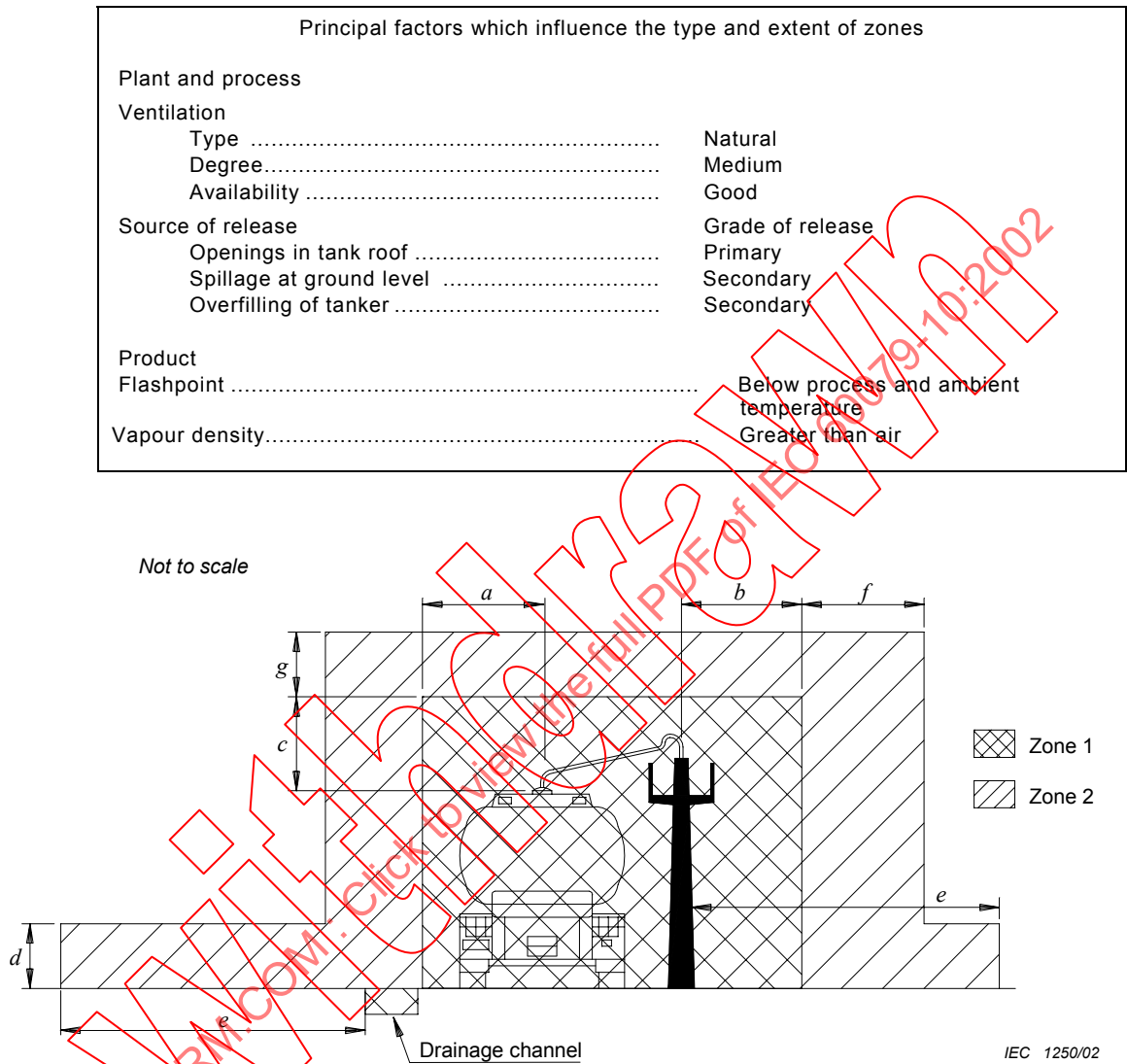
IEC 1249/02

Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for this example:

- $a = 3$ m from vent openings;
- $b = 3$ m above the roof;
- $c = 3$ m horizontally from the tank.

Example No. 9

Single tanker filling installation (during filling), situated outdoors, for gasoline, top filling with no vapour recovery:



Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be obtained for this example.

- $a = 1,5$ m horizontally from source of release;
- $b = 1,5$ m horizontally from flexible joint;
- $c = 1,5$ m above source of release;
- $d = 1$ m above ground level;
- $e = 4,5$ m horizontally from drainage channel/gantry;
- $f = 1,5$ m horizontally from zone 1;
- $g = 1,0$ m above zone 1.

NOTE 1 If the system is a closed system with vapour recovery, the distances can be reduced in such a way that zone 1 may be of negligible extent and zone 2 significantly reduced.

NOTE 2 Spillages due to overfilling are unlikely with vapour recovery systems.

**Hazardous area classification data sheet –
Part 1: ~~Flammable~~ material list and characteristics**

[illegible]

^a Normally, the value of vapour pressure is given but, in the absence of that, boiling point can be used (4.4.1d)).

^b For example, IBT3.

**Hazardous area classification data sheet –
Part II: List of sources of release**

Sheet 2 of 2

Plant: paint factory (example 10) Area:													Ref. drawing: layout		
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	
Source of release		Flammable material				Ventilation			Hazardous area			Any other relevant information and remarks			
No.	Description	Location	Grade of release ^a	Reference ^b	Operating temperature and pressure	State ^c	Type ^d	Degree ^e	Availability ^e	Zone type 0-1-2	Zone extent m		Reference		
					°C	kPa					Verti- cal	Hori- zontal			
1	Seal of solvent pump	Pump area	S	1	Ambient	Ambient	L	A	Medium	Fair	2	1,0*	3,0**	Example No. 2	* Above the source of release ** From the source of release
2	Liquid surface on mixing vessel	Mixing area	C	1	Ambient	Ambient	L	A	Low	Poor	0	*	*	Example No. 5	* Inside vessel
3	Opening of mixing vessel	Mixing area	P	1	Ambient	Ambient	L	A	Medium	Fair	1	1,0*	2,0**	Example No. 5	* Above openings ** From openings
4	Spillage of mixing vessel	Mixing area	S	1	Ambient	Ambient	L	A	Medium	Fair	2	1,0*	2,0**	Example No. 5	* Above ground level ** From the vessel

^a C – Continuous; S – Secondary; P – Primary.
^b Quote the number of list in Part I.
^c G – Gas; L – Liquid; LG – Liquefied gas; S – solid.
^d N – Natural; A – Artificial.
^e See annex B.

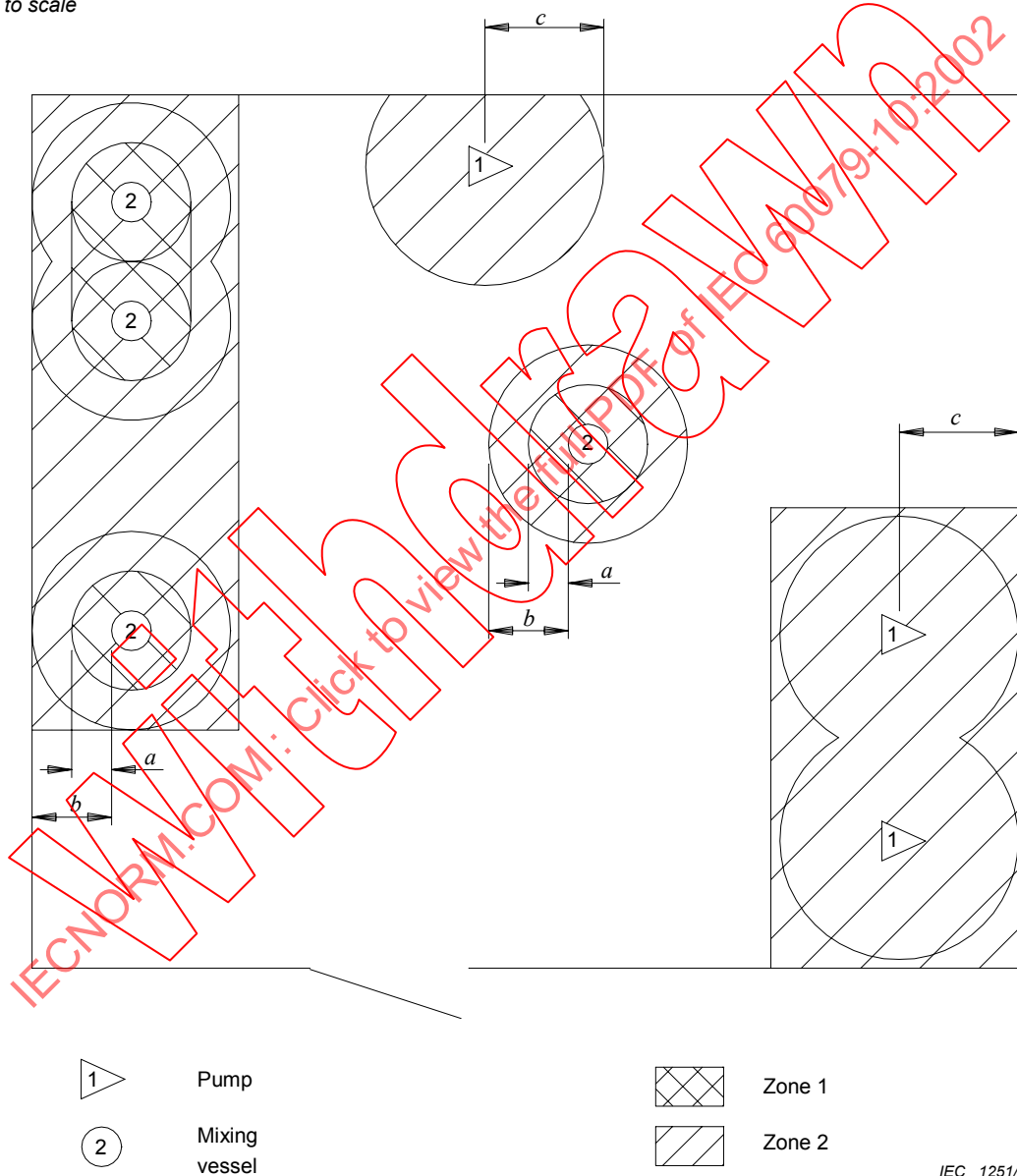
Example No. 10

Mixing room in a paint factory:

This example shows one way of using the individual examples No. 2 (with medium degree of ventilation) and No. 5. In this simplified example, four paint-mixing vessels (item 2) are situated in one room. There are also three pumps (item 1) for liquid in the same room.

The principal factors which influence the type of zones are given in the tables in examples No. 2 and No. 5.

Not to scale



Taking into account relevant parameters, (see hazardous area classification data sheets), the following are typical values which will be obtained for this example:

$a = 2 \text{ m}$;

$b = 4 \text{ m}$;

$c = 3 \text{ m}$;

The drawing No. 10 is a plan view, for vertical extent of the zones see examples No. 2 and No. 5.

NOTE As in examples No. 2 and No. 5, the zones have a cylindrical shape around the sources of release. However, in practice, the zones are usually increased to a box shape if the vessels are situated close to each other. In this way there are no unclassified small pockets.

It is assumed that the pumps and vessels are connected by all-welded pipework and that flanges, valves, etc. are located close to these items of equipment.

In practice, there may be other sources of release in the room, for example, open vessels, but these have not been taken into account in this example.

If the room is small, it is recommended that zone 2 extends to the limits of the room.

Hazardous area classification data sheet – Part I : ~~Flammable~~ material list and characteristics

Sheet 1 of 3

[illegible]

^a Normally, the value of vapour pressure is given, but in the absence of that, boiling-point can be used (4.4.1d)).

^b For example, IBT3.

Example No. 11

**Hazardous area classification data sheet –
Part II : List of sources of release**

Sheet 2 of 3

Plant: tank farm for gasoline (example 11) Area:														Reference drawing: layout	
1	2	3	4	5	6	7	8			9	10	11	12	13	
Source or release				Flammable material			Ventilation			Hazardous area				Any other relevant information and remarks	
N°	Description	Location	Grade of release ^a	Refer- ence ^b	Operating temperature and pressure °C / kPa	State ^c	Type ^d	Degree ^e	Avail- ability ^e	Zone type 0-1-2	Zone extent m		Refer- ence		
											Verti- cal	Hori- zontal-			
1	Seal of gasoline pump	Pump areas	D	1	Ambient	Ambient	L	A	Medium	Fair	2	1,0*	3,0**	Example No. 1	* Above source of release ** From the source of release
2	Liquid surface on separator	Waste water treatment	C	3	Ambient	Ambient	L	N	Low	Good	0	*	*	Example No. 6	* Inside separator below ground level
								N	Medium	Good	1	1,0*	3,0**	Example No. 6	* Above ground level ** From separator
								N	Medium	Good	2	3,0*	7,5**	Example No. 6	* Above ground level ** From separator
3	Liquid surface on gasoline tanks	Tank areas	C	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Poor	0	*	*	Example No. 8	* Inside the tank
4	Vent opening in gasoline tank	Tank areas	P	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Good	1	3,0*	3,0**	Example No. 8	* 3 m around the vent
5	Flanges, etc. inside bund of gasoline tanks	Tank areas	D	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Fair	2	*	*	Example No. 8	* Inside bund
6	Overfilling of gasoline tanks	Tank areas	D	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Good	2	3,0*	3,0**	Example No. 8	* Above ground level

Example No. 11

**Hazardous area classification data sheet –
Part II: List of sources of release (continued)**

Sheet 3 of 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Source of release				Flammable material				Ventilation				Hazardous area		Any other relevant information and remarks	
N°	Description	Location	Grade of release ^a	Reference ^b	Operating temperature and pressure		State ^c	Type ^d	Degree ^e	Availability ^e	Zone type 0-1-2	Zone extent m			Reference
					°C	kPa						Vertical	Horizontal		
7	Opening in tank roof of tanker filling installation	Loading area	P	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Good	1	1,5*	1,5**	* Above ground level ** From release	
											2	1,0*	1,5**	* Above release ** From release	
8	Spillage at ground inside drainage channel of tanker filling installation	Loading area	D	1	Ambient	Ambient	L	N	Medium	Good	2	1,0*	4,5**	* Above ground level ** From drain channel/gantry	
9	Oil tank	Tank areas	-	2	-	-	L	-	-	-		...*	...*	* No hazardous area due to the high flashpoint of oil	

a C – Continuous; S – Secondary; P – Primary.

b Quote the number of list in part I.

