

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Explosive atmospheres –
Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres**

**Atmosphères explosives –
Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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

**Explosive atmospheres –
Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres**

**Atmosphères explosives –
Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XB

ICS 29.260.20

ISBN 978-2-88910-043-9

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 General	10
4.1 Safety principles.....	10
4.2 Area classification objectives	11
5 Area classification procedure.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Sources of release	12
5.3 Type of zone	13
5.4 Extent of zone	13
5.4.1 Release rate of gas or vapour.....	13
5.4.2 Lower explosive limit (LEL).....	14
5.4.3 Ventilation	14
5.4.4 Relative density of the gas or vapour when it is released.....	15
5.4.5 Other parameters to be considered.....	15
5.4.6 Illustrative examples.....	15
6 Ventilation	16
6.1 General.....	16
6.2 Main types of ventilation.....	16
6.3 Degree of ventilation	16
6.4 Availability of ventilation.....	17
7 Documentation	17
7.1 General.....	17
7.2 Drawings, data sheets and tables.....	17
Annex A (informative) Examples of sources of release and release rate	18
Annex B (informative) Ventilation	24
Annex C (informative) Examples of hazardous area classification	40
Annex D (informative) Flammable mists.....	63
Bibliography.....	65
Figure C.1 – Preferred symbols for hazardous area zones	41
Figure C.2 – Schematic approach to the classification of hazardous areas.....	62
Table A.1 – Effect of openings on grade of release	19
Table B.1 – Influence of independent ventilation on type of zone	31
Table B.2 – Procedure for summation of multiple releases within location V_O	32
Table B.3 – Procedure for summation of multiple primary grade releases	32
Table C.1 – Hazardous area classification data sheet – Part I: Flammable material list and characteristics.....	60
Table C.2 – Hazardous area classification data sheet – Part II: List of sources of release	61

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –**Part 10-1: Classification of areas –
Explosive gas atmospheres****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60079-10-1 has been prepared by subcommittee 31J: Classification of hazardous areas and installation requirements, of IEC technical committee 31: Equipment for explosive atmospheres.

This first edition of IEC 60079-10-1 cancels and replaces the fourth edition of IEC 60079-10, published in 2002, and constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- Introduction of Annex D which deals with explosion hazard from flammable mists generated by the release under pressure of high flash point liquids.
- Introduction of Clause A.3 (release rate) which gives thermodynamic equations for release rate with a number of examples for estimating release rate of fluids and gases.

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

FDIS	Report on voting
31J/159/FDIS	31J/160/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 2.

A list of all parts of the IEC 60079 series, under the general title *Explosive atmospheres*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. 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 ignition hazards can be assessed, and gives guidance on the design and control parameters which can be used in order to reduce such a hazard.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Withdrawn

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 10-1: Classification of areas – Explosive gas atmospheres

1 Scope

This part of IEC 60079 is concerned with the classification of areas where flammable gas or vapour or mist hazards (see Notes 1, 2 and 3) may arise and may then be used as a basis to support the proper selection and installation of equipment for use in a hazardous area.

It is intended to be applied where there may be an ignition hazard due to the presence of flammable gas or vapour, mixed with air under normal atmospheric conditions (see Note 4), but it does not apply to

- a) mines susceptible to firedamp;
- b) the processing and manufacture of explosives;
- c) areas where a hazard may arise due to the presence of combustible dusts or fibres (refer to IEC 61241-10 / IEC 60079-10-2);
- d) catastrophic failures which are beyond the concept of abnormality dealt with in this standard (see Note 5);
- e) rooms used for medical purposes;
- f) 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 national or industry codes relating to those applications.

NOTE 1 Flammable mists may form or be present at the same time as flammable vapours. Liquids not considered to be hazardous in terms of this standard (due to the flash point), when released under pressure may also generate flammable mists. In such cases, the strict application of area classification for gases and vapours may not be appropriate as the basis for selection of equipment.

Information on flammable mists is provided in Annex D.

NOTE 2 The use of IEC 60079-14 for selection of equipment and installations is not required for mist hazards.

NOTE 3 For the purpose of this standard, an area is a three-dimensional region or space.

NOTE 4 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 5 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 6 In any process plant, irrespective of size, there may be numerous sources of ignition apart from those associated with equipment. Appropriate precautions will be necessary to ensure safety in this context. This standard may be used with judgement for other ignition sources.

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, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

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

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

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60079-0 and the following apply.

NOTE Additional definitions applicable to explosive atmospheres can be found in the IEC 60050-426.

3.1

explosive atmosphere

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas, vapour, dust, fibres, or flyings which, after ignition, permits self-sustaining propagation

[IEC 60079-0, definition 3.22]

3.2

explosive gas atmosphere

mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of gas or vapour, which, after ignition, permits self-sustaining flame propagation

[IEC 60079-0, definition 3.24]

NOTE 1 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.

NOTE 2 There are some gases which are explosive with the concentration of 100 %.

3.3

hazardous area (on account of explosive gas atmospheres)

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

3.4

non-hazardous area (on account of explosive gas atmospheres)

an 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 equipment

3.5

zones

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

3.6

zone 0

an area in which an explosive gas atmosphere is present continuously or for long periods or frequently

3.7

zone 1

an area in which an explosive gas atmosphere is likely to occur in normal operation occasionally

3.8

zone 2

area in which an explosive gas atmosphere is not likely to occur in normal operation but, if it does occur, will persist for a short period only

[IEV 426-03-05]

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

3.9

source of release

a point or location from which a gas, vapour, mist or liquid may be released into the atmosphere so that an explosive gas atmosphere could be formed

IEV 426-03-06, modified]

3.10

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

3.11

continuous grade of release

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

3.12

primary grade of release

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

3.13

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

3.14**release rate**

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

3.15**normal operation**

situation when the equipment is operating within its designed 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.

3.16**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)

3.17**lower explosive limit (LEL)**

concentration of flammable gas, vapour or mist in air below which an explosive gas atmosphere will not be formed

[IEV 426-02-09]

3.18**upper explosive limit (UEL)**

concentration of flammable gas, vapour or mist in air, above which an explosive gas atmosphere will not be formed

[IEV 426-02-10]

3.19**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)

3.20**flammable material (flammable substance)**

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

3.21**flammable liquid**

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

NOTE An example of a foreseeable operating condition is one in which the flammable liquid is handled at temperatures close to or above its flash point.

3.22**flammable gas or vapour**

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

3.23**flammable mist**

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

3.24

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

3.25

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.

3.26

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

3.27

ignition temperature of an explosive gas atmosphere

lowest temperature of a heated surface which, under specified conditions according to IEC 60079-4, will ignite a flammable substance in the form of a gas or vapour mixture with air

[IEC 60079-0, definition 3.26]

3.28

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

3.29

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

4 General

4.1 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 minimise 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 activities other than those of normal operation, e.g. commissioning or maintenance, the area classification may not be valid. It is expected that this would be dealt with by a safe system of work.

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 the required level of safety.

4.2 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 equipment to be used safely in that environment. The classification also takes into account the ignition characteristics of the gas or vapour such as ignition energy (gas group) and ignition temperature (temperature class).

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 equipment 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 equipment which has a low likelihood of creating a source of ignition. Conversely, where the likelihood of an explosive gas atmosphere occurring is reduced, equipment constructed with less rigorous requirements may be used.

Subsequent to the completion of the area classification, a risk assessment may be carried out to assess whether the consequences of ignition of an explosive atmosphere requires the use of equipment of a higher equipment protection level (EPL) or may justify the use of equipment with a lower equipment protection level than normally required. The EPL requirements may be recorded, as appropriate, on the area classification documents and drawings to allow proper selection of equipment.

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 minimised 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 minimised, 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. Unauthorised 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.

5 Area classification procedure

5.1 General

The area classification should be carried out by those who understand the relevance and significance of properties of flammable materials and those who are familiar with the process and the equipment along with safety, electrical, mechanical and other qualified engineering personnel.

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

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.

5.2 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 foreseeably 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.

Mists which can form through leaks of liquid can be flammable even though the liquid temperature is below the flash point. It is important therefore to ensure that clouds of mist do not occur (see Annex D).

NOTE While mists are identified as a form of hazard, the assessment criteria used in this standard for gases and vapours may not apply to mists.

5.3 Type of zone

The likelihood of the presence of an explosive gas atmosphere depends mainly on the grade of release and the ventilation. This is identified as a zone. Zones are recognized as: zone 0, zone 1, zone 2 and the non-hazardous area.

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 classification criteria will apply in the area of overlap. Where overlapping zones are of the same classification, this common classification will normally apply.

5.4 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 with an appropriate safety factor. 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.

5.4.1 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 air flow. 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 air flow and its dilution and extent will depend on air flow.

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. However, 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.

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.

5.4.2 Lower explosive limit (LEL)

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

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

5.4.3 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.

NOTE 1 A shelter with a large roof-ventilator and with the sides open sufficient to allow free passage of air through all parts of the building in many cases is considered well ventilated and should be treated as an open air area (i.e. "medium" degree and "good" availability).

NOTE 2 Increased air movement may also increase the rate of release of vapour due to increased evaporation on open liquid surfaces.

5.4.4 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 LEL. For gases that are lighter than air, a release at high pressure may cool the gas thus increasing relative density. The release may initially behave as heavier than air until normal buoyancy is returned.

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 LEL 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.

5.4.5 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.

5.4.6 Illustrative examples

Annex C provides examples to illustrate the principles of hazardous area classification.

Factors which may affect the rate of release and hence the extent of zones are illustrated for the scenarios below:

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 and air movement.

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;
- molecular mass;
- geometry of the source of release;
- concentration of flammable gas in the released mixture.

For examples of sources of release and release rates, see Annex A.

6 Ventilation

6.1 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 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.

6.2 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.

6.3 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 used are given in Annex B.

6.4 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. As availability, or reliability, of the ventilation decreases the type of zone is normally increased. 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).

7 Documentation

7.1 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. These may include molecular mass, flash point, 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.

7.2 Drawings, data sheets and tables

Area classification documents may be in hard copy or electronic form and should include plans and elevations or three dimensional models, as appropriate, which show both the type and extent of zones, gas group, ignition temperature and/or temperature class.

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 equipment 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 and release rate

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. It needs to be recognised that some equipment may exhibit more than one grade of release.

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.

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 and D with the following characteristics:

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

Examples:

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

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

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

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	Secondary
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.		

A.3 Release rate

The following examples give the approximate release rates of flammable liquids and gases. Further refinement of release rates estimation would be achieved with consideration of properties of openings, i.e. considering the coefficient of discharge ($C_d \leq 1$) and release

geometry. As the calculations provided do not consider these factors they will generally give conservative results.

The viscosity of liquids and gases has been neglected. Viscosity may significantly reduce the release rate if the opening, through which flammable material is released, is long compared to the width of the opening

A.3.1 Release rate of liquid

The release rate of liquid may be estimated by means of the following approximation:

$$\frac{dG}{dt} = S \sqrt{2\rho \Delta p}$$

where

$\frac{dG}{dt}$ is the release rate of liquid (mass per time, kg/s);

S is the cross section of the opening, through which liquid is released (surface area, m²);

ρ is the liquid density (mass per volume, kg/m³);

Δp is the pressure difference across the opening that leaks (Pa).

A.3.2 Release rate of gas

Release rate of gas from container may be estimated with adiabatic expansion of ideal gas, if the pressurized gas density is much lower than liquefied gas density.

The velocity of released gas is choked (sonic) if the pressure inside the gas container is higher than p_c (critical pressure).

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)}$$

where

p_0 is the pressure outside the gas container;

γ is the polytrophic index of adiabatic expansion.

For ideal gas the equation $\gamma = \frac{M c_p}{M c_p - R}$ may be used, where:

c_p is the specific heat at constant pressure, (J kg⁻¹ K⁻¹);

M is the molecular mass of gas (kg/kmol);

R is the universal gas constant (8314 J kmol⁻¹ K⁻¹).

A.3.2.1 Release rate of gas with choked gas velocity

Choked gas velocity (see A.3.2) is equal to the speed of sound for the gas. This is the maximum theoretical discharge velocity.

The release rate of gas from a container, if the gas velocity is choked, may be estimated by means of the following approximation:

$$\frac{dG}{dt} = S p \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)}$$

where

$\frac{dG}{dt}$ is the release rate of gas (mass per time, kg/s)

p is the pressure inside the container (Pa);

γ is the polytropic index of adiabatic expansion;

S is the cross section of the opening, through which gas is released (surface area, m²);

M is the molecular mass of gas (kg/kmol);

T is the absolute temperature inside the container (K);

R is the universal gas constant (8314 J kmol⁻¹ K⁻¹).

The velocity of gas at discharge opening is equal to the speed of sound, which may be calculated with the use of formula:

$$v_s = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

A.3.2.2 Release rate of gas with non-choked gas velocity

Non choked gas velocity is a discharge velocity below the speed of sound for the particular gas.

The release rate of gas from a container, if the gas velocity is non-choked, may be estimated by means of the following approximation:

$$\frac{dG}{dt} = S p \sqrt{\gamma \frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right]} \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$$

where

$\frac{dG}{dt}$ is the release rate of gas (mass per time, kg/s)

p is the pressure inside the container (Pa);

p_0 is the pressure outside the gas container (Pa);

S is the cross section of the opening, through which gas is released (surface area, m²),

M is the molecular mass of gas (kg/kmol);

T is the absolute temperature inside the container (K);

γ is the polytropic index of adiabatic expansion;

R is the universal gas constant (8314 J kmol⁻¹ K⁻¹).

The velocity of gas at discharge opening may be calculated by means of the following equation:

$$v_0 = \frac{dG/dt}{\rho_0 S}$$

where

v_0 is the velocity of gas at discharge opening (m/s);

$\rho_0 = \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$ is the density of expanded gas (kg/m³) where ρ is the density of gas inside the container (kg/m³).

The density of gas inside the container may be calculated from equation:

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

A.4 Examples of estimating release rate

Estimation No. 1

Container of height 3 m filled with acetone. The breathing valve of the container set to overpressure of 0,05 bar. During malfunction the flange at the bottom of container is estimated to leak acetone through a hole of cross section of 1 mm².

