

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61241-3

Première édition
First edition
1997-05

**Matériels électriques destinés à être utilisés
en présence de poussières combustibles –**

**Partie 3:
Classification des emplacements où des poussières
combustibles sont ou peuvent être présentes**

**Electrical apparatus for use in the presence
of combustible dust –**

**Part 3:
Classification of areas where combustible
dusts are or may be present**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61241-3: 1997

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61241-3

Première édition
First edition
1997-05

**Matériels électriques destinés à être utilisés
en présence de poussières combustibles –**

Partie 3:

**Classification des emplacements où des poussières
combustibles sont ou peuvent être présentes**

**Electrical apparatus for use in the presence
of combustible dust –**

Part 3:

**Classification of areas where combustible
dusts are or may be present**

© IEC 1997 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Généralités	8
2 Définitions	10
3 Classification des emplacements et sécurité	14
4 Procédure pour la classification des emplacements	16
5 Documentation	26
Annexe A – Exemples pratiques	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 General	9
2 Definitions	11
3 Area classification and safety	15
4 Procedure for area classification	17
5 Documentation	27
Annex A – Practical examples	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES COMBUSTIBLES –

Partie 3: Classification des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61241-3 a été établie par le sous-comité 31H: Matériels destinés à être utilisés en présence de poussières inflammables, du comité d'études 31 de la CEI: Matériel électrique pour atmosphères explosives.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
31H/61/FDIS	31H/65/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.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL APPARATUS FOR USE IN THE PRESENCE
OF COMBUSTIBLE DUST –****Part 3: Classification of areas where combustible
dusts are or may be present**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61241-3 has been prepared by subcommittee 31H: Apparatus for use in the presence of ignitable dust, of IEC technical committee 31: Electrical apparatus for explosive atmospheres.

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

FDIS	Report on voting
31H/61/FDIS	31H/65/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.

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

La présente norme donne des conseils sur la classification des emplacements où des risques de poussières inflammables peuvent se produire. L'objet de la classification est de permettre la sélection du matériel électrique approprié à utiliser dans de tels emplacements. Des critères généraux et spécifiques sont donnés pour la méthode de classification des emplacements, accompagnés de quelques exemples.

En raison de l'exercice d'ingéniosité nécessaire pour l'établissement des installations électriques dans les emplacements où sont ou peuvent être présentes des poussières combustibles, il est souvent possible de placer la plupart des équipements dans des emplacements moins dangereux ou dans des emplacements non dangereux et, par conséquent, de réduire la quantité des équipements spéciaux exigés.

La présente norme contient une annexe informative donnant des exemples pratiques de classement de emplacements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61241-3:1997

Without 2M

INTRODUCTION

This standard gives guidance on the classification of areas where ignitable dust risks can arise. The purpose of the classification is to permit selection of appropriate electrical apparatus for use in such areas. General and special criteria are given for the procedure of area classification accompanied by a number of examples.

Through the exercise of ingenuity in the layout of electrical installations for areas where combustible dusts are or may be present, it is frequently possible to locate much of the equipment in less hazardous or in nonhazardous locations and, thus, to reduce the amount of special equipment required.

This standard contains an informative annex giving practical examples for classifying areas.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61241-3:1997

Withd2W

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS EN PRÉSENCE DE POUSSIÈRES COMBUSTIBLES –

Partie 3: Classification des emplacements où des poussières combustibles sont ou peuvent être présentes

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente partie de la CEI 61241 concerne la classification des emplacements où sont présents des mélanges poussières/air explosifs et des couches de poussières combustibles, afin de permettre la sélection correcte du matériel électrique à utiliser dans de tels emplacements.