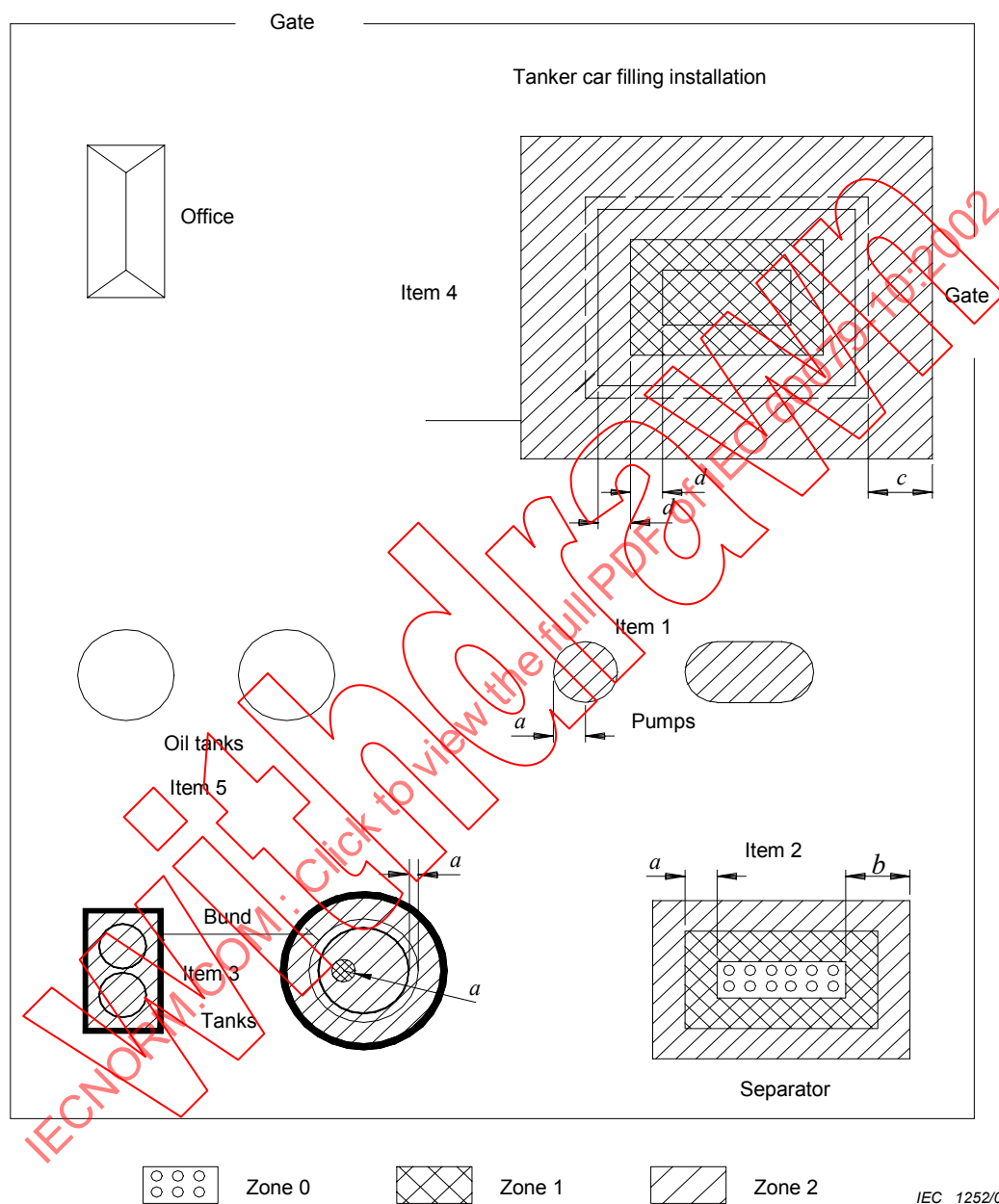
c G – Gas; L – Liquid; LG – Liquid gas; S – Solid.

d N – Natural; A – Artificial.

e See annex B.

Example No. 11

Tank farm for gasoline and oil:

Not to scale

This example shows one way of using the individual example Nos. 1, 6, 8 and 9. In this simplified example, three storage tanks (bunded) for gasoline (item 3), five liquid pumps (item 1) placed close to each other, one single pump (item 1), one tanker filling installation (item 4), two oil tanks (item 5) and one oil/water gravity separator (item 2) are situated within the tank farm.

The principal factors which influence the types of zones are given in examples Nos. 1, 6, 8 and 9.

Taking into account relevant parameters, (see hazardous area classification data sheets), the following are typical values which will be obtained for this example.

$a = 3 \text{ m}$

$b = 7,5 \text{ m}$

$c = 4,5 \text{ m}$

$d = 1,5 \text{ m}$

The drawing No. 11 is a plan view; for vertical extent of the zones, see examples Nos. 1, 6, 8 and 9.

For details (zoning inside vessels, zoning extent, zoning around tank vents, etc.), see examples Nos. 1, 6, 8 and 9.

NOTE It is necessary to use examples Nos. 1, 6, 8 and 9 to obtain the correct zoning of the interior of tanks and separator (zone 0) together with zoning at tank vents (zone 1).

In practice there may be other sources of release, however, for simplicity, these have not been taken into account.

Sheet: 1/1

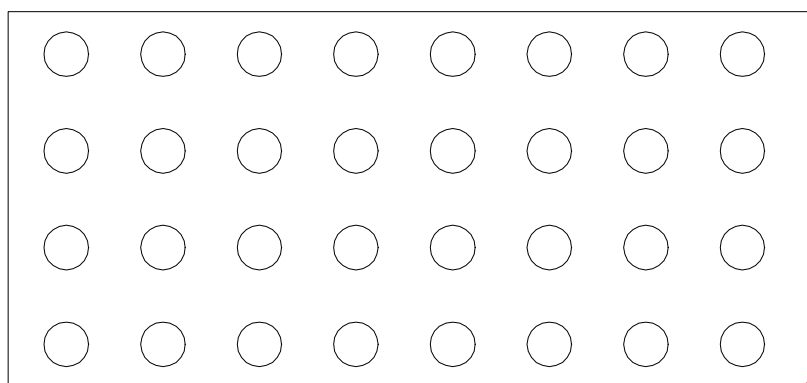
[illegible]

a Normally, the value of vapour pressure is given, but in the absence of that, boiling point can be used (4.4.1d)).

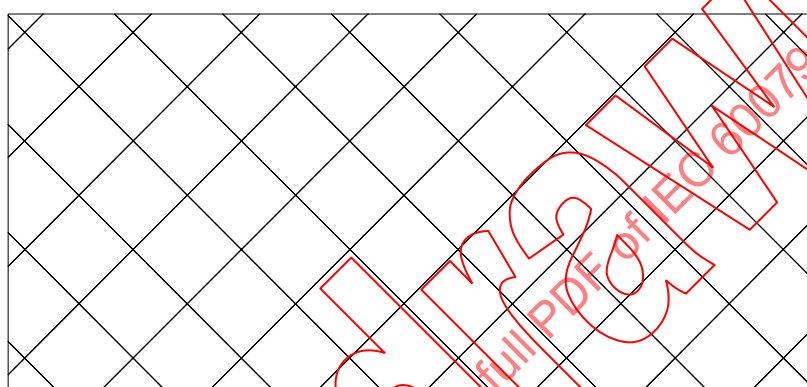
^b For example IBT3.

Sheet: 1/1

[illegible]



Zone 0



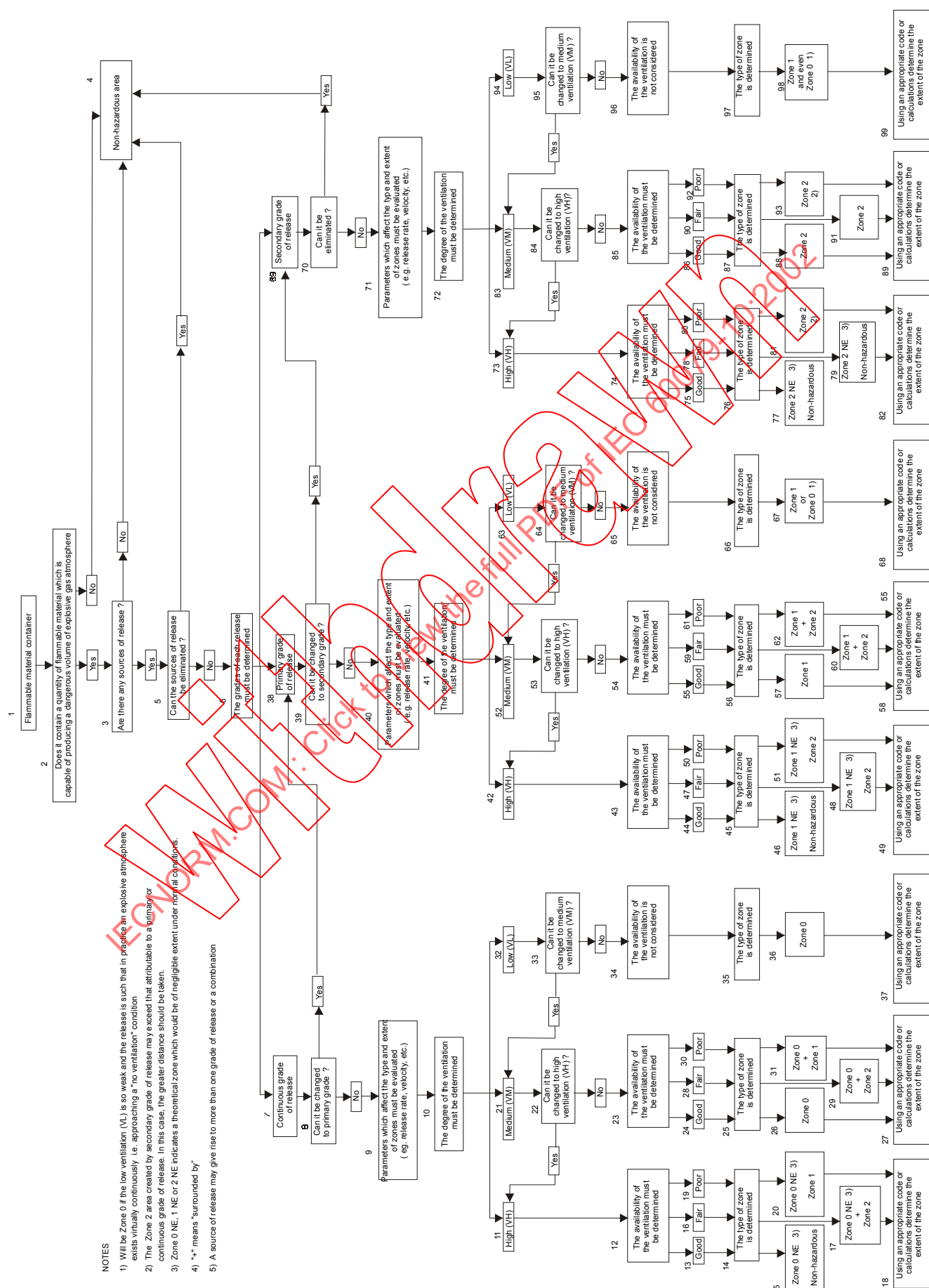
Zone 1



Zone 2

IEC 1253/02

Figure C.1 – Preferred symbols for hazardous area zones



IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-10:2002

Withdr2wn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	61
INTRODUCTION	62
1 Généralités	63
1.1 Domaine d'application	63
1.2 Références normatives	64
2 Définitions et terminologie	64
3 Sécurité et classement des emplacements dangereux	68
3.1 Principes de sécurité	68
3.2 Objectifs du classement des emplacements dangereux	68
4 Procédure de classement des emplacements dangereux	69
4.1 Généralités	69
4.2 Sources de dégagement	70
4.3 Type de la zone	70
4.4 Etendue de la zone	71
4.4.1 Taux de dégagement de gaz ou vapeur	71
4.4.2 Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	72
4.4.3 Ventilation	72
4.4.4 Densité relative du gaz ou de la vapeur au moment de son dégagement	72
4.4.5 Autres paramètres à considérer	73
4.4.6 Exemples	73
5 Ventilation	74
5.1 Généralités	74
5.2 Principaux types de ventilation	74
5.3 Degré de ventilation	74
5.4 Disponibilité de la ventilation	74
6 Documentation	75
6.1 Généralités	75
6.2 Plans, feuilles de données et tableaux	75
Annexe A (informative) Exemples de sources de dégagement	76
Annexe B (informative) Ventilation	78
Annexe C (informative) Exemples de classement des emplacements dangereux	94
Figure C.1 – Symboles préférés pour les zones des emplacements dangereux	115
Figure C.2 – Approche schématique pour le classement des emplacements dangereux	116

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –**Partie 10: Classement des emplacements dangereux**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60079-10 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et règles d'installation, du comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1995, et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31J/82/FDIS	31J/84/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La présente publication a été rédigée conformément à la Partie 3 des Directives ISO/CEI.