$\rho = 790 \text{ kg/m}^3$ liquid acetone density

$S = 10^{-6} \text{ m}^2$ hole cross section

$\Delta h = 3 \text{ m}$ height difference between liquid acetone surface and hole

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ acceleration of free fall

$\Delta p_v = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$ set overpressure of the breathing valve (assumed maximum overpressure at the top of container)

Maximum pressure difference across the hole that leaks:

$$\Delta p = \Delta p_v + \rho g \Delta h = 5 \times 10^3 + 790 \times 9,81 \times 3 = 2,8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Release rate:

$$\left(\frac{dG}{dt} \right)_{\max} = S \sqrt{2\rho \Delta p} = 10^{-6} \times \sqrt{2 \times 790 \times 2,8 \times 10^4} = 6,7 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$$

Estimation No. 2: Choked gas release using formulae A.3.2 and A.3.2.1.

Pipeline for gaseous hydrogen at temperature +20 °C and absolute pressure 11 bar. During malfunction the flange is estimated to leak hydrogen gas to atmosphere through a hole of cross section of 2,5 mm².

$p = 11 \times 10^5 \text{ Pa}$ pressure in pipeline

$T = 293 \text{ K}$ absolute temperature

$M = 2 \text{ kg/kmol}$ molecular mass of hydrogen

$S = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ hole cross section

$\gamma = 1,41$ polytropic index of adiabatic expansion for hydrogen gas

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1,41 + 1}{2} \right)^{1,41/(1,41-1)} = 1,9 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Velocity of released gas is choked, because $p > p_c$.

$$\begin{aligned}\frac{dG}{dt} &= S p \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)} = \\ &= 2,5 \times 10^{-6} \times 11 \times 10^5 \times \sqrt{1,41 \times \frac{2}{8,3 \times 10^3 \times 293}} \times \left(\frac{2}{1,41+1} \right)^{(1,41+1)/[2 \times (1,41-1)]} = 1,7 \times 10^{-3} \text{ kg/s}\end{aligned}$$

Estimation No. 3: Non choked gas release using formulae A.3.2 and A.3.2.2.

Gasholder for methane gas at temperature of -20 °C. The relief valve of the gasholder set to overpressure of 0,005 bar. During malfunction the gasholder is estimated to leak through a hole of cross section of 10 cm².

$p = 1,005 \times 10^5$ Pa pressure in gasholder

$p_0 = 10^5$ Pa atmospheric pressure

$T = 253$ K absolute temperature

$M = 16$ kg/kmol molecular mass of methane

$S = 10^{-3}$ m² hole cross section

$\gamma = 1,32$ polytropic index of adiabatic expansion for methane gas

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1,32+1}{2} \right)^{1,32/(1,32-1)} = 1,84 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Velocity of released gas is non-choked, because $p < p_c$.

$$\frac{p_0}{p} = 0,995$$

$$\begin{aligned}\frac{dG}{dt} &= S p \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}} = \\ &= 10^{-3} \times 1,005 \times 10^5 \times \sqrt{\frac{16}{8,3 \times 10^3 \times 253} \times \frac{2 \times 1,32}{1,32-1} \times \left[1 - 0,995^{(1,32-1)/1,32} \right] \times 0,995^{1/1,32}} = \\ &= 2,8 \times 10^{-2} \text{ kg/s}\end{aligned}$$

Initial velocity of released gas:

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{1,005 \times 10^5 \times 16}{8,3 \times 10^3 \times 253} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_0 = \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma} = 0,8 \times (0,995)^{1/1,32} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

$$v_0 = \frac{dG/dt}{\rho_0 S} = \frac{2,8 \times 10^{-2}}{0,8 \times 10^{-3}} = 35 \text{ m/s}$$

Annex B (informative)

Ventilation

B.1 General

The purpose of this annex is to provide guidance in assessing the degree of ventilation and to extend Clause 6 by defining ventilation conditions and by providing explanations, examples and calculation. This guidance can then be used in 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 the application of Table B.1.

B.2 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. In many places 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.3 Artificial ventilation

B.3.1 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.3.2 Design considerations

Artificial ventilation can 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 extraction system and immediately outside the extraction system discharge point and other openings of the extraction 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;
- turbulence and circulating air patterns.

B.3.3 Examples of artificial ventilation

B.3.3.1 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.3.3.2 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 extraction ventilation system applied to a small, ventilated local area where it is expected that an explosive gas atmosphere may otherwise occur.

B.4 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.

NOTE If other forms of ventilation, e.g. cooling fans, burner fans are taken into account, then care will need to be exercised as to its availability.

The following three degrees of ventilation are recognized.

B.4.1 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.4.2 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.4.3 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.5 Assessment of degree of ventilation and its influence on the hazardous area

B.5.1 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 (see 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, sound assumptions or available manufacturer's data.

NOTE The way in which the maximum release rate has been determined should be declared in documentation.

B.5.2 Estimation of hypothetical volume V_z

The calculations in this annex provide a simplified basis. They are not intended to be considered as the only method of assessment. Other forms of assessment, e.g. computational modelling, may also be appropriate in some situations.

B.5.2.1 General

The hypothetical volume V_z represents the volume over which the mean concentration of flammable gas or vapour will typically 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 .

The calculation of V_z is only intended to assist in assessing the degree of the ventilation. The hypothetical volume is not directly related to the size of the hazardous area.

B.5.2.2 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 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 some situations, account must be taken of the possibility of varying directions of ventilation and the buoyancy (or relative density) of the gas or vapour.

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 1 For converting LEL_v (vol %) to LEL_m (kg/m^3), the following equation may be used for normal atmospheric conditions as given in the Scope of this standard:

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

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_0) in the vicinity of the release can then be expressed as a volume (V_k).

NOTE 2 The safety factor $k = 1,0$ should normally be applied to the values obtained by verified experience, available manufacturers' data for specific devices through which the flammable material should or may be discharged into the atmosphere or to reasonable calculations based upon reliable input data. To any other value obtained by methods based upon assumptions, a lower safety factor should be applied.

NOTE 3 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 4 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.5.2.3 Open air

In an open-air situation even very low wind speeds will create a high number of air changes.

In the open air an assessment should be made on the basis of the site layout and site features. Estimates of V_z should preferably be made based on the result of using an appropriate modelling tool, e.g. from CFD analysis.

Where this is not reasonably practicable an alternative assessment as outlined below may be used. However, because of limitations in the calculation and other factors (e.g. dispersion is normally more rapid in an open-air situation), this equation will generally result in an overly large volume.

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

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_o of 3 400 m³.

In a conservative approximation using $C = 0,03/s$ 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 (m³/s);

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

B.5.2.4 Restricted open-air situation

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

B.5.2.5 Estimation of persistence time t

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

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

where

X_o is the initial concentration of the flammable substance measured in the same units as the LEL, i.e. % vol. or kg/m³. 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_o 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.5.3 Estimation of degree of ventilation

B.5.3.1 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.5.3.2 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 or less than 1 % of V_0 whichever is the smaller. In this situation, the hazardous area volume can be regarded as equal to V_z .

NOTE Information on small volumes for V_z can be found in HSL (UK) report RR630/2008.

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.5.3.3 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.5.3.4 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.6 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 needs to consider the local minimum wind speed and availability. If the minimum wind speed is 0,5 m/s and will be present virtually continuously, 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.7 Practical guide

The effect of ventilation on the type of the zones can be summarized in Table B.1. Some calculations are included in Clause B.8.

Table B.1 – Influence of independent 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 1 '+' signifies 'surrounded by'.

NOTE 2 Particular care should be taken to avoid situations where enclosed areas containing sources that give only secondary grades of release might be classified as zone 0. This applies also to small non- purged and non-pressurized enclosed areas, e.g. instrument panels or instrument weather protection enclosures, thermally insulated heated enclosures or enclosed spaces between pipe installations and envelope of thermal insulation.

Such enclosures should preferably be provided with at least some kind of appropriately located apertures that will enable unimpeded movement of air through the interior. Where that is not possible, practicable or desirable, effort should be made to keep major potential sources of release out of enclosures, e.g. pipe connections should normally be kept out of insulation enclosures as well as any other equipment that may be considered a potential source of release.

NOTE 3 Continuous and primary sources of release should preferably not be located in areas with a low degree of ventilation. Either sources of release should be relocated, ventilation should be improved or the grade of release should be reduced.

NOTE 4 The summation of sources of release with regular (i.e. well predictable) activity should be based on detailed analysis of operating procedures. For example, N sources of release with common mode of release should be normally considered as a single source of release with N different discharge points

^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 $(dV/dt)_{min}$ for continuous releases from the above row and apply the resulting total in equations B.2 to B.6
Secondary	Use only the largest single value of $(dV/dt)_{min}$ and $(dV/dt)_{min}$ items for continuous and primary releases from the above rows and apply this value in equations B.2 to B.6

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

B.8 Calculations to ascertain the degree of ventilation

NOTE 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	vent
Lower explosion limit (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	continuous
Safety factor, k	0,25
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	$2,8 \times 10^{-10}$ kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation	
Number of air changes, C	1/h, ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Quality factor, f	5
Ambient temperature, T	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:

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

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
Molecular mass of toluene	92,14 (kg/kmol)
Source of release	failure of flange
Lower explosion limit (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, <i>k</i>	0,5
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	$2,8 \times 10^{-6}$ 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, <i>V</i> ₀	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times \text{LEL}} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

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:

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

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 (LEL)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)

Grade of release	primary
Safety factor, k	0,25
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	0,005 kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, C	20/h ($5,6 \times 10^{-3}/s$)
Quality factor, f	1
Ambient temperature, T	35 °C (308 K)
Temperature coefficient, $(T/293 \text{ K})$	1,05
Building size, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

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

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 unless 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 (LEL)	0,105 kg/m ³ (14,8 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, k	0,5
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	5×10^{-6} kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, C	15/h, ($4,2 \times 10^{-3}/s$)
Quality factor, f	1
Ambient temperature, T	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, ($T/293$ K)	1
Building size, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

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

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 ($V_z < 0,1 \text{ m}^3$) 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, k	0,5
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	0,02 kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

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

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,02}{5,6 \times 10^{-4}} = 9200 \text{ m}^3$$

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 (LEL)	0,033 kg/m ³ (5 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, k	0,5
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	1 kg/s

Ventilation characteristics

Outdoor situation	
Minimum wind speed	0,5 m/s
Resulting in an air exchange, C	$>3 \times 10^{-2}/\text{s}$
Quality factor, f	1
Ambient temperature, T	20 °C (293 K)
Temperature coefficient, $(T/293 \text{ K})$	0,98

Minimum volumetric flow rate of fresh air:

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

Estimation of hypothetical volume V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 59,3}{3 \times 10^{-2}} = 2000 \text{ m}^3$$

Time of persistence:

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

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_0 would be 3 400 m³, then V_z will be less than 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.

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 (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Grade of release	secondary
Safety factor, k	0,5
Release rate, $(dG/dt)_{\max}$	6×10^{-4} kg/s

Ventilation characteristics

Indoor situation

Number of air changes, C	12/h ($3,33 \times 10^{-3}$)
Quality factor, f	2
Ambient temperature, T	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:

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

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.

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 intended for general application. 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.

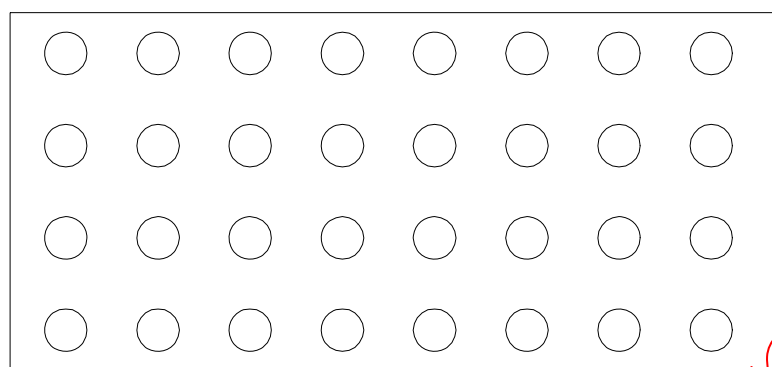
C.3 If it is intended that the examples given in this standard be used for area classification in practice, account must be taken of the specific details of each individual case, e.g. process and location characteristics.

C.4 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.

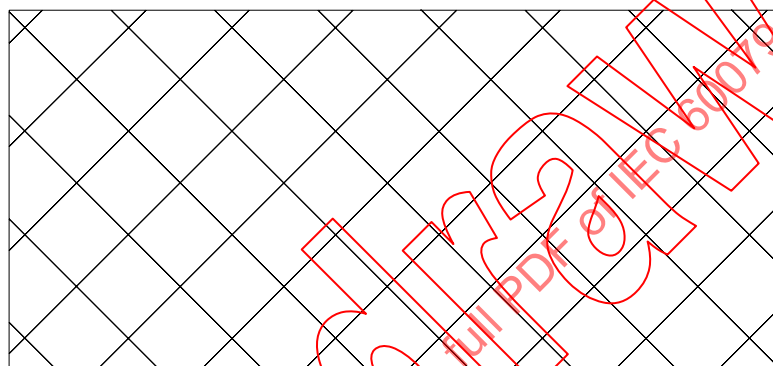
C.5 The principle objective of the examples which follow is to demonstrate typical results which might be obtained in practice. They illustrate a number of different situations following the guidance and procedures in this standard including the use of Table B.1. They may also be of use in developing detailed supplementary standards.

C.6 The figures shown are taken from, or correspond closely to, those in various national or industrial codes. They are intended only as a guidance to the magnitude of the zones.

C.7 According to the national or industrial code selected, the shape and extent of the zones may vary.