La présente norme est destinée à être appliquée dans les emplacements où il peut exister un risque dû à la présence de mélanges poussières/air explosifs ou de couches de poussières combustibles, dans les conditions atmosphériques normales. Elle ne s'applique pas:

- aux mines souterraines;
- au traitement et à la fabrication des explosifs;
- aux emplacements où un risque peut survenir en raison de la présence de mélanges hybrides;
- aux défaillances catastrophiques, qui sont au-delà du concept d'anormalité traité dans la présente norme (voir note 1);
- aux sources d'inflammation autres que celles associées au matériel électrique (voir note 2);
- à tout risque provenant de l'émission de gaz inflammables ou toxiques par la poussière.

La présente norme s'applique généralement au matériel adapté à l'utilisation et au stockage à des températures ambiantes comprises entre -20 °C et $+40\text{ °C}$, y compris. Elle est également applicable au matériel utilisable dans des applications spécifiques avec des plages de températures différentes.

La présente norme ne prend pas en compte les effets des dommages indirects suivant un feu ou une explosion.

NOTES

- 1 Dans ce contexte, l'expression défaillance catastrophique s'applique, par exemple, à la rupture d'un silo de stockage ou d'un convoyeur pneumatique.
- 2 Dans toutes les installations de fabrication, indépendamment de leur taille, il peut y avoir de nombreuses sources d'inflammation, en dehors de celles associées au matériel électrique. Des mesures appropriées seront nécessaires pour garantir la sécurité dans ce contexte, mais celles-ci sortent du cadre de la présente norme.

1.2 *Références normatives*

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61241. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61241 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des normes internationales en vigueur.

ELECTRICAL APPARATUS FOR USE IN THE PRESENCE OF COMBUSTIBLE DUST –

Part 3: Classification of areas where combustible dusts are or may be present

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 61241 is concerned with the classification of areas where explosive dust/air mixtures and combustible dust layers are present, in order to permit the proper selection of electrical apparatus for use in such areas.

This standard is intended to be applied where there can be a risk due to the presence of explosive dust/air mixtures or combustible dust layers under normal atmospheric conditions. It does not apply to:

- underground mining;
- the processing and manufacture of explosives;
- areas where a risk can arise due to the presence of hybrid mixtures;
- catastrophic failures, which are beyond the concept of abnormality dealt with in this standard (see note 1);
- ignition sources other than those associated with electrical apparatus (see note 2);
- any risk arising from an emission of flammable or toxic gas from the dust.

This standard is generally applicable to apparatus suitable for use and storage at ambient temperatures between $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ inclusive. It is also applicable to apparatus for use in specific applications with different temperature ranges.

This standard does not take into account the effects of consequential damage following a fire or an explosion.

NOTES

- 1 Catastrophic failure in this context is applied, for example, to the rupture of a storage silo or a pneumatic conveyor.
- 2 In any process plant, irrespective of size, there can be numerous sources of ignition apart from those associated with electrical apparatus. Appropriate precautions will be necessary to ensure safety in this context, but these are outside the scope of this standard.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61241. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61241 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of current valid international standards.

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

ISO 4225: 1994, *Qualité de l'air – Aspects généraux – Vocabulaire*

2 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61241, les définitions suivantes ainsi que celles de la CEI 60050(426) s'appliquent.

2.1 **emplacement:** Région ou un espace tridimensionnel.

2.2 **conditions atmosphériques normales:** Conditions incluant des variations de pression et de température supérieures et inférieures aux niveaux de référence de 101,3 kPa (1 013 mbar) et 20 °C (293 K), à condition que lesdites variations aient un effet insignifiant sur les propriétés explosives des poussières combustibles.

2.3 **mélanges hybrides:** Mélanges de poussières/air combinés à des quantités importantes de vapeurs et de gaz inflammables. Si la concentration de vapeurs ou de gaz inflammables ne dépasse pas 20 % de la limite inférieure d'explosivité de la vapeur ou du gaz concerné, le système peut être considéré, dans la plupart des cas, comme un mélange pur de poussières/air inflammable. Au-delà de ce niveau, un examen spécifique peut être requis.

2.4 **poussières:** Petites particules solides présentes dans l'atmosphère qui se déposent sous leur propre poids, mais peuvent rester en suspension dans l'air un certain temps (comprend poussières et impuretés, telles que définies dans l'ISO 4225).