Les annexes A, B, et C sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Dans les emplacements où des quantités et concentrations dangereuses de gaz ou vapeurs inflammables peuvent apparaître, on appliquera des mesures préventives pour réduire le risque d'explosions. La présente partie de la CEI 60079 expose les critères essentiels par rapport auxquels le risque d'inflammation peut être évalué et donne des conseils, relatifs aux paramètres de conception et d'exploitation, que l'on peut utiliser pour réduire ce risque.

La présente norme peut servir de base pour le choix et l'installation corrects de matériel utilisable dans un emplacement dangereux.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60079-10:2002

Withdr2W

MATÉRIEL ÉLECTRIQUE POUR ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES GAZEUSES –

Partie 10: Classement des emplacements dangereux

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 est relative au classement des emplacements dangereux dans lesquels des risques dus à des gaz ou vapeurs inflammables peuvent apparaître, afin de permettre le choix et l'installation corrects du matériel à utiliser dans de tels emplacements.

Elle est destinée à être appliquée là où il peut exister un risque d'inflammation du fait de la présence de gaz ou vapeurs inflammables, en mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques habituelles (voir note 2); mais elle ne s'applique pas.

- a) aux mines grisouteuses;
- b) au traitement et à la fabrication des explosifs;
- c) aux emplacements dans lesquels un risque dû à la présence de poussières ou fibres inflammables peut apparaître;
- d) aux défaillances catastrophiques, qui dépassent le concept d'anormalité traité dans la présente norme (voir note 3);
- e) aux salles utilisées à des fins médicales;
- f) aux emplacements dans lesquels la présence de brouillard inflammable peut créer un risque imprévisible et qui requièrent une attention particulière (voir note 5);
- g) aux locaux à usage domestique.

La présente norme ne prend pas en compte les effets de sinistres en cascade.

Des définitions et explications de termes y sont données ainsi que les grands principes et procédures relatifs au classement des emplacements dangereux.

On pourra se référer aux codes relatifs à des industries ou applications particulières pour trouver des recommandations détaillées quant à l'étendue des emplacements dangereux dans ces industries ou applications.

NOTE 1 Pour les besoins de la présente norme, un emplacement désigne un secteur ou un espace tridimensionnel.

NOTE 2 Les conditions atmosphériques englobent les écarts au-dessus et au-dessous des niveaux de référence de 101,3 kPa (1 013 mbar) et 20 °C (293 K) à condition que cela ait un effet négligeable sur les propriétés explosives des matières inflammables.

NOTE 3 Le terme «défaillance catastrophique» s'applique ici, par exemple, à l'éclatement d'une cuve ou d'une canalisation et aux événements imprévisibles.

NOTE 4 Dans toute usine, quelle que soit son importance, il peut y avoir de nombreuses sources d'inflammation en dehors de celles qui sont associées au matériel électrique. Il sera nécessaire dès lors de prendre les précautions appropriées pour garantir la sécurité. On pourra utiliser avec prudence la présente norme pour ces autres sources d'inflammation.

NOTE 5 Des brouillards peuvent se former à partir de vapeurs inflammables ou être présents en même temps que de telles vapeurs. Cela peut affecter la façon dont les matières inflammables se dispersent et l'étendue de tout emplacement dangereux. Par ailleurs, l'application stricte du classement d'emplacements pour les gaz et vapeurs peut ne pas convenir, car les caractéristiques d'inflammabilité des brouillards ne sont pas toujours prévisibles. Quoiqu'il soit difficile d'arrêter le type et l'étendue des zones, les critères applicables aux gaz et vapeurs donneront, dans la plupart des cas, un résultat sans danger. Néanmoins, il convient toujours de porter une attention particulière au danger d'inflammation des brouillards inflammables.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(426):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 426: Matériel électrique pour atmosphères explosives*

CEI 60079-4:1975, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Quatrième partie: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation*

CEI 60079-4A:1970, *Premier complément à la CEI 60079-4 (1966), Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Quatrième partie: Méthode d'essai pour la détermination de la température d'inflammation*

CEI 60079-20:1996, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 20: Données pour gaz et vapeurs inflammables, en relation avec l'utilisation des matériels électriques*

2 Définitions et terminologie

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60079, les définitions et la terminologie suivantes s'appliquent.

NOTE Lorsqu'une définition est donnée conjointement dans le présent article et dans la CEI 60050(426), c'est la définition du présent article qui s'applique.

2.1

atmosphère explosive

mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeur, brouillard ou poussière dans lequel, après inflammation, la combustion s'étend à tout le mélange non brûlé

[VEI 426-02-02, modifié]

2.2

atmosphère explosive gazeuse

mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz ou vapeur dans lequel, après inflammation, la combustion s'étend à tout le mélange non brûlé

[VEI 426-02-03, modifié]

NOTE Bien qu'un mélange où la concentration est supérieure à la limite supérieure d'explosivité (LSE) ne soit pas une atmosphère explosive gazeuse, il peut aisément le devenir et il est recommandé de le considérer comme tel dans certains cas aux fins de classement des emplacements dangereux.

2.3

emplacement dangereux

emplacement dans lequel une atmosphère explosive gazeuse est présente, ou dans lequel on peut s'attendre qu'elle soit présente, en quantités suffisantes pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation de matériel

[VEI 426-03-01, modifié]

2.4

emplacement non dangereux

emplacement dans lequel on ne s'attend pas à ce qu'une atmosphère explosive gazeuse soit présente en quantités suffisantes pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation de matériel

[VEI 426-03-02, modifié]

2.5

zones

les emplacements dangereux sont classés en zones, d'après la fréquence et la durée de la présence d'une atmosphère explosive gazeuse, comme suit:

2.5.1

zone 0

emplacement dans lequel une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard est présente en permanence, ou pendant de longues périodes ou encore fréquemment

[VEI 426-03-03, modifié]

2.5.2

zone 1

emplacement dans lequel il est probable qu'une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard, apparaîtra occasionnellement en fonctionnement normal

[VEI 426-03-04, modifié]

2.5.3

zone 2

emplacement dans lequel il n'est pas probable qu'une atmosphère explosive constituée d'un mélange d'air de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur ou de brouillard apparaisse en fonctionnement normal mais où, si elle apparaît, il est probable qu'elle persistera seulement pour une courte période

[VEI 426-03-05, modifié]

NOTE 1 Dans cette définition, le mot «persistera» fait référence à la durée totale pour laquelle l'atmosphère inflammable existe. Cela comprend normalement la durée totale de dégagement à laquelle s'ajoute le temps de dispersion de l'atmosphère inflammable après dégagement. (Le terme «durée de persistance» employé à l'annexe B fait spécifiquement référence à une partie seulement de la durée totale pendant laquelle l'atmosphère inflammable existe.)

NOTE 2 On peut tirer des indications intéressantes la fréquence d'apparition et la durée des codes propres à certaines industries ou applications.

2.6

source de dégagement

point ou endroit d'où un gaz, une vapeur ou un liquide inflammable peut être libéré dans l'atmosphère, de telle sorte qu'une atmosphère explosive gazeuse soit créée

[VEI 426-03-06, modifié]

2.7

degrés de dégagement

il y a trois degrés de dégagement de base, énumérés ci-dessous par ordre décroissant de probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse:

- a) degré continu;
- b) premier degré;
- c) deuxième degré.

Une source de dégagement peut donner lieu à n'importe lequel de ces degrés de dégagement ou à une combinaison de plusieurs d'entre eux

2.7.1

dégagement de degré continu

dégagement qui se produit en permanence ou dont on s'attend à ce qu'il se produise pendant de longues périodes

2.7.2

dégagement de premier degré

dégagement dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise de façon périodique ou occasionnelle en fonctionnement normal

2.7.3

dégagement de deuxième degré

dégagement dont on ne s'attend pas à ce qu'il se produise en fonctionnement normal et dont il est probable que, s'il se produit, ce sera seulement à une faible fréquence et pour de courtes périodes

2.8

taux de dégagement

quantité de gaz ou vapeur inflammable émise par unité de temps par la source de dégagement

2.9

fonctionnement normal

situation dans laquelle l'installation fonctionne selon ses paramètres nominaux

NOTE 1 De petits dégagements de matière inflammable peuvent faire partie du fonctionnement normal. Par exemple, des fuites des garnitures d'étanchéité lubrifiées par le liquide pompe sont considérées comme de petits dégagements.

NOTE 2 Des défaillances (telles que la rupture de garnitures d'étanchéité de pompe ou de joints de brides ou des épandages provoqués par des accidents) qui entraînent une réparation ou un arrêt urgent, ne sont pas considérées comme faisant partie du fonctionnement normal, ni comme étant catastrophiques.

NOTE 3 Un fonctionnement normal comprend des conditions de démarrage et de fermeture.

2.10

ventilation

mouvement de l'air et remplacement de cet air par de l'air frais sous l'action du vent et de gradients de température ou de moyens artificiels (par exemple ventilateurs ou extracteurs)

2.11

limites d'explosivité

NOTE Les termes «limite d'explosivité» et «limite d'inflammabilité» sont équivalents. Le terme «limite d'inflammabilité» est utilisé dans la CEI 60079-20 et la CEI 61779-1 alors que le terme «limite d'explosivité», plus généralement accepté, est utilisé dans toutes les autres normes.

2.11.1

limite inférieure d'explosivité (LIE)

concentration dans l'air de gaz ou vapeur inflammable, au-dessous de laquelle l'atmosphère gazeuse n'est pas explosive

[VEI 426-02-09, modifié]

2.11.2

limite supérieure d'explosivité (LSE)

concentration dans l'air de gaz ou vapeur inflammable, au-dessus de laquelle l'atmosphère gazeuse n'est pas explosive

[VEI 426-02-10, modifié]

2.12

densité relative d'un gaz ou d'une vapeur

rapport de la densité d'un gaz ou d'une vapeur à la densité de l'air à la même pression et à la même température (elle est égale à 1,0 pour l'air)

2.13**matière inflammable (substance inflammable)**

matière inflammable par elle-même ou capable de produire un gaz, une vapeur, ou un brouillard inflammable

2.14**liquide inflammable**

liquide capable de produire une vapeur inflammable dans toutes les conditions d'exploitation prévisibles

2.15**gaz ou vapeur inflammable**

gaz ou vapeur, qui, mélangé à l'air dans certaines proportions, formera une atmosphère explosive gazeuse

2.16**brouillard inflammable**

gouttelettes de liquide inflammable dispersées dans l'air de façon à former une atmosphère explosive gazeuse

2.17**point d'éclair**

température la plus basse d'un liquide à laquelle, dans certaines conditions normalisées, ce liquide libère des vapeurs en quantité telle qu'un mélange vapeur/air inflammable puisse se former

[VEI 426-02-14]

2.18**point d'ébullition**

température à laquelle un liquide bout à la pression ambiante de 101,3 kPa (1 013 mbar).

NOTE Le point d'ébullition initial qu'il convient d'utiliser dans les mélanges de liquides sert à indiquer la valeur la plus basse du point d'ébullition de la gamme des liquides présents dans le mélange, telle que cette valeur est déterminée par distillation en laboratoire normalisée sans fractionnement.

2.19**pression de vapeur**

pression exercée quand un solide ou un liquide est en équilibre avec sa propre vapeur. Elle est fonction de la substance et de la température

2.20**température d'inflammation d'une atmosphère explosive gazeuse**

température la plus basse d'une surface chaude à laquelle, dans des conditions spécifiées, l'inflammation d'une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air peut se produire

[VEI 426-02-01, modifié]

NOTE La CEI 60079-4 et la CEI 60079-4A normalisent une méthode de détermination de cette température.

2.21**étendue de zone**

distance en tout sens de la source de dégagement au point où le mélange air/gaz a été dilué par l'air à une valeur inférieure à la valeur au-dessous de la limite inférieure d'explosivité

2.22**gaz inflammable liquéfié**

matériau inflammable qui est stocké et manipulé comme un liquide et qui, à température ambiante et pression atmosphérique, est un gaz inflammable

3 Sécurité et classement des emplacements dangereux

3.1 Principes de sécurité

Il convient que les installations dans lesquelles des matières inflammables sont manipulées ou stockées soient conçues, exploitées et entretenues de façon que tous les dégagements de matières inflammables, et, par conséquent, l'étendue des emplacements dangereux soient maintenus les plus réduits possibles, que ce soit en fonctionnement normal ou non, en ce qui concerne la fréquence, la durée et l'importance de ces dégagements.

Il importe d'examiner les parties de l'équipement de production et les systèmes d'où peut survenir le dégagement de matériau inflammable et d'envisager la modification de la conception pour minimiser à la fois la probabilité et la fréquence de tels dégagements ainsi que la quantité et le taux de dégagement du matériau.

Il convient d'examiner ces considérations fondamentales à un stade précoce du développement de la conception de toute usine et il convient également de leur accorder une extrême attention lors de la réalisation de l'étude du classement des emplacements dangereux.

Dans le cas des opérations de maintenance autres que celles qui sont relatives au fonctionnement normal, elles peuvent avoir un effet sur l'étendue de la zone mais on a supposé que la question serait réglée par un système de permis de travail.

Dans les situations où il peut y avoir une atmosphère explosive gazeuse, il convient de prendre les mesures suivantes:

- a) éliminer la probabilité d'apparition d'une atmosphère explosive gazeuse à proximité de la source d'inflammation, ou bien
- b) éliminer la source d'inflammation.

Lorsque cela n'est pas possible, il convient de choisir et de préparer des mesures préventives, des équipements de production, des systèmes et des procédures tels que la probabilité de la simultanéité de a) et b) soit ramenée à un niveau suffisamment faible pour être acceptable. De telles mesures peuvent être utilisées isolément, s'il est reconnu qu'elles ont une grande fiabilité, ou en combinaison de façon à réaliser un niveau de sécurité équivalent.