Zone 0



Zone 1



Zone 2

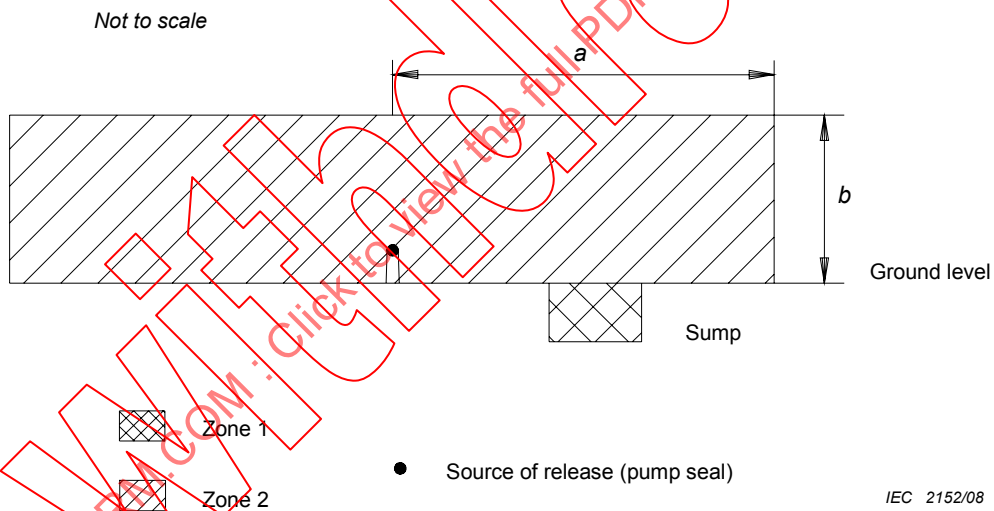
IEC 2151/08

Figure C.1 – Preferred symbols for hazardous area zones

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	



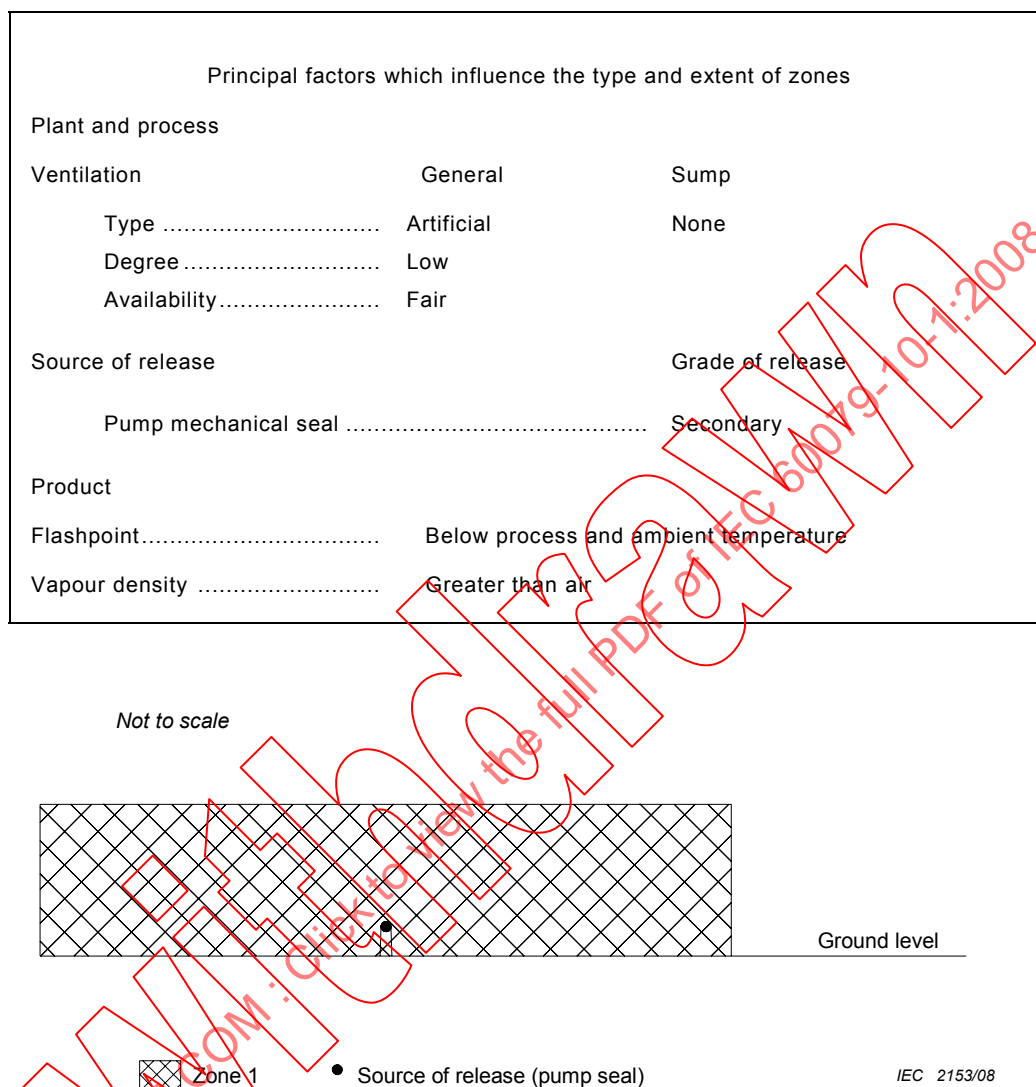
Taking into account relevant parameters, the following are typical values which will be estimated for a pump having a capacity of 50 m³/h and operating at a low pressure:

$a = 3$ 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:



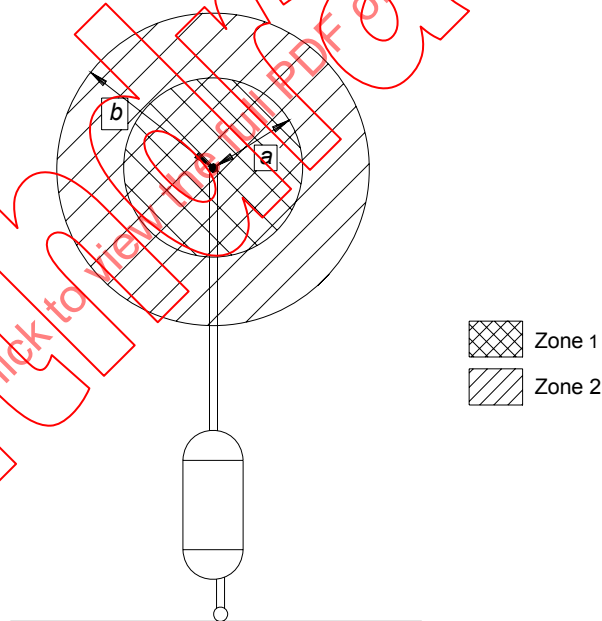
No dimensions are indicated since the resulting hazardous area will encompass the volume V_0 . If the ventilation were to be improved to “medium” then the zone could be smaller and only zone 2 (see Table B.1).

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 2154/08

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

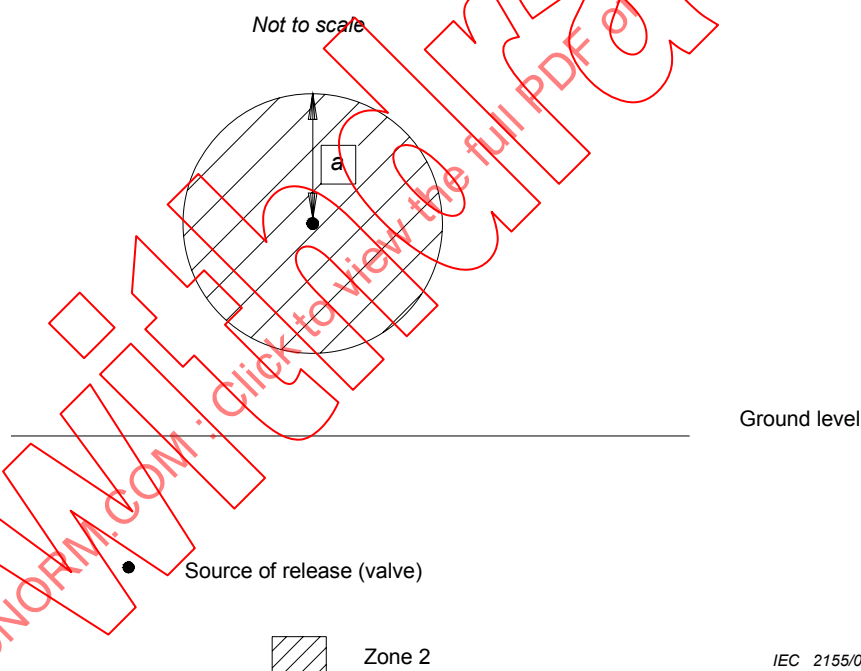
$a = 3$ m in all directions from source of release;

$b = 5$ 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



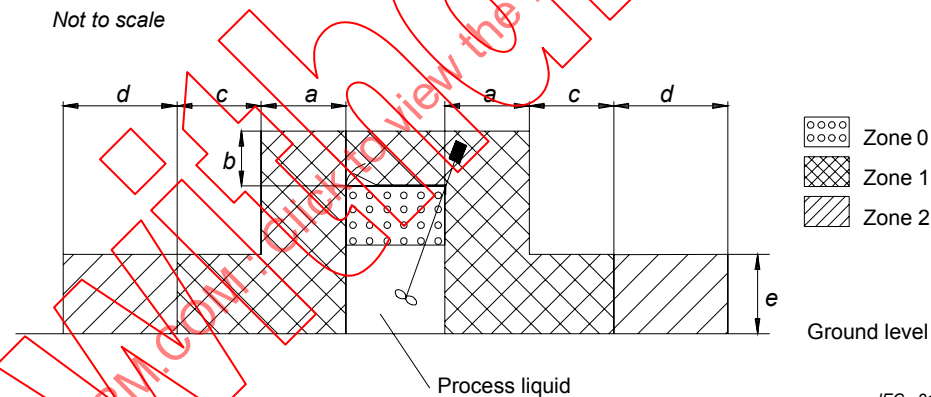
Taking into account relevant parameters, the following is typical value which will be estimated for this particular example:

$a = 1$ 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



IEC 2156/08

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

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

$b = 1$ m above source of release;

$c = 1$ m horizontally;

$d = 2$ m horizontally;

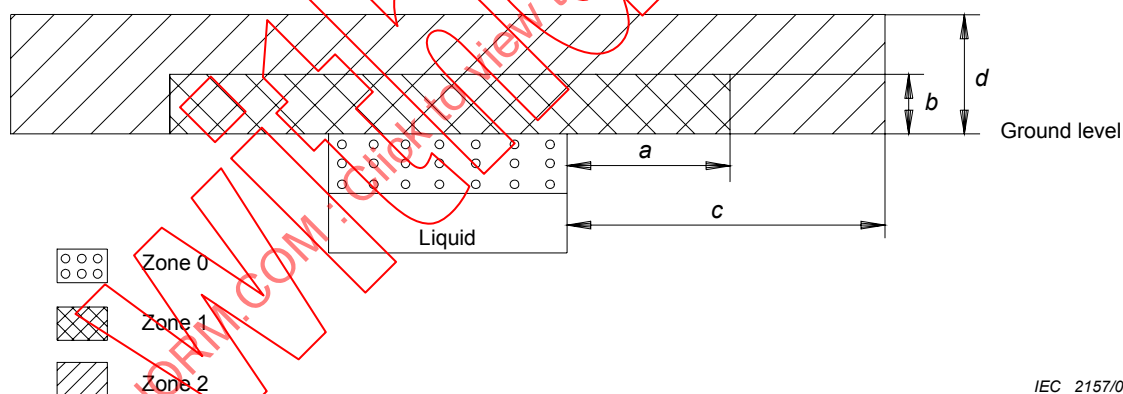
$e = 1$ m above ground.

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 under normal process	Continuous	
Liquid surface under process disturbance ..	Primary	
Liquid surface under process abnormal operation	Secondary	
Product		
Flashpoint	Below process and ambient temperature	
Vapour density	Greater than air	

Not to scale



IEC 2157/08

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

$a = 3$ m horizontally from the separator;

$b = 1$ m above ground level;

$c = 7,5$ m horizontally;

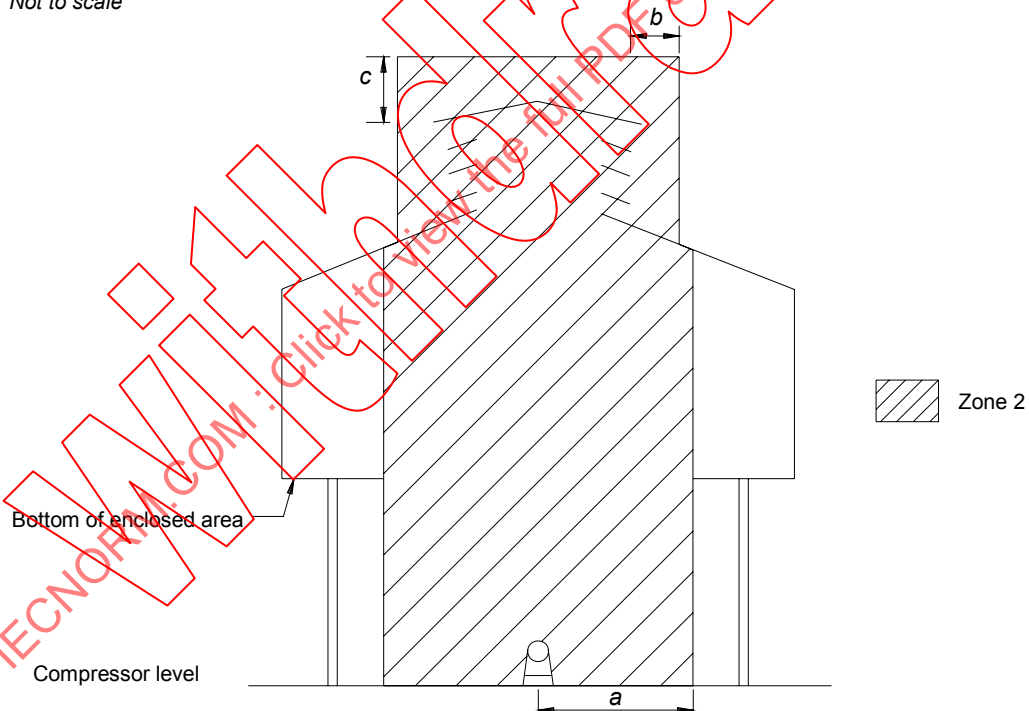
$d = 3$ m above ground level.