3.2 Objectifs du classement des emplacements dangereux

Le classement des emplacements dangereux est une méthode d'analyse et de classement du milieu dans lequel peuvent apparaître des atmosphères explosives gazeuses, de façon à faciliter le choix et l'installation corrects du matériel électrique utilisable sans danger dans ce milieu, compte tenu des groupes de gaz et des classes de température des gaz.

En pratique, dans la plupart des cas où l'on utilise des matières inflammables, il est difficile de garantir qu'une atmosphère explosive gazeuse n'apparaîtra jamais. Il peut aussi être difficile de garantir que le matériel électrique ne produira jamais de source d'inflammation. C'est pourquoi, lorsque la présence d'une atmosphère explosive gazeuse est hautement probable, on recourra à l'utilisation d'un matériel électrique ayant une faible probabilité de créer une source d'inflammation. Inversement, si la probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse est faible, on pourra utiliser un matériel électrique répondant à des exigences moins sévères.

Il est rarement possible de déterminer par simple examen d'une usine ou de ses plans quelles sont les parties de cette usine auxquelles peuvent s'appliquer les définitions des zones 0, 1 ou 2. Une étude plus détaillée est par conséquent nécessaire, ce qui implique une analyse de la possibilité élémentaire d'apparition d'une atmosphère explosive gazeuse.

La première étape consiste à évaluer la probabilité de cette apparition, conformément aux définitions des zones 0, 1 et 2. Une fois que la fréquence et la durée probables de dégagement (et, par suite, le degré de dégagement), le taux de dégagement, la concentration, la vitesse du dégagement, la ventilation et les autres facteurs qui ont une influence sur le type et/ou l'étendue de la zone ont été déterminés, on dispose d'une base solide pour décider si la présence d'une atmosphère explosive gazeuse dans les emplacements avoisinants est probable.

Cette approche exige, par conséquent, qu'on examine de façon détaillée chaque équipement de production qui contient une matière inflammable et qui, par conséquent, pourrait constituer une source de dégagement.

Il convient, en particulier, de réduire au minimum, grâce à la conception ou au moyen de procédures d'exploitation appropriées, le nombre et l'étendue des emplacements classés zones 0 et 1. En d'autres termes, il convient que les usines ou installations soient principalement de zone 2 ou zone non dangereuse. Là où le dégagement de matière inflammable est inévitable, il convient que les équipements de production soient limités à ceux qui donnent lieu à des dégagements de deuxième degré, ou, à défaut (c'est-à-dire lorsque les dégagements de degré continu ou de premier degré sont inévitables), il convient que les dégagements soient d'importance ou de taux de dégagement très limités. Lorsqu'on effectue le classement des emplacements dangereux, il convient de prendre ces principes en considération en priorité. Si nécessaire, il convient que la conception, l'exploitation ou l'implantation de l'équipement de production garantissent que, même en cas de fonctionnement anormal de cet équipement, la quantité de matière inflammable dégagée dans l'atmosphère sera la plus faible possible, de façon à réduire l'étendue de l'emplacement dangereux.

Lorsqu'une usine a fait l'objet d'un classement des emplacements dangereux et que tous les éléments nécessaires à ce titre ont été notés, il est important qu'aucune modification ne soit apportée à l'équipement ou aux procédures d'exploitation sans en avoir discuté avec les responsables du classement des emplacements dangereux. Une intervention non autorisée peut invalider le classement. Avant remise en service d'un équipement de production sur lequel on a effectué des opérations de maintenance, il est nécessaire de s'assurer, par un contrôle attentif pendant et après le remontage, que sa conception d'origine a été intégralement maintenue, pour autant qu'elle affecte la sécurité.

4 Procédure de classement des emplacements dangereux

4.1 Généralités

Il convient que le classement des emplacements dangereux soit effectué par des personnes qui connaissent les propriétés des matières inflammables, les procédés et les équipements, moyennant consultation chaque fois qu'il y a lieu, du personnel de sécurité, des électriciens, des techniciens en mécanique et des autres spécialistes concernés.

Les paragraphes suivants donnent des conseils relatifs à la procédure pour le classement des emplacements où il peut y avoir une atmosphère explosive et pour l'étendue des zones 0, 1 et 2. La figure C.1 donne une approche schématique du classement des emplacements dangereux.

Il convient d'effectuer le classement des emplacements dangereux lorsque les schémas initiaux de lignes de production et d'instrumentation et les plans initiaux d'implantation sont disponibles et confirmés avant le démarrage d'usine. Il convient d'effectuer des examens au cours de la durée de vie de l'usine.

4.2 Sources de dégagement

Les éléments de base pour identifier le type des zones dangereuses sont l'identification de la source de dégagement et la détermination du degré de dégagement.

Etant donné qu'il ne peut y avoir d'atmosphère explosive gazeuse que s'il y a présence de gaz ou de vapeur inflammable dans l'air, il faut répondre à la question de la possibilité de l'existence de l'une quelconque de ces matières inflammables dans l'emplacement concerné. En règle générale, de tels gaz et vapeurs (et les liquides et solides inflammables susceptibles de les engendrer) sont contenus à l'intérieur de l'équipement de production, lequel peut être entièrement fermé ou non. Il est nécessaire d'identifier les endroits où une atmosphère inflammable peut exister à l'intérieur d'une usine ou les endroits où un dégagement de matières inflammables peut engendrer une atmosphère inflammable à l'extérieur d'une usine.

Il convient que chaque équipement de production (par exemple réservoir, pompe, conduite, cuve, etc.) soit considéré comme une source potentielle de dégagement de matière inflammable.

Si l'équipement ne peut contenir de matière inflammable, il va de soi qu'il ne peut engendrer autour de lui un emplacement dangereux. Cela vaut aussi si l'équipement contient une matière inflammable sans pouvoir la libérer dans l'atmosphère (par exemple une conduite entièrement soudée n'est pas considérée comme une source de dégagement).

S'il est constaté que l'équipement peut libérer de la matière inflammable dans l'atmosphère, il faut tout d'abord déterminer le degré de dégagement, conformément aux définitions, en constatant la fréquence et la durée probables du dégagement. Il convient de noter que les parties d'installations fermées que l'on ouvre (par exemple pendant un changement de filtre ou un chargement de matière) sont aussi à considérer comme des sources de dégagement lorsqu'on effectue le classement des emplacements dangereux. Par cette procédure, chaque dégagement sera noté «de degré continu», «de premier degré», «de deuxième degré».

Après avoir constaté le degré de dégagement, il est nécessaire de déterminer le taux de dégagement et les autres facteurs susceptibles d'avoir une influence sur le type et l'étendue de la zone.

Si la quantité totale de matériau inflammable disponible pour le dégagement est "faible", par exemple s'il s'agit d'une utilisation en laboratoire, alors qu'un danger potentiel peut exister, il peut ne pas être approprié d'utiliser cette procédure de classement de zones dangereuses. Dans de tels cas, il est nécessaire de tenir compte des risques particuliers encourus.

Il convient que le classement des emplacements dangereux pour l'équipement de production où brûlent des matières inflammables (par exemple postes de chauffage à alimentation, fours, chaudières, turbines à gaz, etc.) prenne en compte le cycle de purge et les conditions de démarrage et de fermeture.

4.3 Type de la zone

La probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse et, par conséquent, le type de zone dépendent principalement du degré du dégagement et de la ventilation.

NOTE 1 Un dégagement de degré continu conduit normalement à une zone 0, un dégagement du premier degré à une zone 1 et un dégagement du deuxième degré à une zone 2 (voir annexe B).

NOTE 2 Lorsque des zones créées par des sources adjacentes de dégagement se chevauchent et sont d'un classement de zones différent, le classement de risque supérieur s'applique dans l'emplacement de chevauchement. Lorsque les zones de chevauchement sont du même classement, ce classement commun s'applique normalement.

Toutefois, il faut prendre des précautions lorsque les zones de chevauchement concernent des matières inflammables qui appartiennent à des classes de température ou à des groupes d'appareils différents. Ainsi, par exemple, si une zone 1 IIA T3 chevauche une zone 2 IIC T1, le fait de classer le chevauchement en zone 1 IIC T3 peut être trop restrictif, mais le classer en zone 1 IIA T3 ou en zone 1 IIC T1 ne serait pas admissible. Dans ce cas, il convient que la classification d'emplacement soit la zone 1 IIA T3 et la zone 2 IIC T1.

4.4 Etendue de la zone

L'étendue de la zone dépend de la distance estimée ou calculée sur laquelle existe une atmosphère inflammable avant sa dispersion pour atteindre une concentration dans l'air au-dessous de sa limite d'inflammabilité inférieure. Lors de l'évaluation de la zone d'extension de gaz ou de vapeur avant sa dilution au-dessous de sa limite d'inflammabilité inférieure, il convient de demander conseil à un expert.

Il convient de toujours prendre en considération la possibilité selon laquelle un gaz qui est plus lourd que l'air peut se diffuser dans des emplacements souterrains (par exemple dans des puits ou des dépressions) et que le gaz qui est plus léger que l'air peut être retenu à un niveau élevé (par exemple, au niveau du toit).

Lorsque la source de dégagement est située à l'extérieur d'un emplacement ou dans un emplacement avoisinant, la pénétration d'une quantité significative de gaz ou de vapeurs inflammables dans l'emplacement peut être évitée par des moyens appropriés, tels que les suivants:

- a) des barrières physiques;
- b) le maintien d'une surpression statique dans l'emplacement contigu aux emplacements dangereux, empêchant ainsi la pénétration de l'atmosphère dangereuse.
- c) la purge de l'emplacement au moyen d'un débit substantiel d'air, de façon à garantir que l'air s'échappe par toutes les ouvertures où la vapeur ou le gaz dangereux peuvent entrer.

L'étendue de la zone dépend essentiellement des paramètres physiques et chimiques suivants dont certains sont des propriétés intrinsèques de la matière inflammable et d'autres sont propres au procédé. Pour simplifier, l'effet de chaque paramètre mentionné ci-après suppose que les autres paramètres sont inchangés.

4.4.1 Taux de dégagement de gaz ou vapeur

L'étendue de la zone est une fonction croissante du taux de dégagement qui, lui-même, dépend d'autres paramètres, à savoir:

- a) Géométrie de la source de dégagement

Cela est lié aux caractéristiques physiques de la source de dégagement, par exemple surface libre, bride sur laquelle il y a une fuite, etc. (voir annexe A).

- b) Vitesse de dégagement

Pour une source de dégagement donnée, le taux de dégagement est fonction croissante de la vitesse de dégagement. Dans le cas d'un produit contenu dans un équipement de production, la vitesse de dégagement est liée à la pression de travail et à la géométrie de la source de dégagement. La dimension d'un nuage de gaz ou vapeur inflammable résulte du taux de dégagement de vapeur inflammable et du taux de dispersion. Les gaz et vapeurs s'échappant à grande vitesse par une fuite forment un jet conique qui entraîne l'air et qui est auto-dispersant. L'étendue de l'atmosphère explosive est alors presque indépendante de la vitesse du vent. Si le dégagement se fait à faible vitesse ou si des objets solides cassent sa vitesse, il sera transporté par le vent; sa dilution et son étendue dépendront de la vitesse du vent.

- c) Concentration

Le taux de dégagement est une fonction croissante de la concentration du gaz ou de la vapeur inflammable dans le mélange dégagé.

- d) Volatilité d'un liquide inflammable

Cela est lié principalement à la pression de vapeur et à la chaleur de vaporisation. Si on ne connaît pas la pression de vapeur, le point d'ébullition et le point d'éclair peuvent servir de guide.

Une atmosphère explosive ne peut exister si le point d'éclair est supérieur à la température maximale pertinente du liquide inflammable. Plus le point d'éclair est bas, plus grande peut être l'étendue de la zone. Si une matière inflammable est dégagée de façon à former un brouillard (par exemple par pulvérisation), une atmosphère explosive peut être produite à une température inférieure au point d'éclair de cette matière.

NOTE 1 Les points d'éclair des liquides inflammables ne sont pas des grandeurs physiques précises, spécialement quand on a affaire à des mélanges.

NOTE 2 Certains liquides (par exemple certains hydrocarbures halogénés) n'ont pas de point d'éclair bien qu'ils soient capables de produire une atmosphère explosive gazeuse. Dans ces cas, il convient de comparer la température d'équilibre du liquide, qui correspond à la concentration de saturation à la limite inférieure d'explosivité, avec la température maximale pertinente du liquide.

e) Température du liquide

La pression de vapeur croît avec cette température, augmentant par là même le taux de dégagement dû à l'évaporation.

NOTE La température du liquide après dégagement peut être augmentée par une surface chaude ou une température ambiante élevée, par exemple.

4.4.2 Limite inférieure d'explosivité (LIE)

Pour un volume donné de dégagement, plus la LIE est basse, plus l'étendue de la zone est grande.

L'expérience a montré qu'un dégagement d'ammoniac ayant une LIE de 15 % par volume se dissipe rapidement à l'air libre, si bien qu'une éventuelle atmosphère explosive gazeuse sera d'étendue négligeable.

4.4.3 Ventilation

L'étendue de la zone s'accroît lorsque la ventilation est réduite. Les obstacles qui gênent la ventilation peuvent augmenter l'étendue de la zone. Inversement, il se peut que certains obstacles, comme des digues, des murs, des plafonds, limitent cette étendue. Un abri de compresseur à grand ventilateur de toiture et aux côtés d'une ouverture suffisante pour permettre le libre passage de l'air au travers de toutes les parties du bâtiment est considéré comme bien ventilé et il convient qu'il soit normalement traité en tant qu'emplacement extérieur (c'est-à-dire un degré «moyen» et une disponibilité «bonne»).

4.4.4 Densité relative du gaz ou de la vapeur au moment de son dégagement

Si le gaz ou la vapeur est sensiblement plus léger que l'air, il tendra à s'élever. S'il est sensiblement plus lourd, il tendra à s'accumuler au niveau du sol. L'étendue horizontale de la zone au niveau du sol s'accroît lorsque la densité relative s'accroît et l'étendue verticale au-dessus de la source s'accroît lorsque la densité relative décroît.