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



IEC 2158/08

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

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

$b = 1$ m horizontally from ventilation openings;

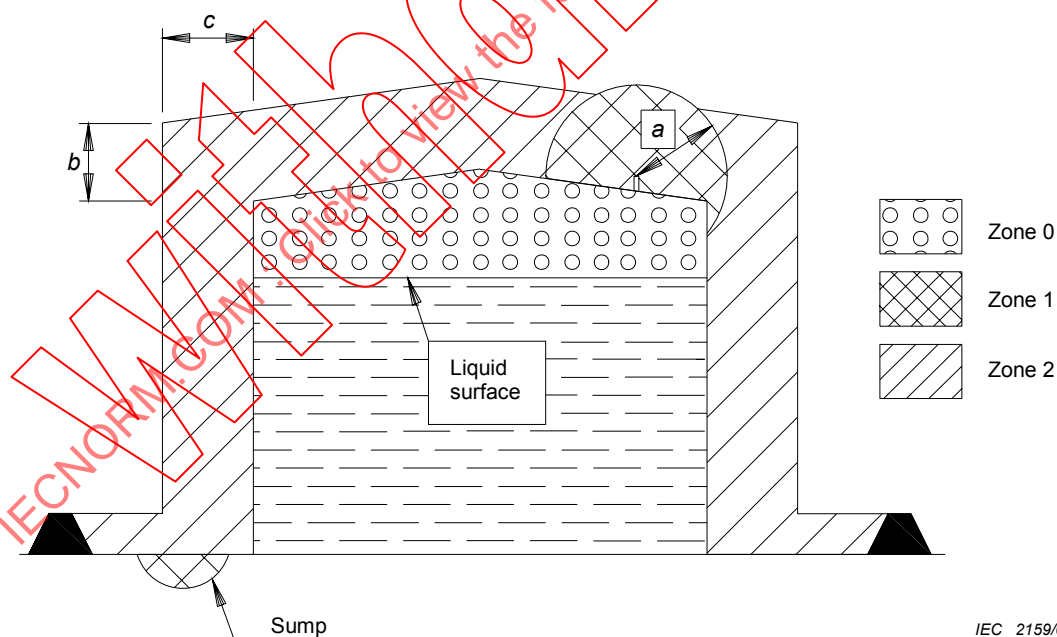
$c = 1$ m above ventilation openings.

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



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

$a = 3$ m from vent openings;

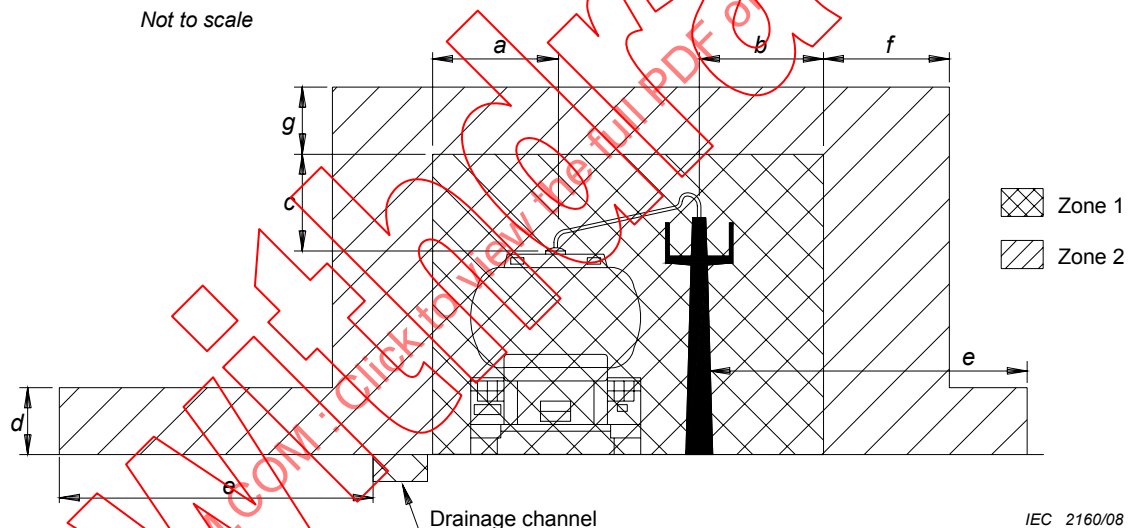
$b = 3$ m above the roof;

$c = 3$ m horizontally from the tank.

Example No. 9

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

Principal factors which influence the type and extent of zones	
Plant and process	
Ventilation	
Type	Natural
Degree.....	Medium
Availability	Good
Source of release	
Openings in tank roof	Grade of release
Spillage at ground level	Primary
Overfilling of tanker	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 estimated for this particular 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.

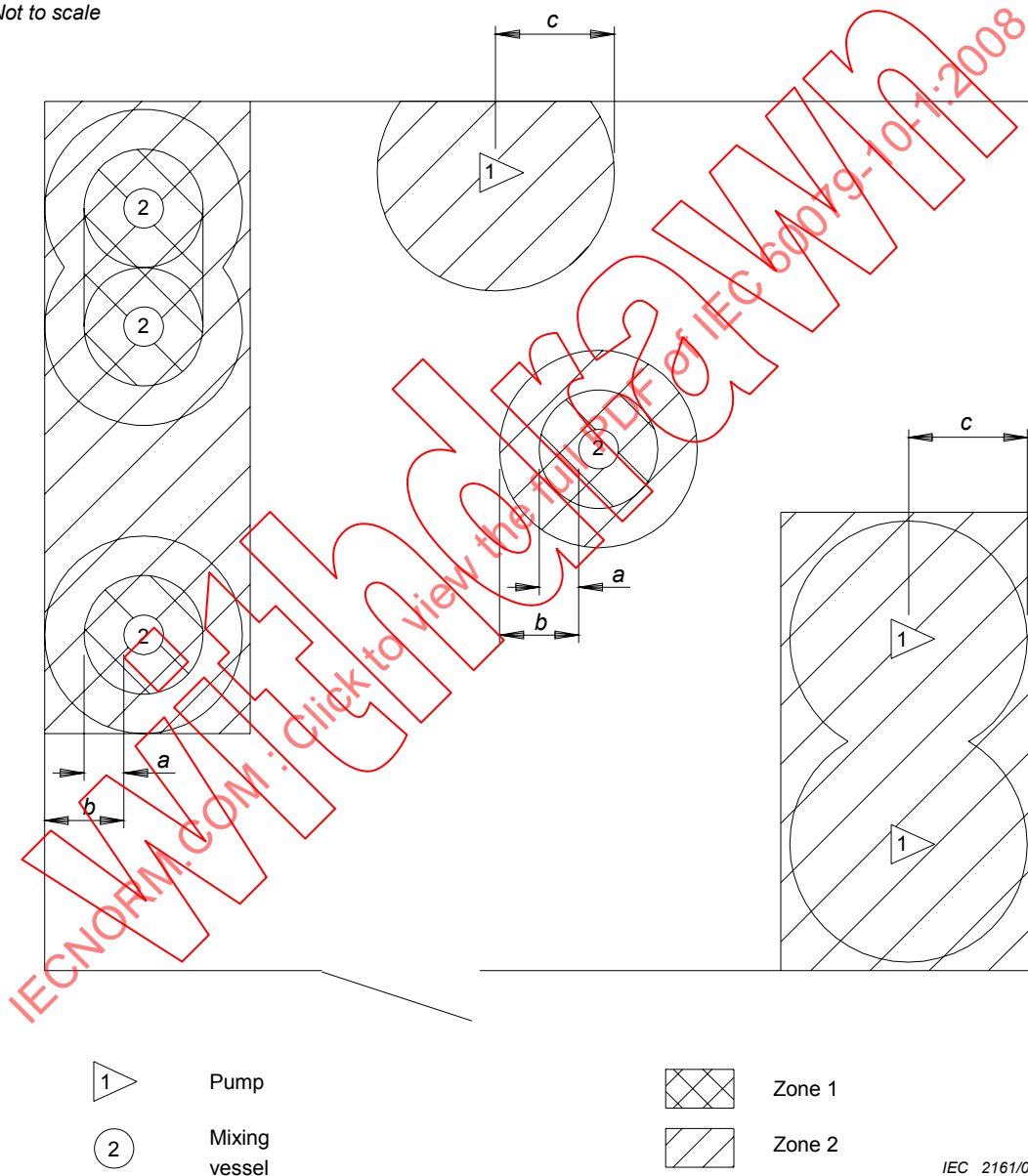
Example No. 10

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 estimated for this particular 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.

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Sheet 1 of 2

[illegible]

^a Normally, the value of vapour pressure is given but, in the absence of that, boiling point can be used (5.4.1d).

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

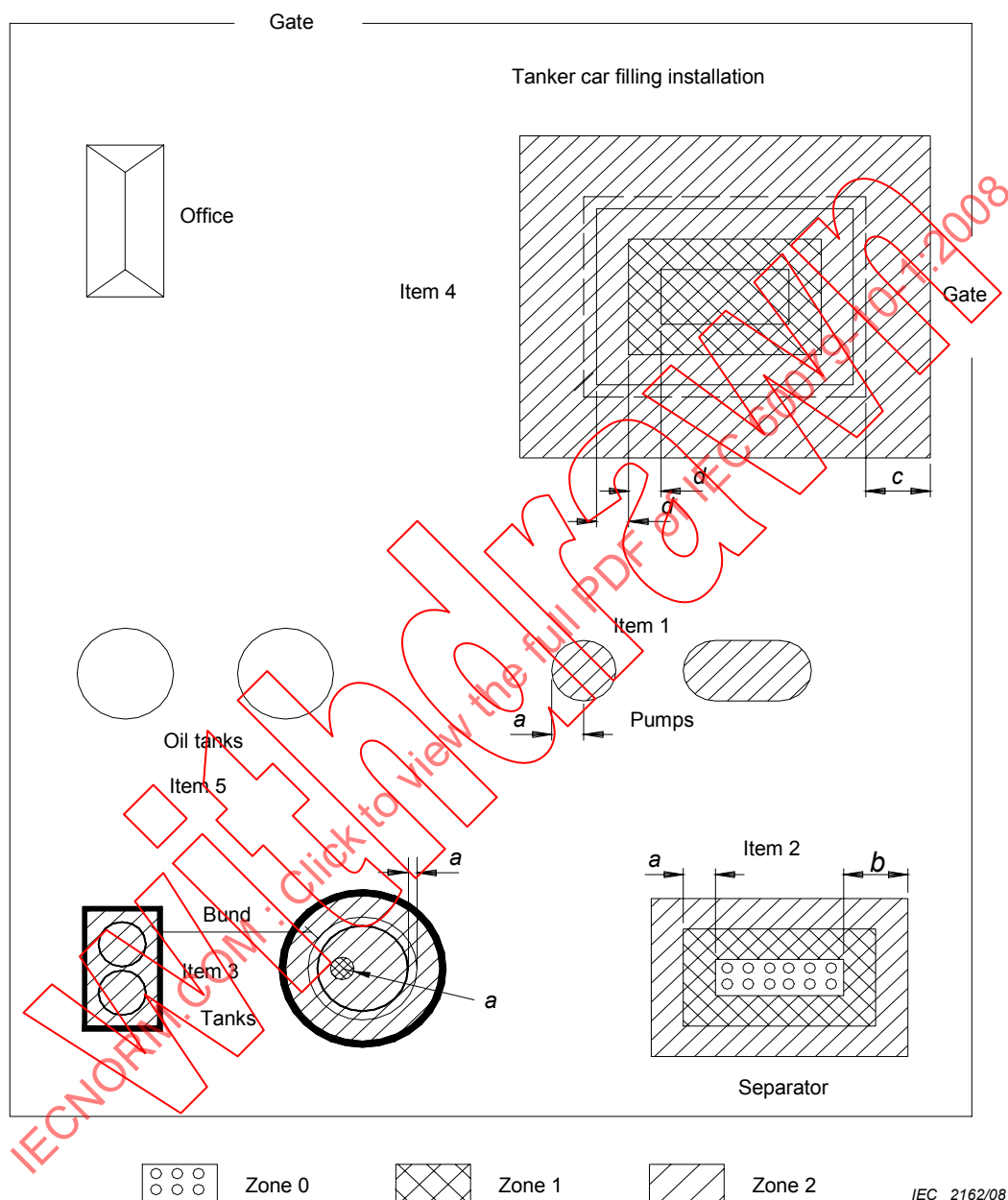
Sheet 2 of 2

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						
No.	Description	Loca- tion	Grade of release ^a	Refer- ence ^b	Operating temperature and pressure		State ^c	Type ^d	Degree ^e	Avail- ability ^e	Zone type 0-1-2	Zone extent m	Reference	Any other relevant information and remarks	
					°C	kPa									Verti- cal
1	Seal of solvent pump	Pump area	S	1	15	101,325	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	15	101,325	L	A	Low	Poor	0	*	*	Example No. 5	* Inside vessel
3	Opening of mixing vessel	Mixing area	P	1	15	101,325	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	15	101,325	L	A	Medium	Fair	2	1,0*	2,0**	Example No. 5	* Above ground level ** From the vessel

^a C – Continuous; P – Primary; S – Secondary.
^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 IEC 60079-10-1 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, five liquid pumps (item 1) placed close to each other, one single pump (item 1), one oil/water gravity separator (item 2), three storage tanks (bounded) for gasoline (item 3), one tanker filling installation (item 4), two oil tanks (item 5) 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.

[illegible]

^a Normally, the value of vapour pressure is given, but in the absence of that, boiling-point can be used (5.4.1d).

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	
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			Refer-ence
					°C	kPa						Verti-cal	Hori-zontal-		
1	Seal of gasoline pump	Pump areas	S	1	15	500	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	15	101,25	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	15	101,325	L	N	Medium	Poor	0	*	*	Example No. 8	* Inside the tank
4	Vent opening in gasoline tank	Tank areas	P	1	15	101,325	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	S	1	15	101,325	L	N	Medium	Fair	2	*	*	Example No. 8	* Inside bund
6	Overfilling of gasoline tanks	Tank areas	S	1	15	101,325t	L	N	Medium	Good	2	3,0*	3,0**	Example No. 8	* Above ground level

Sheet 3 of 3

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

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		Reference	
					°C	kPa						Vertical			Horizontal
7	Opening in tank roof of tanker filling installation	Loading area	P	1	15	101,325	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	S	1	15	101,325	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 IEC 60079-10-1 Annex B.

^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 IEC 60079-10-1 Annex B.

Sheet: 1/1

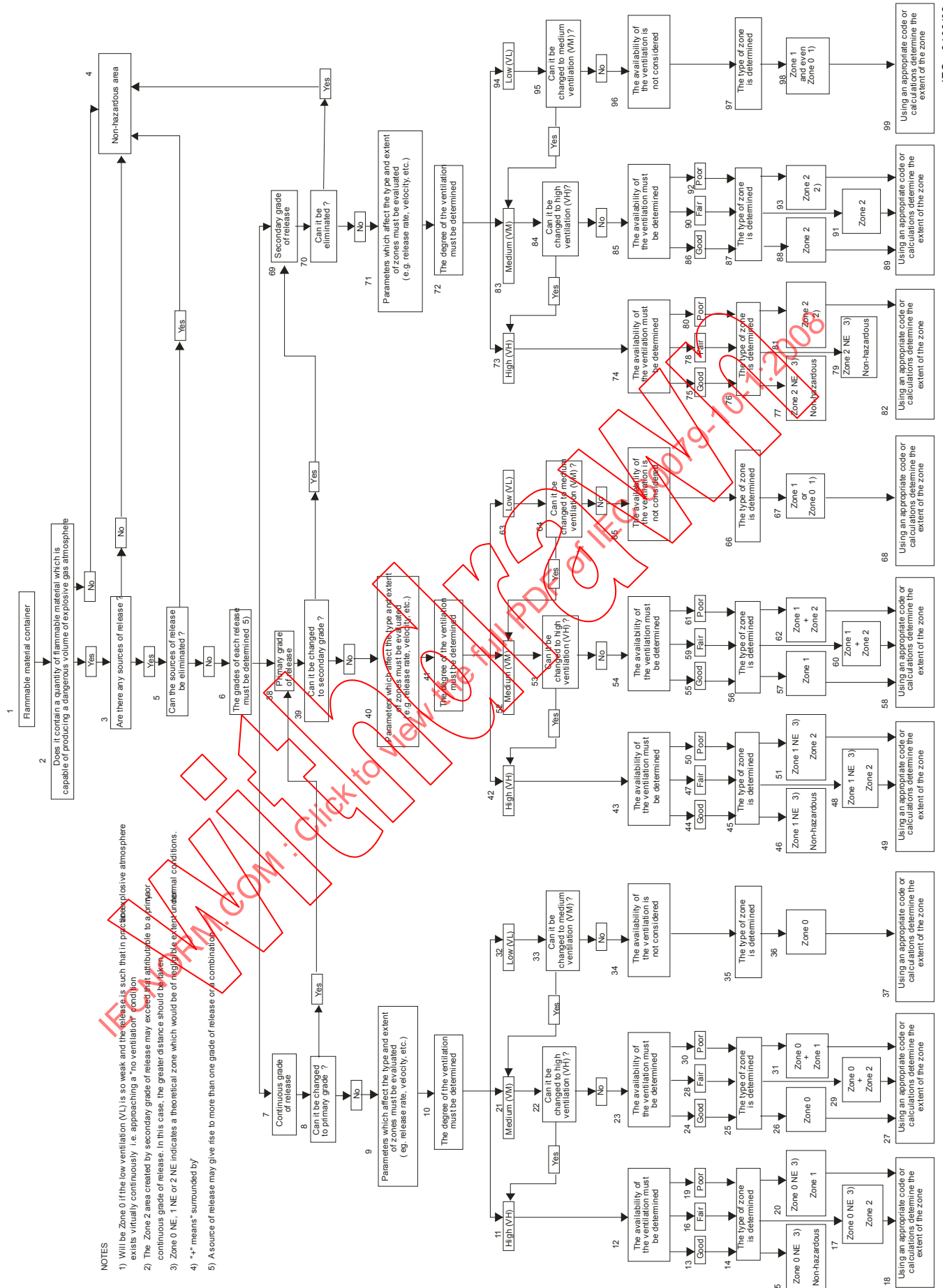
[illegible]

^a Normally, the value of vapour pressure is given, but in the absence of that, boiling point can be used (5.4.1d).

Table C.2 – Hazardous area classification data sheet – Part II: List of sources of release

Sheet: 1/1

[illegible]



NOTES

1) Will be Zone 0 if the low ventilation (VL) is so weak and the release is such that in practice explosive atmosphere exists virtually continuously i.e. approaching a "no ventilation" condition

2) The Zone 2 area created by secondary grade of release may extend in a manner

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

4) "-" means "surrounded by"

5) A source of release may give rise to more than one grade of release or a combination

Figure C.2 – Schematic approach to the classification of hazardous areas

Annex D (informative)

Flammable mists

D.1 When a liquid is handled at or above its flash point, any release will be treated through the normal area classification process described in this standard. If it is released below the flash point, under certain conditions, it may form a flammable mist cloud. Even the liquids that can be considered as non hazardous at process temperatures, in some situations may form a flammable mist which may then give rise to an explosion hazard. Examples of liquids that are commonly considered in this regard include high flash point liquid fuels, heat exchange oils and lubricating oils.

D.2 In practice, a liquid release will normally comprise of broad range of droplet sizes with larger droplets tending to fallout immediately, leaving only a small fraction of the release airborne in the form of an aerosol. Flammability of the mist depends upon the concentration in air (droplets plus vapour), volatility and the droplet sizes within the cloud. The size of droplets depends upon the pressure at which the liquid is being released, the properties of the liquid (primarily density, surface tension and viscosity) and the size and shape of the release opening. Normally, higher pressures and smaller openings will contribute to the degree of atomization of the release jet thus giving the rise to an explosion hazard. On the other hand, smaller release openings imply smaller release rates thus reducing the hazard.

D.3 It has been proved that aerosol sized droplets will likely be the most easily ignitable portion of the mist cloud. However, aerosol sized droplets will generally be only a small fraction of the total release. This fraction may be increased if the release jet impacts upon a surface in the near vicinity.

NOTE 1 Aerosols are small (sub-micron to 50 microns) particles in suspension in the atmosphere.

NOTE 2 Droplets in the aerosol range may be as low as 1 % of the total mass released, subject to release conditions.

NOTE 3 Fuel droplet clouds have generally been found difficult to ignite, unless there is sufficient mass of vapour or very small droplets present.

D.4 The likelihood that the release of liquid will generate a flammable mist during normal operation and/or expected malfunctions should be carefully assessed along with the likelihood of events that could lead to such a release. The assessment may indicate that the release of material is of a very low probability or that the mist cloud could be generated only during rare malfunctions or catastrophic failures. Assessments should be backed up by references or operational experience with similar plants. However, due to thermodynamic complexity of mists and a large number of factors that influence formation and flammability of mists, the reference may not be available for every given situation. In such cases, a judgement based upon relevant data should be applied.

D.5 It is important to point out that not every leak will cause a mist formation, e.g. the leaks through broken flange gaskets or stuffing boxes/packing glands that are the most common secondary grades of release in case of gases or vapours, will usually be negligible in case of viscous liquids and in most cases will cause dripping rather than mist. That means that the likelihood of mists being generated through leaks at pipe joints, valves, etc. should not be overstated .. Such considerations should take into account the physical properties of the liquid, the conditions at which it is being handled, mechanical details of the equipment through which it is being processed, quality of equipment and obstructions near source of release.

NOTE 1 For liquids released well below their flash point, examples of mist explosions are rare in process industries. This is probably due to difficulty in generating sufficiently small droplet sizes from an accidental release and the associated difficulty of ignition.

NOTE 2 Flammable mists may be ignited by sparks of similar energy as for vapour ignition but generally require very high surface temperatures for ignition. Ignition of mists by contact with hot surfaces generally requires temperatures higher than for vapour ignition.

D.6 If formation of a flammable mist is considered possible, then the source of release should preferably be contained or managed to reduce the hazard, e.g. by porous guards in order to promote the coalescing of the mist, mist detectors or suppression systems. Where containment or similar controls cannot be assured, then the potential for a hazardous area should be considered. However, because the dispersion mechanisms and the criteria of flammability for mists are different than those for gases and vapours, the methodology of classification presented in Annex B cannot be applied.

NOTE 1 The conditions that are needed to form a flammable mist are so complex that only a qualitative approach may be appropriate. It may be useful to identify the factors related to the handled liquid which contribute to formation, and to the flammability of mist. These factors along with the probability of events that would lead to release of the liquid may be sufficient to evaluate the degree of the hazard and help to decide whether a hazardous area is required.

NOTE 2 In general, the only element relevant to determining the type of zone is the grade of release. In most cases, it will be a secondary grade of release. Continuous or primary grades of release would typically be associated with equipment which is intended for spraying, e.g. spray painting.

NOTE 3 If a hazardous area has been established, it should be distinguished on the area drawing from other areas associated with gases and vapours, e.g. by appropriate marking.

D.7 Even the mists that are not ignitable according to the criteria of droplets size could eventually land on a hot surface, relative to the ignition temperature of the vapour, thus causing a fire hazard. Care should be taken to contain potential releases and prevent contact with hot surfaces.

D.8 Mists require minimum concentrations to be flammable (in a similar manner to flammable vapours or combustible dusts). For non-flammable liquids, this would typically be associated with a cloud that reduces visibility.

The considerations should also take into account that mists are typically visible and hence, releases can usually be mitigated in due time.

NOTE Lower flammability limits for fuel aerosols have been shown to be similar to or less than those associated with the fuel vapour.

D.9 Flammable mists may occur internally to equipment due to oil lubrication systems, splashing or agitation as a part of the process operations. Internal parts of process plant should then be considered as hazardous areas. Under certain conditions, such mists may also be vented to atmosphere, e.g. lubricating oil mists through crankcase breathers, tank or gearbox vents, thus giving the rise to fire hazard. Venting of such mists should preferably be eliminated by mist extractors.

D.10 Additional considerations should be applied for situations where the liquids are being sprayed intentionally, e.g. spray painting. Area classification in such cases is usually the subject of specific industrial codes.

Bibliography

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

“*Classification of Hazardous Locations*” by A.W. Cox; F.P. Lee & M.L. Ang; Ichem, 1993

IGEM/SR/25; *Hazardous Area Classification of Natural Gas Installations*; UK Institution of Gas Engineers and Managers, 2000

M.J. Ivings, S. Clarke, S.E. Gant, B. Fletcher, A. Heather, D.J. Pocock, D.K. Pritchard, R. Santon and C.J. Saunders, 2008, ‘*Area Classification for secondary releases from low pressure natural gas systems*’ Health and Safety Executive Research Report RR630

Ballal and Lefebvre (1982), *Flammability of Fuel Mists*. Int. Symposium of Combustion

Bowen and Shirvill (1994), *Combustion Hazards posed by Pressurised Release of High Flashpoint Liquid Fuels* (Journal of Loss Prevention)

Bowen, Bull and Rowson (1997), *Explosions in Fuel Aerosol Systems*. Combustion, Science and Technology

Bowen and Cameron (2001), *Explosions in Flammable Mists: A Review*. Journal of Institute of Chemical Engineers

Maragkos and Bowen (2003), *Combustion Hazards from Impinging Jets of High Flashpoint Liquid Fuels*. Int. Symposium on Combustion

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	68
INTRODUCTION.....	70
1 Domaine d'application	71
2 Références normatives.....	72
3 Termes et définitions	72
4 Généralités.....	76
4.1 Principes de sécurité.....	76
4.2 Objectifs du classement des emplacements dangereux.....	76
5 Procédure de classement des emplacements dangereux.....	77
5.1 Généralités.....	77
5.2 Sources de dégagement.....	78
5.3 Type de zone	79
5.4 Étendue de la zone	79
5.4.1 Taux de dégagement de gaz ou vapeur.....	79
5.4.2 Limite inférieure d'explosivité (LIE).....	80
5.4.3 Ventilation	80
5.4.4 Densité relative du gaz ou de la vapeur au moment de son dégagement	80
5.4.5 Autres paramètres à considérer.....	81
5.4.6 Exemples	81
6 Ventilation	82
6.1 Généralités.....	82
6.2 Principaux types de ventilation.....	82
6.3 Degré de ventilation.....	82
6.4 Disponibilité de la ventilation.....	83
7 Documentation	83
7.1 Généralités.....	83
7.2 Plans, feuilles de données et tableaux	83
Annexe A (informative) Exemples de sources de dégagement et de taux de dégagement.....	85
Annexe B (informative) Ventilation	92
Annexe C (informative) Exemples de classements d'emplacements dangereux	109
Annexe D (informative) Brouillards inflammables	133
Bibliographie.....	135
Figure C.1 – Symboles préférés pour les zones d'emplacements dangereux.....	110
Figure C.2 – Approche schématique pour le classement des emplacements dangereux.....	132
Tableau A.1 – Effet des ouvertures sur le degré de dégagement	86
Tableau B.1 – Influence de la ventilation sur le type de zone	100
Tableau B.2 – Procédure pour la sommation de plusieurs dégagements dans un volume V_0	101
Tableau B.3 – Procédure pour la sommation de plusieurs dégagements de premier degré.....	101

Tableau C.1 – Feuille de données de classement des emplacements dangereux – Partie I: Liste des matières inflammables et de leurs caractéristiques	130
Tableau C.2 – Feuille de données de classement des emplacements dangereux – Partie II: Liste des sources de dégagement	131

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 60079-10-1 a été établie par le sous-comité 31J: Classification des emplacements dangereux et règles d'installation, du comité d'études 31 de la CEI: Equipements pour atmosphères explosives.

Cette première édition de la CEI 60079-10-1 annule et remplace la quatrième édition de la CEI 60079-10, publiée en 2002, et constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques suivantes ont été apportées par rapport à l'édition précédente:

- Introduction de l'Annexe D qui traite du danger d'explosion du brouillard inflammable généré par l'échappement sous pression de liquides au point d'éclair élevé.
- Introduction de l'Article A.3 (taux de dégagement) qui donne des équations thermodynamiques pour le taux de dégagement avec des exemples pour l'estimation du taux de dégagement des fluides et de gaz.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31J/159/FDIS	31J/160/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60079, présentée sous le titre général *Atmosphères explosives*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. 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, des mesures préventives pour réduire le risque d'explosions seront appliquées. La présente partie de la CEI 60079 expose les critères essentiels par rapport auxquels les dangers d'inflammation peuvent être évalués et donne des lignes directrices, relatives aux paramètres de conception et d'exploitation, que l'on peut utiliser pour réduire ce danger.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Withdrawn

ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES –

Partie 10-1: Classement des emplacements – Atmosphères explosives gazeuses

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60079 est relative au classement des emplacements dans lesquels des risques dus à des gaz, vapeurs ou brouillards inflammables (voir Notes 1-2 et 3) peuvent apparaître, et ainsi constituer une base pour le choix et l'installation corrects du matériel utilisé dans de tels emplacements.

Elle est destinée à être appliquée là où il peut exister un danger d'inflammation du fait de la présence de gaz ou vapeurs inflammables, en mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques normales (voir Note 4); 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 danger dû à la présence de poussières ou fibres inflammables peut apparaître (voir la CEI 61241-10 / CEI 60079-10-2);
- d) aux défaillances catastrophiques, qui dépassent le concept d'anormalité traité dans la présente norme (voir Note 5);
- e) aux locaux utilisés à des fins médicales;
- f) aux locaux à usage domestique.

La présente norme ne prend pas en compte les effets des sinistres induits.