NOTE 1 En pratique, on traite un gaz ou une vapeur dont la densité relative est inférieure à 0,8 comme étant plus léger que l'air. Si sa densité relative est supérieure à 1,2, on le traite comme étant plus lourd que l'air. Entre les deux, il convient de prendre en compte chacune de ces deux possibilités.

NOTE 2 Avec des gaz ou des vapeurs plus légers que l'air, un échappement de faible vitesse se disperse assez rapidement vers le haut; la présence d'un toit, cependant, augmente inévitablement l'emplacement d'extension sous ce dernier. Si l'échappement s'effectue rapidement dans un jet libre, l'action du jet, même s'il entraîne de l'air qui dilue le gaz ou la vapeur, peut accroître la distance sur laquelle le mélange gaz/air demeure en deçà de sa limite inférieure d'inflammabilité.

NOTE 3 Avec des gaz ou vapeurs plus lourds que l'air, un échappement à vitesse peu élevée tend à circuler vers le bas et peut parcourir de longues distances au-dessus du sol avant d'être dispersé sans risques par la diffusion atmosphérique. Il est de ce fait nécessaire de porter une attention particulière à la topographie de tout site à l'étude et également aux emplacements environnants, afin de déterminer l'endroit où les gaz et vapeurs pourraient s'amasser dans des creux ou descendre sur des déclivités à des niveaux inférieurs. Si l'échappement se fait à une vitesse élevée dans un jet libre, l'action de mélange de jets en entraînant de l'air peut réduire le mélange gaz/air à un niveau au-dessous de sa limite d'inflammabilité inférieure dans une distance plus courte que dans le cas d'un échappement à vitesse faible.

NOTE 4 Il faut prêter une attention particulière à la classification des emplacements contenant des gaz cryogéniques, inflammables comme le gaz naturel liquéfié. Les vapeurs émises peuvent être plus lourdes que l'air à basses températures et devenir plus légères que l'air lorsqu'on approche la température ambiante.

4.4.5 Autres paramètres à considérer

a) Conditions climatiques

Le taux de la dispersion de gaz ou de vapeur dans l'atmosphère augmente selon la vitesse du vent mais il existe une vitesse minimale de 2 m/s – 3 m/s nécessaires pour amorcer une diffusion turbulente; au-dessous, la constitution de couches de gaz ou de vapeur se produit et la distance pour une dispersion sans risque est augmentée de façon significative. Dans les emplacements à usines abritées par de grandes cuves et structures, la vitesse du mouvement d'air peut être substantiellement au-dessous de celle du vent; cependant, l'obstruction du mouvement d'air par des éléments de l'équipement tend à maintenir la turbulence même à de faibles vitesses du vent.

NOTE 1 Dans l'annexe B (article B.4) la vitesse du vent de 0,5 m/s est considérée comme appropriée pour déterminer les taux auxquels la ventilation dans une situation extérieure dilue un dégagement inflammable. Cette valeur plus basse de la vitesse du vent est appropriée à cet effet, afin de maintenir une approche prudente, même si l'on reconnaît que la tendance de constitution de couches peut compromettre les calculs.

NOTE 2 En pratique normale, la tendance de formation de couches n'est pas prise en compte dans le classement des emplacements dangereux parce que les conditions qui donnent lieu à cette tendance sont rares et se produisent uniquement pendant de courtes périodes. Cependant, si des périodes prolongées de vitesse faible du vent sont prévues dans la circonstance particulière, alors il convient que l'étendue de la zone prenne en compte la distance supplémentaire pour réaliser la dispersion.

b) Topographie

Certains liquides sont moins denses que l'eau et ne se mélangent pas aisément avec de l'eau: de tels liquides peuvent se répandre sur la surface de l'eau (que cela soit sur le sol, dans des tuyaux de drainage d'usine ou des nappes en tranchées) et ensuite être enflammés en un point éloigné de l'épandage original, de ce fait mettant en danger un grand emplacement de l'usine.

Il convient que la disposition de l'usine, lorsque c'est possible, soit conçue pour faciliter la dispersion rapide des atmosphères inflammables. Un emplacement à ventilation restreinte (par exemple dans des puits ou des tranchées) qui correspondrait normalement à la Zone 2 peut nécessiter le classement en Zone 1; d'autre part, de larges dépressions de faible gradient utilisées pour pomper des complexes ou des réserves dans les tuyaux ne nécessitent habituellement pas un traitement aussi rigoureux.

4.4.6 Exemples

Les exemples de l'annexe C illustrent certaines des façons dont les paramètres mentionnés ci-dessus ont une influence sur le taux de dégagement de gaz ou de vapeur et par suite sur l'étendue de la zone.

a) Source de dégagement: surface d'un liquide à l'air libre

Dans la plupart des cas, la température du liquide sera inférieure au point d'ébullition et le taux de dégagement de vapeur dépendra principalement des paramètres suivants:

- température du liquide;
- pression de vapeur du liquide à la température de surface de celui-ci;
- dimensions de la surface où a lieu l'évaporation;
- ventilation.

b) Source de dégagement: évaporation virtuellement instantanée d'un liquide (par exemple dégagement sous forme de jet ou de pulvérisation)

Etant donné que le liquide dégagé se transforme pratiquement instantanément en vapeur, le taux de dégagement de vapeur est égal au débit du liquide qui, lui-même, dépend des paramètres suivants:

- pression du liquide;
- géométrie de la source de dégagement.

Dans le cas où le liquide n'est pas instantanément vaporisé, la situation est complexe parce que les gouttelettes, les jets de liquide et les mares peuvent constituer des sources de dégagement distinctes.

c) Source de dégagement: fuite d'un mélange de gaz

Le taux de dégagement de gaz dépend des paramètres suivants:

- pression dans l'équipement qui contient le gaz;
- géométrie de la source de dégagement;
- concentration du gaz inflammable dans le mélange dégagé.

L'article A.2 donne des exemples de sources de dégagement.

5 Ventilation

5.1 Généralités

Le gaz ou la vapeur dégagé dans l'atmosphère peut être dilué par dispersion ou par diffusion dans l'air jusqu'à ce que sa concentration tombe au-dessous de la limite inférieure d'explosivité. La ventilation, c'est-à-dire le mouvement de l'air conduisant au renouvellement de l'atmosphère par de l'air frais dans un volume (théorique) autour de la source de dégagement favorise la dispersion. Des taux de ventilation appropriés peuvent aussi empêcher la persistance d'une atmosphère explosive gazeuse et ainsi affecter le type de zone.

5.2 Principaux types de ventilation

La ventilation peut être réalisée par le mouvement de l'air provoqué par le vent et/ou par les gradients de température ou bien par des moyens artificiels tels que des ventilateurs. On reconnaît donc deux types principaux de ventilation:

- a) la ventilation naturelle;
- b) la ventilation artificielle, générale ou locale.

5.3 Degré de ventilation

Le facteur le plus important est que le degré ou l'intensité de la ventilation soit en rapport avec les types de sources de dégagement et les taux de dégagement de ces sources. Cela est indépendant du type de ventilation, qu'il s'agisse de la vitesse du vent ou du nombre de renouvellements d'air par unité de temps. De cette façon, on peut optimiser les conditions de ventilation dans l'emplacement dangereux et, plus l'intensité de la ventilation sera grande pour les taux de dégagement possibles, plus petite sera l'étendue des zones résultantes (emplacements dangereux), avec dans certains cas, réduction à une étendue négligeable (emplacements non dangereux).

Des conseils pratiques sur le degré de ventilation susceptibles d'être utilisée sont données à l'annexe B.

5.4 Disponibilité de la ventilation

La disponibilité de la ventilation a une influence sur la présence ou la formation d'une atmosphère explosive et, par là, aussi sur le type de zone. Des conseils sur la disponibilité de la ventilation sont donnés à l'annexe B.

NOTE La combinaison des concepts de degré de ventilation et de niveau de disponibilité de celle-ci aboutit à une méthode quantitative pour l'évaluation du type de la zone (voir annexe B).

6 Documentation

6.1 Généralités

Il est recommandé que le travail de classement des emplacements dangereux soit effectué de telle manière que les différentes étapes qui conduisent au classement final fassent l'objet d'une documentation soignée.

Il convient de donner la référence de toutes les informations pertinentes utilisées. Exemples de telles informations ou d'une méthode utilisée:

- a) recommandations tirées de codes ou de normes appropriés;
- b) caractéristiques de dispersion des gaz et vapeurs et calculs;
- c) étude des caractéristiques de ventilation par rapport aux paramètres de dégagement de matière inflammable, dans le but d'évaluer l'efficacité de la ventilation.

Il convient qu'une liste soit dressée de toutes les caractéristiques de toutes les matières utilisées dans le procédé de production utilisé dans l'usine lorsque ces caractéristiques sont pertinentes pour le classement et que ces caractéristiques comprennent le poids moléculaire, le point d'éclair, le point d'ébullition, la température d'inflammation, la pression de vapeur, la densité de vapeur, les limites d'explosivité, le groupe de gaz et la classe de température (CEI 60079-20). Dans le tableau C.1 figure une suggestion de format pour l'énumération des matériaux.

Les résultats de l'étude de classement des emplacements dangereux et toutes ses modifications ultérieures doivent être enregistrées. Dans le tableau C.2 figure une suggestion de format.

6.2 Plans, feuilles de données et tableaux

Il convient que les documents pour le classement des emplacements dangereux incluent des vues en plan et en élévation, selon le besoin, qui fassent apparaître à la fois le type et l'étendue des zones, la température d'inflammation et, par là, la classe de température et le groupe de gaz.

Si la topographie d'un emplacement a une influence sur l'étendue des zones, il convient que cela fasse l'objet d'une documentation.

Il convient également que les documents comprennent d'autres informations appropriées telles que:

- a) l'emplacement et l'identification des sources de dégagement. Lorsqu'il s'agit d'usines ou d'unités de production de grandes dimensions et complexes, il peut être utile de détailler ou de donner un numéro à chaque source de dégagement de façon à faciliter les renvois entre les feuilles de données de classement des emplacements dangereux, et les plans;
- b) la position des ouvertures dans les bâtiments (par exemple les portes, fenêtres, orifices d'entrée et de sortie d'air pour la ventilation).

Les symboles de classement des emplacements dangereux de la figure C.1 sont ceux qui sont préférés. Une légende des symboles doit toujours être fournie sur chaque dessin. Différents symboles peuvent être nécessaires lorsque de multiples groupes d'appareils et/ou de classes de températures sont nécessaires au sein du même type de zone (par exemple la zone 2 IIC T1 et la zone 2 IIA T3).

Annexe A (informative)

Exemples de sources de dégagement

A.1 Usine

Les exemples donnés ci-après ne sont pas destinés à être appliqués de façon rigide; ils peuvent nécessiter des adaptations en fonction d'équipements de production et de situations particuliers.

A.1.1 Sources donnant un dégagement de degré continu

- a) surface d'un liquide inflammable dans un réservoir à toit fixe muni d'évents;
- b) surface d'un liquide inflammable ouvert à l'atmosphère de façon permanente ou pour de longues périodes (par exemple, un séparateur huile-eau).

A.1.2 Sources donnant un dégagement de premier degré

- a) garnitures de pompes, compresseurs ou soupapes, si l'on prévoit un dégagement de matière inflammable pendant le fonctionnement normal;
- b) points de vidange d'eau placés sur des cuves contenant des liquides inflammables qui sont susceptibles de donner lieu à des dégagements de la matière inflammable dans l'atmosphère tandis que s'effectue la vidange de l'eau pendant le fonctionnement normal;
- c) points de prise d'échantillons où on prévoit qu'il y aura dégagement de matière inflammable dans l'atmosphère pendant le fonctionnement normal;
- d) soupapes de décharge, évents et autres ouvertures où l'on prévoit qu'il y aura dégagement de matière inflammable dans l'atmosphère pendant le fonctionnement normal.

A.1.3 Sources donnant un dégagement de deuxième degré

- a) garnitures de pompes, compresseurs et soupapes, où l'on ne prévoit pas de dégagement de matière inflammable pendant le fonctionnement normal de l'équipement;
- b) brides, garnitures d'étanchéité et raccords de tuyauteries où l'on ne prévoit pas de dégagement de matière inflammable pendant le fonctionnement normal;
- c) points de prise d'échantillons où l'on ne prévoit pas de dégagement de matière inflammable pendant le fonctionnement normal;
- d) soupapes de décharge, évents et autres ouvertures où l'on ne prévoit pas de dégagement de matière inflammable dans l'atmosphère pendant le fonctionnement normal.

A.2 Ouvertures

Les exemples ci-après ne sont pas destinés à être appliqués de façon rigide; ils peuvent nécessiter des adaptations en fonction de situations particulières.

A.2.1 Ouvertures considérées comme sources de dégagement possibles

Il convient de prendre en considération comme des sources de dégagement possibles les ouvertures existant entre emplacements. Le degré de dégagement dépendra

- du type de zone de l'emplacement contigu à l'emplacement étudié;
- de la fréquence et de la durée des périodes où il y a ouverture;
- de l'efficacité des garnitures d'étanchéité;
- de la différence de pression entre les emplacements en cause.

A.2.2 Classification des ouvertures

Les ouvertures sont classées A, B, C, D d'après les caractéristiques suivantes:

A.2.2.1 Type A – Ouvertures ne satisfaisant pas aux caractéristiques fixées pour les types B, C ou D

Exemples:

- passages non bouchés pour les accès ou pour les utilités, par exemple conduits, tuyauteries à travers les murs, plafonds et planchers;
- orifices de ventilation fixes existant dans des pièces, des bâtiments et ouvertures similaires des types B, C et D qui sont ouvertes de façon fréquente ou pour de longues périodes.