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

On pourra se référer aux réglementations nationales ou industrielles relatives à des applications particulières pour trouver des recommandations détaillées, quant à l'étendue des emplacements dangereux dans ces industries ou applications.

NOTE 1 Des brouillards inflammables peuvent se former ou être présents en même temps que les vapeurs inflammables. Les liquides qui ne sont pas considérés comme dangereux suivant les termes de cette norme (en raison du point d'éclair), lorsqu'ils sortent sous pression, peuvent également générer des brouillards inflammables. Dans de tels cas, l'application stricte de classement des zones pour les gaz et les vapeurs peut ne pas être appropriée comme base pour la sélection du matériel.

Des informations relatives aux brouillards inflammables sont données à l'Annexe D.

NOTE 2 L'utilisation de la CEI 60079-14 pour la sélection du matériel et des installations n'est pas nécessaire pour les dangers dus au brouillard.

NOTE 3 Pour les besoins de la présente norme, un emplacement désigne un secteur ou un espace tridimensionnel.

NOTE 4 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 5 Le terme « défaillance catastrophique » s'applique ici, par exemple, à l'éclatement d'une cuve ou d'une canalisation et aux événements imprévisibles.

NOTE 6 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.

2 Références normatives

Les documents référencés suivants sont indispensables pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document référencé (incluant tout amendement) s'applique.

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

CEI 60079-0, *Atmosphères explosives – Partie 0: Matériel – Exigences générales*

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

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60079-0 et les suivants s'appliquent.

NOTE Des définitions supplémentaires applicables aux atmosphères explosives se trouvent dans la CEI 60050-426.

3.1

atmosphère explosive

mélange d'air, dans des conditions atmosphériques, avec des substances inflammables sous forme de gaz, de vapeur, de poussières, de fibres ou de particules en suspension dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

[définition 3.22 de la CEI 60079-0]

3.2

atmosphère explosive gazeuse

mélange avec l'air, dans des conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, vapeurs ou brouillards dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé

[définition 3.24 de la CEI 60079-0]

NOTE 1 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.

NOTE 2 Certains gaz sont explosifs pour une concentration de 100 %.

3.3

emplacement dangereux (en raison d'atmosphères explosives gazeuses)

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

3.4

emplacement non dangereux (en raison d'atmosphères explosives gazeuses)

emplacement dans lequel on ne prévoit pas qu'une atmosphère explosive gazeuse soit présente en quantités suffisantes pour nécessiter des précautions particulières pour la construction, l'installation et l'utilisation d'équipements

3.5

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:

3.6

zone 0

emplacement dans lequel une atmosphère explosive est présente en permanence, ou pendant de longues périodes ou encore fréquemment

3.7

zone 1

emplacement dans lequel il est probable qu'une atmosphère explosive gazeuse apparaîtra occasionnellement en fonctionnement normal

3.8

zone 2

emplacement dans lequel une atmosphère explosive gazeuse n'est pas susceptible de se présenter en fonctionnement normal mais qui si c'est le cas, peut persister uniquement sur une durée courte

[VEI 426-03-05]

NOTE On peut obtenir des indications intéressantes la fréquence d'apparition et la durée dans les réglementations propres à certaines industries ou applications

3.9

source de dégagement

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

[VEI 426-03-06, modifiée]

3.10

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

3.11

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

3.12

dégagement de premier degré

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

3.13

dégagement de deuxième degré

dégagement dont on ne prévoit pas 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

3.14

taux de dégagement

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

3.15

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 pompé 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.

3.16

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)

3.17

limite inférieure d'explosivité (LEL)

concentration de gaz, de vapeur ou de brouillard inflammable dans l'air, au-dessous de laquelle une atmosphère explosive gazeuse ne peut pas être formée

[VEI 426-02-09]

3.18

limite supérieure d'explosivité (UEL)

concentration de gaz, de vapeur ou de brouillard inflammable dans l'air, au-dessus de laquelle une atmosphère inflammable gazeuse ne peut pas être formée

[VEI 426-02-10]

3.19

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)

3.20

matière inflammable (substance inflammable)

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

3.21**liquide inflammable**

liquide capable de produire une vapeur inflammable dans toute condition d'exploitation prévisible

NOTE Un exemple de condition de fonctionnement prévisible est la manipulation du liquide inflammable à des températures proches ou au-dessus de son point d'éclair.

3.22**gaz ou vapeur inflammable**

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

3.23**brouillard inflammable**

gouttelettes de liquide, dispersées dans l'air et qui forment une atmosphère explosive

3.24**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

3.25**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 normale sans fractionnement.

3.26**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

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

température la plus basse d'une surface chaude qui, dans des conditions spécifiées, conformément à la CEI 60079-4, enflammera une substance inflammable sous la forme d'un mélange de gaz ou de vapeur avec l'air

[définition 3.26 de la CEI 60079-0]

3.28**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

3.29**gaz inflammable liquéfié**

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

4 Généralités

4.1 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 du matériel 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 d'activités autres que le fonctionnement normal, par exemple mise en service ou maintenance, le classement de zone peut ne pas être valable. L'hypothèse est faite que ce point est réglé par un système de travail sécurisé.

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 sélectionner et de préparer des mesures préventives, des matériels 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 le niveau de sécurité nécessaire.

4.2 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 utilisable sans danger dans ce milieu. Le classement prend également en compte les caractéristiques d'inflammabilité du gaz ou des vapeurs telles que l'énergie d'inflammation (groupe de gaz) et la température d'inflammation (classe de température).

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 l'équipement 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 équipement 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 équipement répondant à des exigences moins sévères.

Une fois le classement des zones effectué, une évaluation du risque peut être réalisée pour évaluer si les conséquences d'inflammation d'une atmosphère explosive nécessitent l'utilisation d'un équipement de niveau de protection supérieur (EPL), ou peuvent justifier

l'utilisation d'un équipement de niveau de protection inférieur à celui normalement exigé. Les exigences d'EPL peuvent être, le cas échéant, enregistrées dans les documents et les plans de classement des emplacements, afin de permettre la sélection correcte des matériels.

Il est rarement possible par un simple examen d'un site ou de la conception d'un site, de décider quelles parties du site peuvent être réparties dans les trois définitions de zone (zones 0, 1 ou 2). Une approche plus détaillée est donc nécessaire et elle implique l'analyse de la possibilité des apparitions d'une atmosphère explosive.

La première étape consiste à évaluer la probabilité de cette apparition, en accord avec les définitions pour la zone 0, la zone 1 et la zone 2. Une fois qu'ont été déterminés la fréquence probable et la durée de dégagement (et donc du degré de dégagement), le taux de dégagement, la concentration, la vitesse, la ventilation et d'autres facteurs affectant le type et/ou l'étendue de la zone, alors on dispose d'une base solide à partir de laquelle on peut déterminer la présence probable d'une atmosphère explosive gazeuse dans les emplacements alentours.

Cette approche requiert par conséquent des considérations précises à apporter à chaque point des matériels de processus qui contiennent des matières inflammables et qui pourraient donc être source de dégagement.

En particulier, il convient de réduire tant en nombre qu'en étendue, les emplacements de zone 0 ou de zone 1 par conception ou par des procédures de fonctionnement adaptées. En d'autres termes, il convient que les usines et les installations soient principalement en zone 2 ou non dangereuse. Quand un dégagement de matière inflammable est inévitable, il convient de limiter les matériels de processus à ceux qui produisent des dégagements de deuxième degré, ou sinon (quand des dégagements de premier degré ou continus sont inévitables), il convient que les dégagements soient limités à de petites quantités et à des taux faibles. Lors de la détermination du classement des emplacements, il y a lieu que ces principes soient considérés en premier lieu. Si nécessaire, il convient que la conception, le fonctionnement et le placement du matériel de processus assurent que même en condition anormale de fonctionnement, la quantité de matière inflammable dégagée dans l'atmosphère est suffisamment faible pour que l'étendue de l'emplacement dangereux soit réduite.

Une fois que le classement d'un site a été réalisé et que tous les enregistrements ont été effectués, il importe qu'aucune modification de matériels ou de procédures ne soit faite sans qu'elle soit discutée avec les responsables du classement des emplacements. Une action non autorisée peut invalider le classement de l'emplacement. Il est nécessaire d'assurer que tout matériel affectant le classement de l'emplacement et qui a été soumis à une maintenance, soit vérifié avec précaution pendant et après son réassemblage, afin d'assurer que l'intégrité de sa conception d'origine, qui affecte la sécurité, a été préservée avant son retour en service.

5 Procédure de classement des emplacements dangereux

5.1 Généralités

Il convient que le classement des emplacements soit réalisé par des personnes qui sont au fait de la pertinence et de la signification des propriétés des matières inflammables et qui connaissent le processus ainsi que les matériels pour les points qui concernent les domaines de la sécurité, de l'électricité, de la mécanique et aussi par des ingénieurs qualifiés.

Les paragraphes suivants donnent des recommandations sur la procédure à suivre pour classer les emplacements dans lesquels il peut y avoir une atmosphère explosive gazeuse. Un exemple d'approche schématique du classement d'emplacements dangereux est donné à la Figure C.2.

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 l'exploitation.

5.2 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 qu'en 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 du matériel de production, lequel peut être entièrement clos 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 matériel de production (par exemple réservoir, pompe, conduite, cuve, etc.) soit considéré comme une source potentielle de dégagement de matière inflammable. Lorsqu'on peut présumer que le matériel ne peut pas contenir de matière inflammable, il va de soi qu'il ne peut engendrer autour de lui un emplacement dangereux. Cela vaut aussi si le matériel 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 le matériel 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 » ou « 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 le matériel de production où brûlent des matières inflammables (par exemple postes de chauffage, fours, chaudières, turbines à gaz, etc.) prenne en compte le cycle de purge et les conditions de démarrage et de fermeture.

Les brouillards qui peuvent résulter de fuites de liquide peuvent être inflammables, même si la température du liquide est inférieure au point d'éclair. Il est donc important de s'assurer que ces nuages de brouillard n'apparaissent pas (voir Annexe D).

NOTE Alors que les brouillards sont identifiés comme une forme de danger, les critères d'évaluation utilisés dans cette norme pour les gaz et les vapeurs peuvent ne pas s'appliquer aux brouillards.

5.3 Type de zone

La probabilité de présence d'une atmosphère explosive gazeuse dépend principalement du degré du dégagement et de la ventilation. Cela est identifié comme une zone. Les zones sont reconnues comme: zone 0, zone 1, zone 2 et zone non dangereuse.

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, les critères de classement supérieur s'appliquent dans l'emplacement de chevauchement. Lorsque les zones de chevauchement sont du même classement, ce classement commun s'applique normalement.

5.4 Étendue 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 avec un facteur de sécurité approprié. Lors de l'évaluation de la zone d'étendue 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:

- 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 processus. Pour simplifier, l'effet de chaque paramètre mentionné ci-après suppose que les autres paramètres sont inchangés.

5.4.1 Taux de dégagement de gaz ou vapeur

L'étendue de la zone est une fonction croissante du taux de dégagement. Le taux de dégagement est lui-même dépendant d'autres paramètres:

- a) La 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) La vitesse de dégagement

Pour une source de dégagement donnée, le taux de dégagement est une fonction croissante de la vitesse de dégagement. Dans le cas d'un produit contenu dans un matériel 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 du flux de l'air. Si le dégagement se fait à faible vitesse

ou si des objets solides réduisent sa vitesse, il sera transporté par le flux de l'air et sa dilution et son étendue dépendront du flux de l'air.

c) La concentration

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

d) La 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. Cependant, 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, particulièrement pour les 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) La 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.

5.4.2 Limite inférieure d'explosivité (LEL)

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

NOTE L'expérience a montré qu'un dégagement d'ammoniac ayant une LEL de 15 % par volume se dissipe souvent rapidement à l'air libre, si bien qu'une éventuelle atmosphère explosive gazeuse sera d'étendue négligeable dans la plupart des cas.

5.4.3 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 ou des plafonds, limitent cette étendue.

NOTE 1 Un abri 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 dans la plupart des cas comme bien ventilé et il convient qu'il soit normalement traité en tant qu'emplacement à l'air libre (c'est-à-dire un degré « moyen » et une disponibilité « bonne »).

NOTE 2 Un mouvement d'air accru peut également augmenter le taux de dégagement de la vapeur dû à une augmentation de l'évaporation sur des surfaces liquides ouvertes.

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

Si le gaz ou la vapeur sont sensiblement plus légers que l'air, ils tendront à s'élever. S'ils sont sensiblement plus lourds, ils tendront 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'étendue 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 LEL. Pour les gaz plus légers que l'air, un échappement sous haute pression peut refroidir le gaz augmentant sa densité relative. L'échappement peut initialement se comporter comme plus lourd que l'air jusqu'au retour d'une pression normale.

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 requière le mélange gaz/air à un niveau au-dessous de sa LEL dans une distance plus courte que dans le cas d'un échappement à vitesse faible.

NOTE 4 Il faut prêter une attention particulière au classement 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.

5.4.5 Autres paramètres à considérer

a) Conditions climatiques

Le taux de dispersion d'un gaz ou d'une vapeur dans l'atmosphère augmente selon la vitesse du vent mais il existe une vitesse minimale de 2 m/s à 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 d'usines abrités 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 du matériel 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 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.

5.4.6 Exemples

L'Annexe C donne des exemples destinés à illustrer les principes du classement des emplacements dangereux.

Les facteurs susceptibles d'avoir une influence sur le taux de dégagement et donc sur l'étendue des zones sont illustrés par les scénarios ci-dessous:

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 et mouvement d'air.

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 flaques 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 le matériel qui contient le gaz;
- masse moléculaire;
- géométrie de la source de dégagement;
- concentration du gaz inflammable dans le mélange dégagé.

L'Annexe A donne des exemples de sources et de taux de dégagement.

6 Ventilation

6.1 Généralités

Le gaz ou la vapeur dégagés dans l'atmosphère peuvent être dilués par dispersion ou par diffusion dans l'air jusqu'à ce que leur 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 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.

6.2 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.

6.3 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 susceptible d'être utilisé sont donnés à l'Annexe B.

6.4 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. La disponibilité, ou fiabilité, de la ventilation diminuant, le type de zone est normalement augmenté. Des recommandations 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).

7 Documentation

7.1 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 réglementations ou de normes appropriées;
- 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 de dresser une liste des propriétés de toutes les matières utilisées dans le processus de production dans l'usine, pertinentes pour le classement des zones. Elles peuvent comprendre la masse moléculaire, le point d'éclair, le point d'ébullition, la température d'inflammation, la pression de la vapeur, la densité de la 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.