A.2.2.2 Type B – Ouvertures qui sont normalement fermées (par exemple à fermeture automatique) et rarement ouvertes et qui sont à ajustement serré.

A.2.2.3 Type C – Ouvertures qui sont normalement fermées et rarement ouvertes, répondant à la définition de type B, mais qui sont, en plus, équipées de dispositifs d'étanchéité (par exemple joint) sur tout leur périmètre; ou bien deux ouvertures de type B en série, équipées de dispositifs de fermeture automatique indépendants.

A.2.2.4 Type D – Ouvertures normalement fermées répondant à la définition de type C qui ne peuvent être ouvertes que par des moyens spéciaux ou en cas d'urgence.

Les ouvertures du type D sont rendues réellement étanches, comme pour les passages d'utilités (par exemple conduits, tuyauteries) ou bien peuvent être une combinaison d'une ouverture de type C contiguë à un emplacement dangereux et d'une ouverture de type B en série.

Tableau A.1 – Effet des ouvertures sur le degré de dégagement

Zone en amont de l'ouverture	Type d'ouverture	Degré de dégagement des ouvertures considérées comme sources de dégagement
Zone 0	A	Continu
	B	(Continu)/premier
	C	Deuxième
	D	Pas de dégagement
Zone 1	A	Premier
	B	(Premier)/deuxième
	C	(Deuxième)/pas de dégagement
	D	Pas de dégagement
Zone 2	A	Deuxième
	B	(Deuxième)/pas de dégagement
	C	Pas de dégagement
	D	Pas de dégagement

NOTE Pour les degrés de dégagement entre parenthèses, il convient de prendre en considération dans la conception la fréquence à laquelle les ouvertures fonctionnent.

Annexe B (informative)

Ventilation

Introduction

Le but de cette annexe est d'évaluer le degré de ventilation et de développer l'article 5 en donnant une définition des conditions de ventilation et au moyen d'explications, d'exemples et de calculs. On donne par là des conseils pour la conception des systèmes de ventilation artificielle étant donné leur importance capitale dans la maîtrise de la dispersion des dégagements de gaz et vapeurs inflammables.

Les méthodes développées permettent la détermination du type de zone par

- l'estimation du taux minimal de ventilation requis pour empêcher une accumulation significative d'une atmosphère explosive;
- le calcul d'un volume théorique V_z , qui permet la détermination du degré de ventilation;
- l'estimation de la durée de persistance du dégagement;
- la détermination du type de zone à partir du degré et de la disponibilité de la ventilation et du degré de dégagement au moyen du tableau B.1;
- la vérification pour s'assurer que la zone et le temps de persistance sont compatibles.

Il n'est pas prévu que ces calculs soient utilisés pour déterminer l'étendue des emplacements dangereux.

Bien qu'ils s'appliquent essentiellement à une utilisation directe pour l'intérieur des bâtiments, les concepts décrits peuvent être utiles pour les emplacements extérieurs, par exemple par application du tableau B.1.

B.1 Ventilation naturelle

Il s'agit du type de ventilation qui est réalisé par le mouvement de l'air causé par le vent et/ou des gradients de température. En plein air, la ventilation naturelle sera souvent suffisante pour assurer la dispersion de toute atmosphère explosive qui apparaîtrait dans l'emplacement. La ventilation naturelle peut aussi être efficace dans certaines situations à l'intérieur de bâtiments (par exemple quand un bâtiment a des ouvertures dans ses murs et/ou son toit).

NOTE A l'extérieur, il convient normalement de baser l'évaluation de la ventilation sur une vitesse minimale estimée du vent de 0,5 m/s, présente de façon pratiquement continue. La vitesse du vent dépasse fréquemment 2 m/s. Cependant, en des situations particulières, elle peut être inférieure à 0,5 m/s (par exemple à la surface proche du sol).

Exemples de ventilation naturelle:

- des situations de plein air typiques de celles des industries chimiques et pétrolières, par exemple des structures ouvertes, des faisceaux de tuyauteries, des ensembles de pompes et des équipements du même genre;
- un bâtiment ouvert qui, compte tenu de la densité relative des gaz et/ou vapeurs en cause, a des ouvertures dans le mur et/ou le toit, qui sont dimensionnées et localisées de façon telle que la ventilation à l'intérieur du bâtiment puisse, pour l'objectif de classement des emplacements dangereux, être considérée comme équivalente à celle qu'on a en plein air;
- un bâtiment qui n'est pas un bâtiment ouvert mais qui possède une ventilation naturelle (généralement plus faible que celle qu'il y a dans un bâtiment ouvert) assurée par des ouvertures permanentes réalisées à des fins de ventilation.

B.2 Ventilation artificielle

B.2.1 Généralités

Le mouvement de l'air requis pour la ventilation est assuré par des moyens artificiels, par exemple des ventilateurs ou des extracteurs. Bien que la ventilation artificielle soit principalement utilisée dans une pièce ou un espace clos, elle peut être utilisée aussi en plein air de façon à compenser la réduction ou la gêne apportée à la ventilation naturelle par des obstacles.

La ventilation artificielle d'un emplacement peut être soit générale, soit locale. Il peut être approprié dans les deux cas d'avoir différents degrés de mouvement et de remplacement d'air.

Grâce à l'utilisation de la ventilation artificielle, il est possible de réaliser

- une réduction du type et/ou de l'étendue des zones;
- un raccourcissement de la durée de persistance d'une atmosphère explosive;
- la prévention de la formation d'une atmosphère explosive.

B.2.2 Considérations de conception

La ventilation artificielle permet d'avoir un système de ventilation efficace et fiable à l'intérieur d'un bâtiment. Il convient qu'un système de ventilation artificielle conçu pour prévenir les explosions satisfasse aux conditions suivantes:

- que son efficacité soit sous contrôle et sous surveillance;
- que soit pris en considération le classement de l'emplacement à l'intérieur du système d'extraction et immédiatement à l'extérieur du point de rejet et des autres ouvertures du système d'extraction;
- que l'air assurant la ventilation d'un emplacement dangereux soit normalement pris dans un emplacement non dangereux en prenant en compte les effets d'aspiration sur l'emplacement avoisinant;
- que la localisation des dégagements, leur degré et taux de dégagement soient déterminés avant d'arrêter les dimensions et la conception du système de ventilation.

En outre, les facteurs suivants auront une influence sur la qualité d'un système de ventilation artificielle:

- les gaz et les vapeurs inflammables ont, le plus souvent, des densités différentes de celle de l'air. De ce fait, ils tendront dans un emplacement fermé à s'accumuler à proximité soit du plancher, soit d'un plafond, là où il est probable que le mouvement de l'air sera réduit;
- la variation de la densité des gaz avec la température;
- les obstacles qui peuvent réduire le mouvement de l'air ou même le supprimer, c'est-à-dire conduire à une absence de ventilation dans certaines parties de l'emplacement.

B.2.3 Exemples de ventilation artificielle

B.2.3.1 Ventilation artificielle générale

- un bâtiment équipé de ventilateurs dans les murs et/ou dans le toit afin d'améliorer la ventilation générale du bâtiment;
- en plein air, des ventilateurs placés de façon appropriée afin d'améliorer la ventilation générale de l'emplacement.

B.2.3.2 Exemples de ventilation artificielle locale:

- un système d'extraction d'air/vapeur associé à un équipement de production dégageant de façon permanente ou périodique une vapeur inflammable;
- un système de ventilation forcée ou d'extraction associé à un emplacement de petites dimensions ventilé de façon locale où l'on s'attend, par ailleurs, à l'apparition d'une atmosphère explosive.

B.3 Degré de ventilation

L'efficacité de la ventilation à maîtriser la dispersion et la persistance de l'atmosphère explosive dépendra du degré et de la disponibilité de la ventilation et de la conception du système. Par exemple, la ventilation peut ne pas être suffisante pour prévenir la formation d'une atmosphère explosive, mais être suffisante pour empêcher sa persistance.

On reconnaît les trois degrés de ventilation suivants.

B.3.1 Ventilation forte (VH)

Elle est capable de réduire la concentration à la source de dégagement de façon pratiquement instantanée, ce qui conduit à une concentration inférieure à la limite inférieure d'explosivité. Il en résulte une zone d'étendue négligeable. Cependant, lorsque la disponibilité de la ventilation n'est pas bonne, un autre type de zone peut entourer la zone d'étendue négligeable (voir tableau B.1).

B.3.2 Ventilation moyenne (VM)

Elle est capable de maîtriser la concentration, ce qui conduit à une situation stable dans la limite de la zone pendant que le dégagement est en cours, et dans laquelle l'atmosphère explosive ne persiste pas de façon indue après la fin du dégagement.

L'étendue et le type de la zone restent dans les limites prévues par la conception.

B.3.3 Ventilation faible (VL)

Elle ne peut maîtriser la concentration pendant que le dégagement est en cours et/ou ne peut empêcher que l'atmosphère explosive persiste de façon indue après la fin du dégagement.

B.4 Evaluation du degré de ventilation et de son effet sur l'emplacement dangereux

B.4.1 Généralités

La dimension d'un nuage de gaz ou vapeur inflammable et la durée pendant laquelle il persiste après la fin du dégagement peuvent être maîtrisés grâce à la ventilation. On décrit ci-après une méthode d'évaluation du degré de ventilation nécessaire pour maîtriser l'étendue et la persistance d'une atmosphère explosive.

Il convient de noter que cette méthode est soumise aux limitations qui sont décrites et que, par conséquent, elle ne donne que des résultats approximatifs. Il convient que l'utilisation de facteurs de sécurité garantisse toutefois que les résultats obtenus penchent du côté de la sécurité. L'application de la méthode est illustrée par un certain nombre d'exemples théoriques (article B.7).

L'évaluation du degré de ventilation requiert d'abord que l'on connaisse le taux maximal de dégagement de gaz ou de vapeur à la source de dégagement au moyen soit d'essais confirmés, de calculs raisonnables ou d'hypothèses sérieuses.

B.4.2 Estimation du volume théorique V_Z

B.4.2.1 Généralités

Le volume théorique V_Z représente le volume au-delà duquel la concentration moyenne de gaz ou vapeur inflammable sera soit de 0,25 soit de 0,5 fois la *LIE* selon la valeur d'un facteur de sécurité, k . Cela signifie que, aux extrémités du volume théorique estimé, la concentration de gaz ou de vapeur sera de manière significative en dessous de la *LIE*, c'est-à-dire que le volume, dans lequel la concentration est supérieure à la *LIE*, sera inférieur à V_Z .

B.4.2.2 Relation entre le volume théorique V_Z et les dimensions de l'emplacement dangereux

Le volume théorique V_Z sert d'indication pour le volume de l'enveloppe inflammable d'une source de dégagement sans que cette enveloppe représente nécessairement le volume de l'emplacement dangereux. Tout d'abord la forme de ce volume théorique n'est pas définie et sera conditionnée par la ventilation (voir B.4.3 et article B.5). Le degré et la disponibilité de la ventilation ainsi que les variations possibles de tels paramètres auront une influence sur la forme du volume théorique. De plus, il faudra définir le positionnement de ce volume par rapport à la source de dégagement. Cela dépendra essentiellement de la direction de la ventilation, le volume théorique étant tourné dans la direction vent arrière. Enfin, dans de nombreux cas, (les conditions de plein air par exemple), il faut tenir compte de la possibilité de faire varier les directions de la ventilation.

De ce fait le volume de l'emplacement dangereux d'une source de dégagement sera de manière générale très supérieur au volume théorique V_Z .

Pour obtenir le volume théorique (voir équations B.4 et B.5) il faut en premier lieu établir le débit de ventilation minimal théorique d'air frais pour diluer un dégagement donné de matière inflammable jusqu'à la concentration requise inférieure à la limite inférieure d'explosivité. Cela peut se calculer grâce à la formule:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE_m} \times \frac{T}{293} \quad (\text{B.1})$$

où

$(dV/dt)_{\min}$ est le débit volumétrique minimal d'air frais (volume par temps, m^3/s);

$(dG/dt)_{\max}$ est le taux de dégagement maximal à la source (masse par temps, kg/s);

LIE_m est la limite inférieure d'explosivité (masse par volume, kg/m^3);

k est un facteur de sécurité appliqué à la LIE_m ; typiquement:

$k = 0,25$ (pour les dégagements de degré continu et de premier degré)

$k = 0,5$ (pour les dégagements de deuxième degré);

T est la température ambiante (en Kelvins, K).

NOTE Pour convertir la LIE_v (vol %) à la LIE_m (kg/m^3), on peut utiliser la formule suivante valable dans les conditions atmosphériques habituelles définies en 1.1:

$$LIE_m = 0,416 \times 10^{-3} \times M \times LIE_v$$

où M est la masse moléculaire (en kg/kmol).

La relation entre la valeur calculée $(dV/dt)_{\min}$ et le taux réel de ventilation dans le volume considéré (V_o) à proximité du dégagement peut être exprimée par le volume (V_k).

NOTE Lorsqu'il existe de multiples sources de dégagement dans le volume concerné par la ventilation considérée (V_0), il est nécessaire de déterminer le débit volumétrique minimal d'air frais $(dV/dt)_{\min}$ pour chaque source de dégagement et degré de dégagement. Les débits d'air sont ensuite additionnés conformément au tableau B.2:

$$V_k = \frac{(dV/dt)_{\min}}{C} \quad (\text{B.2})$$

où

C est le nombre de renouvellements d'air frais par unité de temps (s^{-1}) et est donné par:

$$C = \frac{dV_0/dt}{V_0} \quad (\text{B.3})$$

où

dV_0/dt est le débit total d'air frais à travers le volume considéré, et

V_0 est le volume total (sans contrôle de l'usine) concerné par la ventilation réelle à proximité du dégagement considéré.