7.2 Plans, feuilles de données et tableaux

Les documents pour le classement des emplacements dangereux peuvent être sous forme de copie papier ou sous format électronique et il convient qu'ils incluent des vues en plan et en élévation, selon le besoin, qui fassent apparaître à la fois le type et l'étendue des zones, le groupe de gaz, la température d'inflammation et/ou la classe de température.

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).

Il est préférable d'utiliser les symboles de classement des emplacements dangereux de la Figure C.1. Une légende des symboles doit toujours être fournie sur chaque dessin. Différents symboles peuvent être nécessaires lorsque de multiples groupes d'équipements 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).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Withdrawing

Annexe A (informative)

Exemples de sources de dégagement et de taux de dégagement

A.1 Usine de processus

Les exemples donnés ci-après ne sont pas destinés à être appliqués de façon rigide; ils peuvent nécessiter des adaptations en fonction de matériels de production et de situations particuliers. Il est nécessaire de savoir qu'un matériel peut avoir plusieurs degrés de dégagement.

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, avec une ventilation continue vers l'atmosphère.
- b) Surface d'un liquide inflammable ouvert à l'atmosphère de façon permanente ou pour de longues périodes.

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 prélèvements d'échantillons où l'on prévoit des dégagements de matière inflammable dans l'atmosphère pendant le fonctionnement normal.
- d) Soupapes de décharge, évents et autres ouvertures où l'on prévoit des dégagements 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 du matériel.
- b) Brides, raccords de tuyauteries où l'on ne prévoit pas de dégagement de matière inflammable pendant le fonctionnement normal.
- c) Points de prélèvement 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 les 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 Classement des ouvertures

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

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

Exemples:

- passages non bouchés pour les accès ou interventions techniques. (Parmi les exemples d'interventions techniques, on trouve les conduits ou tuyauteries à travers les murs, les plafonds et planchers;
- ouvertures qui sont fréquemment ouvertes;
- orifices de ventilation fixes existant dans des pièces, des bâtiments et ouvertures similaires des types B, C et D qui sont ouvertes fréquemment ou pour de longues périodes.

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

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

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 techniques (par exemple conduites, 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	Deuxième
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.

A.3 Taux de dégagement

Les exemples suivants donnent des taux de dégagements approximatifs pour des liquides et des gaz inflammables. Des estimations de taux de dégagement plus fines peuvent être obtenues en considérant les propriétés des ouvertures, c'est-à-dire en considérant le coefficient de décharge ($C_d \leq 1$) et la géométrie de l'échappement. Etant donné que les calculs effectués ne prennent pas en considération ces facteurs, ils donneront en général des résultats indicatifs.

La viscosité des liquides et des gaz n'a pas été prise en compte. La viscosité peut réduire significativement le taux de dégagement si l'ouverture par laquelle la matière inflammable est dégagée est longue en comparaison de la largeur de l'ouverture.

A.3.1 Taux de dégagement d'un liquide

Le taux de dégagement d'un liquide peut être estimé à partir de l'approximation suivante:

$$\frac{dG}{dt} = S \sqrt{2\rho \Delta p}$$

où

$\frac{dG}{dt}$ est le taux de dégagement du liquide (masse par unité de temps, kg/s)

S est la section de l'ouverture, par laquelle le liquide est dégagé (surface, m²)

ρ est la densité du liquide (masse par volume, kg/m³);

Δp est la différence de pression dans l'ouverture qui fuit (Pa).

A.3.2 Taux de dégagement d'un gaz

Le taux de dégagement d'un gaz d'un conteneur peut être estimé par l'expansion adiabatique du gaz idéal, si la densité du gaz sous pression est inférieure à celle du gaz liquéfié.

La vitesse du dégagement est étranglée (vitesse du son) si la pression dans le conteneur du gaz est supérieure à p_c (pression critique).

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)}$$

où

p_0 est la pression hors du conteneur du gaz;

γ est l'index polytropique de l'expansion adiabatique.

Pour le gaz idéal, l'équation $\gamma = \frac{M c_p}{M c_p - R}$ peut être utilisée, où:

c_p est la chaleur spécifique à pression constante, (J kg⁻¹ K⁻¹);

M est la masse moléculaire du gaz (kg/kmol);

R est la constante universelle des gaz (8314 J kmol⁻¹ K⁻¹).

A.3.2.1 Taux de dégagement d'un gaz quand la vitesse du gaz est étranglée

La vitesse du gaz étranglée (voir en A.3.2) est la vitesse égale à la vitesse du son pour le gaz. C'est la vitesse de décharge théorique maximale.

Le taux de dégagement d'un gaz d'un conteneur, si la vitesse du gaz est étranglée, peut être estimé par l'approximation suivante:

$$\frac{dG}{dt} = S p \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)}$$

où

$\frac{dG}{dt}$ est le taux de dégagement du gaz (masse par unité de temps, kg/s);

p est la pression dans le conteneur (Pa);

γ est l'index polytropique de l'expansion adiabatique;

S est la section de l'ouverture, par laquelle le gaz est dégagé (surface, m²);

M est la masse moléculaire du gaz (kg/kmol);

T est la température absolue dans le conteneur (K);

R est la constante universelle des gaz (8314 J kmol⁻¹ K⁻¹).

La vitesse du gaz à l'orifice de décharge est égale à la vitesse du son, qui peut être calculée en utilisant l'équation:

$$v_s = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

A.3.2.2 Taux de dégagement d'un gaz quand la vitesse du gaz n'est pas étranglée

La vitesse du gaz non étranglée est une vitesse de décharge en dessous de la vitesse du son pour un gaz particulier.

Le taux de dégagement d'un gaz d'un conteneur, si la vitesse du gaz n'est pas étranglée, peut être estimé par l'approximation suivante:

$$\frac{dG}{dt} = S p \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right]} \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$$

où

$\frac{dG}{dt}$ est le taux de dégagement du gaz (masse par unité de temps, kg/s);

p est la pression dans le conteneur (Pa);

p_0 est la pression hors du conteneur du gaz (Pa);

S est la section de l'ouverture, par laquelle le gaz est dégagé (surface, m²);

M est la masse moléculaire du gaz (kg/kmol);

T est la température absolue dans le conteneur (K);

γ est l'index polytropique de l'expansion adiabatique;

R est la constante universelle des gaz ($8314 \text{ J kmol}^{-1} \text{ K}^{-1}$).

La vitesse du gaz à l'orifice de décharge peut être calculée en utilisant l'équation suivante:

$$v_0 = \frac{dG/dt}{\rho_0 S}$$

où

v_0 est la vitesse du gaz à l'orifice de décharge (m/s);

$\rho_0 = \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}$ est la densité du gaz après expansion (kg/m^3) où ρ est la densité du gaz dans le conteneur (kg/m^3).

La densité du gaz dans le conteneur peut être calculée à partir de l'équation:

$$\rho = \frac{pM}{RT}$$

A.4 Exemples d'estimation de taux de dégagement

Estimation n° 1

Conteneur de 3 m de hauteur rempli d'acétone. La soupape de respiration du conteneur est réglée à une surpression de 0,05 bar. Lors d'un dysfonctionnement, on estime que le joint au fond du conteneur provoque une fuite d'acétone à travers un trou de 1 mm^2 .

$\rho = 790 \text{ kg/m}^3$ densité de l'acétone liquide

$S = 10^{-6} \text{ m}^2$ section du trou

$\Delta h = 3 \text{ m}$ différence de hauteur entre la surface de l'acétone liquide et le trou

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accélération en chute libre

$\Delta p_v = 5 \times 10^3 \text{ Pa}$ réglage de la surpression de la soupape de respiration (en faisant l'hypothèse que la surpression est maximale en haut du conteneur)

La différence maximale de pression dans le trou qui fuit est:

$$\Delta p = \Delta p_v + \rho g \Delta h = 5 \times 10^3 + 790 \times 9,81 \times 3 = 2,8 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Le taux de dégagement est:

$$\left(\frac{dG}{dt} \right)_{\max} = S \sqrt{2\rho \Delta p} = 10^{-6} \times \sqrt{2 \times 790 \times 2,8 \times 10^4} = 6,7 \times 10^{-3} \text{ kg/s}$$

Estimation n°2: Dégagement du gaz étranglé en utilisant les formules données en A.3.2 et A.3.2.1.

Tuyau d'hydrogène gazeux à la température de $+20^\circ \text{C}$ et à la pression absolue de 11 bar. Lors d'un dysfonctionnement, on estime que le joint a une fuite d'hydrogène gazeux vers l'atmosphère par un trou de section $2,5 \text{ mm}^2$.

$p = 11 \times 10^5 \text{ Pa}$ est la pression dans le tuyau

$T = 293 \text{ K}$ est la température absolue

$M = 2 \text{ kg/kmol}$ est la masse moléculaire de l'hydrogène
 $S = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ est la section du trou
 $\gamma = 1,41$ est l'index polytropique de l'expansion adiabatique pour l'hydrogène gazeux

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1,41 + 1}{2} \right)^{1,41/(1,41-1)} = 1,9 \times 10^5 \text{ Pa}$$

La vitesse du gaz dégagé est étranglée parce que $p > p_c$.

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dt} &= S p \sqrt{\gamma \frac{M}{RT}} \left(\frac{2}{\gamma + 1} \right)^{(\gamma+1)/2(\gamma-1)} = \\ &= 2,5 \times 10^{-6} \times 11 \times 10^5 \times \sqrt{1,41 \times \frac{2}{8,3 \times 10^3 \times 293}} \times \left(\frac{2}{1,41 + 1} \right)^{(1,41+1)/[2 \times (1,41-1)]} = 1,7 \times 10^{-3} \text{ kg/s} \end{aligned}$$

Estimation n°3: Dégagement du gaz non étranglé en utilisant les formules données en A.3.2 et A.3.2.2.

Une citerne de méthane à la température de -20°C . La soupape de relâchement de la citerne est réglée pour une surpression de 0,005 bar. Lors d'un dysfonctionnement, la citerne est supposée fuir par un trou de 10 cm^2 de section.

$p = 1,005 \times 10^5 \text{ Pa}$ est la pression dans la citerne
 $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ est la pression atmosphérique
 $T = 253 \text{ K}$ est la température absolue
 $M = 16 \text{ kg/kmol}$ est la masse moléculaire du méthane
 $S = 10^{-3} \text{ m}^2$ est la section du trou
 $\gamma = 1,32$ est l'index polytropique de l'expansion adiabatique pour le méthane gazeux

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} = 10^5 \times \left(\frac{1,32 + 1}{2} \right)^{1,32/(1,32-1)} = 1,84 \times 10^5 \text{ Pa}$$

La vitesse du gaz dégagé n'est pas étranglée parce que $p < p_c$.

$$\frac{p_0}{p} = 0,995$$

$$\begin{aligned} \frac{dG}{dt} &= S p \sqrt{\frac{M}{RT} \frac{2\gamma}{\gamma-1} \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right]} \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma} = \\ &= 10^{-3} \times 1,005 \times 10^5 \times \sqrt{\frac{16}{8,3 \times 10^3 \times 253} \times \frac{2 \times 1,32}{1,32 - 1} \times \left[1 - 0,995^{(1,32-1)/1,32} \right]} \times 0,995^{1/1,32} = \\ &= 2,8 \times 10^{-2} \text{ kg/s} \end{aligned}$$

La vitesse initiale du gaz dégagé est:

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{1,005 \times 10^5 \times 16}{8,3 \times 10^3 \times 253} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_0 = \rho \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma} = 0,8 \times (0,995)^{1/1,32} = 0,8 \text{ kg/m}^3$$

$$v_0 = \frac{dG/dt}{\rho_0 S} = \frac{2,8 \times 10^{-2}}{0,8 \times 10^{-3}} = 35 \text{ m/s}$$

Référence de Bibliographie pour les équations ci-dessus: "Classification of Hazardous Locations" by A.W. Cox, F.P. Lee & M.L. Ang; IChem 1993.

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Annexe B (informative)

Ventilation

B.1 Généralités

La présente annexe a pour objectif de fournir des recommandations sur l'évaluation du degré de ventilation et de développer l'Article 6 en donnant une définition des conditions de ventilation et au moyen d'explications, d'exemples et de calculs. Ces recommandations peuvent être utilisés lors de la conception des systèmes de ventilation artificiels, ceux-ci étant d'une importance capitale dans le contrôle de la dispersion des dégagements des 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 directement 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.2 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. Dans de nombreux endroits, 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 matériels 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.3 Ventilation artificielle

B.3.1 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.3.2 Considérations pour la conception

La ventilation artificielle peut fournir 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 vapeurs inflammables ont généralement des densités différentes de celle de l'air, et ainsi ils ont tendance à s'accumuler à proximité soit du sol, soit du plafond, où les mouvements de l'air risquent d'être plus réduits;
- la densité des gaz varie avec la température;
- des obstacles peuvent provoquer des réductions des mouvements d'air, voire même leur absence, c'est à dire que certaines parties de l'emplacement ne sont plus ventilées;
- les turbulences et circulations d'air.

B.3.3 Exemples de ventilation artificielle

B.3.3.1 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.3.3.2 Exemples de ventilation artificielle locale

- Un système d'extraction d'air/vapeur associé à un matériel 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.4 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.

NOTE Si d'autres formes de ventilation, par exemple des ventilateurs de refroidissement, sont prises en compte, alors des précautions doivent être prises.

On reconnaît les trois degrés de ventilation suivants.

B.4.1 Forte ventilation (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.4.2 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.4.3 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.5 Evaluation du degré de ventilation et de son effet sur l'emplacement dangereux

B.5.1 Généralités

La dimension d'un nuage de gaz ou de 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 aillent dans le sens de la sécurité. L'application de la méthode est illustrée par un certain nombre d'exemples théoriques (voir 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 réalistes, soit de documentations de constructeur disponibles.

NOTE Il convient que la méthode suivie pour déterminer le taux maximal de dégagement soit déclarée dans la documentation.

B.5.2 Evaluation du volume théorique V_z

Les calculs de la présente annexe donnent une base simplifiée. Ils ne sont pas destinés à être considérés comme la méthode unique d'évaluation. D'autres formes d'évaluation, par exemple des modélisations par ordinateur, peuvent aussi être appropriées dans certaines situations.

B.5.2.1 Généralités

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

Le calcul de V_z n'est destiné qu'à servir d'aide pour évaluer le degré de ventilation. Le volume théorique n'est pas directement lié à la taille de l'emplacement dangereux.

B.5.2.2 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 du volume hypothétique n'est pas définie et sera influencée par les conditions de ventilation (voir en B.4.3 et B.5). Le degré et la disponibilité de la ventilation et des variations possibles de ces paramètres influenceront la forme du volume hypothétique. Deuxièmement, 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 hypothétique étant porté dans la direction vent arrière. Troisièmement, dans certaines situations, on doit tenir compte de la possibilité des directions diverses de la ventilation et de la pression (ou densité relative) du gaz ou de la vapeur.

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:

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

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);
 LEL_m est la limite inférieure d'explosivité (masse par volume, kg/m^3);
 k est un facteur de sécurité appliqué à la LEL_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 Kelvin, K).

NOTE 1 Pour convertir la LEL_v (vol %) en LEL_m (kg/m^3), on peut utiliser la formule suivante valable dans les conditions atmosphériques habituelles définies dans le Domaine d'application de la présente norme :

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

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_0) à proximité du dégagement peut être exprimée par le volume (V_k).

NOTE 2 Il convient que le facteur de sécurité $k = 1,0$ soit normalement appliqué aux valeurs obtenues par expérience, aux données des constructeurs pour des dispositifs spécifiques à partir desquels une matière inflammable peut être déchargée dans l'atmosphère, ou aux calculs pertinents basés sur des données d'entrée fiables. Pour toutes les autres données obtenues par des méthodes fondées sur des hypothèses, il y a lieu qu'un coefficient de sécurité plus faible soit appliqué.

NOTE 3 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:

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

où

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

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

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 4 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:

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

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.5.2.3 En plein air

En plein air, même des vitesses de vent très faibles produiront un grand nombre de renouvellements d'air.

En plein air, il convient qu'une évaluation soit effectuée sur la base de l'aménagement et des caractéristiques des lieux. Il convient que les estimations de V_z soient calculées de préférence à l'aide d'un outil de modélisation adapté, par exemple à partir d'une analyse CFD.

Si cela ne s'avère pas possible, une autre méthode d'évaluation, telle que décrite, peut être utilisée. Toutefois, en raison de limites de calcul et d'autres facteurs (par exemple, la dispersion qui est normalement plus rapide qu'en plein air), cette méthode conduira généralement à un volume surestimé.

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

Par exemple, si on considère un cube théorique de dimensions de 15 m, dans un emplacement à l'air libre. Dans ce cas, 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 $C = 0,03/s$ 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), comme précédemment;

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

B.5.2.4 Situation en plein air limitée

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

B.5.2.5 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 LEL peut être estimé d'après la formule:

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

où

X_0 est la concentration initiale de matière inflammable, exprimée dans les mêmes unités que la LEL, c'est-à-dire vol. % ou kg/m³. 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, et
- k est un facteur de sécurité appliqué à la LEL, et a la même valeur numérique que pour la détermination de $(dV/dt)_{\min}$ (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 spécifique.

B.5.3 Estimation du degré de ventilation

B.5.3.1 Généralités

Des estimations initiales peuvent suggérer 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.5.3.2 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 $0,1 \text{ m}^3$ ou à 1 % de V_0 , selon la plus petite de ces valeurs. Dans cette situation, le volume d'emplacement dangereux peut être considéré comme égal à V_z .

NOTE Des informations relatives aux faibles volumes de V_z sont disponibles dans le rapport HSL (RU) RR630/2008.

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.5.3.3 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.5.3.4 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 sera inférieure ou égale 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.6 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 pratiquement en permanence;
- 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 prévoit pas qu'il y ait des interruptions prolongées.

Une ventilation dont la disponibilité ne satisfait même pas au critère « médiocre » ne doit pas être considérée comme contribuant à la ventilation de l'emplacement.

• Ventilation naturelle

A l'extérieur, l'évaluation de la ventilation doit tenir compte de la vitesse minimale de vent locale et de sa disponibilité. Si cette vitesse minimale du vent est de 0,5 m/s et qu'elle est présente de manière pratiquement continue, 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 souffleries de secours. Une bonne disponibilité exigera normalement, en cas de panne, qu'il y ait un démarrage automatique de la ou des souffleries 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.7 Recommandations pratiques

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.8.

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

	Ventilation						
Degré de dégagement	Degré						
	Haut			Moyen			Faible
	Disponibilité						
	Bon	Assez bon	Médiocre	Bon	Assez bon	Médiocre	Bon, assez bon 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 1 «+» signifie « entouré par ».

NOTE 2 Il convient de prendre particulièrement soin d'éviter les situations où des emplacements fermés contenant des sources de dégagements de deuxième degré peuvent être classés en zone 0. Ceci s'applique également aux petits emplacements non purgés et aux emplacements non pressurisés, par exemple tableaux de bord ou enveloppes de protection climatiques des instruments, enveloppes chauffées isolées thermiquement ou espaces fermés entre les installations des tuyauteries et l'enveloppe de l'isolation thermique.

Il convient que de telles enveloppes soient préférablement fournies avec au moins quelques ouvertures situées de manière appropriée qui permettront le mouvement de l'air sans difficulté à l'intérieur. Là où cela n'est pas possible, pas pratique ou souhaitable, il convient de faire un effort pour conserver les sources potentielles de dégagement en dehors des enveloppes, par exemple il convient que les connexions de tuyauteries soient gardées en dehors des enveloppes d'isolation de même que tout autre équipement qui peut être considéré comme source potentielle de dégagement.

NOTE 3 Il convient que les sources de dégagement primaires ou continues ne soient, de préférence, pas situées dans des emplacements avec un faible degré de ventilation. Il convient que d'autres sources soient localisées, à nouveau, il convient d'améliorer la ventilation ou de diminuer le degré de dégagement.

NOTE 4 Il convient que la somme de dégagement des sources avec une activité régulière (par exemple très prévisible) soit basée sur une analyse détaillée des procédures de fonctionnement. Par exemple, il convient que *N* sources de dégagement avec un mode commun de dégagement soient normalement considérées comme une source unique de dégagement avec *N* différents points de décharge.

^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 formules B.2 à B.6
Premier	Selon le Tableau B.3, sommer le nombre des plus grandes valeurs de $(dV/dt)_{\min}$ et $(dV/dt)_{\min}$ requis pour des dégagements continus de la rangée ci-dessus puis appliquer ce résultat aux formules B.2 à B.6
Deuxième	Considérer uniquement la plus grande valeur de $(dV/dt)_{\min}$ et les éléments $(dV/dt)_{\min}$ pour les dégagements continus et premiers à partir des rangées ci-dessus puis appliquer cette valeur aux formules B.2 à B.6

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

B.8 Calculs pour déterminer le degré de ventilation

NOTE 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	évent
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Degré de dégagement	continu

Facteur de sécurité, k	0,25
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	$2,8 \times 10^{-10}$ kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, C	1/h, ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Facteur de qualité, f	5
Température ambiante, T	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1
Taille du bâtiment, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

Evaluation 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 est réduit à une valeur négligeable.

Etant donné $V_z < 0,1 \text{ m}^3$ (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 existera une zone 0 d'étendue négligeable (voir Tableau B.1).

Calcul n° 2

Caractéristiques du dégagement

Matériau inflammable	toluène
Masse moléculaire de toluène	92,14 (kg/kmol)
Source de dégagement	défaillance d'une bride
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, k	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, C	1/h ($2,8 \times 10^{-4}$ /s)
Facteur de qualité, f	5
Température ambiante, T	20 °C (293 K)

Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1
Taille du bâtiment, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

$$(dV/dt)_{\min} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \times LEL} \times \frac{T}{293} = \frac{2,8 \times 10^{-6}}{0,5 \times 0,046} \times \frac{293}{293} = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

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:

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

Conclusion

Le volume théorique V_z , bien que significativement inférieur à V_0 , est supérieur à $0,1 \text{ m}^3$.

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	gaz propane
Masse moléculaire de propane	44,1 (kg/kmol)
Source de dégagement	embout de remplissage de récipient
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Degré de dégagement	premier
Facteur de sécurité, k	0,25
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	0,005 kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, C	20/h ($5,6 \times 10^{-3}/\text{s}$)
Facteur de qualité, f	1
Température ambiante, T	35 °C (308 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1,05
Taille du bâtiment, V_0	10 m × 15 m × 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

Evaluation 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:

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

Conclusion

Le volume théorique V_z , n'est pas négligeable mais ne dépasse pas V_6 .

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 du dégagement

Matière inflammable	ammoniac (gaz)
Masse moléculaire d'ammoniac	17,03 (kg/kmol)
Source de dégagement	soupape d'évaporateur
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	0,105 kg/m ³ (14,8 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, k	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, C	15/h, ($4,2 \times 10^{-3}$ /s)
Facteur de qualité, f	1
Température ambiante, T	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1
Taille du bâtiment, V_0	10 m x 15 m x 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

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:

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

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 ($V_z < 0,1 \text{ m}^3$) 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	gaz propane
Masse moléculaire de propane	44,1 (kg/kmol)
Source de dégagement	garniture d'étanchéité de compresseur
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	0,039 kg/m ³ (2,1 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, k	0,5
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	0,02 kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, C	2/h, ($5,6 \times 10^{-4}$ /s)
Facteur de qualité, f	5
Température ambiante, T	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

Evaluation du volume théorique V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{5 \times 1,02}{5,6 \times 10^{-4}} = 9200 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

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

Conclusion

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 V_0 . De plus, 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	gaz méthane
Masse moléculaire de méthane	16,05 (kg/kmol)
Source de dégagement	raccord de tuyauteries
Limite inférieure d'explosivité (LEL)	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	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	0,98

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

Evaluation du volume théorique V_z :

$$V_z = \frac{f \times (dV/dt)_{\min}}{C} = \frac{1 \times 59,3}{3 \times 10^{-2}} = 2000 \text{ m}^3$$

Durée de persistance:

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

Conclusion

Le volume théorique V_z n'est pas négligeable. Pour l'hypothèse (voir en 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).

Calcul n° 7

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 (LEL)	0,046 kg/m ³ (1,2 % vol.)
Degré de dégagement	deuxième
Facteur de sécurité, k	0,5
Taux de dégagement, $(dG/dt)_{\max}$	6×10^{-4} kg/s

Caractéristiques de la ventilation

A l'intérieur d'un bâtiment

Nombre de renouvellements d'air, C	12/h ($3,33 \times 10^{-3}$)
Facteur de qualité, f	2
Température ambiante, T	20 °C (293 K)
Coefficient de température, $(T/293 \text{ K})$	1
Taille du bâtiment, V_0	10 m x 15 m x 6 m

Débit volumétrique minimal d'air frais:

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

Evaluation du volume théorique V_z :

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

Durée de persistance:

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

Conclusion

Le volume théorique V_z n'est pas négligeable mais ne dépasse 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 est « bonne », il convient de considérer l'emplacement comme une zone 2 (voir Tableau B.1). Sur la base de cette durée de persistance, la définition de la zone 2 serait respectée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60079-10-1:2008

Annexe C (informative)

Exemples de classements d'emplacements dangereux

C.1 La pratique de la réalisation du classement des 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 matériels 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 processus. Par conséquent, les exemples choisis sont ceux qui décrivent le mieux la philosophie globale de la zone de classement.

C.2 On a mentionné les situations particulières pour les matériels 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 du matériel et d'autres critères représentatifs de sa conception. Elles ne sont pas prévues pour une application générale. 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 recommandations et il faudra les adapter pour prendre en compte les circonstances particulières.

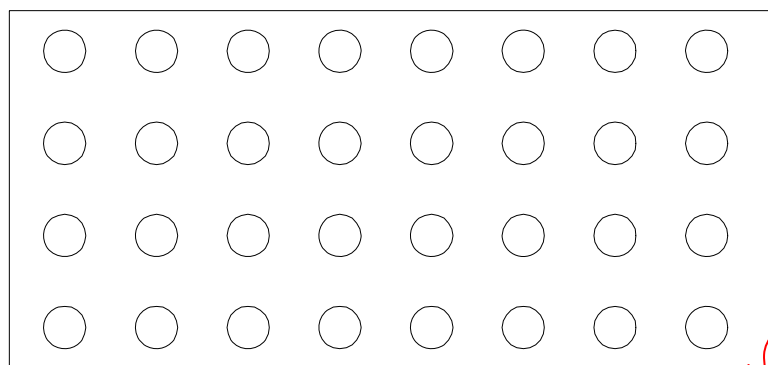
C.3 Si on veut utiliser en pratique les exemples cités dans la présente norme pour effectuer un classement des emplacements dangereux, il faut prendre en compte les particularités de chaque cas, par exemple les caractéristiques relatives au procédé et à la localisation.

C.4 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 fine les paramètres d'exploitation.

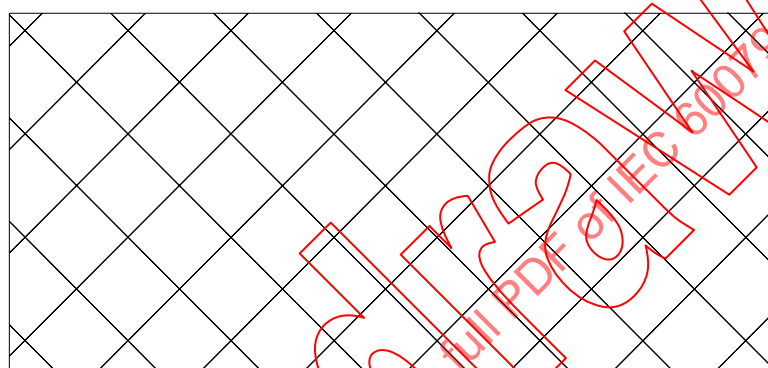
C.5 L'objectif de principe des exemples qui suivent est de démontrer les résultats typiques qui peuvent être obtenus dans la pratique. Ils illustrent le nombre de situations différentes suivant la ligne directrice et les procédures de cette norme y compris l'utilisation du Tableau B.1. Ils peuvent également être utiles pour l'élaboration des normes additionnelles détaillées.

C.6 Les valeurs numériques sont tirées de divers codes nationaux ou professionnels ou sont très voisines de celles figurant dans de tels codes. Elles sont destinées uniquement à donner une orientation sur l'amplitude des zones.

C.7 La forme et l'étendue des zones peuvent varier selon le code national ou professionnel qu'on a choisi.



Zone 0



Zone 1



Zone 2

IEC 2151/08

Figure C.1 – Symboles préférés pour les zones d'emplacements dangereux