NOTE Pour des situations à l'intérieur des bâtiments, V_0 sera généralement le volume de la pièce ou du bâtiment considéré à moins qu'il n'existe une ventilation particulière du dégagement pris en considération.

La formule (B.2) vaut pour le cas où il y aurait mélange instantané et homogène à la source de dégagement, pour des conditions idéales de circulation de l'air frais. En pratique, on ne rencontrera généralement pas de telles conditions idéales, par exemple du fait d'obstacles à la circulation de l'air, ce qui aura pour résultat que des parties de l'emplacement seront mal ventilées. De ce fait, le remplacement d'air effectif à la source de dégagement sera inférieur à celui qui est exprimé par C dans la formule (B.3), ce qui conduit à un volume (V_z) plus grand. En introduisant une correction additionnelle (facteur de qualité f), à la formule (B.2), on obtient:

$$V_z = f \times V_k = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} \quad (\text{B.4})$$

où f est l'efficacité de la ventilation en termes de dilution de l'atmosphère explosive et va de $f = 1$ (situation idéale) à, typiquement, $f = 5$ (circulation de l'air gênée par les obstacles).

B.4.2.3 En plein air

En plein air, même des vitesses de vent très faibles produiront un grand nombre de renouvellements d'air. Par exemple, si on considère un cube théorique de dimensions de 15 m, dans un emplacement à l'air libre, un vent ayant une vitesse d'approximativement 0,5 m/s assurera un taux d'échange d'air de plus de 100/h (0,03/s), avec un volume V_0 de 3 400 m³.

Dans une *approximation prudente* fondée sur $C = 0,03/\text{s}$ pour une situation de plein air, un volume théorique d'atmosphère potentiellement explosive V_z peut être obtenu par la formule (B.5)

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{0,03} \quad (\text{B.5})$$

où

f est le facteur destiné à prendre en compte le fait que le mélange ne se fait pas de façon parfaite (voir la formule B.4);

$(dV/dt)_{\min}$ est exprimé en (m³/s);

0,03 est le nombre de renouvellements d'air par seconde.

Toutefois, la dispersion étant normalement plus rapide en plein air en raison du mécanisme de dispersion différent, cette méthode conduira généralement à un volume surestimé.

Afin d'éviter de composer cette position, il convient de veiller à choisir pour f une valeur réaliste.

B.4.2.4 Situation en plein air limitée

Si le volume ventilé est faible (par exemple un séparateur eau-huile tel que $5 \text{ m} \times 3 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ($V_0 = 15 \text{ m}^3$) et que la vitesse du vent est de $0,05 \text{ m/s}$ alors C sera $35/\text{h}$ ($0,01/\text{s}$).

B.4.2.5 Estimation de la durée de persistance t

Le temps t qu'il faut pour que, à la fin du dégagement, la concentration moyenne tombe d'une valeur initiale X_0 à k fois la *LIE* peut être estimé d'après la formule:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} \quad (\text{B.6})$$

où

X_0 est la concentration initiale de matière inflammable, exprimée dans les mêmes unités que la *LIE*, c'est-à-dire vol. % ou kg/m^3 . Il y a nécessairement un point dans l'atmosphère explosive où la concentration de matières inflammables atteint 100 % en volume (en général seulement très près de la source de dégagement). Néanmoins, quand on calcule t , la bonne valeur à prendre pour X_0 dépend du cas d'espèce, en prenant, entre autres, en considération le volume affecté comme la fréquence et la durée du dégagement;

C est le nombre de renouvellements d'air par unité de temps;

t est exprimé dans les mêmes unités de temps que C , c'est-à-dire que si C est le nombre de renouvellements d'air par seconde, le temps t alors sera exprimé en secondes;

f est le facteur destiné à prendre en compte le fait que le mélange ne se fait pas de façon parfaite et a la même valeur numérique que pour la détermination de V_z (voir formule B.4);

$\ln$ est le logarithme népérien;

k est un facteur de sécurité appliqué à la *LIE*, et a la même valeur numérique que pour la détermination de $(dI/dt)_{\min}$ (voir formule B.1).

La valeur numérique de t qui résulte de la formule B.6 ne constitue pas par elle-même un moyen quantitatif pour déterminer le type de zone. Elle fournit une information additionnelle qu'il faut comparer à l'échelle de temps du processus et au cas en cause.

B.4.3 Estimation du degré de ventilation

B.4.3.1 Généralités

Des estimations initiales suggéreraient qu'un dégagement de degré continu engendre une zone 0, un dégagement du premier degré une zone 1 et un dégagement du deuxième degré une zone 2; toutefois, cela n'est pas toujours le cas en raison de l'effet de la ventilation.

Dans certains cas, le degré et le niveau de disponibilité de la ventilation peuvent être si élevés qu'en pratique il n'y a pas de zone dangereuse. Inversement, le degré de ventilation peut être si faible que la zone résultante est de numéro inférieur (zone 1 produite par une source de dégagement de deuxième degré). Cela se produit par exemple quand le niveau de ventilation est tel qu'il y a persistance de l'atmosphère explosive, celle-ci se dispersant seulement lentement après la fin du dégagement de gaz ou de vapeur. De cette façon, l'atmosphère explosive persiste plus longtemps qu'on s'y attendrait pour ce degré de dégagement.

Le volume V_z peut être utilisé pour fournir un moyen de noter la ventilation comme forte, moyenne ou faible pour chaque degré de dégagement.

B.4.3.2 Forte ventilation (VH)

La ventilation peut être considérée comme forte (VH) uniquement lorsqu'une évaluation du risque montre que l'étendue de dommage potentiel dû à une augmentation soudaine de la température et/ou de la pression, par suite de l'inflammation d'une atmosphère explosive de volume égal à V_z est négligeable. Il convient que l'évaluation du risque tienne compte des effets secondaires (par exemple, d'autres dégagements de produits incendiaires).

Les conditions ci-dessus s'appliquent normalement lorsque V_z est inférieur à $0,1 \text{ m}^3$. Dans cette situation, le volume d'emplacement dangereux peut être considéré comme égal à V_z .

En pratique, généralement on ne peut réaliser de ventilation forte que sous la forme de systèmes de ventilation artificielle locale autour d'une source, appliqués à de petits emplacements fermés, ou bien à des taux de dégagement très faibles. Premièrement, la plupart des emplacements fermés contiennent de multiples sources de dégagement. Il n'est pas de bonne pratique d'avoir de multiples emplacements dangereux de faible dimension à l'intérieur d'un emplacement généralement classé non dangereux. Deuxièmement, pour les taux de dégagement typiques pris en considération pour effectuer le classement des emplacements, la ventilation naturelle est souvent insuffisante même en plein air. En outre, il est normalement impraticable de ventiler artificiellement des emplacements fermés de plus grandes dimensions à l'intensité qui serait nécessaire.

NOTE Lorsque le calcul pour V_z est fondé sur une ventilation artificielle, on peut envisager la manière dont la ventilation artificielle est disposée, sachant qu'il arrive souvent que le débit d'air de ventilation prédominant est à extraire de la source de dégagement et que la dilution se produit dans un sens qui est loin des sources potentielles d'inflammation, par exemple dans le cas des systèmes d'extraction locaux ou lorsque la ventilation de dilution est fournie à une enceinte relativement petite, telle qu'un boîtier d'analyseur ou une enceinte d'usine pilote.

B.4.3.3 Ventilation faible(VL)

Il convient qu'une ventilation soit considérée comme faible (VL) si V_z est supérieur à V_0 . Une ventilation faible ne se produit généralement pas dans des situations de plein air, sauf lorsqu'il existe une gêne à la circulation d'air, par exemple dans des puits.

B.4.3.4 Ventilation moyenne (VM)

Si la ventilation n'est ni forte (VH) ni faible (VL) alors il convient de la considérer comme moyenne (VM). Normalement V_z est inférieur ou égal à V_0 . Il convient qu'une ventilation considérée comme moyenne maîtrise la dispersion du dégagement de gaz ou de vapeur inflammable. Il est recommandé que le temps qu'il faut pour disperser une atmosphère explosive après la fin du dégagement soit tel que les conditions des zones 1 ou 2 soient respectées, suivant que le dégagement est de premier ou de deuxième degré. Le temps de dispersion acceptable dépend de la fréquence de dégagement prévue et de la durée de chaque dégagement. Lorsque le volume V_z est de façon significative plus petit que celui de l'espace fermé, il peut être acceptable de ne classer comme dangereuse qu'une partie de l'espace fermé. Dans certains cas, selon la dimension de l'espace fermé, le volume V_z peut être comparable au volume fermé. Dans ce cas, il convient de classer comme dangereux l'ensemble de l'espace fermé.

A l'extérieur, il convient de considérer la ventilation comme moyenne (VM), sauf lorsque V_z est très petit ou lorsqu'il existe une gêne significative à la circulation d'air.

B.5 Disponibilité de la ventilation

La disponibilité de la ventilation a une influence sur la présence ou la formation d'une atmosphère explosive. De ce fait, il est nécessaire de prendre en considération cette disponibilité de la ventilation, aussi bien que le degré de ventilation, quand on détermine le type de zone.

Il convient de prendre en considération trois niveaux de disponibilité de la ventilation (voir exemples à l'annexe C):

- bon: la ventilation existe de façon pratiquement permanente;
- assez bon: on s'attend à ce que la ventilation existe pendant le fonctionnement normal. Des interruptions sont permises, pourvu qu'elles se produisent de façon peu fréquente et pour de courtes périodes;
- médiocre: la ventilation ne satisfait pas aux critères d'une ventilation bonne ou assez bonne; toutefois, on ne s'attend pas à ce qu'il y ait des interruptions prolongées.

Une ventilation dont la disponibilité ne satisfait même pas aux critères de médiocre ne doit pas être considérée comme contribuant à la ventilation de l'emplacement.

Ventilation naturelle

A l'extérieur, il convient normalement de baser l'évaluation de la ventilation sur une vitesse minimale estimée du vent de 0,5 m/s, présente de façon pratiquement continue. Dans ce cas, la disponibilité de la ventilation peut être considérée comme bonne.

Ventilation artificielle

Il convient, lorsqu'on évalue la disponibilité de la ventilation artificielle, de prendre en considération la fiabilité du matériel et la disponibilité, par exemple, de soufflantes de secours. Une bonne disponibilité exigera normalement, en cas de panne, qu'il y ait un démarrage automatique de la ou des soufflantes de secours. Toutefois, si des mesures sont prises pour éviter le dégagement de matière inflammable lorsque la ventilation ne fonctionne plus (par exemple par fermeture automatique du processus), il n'est pas nécessaire de modifier le classement déterminé lorsque la ventilation fonctionne, c'est-à-dire que l'on suppose que la disponibilité est bonne.

B.6 Guide pratique

L'effet de la ventilation sur le type des zones peut être résumé dans le tableau B.1. Quelques calculs sont inclus à l'article B.7.

Tableau B.1 – Influence de la ventilation sur le type de zone

	Ventilation						
Degré de dégagement	Degré						
	Fort			Moyen			Faible
	Disponibilité						
	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne	Assez bonne	Médiocre	Bonne, assez bonne ou médiocre
Continu	(Zone 0 EN) Zone non dangereuse ^a	(Zone 0 EN) Zone 2 ^a	(Zone 0 EN) Zone 1 ^a	Zone 0	Zone 0 + Zone 2	Zone 0 + Zone 1	Zone 0
Premier	(Zone 1 EN) Zone non dangereuse ^a	(Zone 1 EN) Zone 2 ^a	(Zone 1 EN) Zone 2 ^a	Zone 1	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 + Zone 2	Zone 1 ou Zone 0 ^c
Deuxième ^b	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse ^a	(Zone 2 EN) Zone non dangereuse ^a	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 2	Zone 1 et même Zone 0 ^c
NOTE «+» signifie «entouré par».							
^a Zone 0 EN, 1 EN ou 2 EN indique une zone théorique dont l'étendue serait négligeable dans les conditions normales. ^b L'emplacement en zone 2 créé par un dégagement de deuxième degré peut dépasser celui qui est attribuable à un dégagement de premier degré ou de degré continu; dans ce cas, il convient de prendre la plus grande distance. ^c Sera zone 0 si la ventilation est si faible et le dégagement tel qu'en pratique une atmosphère explosive soit présente de façon pratiquement permanente (c'est-à-dire que la situation est proche d'une situation d'absence de ventilation).							

Tableau B.2 – Procédure pour la sommation de plusieurs dégagements dans un volume V_0

Degré de dégagement	Action pour $(dV/dt)_{\min}$
Continu	Sommer toutes les valeurs de $(dV/dt)_{\min}$ et appliquer ce résultat aux équations B.2 à B.6
Premier	Selon le tableau B.3, sommer le nombre des plus grandes valeurs de $(dV/dt)_{\min}$ requis et appliquer ce résultat aux équations B.2 à B.6
Deuxième	Considérer uniquement la plus grande valeur de $(dV/dt)_{\min}$ et l'appliquer aux équations B.2 à B.6
NOTE Il convient d'appliquer le résultat obtenu pour $(dV/dt)_{\min}$ dans chaque rangée du tableau au tableau B.1. Il n'est pas nécessaire de sommer les différents degrés de dégagement.	

Tableau B.3 – Procédure pour la sommation de plusieurs dégagements de premier degré

Nombre de dégagements de premier degré	Nombre de dégagements de premier degré à prendre en compte selon le tableau B.2
1	1
2	2
3 à 5	3
6 à 9	4
10 à 13	5
14 à 18	6
19 à 23	7
24 à 27	8
28 à 33	9
34 à 39	10
40 à 45	11
46 à 51	12

Référence: Institute of Gas Engineers (Institut des Ingénieurs du Gaz) (UK).

B.7 Calculs pour déterminer le degré de ventilation

NOTE 1 Les valeurs *LIE* utilisées dans ces exemples ont uniquement un but d'illustration; elles ne sont pas prélevées de la CEI 60079-20.

NOTE 2 Dans les exemples, on a pris pour hypothèse que $X_0 = 100\%$. Il peut en découler un résultat pessimiste.

Calcul n° 1

Caractéristiques du dégagement

Matière inflammable	vapeur de toluène
Masse moléculaire de toluène	92,14 (kg/kmol)
Source de dégagement	bride
Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Degré de dégagement	continu
Facteur de sécurité, <i>k</i>	0,25
Taux de dégagement, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	$2,8 \times 10^{-10}$ kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment	
Nombre de renouvellements d'air, <i>C</i>	1/h, ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Facteur de qualité, <i>f</i>	5
Température ambiante, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Coefficient de température, (<i>T</i> /293 K)	1
Taille du bâtiment, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-10}}{0,25 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 2,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation du volume théorique *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 2,4 \times 10^{-8}}{2,8 \times 10^{-4}} = 4,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

Ne s'applique pas à un dégagement continu.

Conclusion

Le volume théorique *V*_z a une valeur négligeable.

Etant donné *V*_z < 0,1 m³ (voir B.4.3.2), le degré de ventilation peut être considéré comme fort, en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré.

Si la disponibilité de la ventilation est «bonne», alors il y aura une zone 0 d'une étendue négligeable (voir tableau B.1).

Calcul n° 2

Caractéristiques du dégagement

Matière inflammable	vapeur de toluène
Masse moléculaire de toluène	92,14 (kg/kmol)
Source de dégagement	défaillance d'une bride
Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, <i>k</i>	0,5
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	$2,8 \times 10^{-6}$ kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, <i>C</i>	1/h ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Facteur de qualité, <i>f</i>	5
Température ambiante, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1
Taille du bâtiment, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-6}}{0,25 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation du volume théorique *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,2 \times 10^{-4}}{2,8 \times 10^{-4}} = 2,2 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} = \frac{-5}{1} \ln \frac{1,2 \times 0,5}{100} = 25,6 \text{ h}$$

Conclusion

Le volume théorique *V*_z, bien que de façon significative inférieur à *V*₀, est supérieur à 0,1 m³.

Sur cette base, le degré de ventilation peut être considéré comme moyen en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré. Néanmoins, il y aura persistance de l'atmosphère inflammable et il se peut que la définition de la zone 2 ne soit pas respectée.

Calcul n° 3

Caractéristiques du dégagement

Matière inflammable	propane gazeux
Masse moléculaire de propane	44,1 (kg/kmol)
Source de dégagement	embout de remplissage de récipient
Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Degré de dégagement	premier
Facteur de sécurité, <i>k</i>	0,25
Taux de dégagement, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	0,005 kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, <i>C</i> :	20/h, (5,6 × 10 ⁻³ /s)
Facteur de qualité, <i>f</i>	1
Température ambiante, <i>T</i>	35 °C (308 K)
Coefficient de température, (<i>T</i> /293 K)	1,05
Taille du bâtiment, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{0,005}{0,25 \times 0,039} \times \frac{308}{293} = 0,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation du volume théorique *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 0,6}{5,6 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^2 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} = \frac{-1}{20} \ln \frac{2,1 \times 0,25}{100} = 0,26 \text{ h}$$

Conclusion

Le volume théorique *V*_z n'est pas négligeable mais ne dépasse pas *V*₀.

Sur la base de ces critères, le degré de ventilation peut être considéré comme moyen en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré. Avec une durée de persistance de 0,26 h, la définition de la zone 1 peut ne pas être respectée si l'opération est répétée fréquemment.

Calcul n° 4

Caractéristiques de dégagement

Matière inflammable	ammoniaque gazeuse
Masse moléculaire d'ammoniac	17,03 (kg/kmol)
Source de dégagement	soupape d'évaporateur
Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	0,105 kg/m ³ (14,8 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, <i>k</i>	0,5
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	5×10^{-6} kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, <i>C</i>	15/h ($4,2 \times 10^{-3}$ /s)
Facteur de qualité, <i>f</i>	1
Température ambiante, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Coefficient de température, (<i>T</i> /293 K)	1
Taille du bâtiment, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{5 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,105} \times \frac{293}{293} = 9,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation du volume théorique *V*_z:

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 9,5 \times 10^{-5}}{4,2 \times 10^{-3}} = 0,02 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} = \frac{-1}{15} \ln \frac{14,8 \times 0,5}{100} = 0,17 \text{ h (10 min)}$$

Conclusion

Le volume théorique *V*_z est réduit à une valeur négligeable.

Sur la base de ces critères le degré de ventilation peut être considéré comme fort (*V*_z < 0,1 m³) en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré (voir tableau B.1).

Si la disponibilité de la ventilation est «bonne» alors il existera une zone 2 d'étendue négligeable (voir tableau B.1)

Calcul n° 5

Caractéristiques du dégagement

Matière inflammable	propane gazeux
Masse moléculaire de propane	44,1 (kg/kmol)
Source de dégagement	garniture d'étanchéité de compresseur
Limite inférieure d'explosivité (<i>LIE</i>)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, <i>k</i>	0,5
Taux de dégagement, (d <i>G</i> /d <i>t</i>) _{max}	0,02 kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, <i>C</i> :	2/h, (5,6 × 10 ⁻⁴ /s)
Facteur de qualité, <i>f</i>	5
Température ambiante, <i>T</i>	20 °C (293 K)
Coefficient de température, (<i>T</i> /293 K)	1

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{0,02}{0,5 \times 0,039} \times \frac{293}{293} = 1,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Evaluation du volume théorique *V_Z*:

$$V_Z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,02}{5,6 \times 10^{-4}} = 9\,200 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LIE \times k}{X_0} = \frac{-5}{2} \ln \frac{2,1 \times 0,5}{100} = 11,4 \text{ h}$$

Conclusion

Dans une pièce de 10 m × 15 m × 6 m par exemple, le volume théorique *V_Z* s'étendra au-delà des limites physiques de la pièce *V₀* et il y aura une durée de persistance de ce volume.

Sur la base de ces critères, le degré de ventilation peut être considéré comme faible, en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré.

L'emplacement serait classé comme zone 1 au minimum et peut-être même zone 0, indépendamment de la disponibilité de la ventilation (voir tableau B.1). Ceci est inacceptable. Il est nécessaire de prendre des mesures soit pour réduire le taux de fuite soit pour largement améliorer la ventilation, éventuellement avec un ventilateur d'aspiration local autour de la garniture d'étanchéité de compresseur.

Calcul n° 6

Caractéristiques du dégagement

Matière inflammable	méthane gazeux
Masse moléculaire de méthane	16,05 (kg/kmol)
Source de dégagement	raccord de tuyauteries
Limite inférieure d'explosivité (LIE)	0,033 kg/m ³ (5 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, k	0,5
Taux de dégagement $(dG/dt)_{\max}$	1 kg/s

Caractéristiques de la ventilation

En plein air	
Vitesse minimale du vent	0,5 m/s
Taux de renouvellement d'air, C qui en résulte	$>3 \times 10^{-2}/s$
Facteur de qualité, f	1
Température ambiante, T	15 °C (288 K)
Coefficient de température, $(T/293 K)$	0,98

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LIE} \times \frac{T}{293} = \frac{1}{0,5 \times 0,033} = 59,3 \text{ m}^3/s$$

Evaluation du volume théorique V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 59,3}{3 \times 10^{-2}} = 2\,000 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

$$t = \frac{-f}{C} \ln \frac{LEL \times k}{X_0} = \frac{-1}{0,03} \ln \frac{5 \times 0,5}{100} = 123 \text{ s (maximum)}$$

Conclusion

Le volume théorique V_z n'est pas négligeable. Pour l'hypothèse (voir B.4.2) qu'en plein air la valeur raisonnable de V_0 serait 3 400 m³, V_z sera inférieur à V_0 .

Sur la base de ces critères, le degré de ventilation peut être considéré comme moyen en ce qui concerne cette source de dégagement et l'emplacement considéré.

Si la disponibilité de la ventilation en plein air est «bonne», alors l'emplacement sera classé comme zone 2 (voir tableau B.1).

Annexe C (informative)

Exemples de classement des emplacements dangereux

C.1 La pratique de la réalisation du classement d'emplacements dangereux met en jeu la connaissance du comportement des gaz et liquides inflammables lorsqu'ils sont libérés de leur confinement et un jugement technique sûr fondé sur l'expérience des performances des équipements d'usine dans des conditions spécifiées. Il n'est, pour cette raison, pas réalisable de mentionner toutes les variantes imaginables quant aux caractéristiques des usines et aux procédés. Par conséquent, les exemples choisis sont ceux qui décrivent le mieux la philosophie générale du classement d'emplacements dangereux, en vue de l'utilisation sans danger de matériel électrique dans les emplacements à risque dans lesquels la matière dangereuse est un liquide inflammable, une vapeur ou un gaz liquéfié ou une matière qui est habituellement gazeuse et inflammable lorsqu'elle est mélangée à l'air aux concentrations voulues.

C.2 On a mentionné les situations particulières pour les équipements d'usine qui ont conduit aux distances indiquées dans les schémas. Les conditions de fuite ont été prises en considération en fonction de la performance mécanique de l'équipement et d'autres critères représentatifs de sa conception. Elles ne sont pas universellement applicables; des facteurs comme les différentes matières mises en œuvre, le temps d'arrêt, le temps de dispersion, la pression, la température et d'autres critères relatifs aux installations comme aux matières affectent tous le classement des emplacements dangereux et devront être pris en compte dans chaque cas particulier examiné. De ce fait, ces exemples ne sont pas autre chose que des conseils et il faudra les adapter pour prendre en compte les circonstances particulières.

C.3 La forme et l'étendue des zones peuvent varier selon le code national ou professionnel qu'on a choisi.

C.4 Le but des exemples qui suivent n'est pas au premier chef d'être utilisés pour procéder au classement des emplacements dangereux. Leur objectif principal est d'exposer des résultats typiques qu'on pourrait obtenir en pratique dans nombre de situations différentes en suivant les conseils et les procédures décrits dans la présente norme, y compris l'utilisation du tableau B.1. Ils peuvent également être utiles pour l'élaboration des normes additionnelles détaillées.

C.5 Les valeurs numériques sont tirées de divers codes nationaux ou professionnels ou sont très voisines de celles figurant dans de tels codes. Elles n'ont pas d'autre but que de servir d'indication pour l'ordre de grandeur des zones. Dans chaque cas particulier, l'étendue et la forme des zones peuvent être prises dans le code pertinent.

C.6 Si on veut utiliser en pratique les exemples cités dans la présente norme pour effectuer un classement des emplacements dangereux, il faut prendre en compte les particularités de chaque cas.

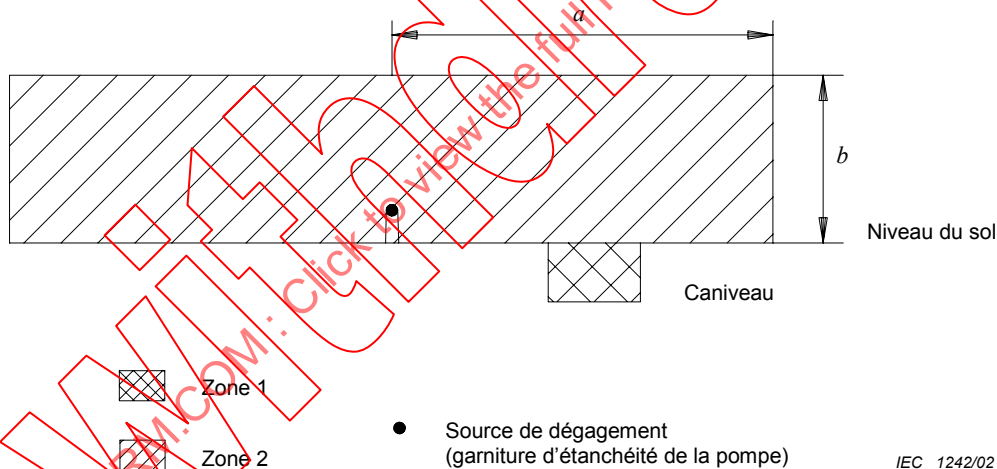
C.7 Dans chaque exemple, on donne quelques-uns des paramètres qui ont une influence sur le type et l'étendue des zones, mais pas tous. Normalement, les résultats du classement sont pessimistes, étant donné qu'on a pris en compte les facteurs qui ont été chiffrés et d'autres facteurs qu'il a été possible d'identifier mais pas de quantifier. Cela veut dire que l'on obtiendra un classement plus précis s'il est possible de chiffrer de façon plus serrée les paramètres d'exploitation.

Exemple n° 1

Pompe industrielle normalisée avec garniture d'étanchéité mécanique (diaphragme) fixée au niveau du sol, à l'extérieur, pompant un liquide inflammable:

Principaux facteurs qui ont une influence sur le type et l'étendue des zones		
Usine et procédé		
Ventilation	Générale	Caniveau
Type.....	Naturelle	Naturelle
Degré.....	Moyen	Faible
Disponibilité.....	Bonne	Bonne
Source de dégagement		Degré de dégagement
Garniture d'étanchéité mécanique de la pompe.....		Deuxième
Produit		
Point d'éclair.....	Inférieure à la température de travail et à la température ambiante	
Densité de vapeur.....	Supérieure à celle de l'air	

Ce schéma n'est pas à l'échelle



En prenant en compte les paramètres pertinents, les valeurs suivantes sont des valeurs typiques qui seront obtenues avec une pompe de 50 m³/h fonctionnant à basse pression:

$a = 3$ m à l'horizontale depuis la source de dégagement;

$b = 1$ m au-dessus du niveau du sol jusqu'à 1 m au-dessus de la source de dégagement.