2.5 **poussières conductrices:** Poussières dont la résistivité électrique est égale ou inférieure à $10^3 \Omega\text{m}$.

2.6 **atmosphère explosive poussiéreuse:** Mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de poussières ou de fibres dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé. [VEI 426-02-04]

2.7 **poussières combustibles:** Poussières qui peuvent brûler ou être portées à incandescence et qui pourraient former des mélanges explosifs avec l'air, aux températures normales et à la pression atmosphérique.

2.8 **emplacement classé (poussières):** Emplacement dans lequel les poussières combustibles sous forme de nuage ou de couche sont, ou peuvent être considérées comme devant être présentes en quantités telles qu'elles nécessitent des précautions spéciales pour la construction et l'utilisation du matériel électrique, de manière à éviter l'inflammation d'un mélange poussières/air explosif, ou de la couche de poussières combustibles.

2.9 **emplacement non classé (poussières):** Emplacement dans lequel les poussières combustibles ne seront pas présentes en quantités suffisantes pour permettre la formation de mélanges poussières/air explosifs importants et/ou de couches de poussières combustibles.

2.10 **zones:** Les emplacements classés sont divisés en zones reposant sur la fréquence et la durée d'apparition de mélanges poussières/air explosifs. Il convient que les couches de poussières soient également prises en considération.

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

ISO 4225: 1994, *Air quality – General aspects – Vocabulary*

2 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61241, the definitions of IEC 60050(426), as well as the following, apply.

2.1 **area:** An area is considered a three-dimensional region or space.

2.2 **normal atmospheric conditions:** Conditions that include variations in pressure and temperature 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 explosive properties of the combustible dust.

2.3 **hybrid mixtures:** Dust/air mixtures combined with significant amounts of flammable vapours and gases. Provided that the concentration of flammable vapours or gases does not exceed 20 % of the lower explosion limit of the vapour or gas concerned, in most cases the system can be treated as a purely combustible dust/air mixture. Above this level, special considerations may be required.

2.4 **dust:** Small solid particles in the atmosphere which settle out under their own weight, but which may remain suspended in air for some time (includes dust and grit as defined in ISO 4225).

2.5 **conductive dust:** Dust with electrical resistivity equal to or less than $10^3 \Omega m$.

2.6 **explosive dust atmosphere:** A mixture with air, under atmospheric conditions, of flammable substances in the form of dust or fibres in which, after ignition, combustion spreads throughout the unconsumed mixture. [IEV 426-02-04]

2.7 **combustible dust:** Dust that can burn or glow in air and could form explosive mixtures with air at atmospheric pressure and normal temperatures.

2.8 **classified area (dust):** Area in which combustible dust in cloud or layer form is, or can be expected to be, present in quantities such as to require special precautions for the construction and use of electrical apparatus in order to prevent ignition of an explosive dust/air mixture or combustible dust layer.

2.9 **non-classified area (dust):** Area in which combustible dust will not be present to an extent that will permit the formation of significant explosive dust/air mixtures and/or combustible dust layers.

2.10 **zones:** Classified areas are divided into zones based upon the frequency and duration of the occurrence of explosive dust/air mixtures. Dust layers should also be taken into consideration.

2.11 zone 20: Emplacement dans lequel pendant le fonctionnement normal, des poussières combustibles, sous forme de nuage, sont présentes en permanence ou fréquemment en quantité suffisante pour produire une concentration explosive de poussières combustibles en mélange avec l'air, et/ou dans lequel des couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable peuvent se former.

Cela peut être le cas à l'intérieur d'un confinement de poussières où la poussière peut former des mélanges explosifs, fréquemment ou pendant de longues périodes. Cela survient typiquement à l'intérieur de l'équipement.

2.12 zone 21: Emplacement non classé comme zone 20 dans lequel, pendant le fonctionnement normal, des poussières combustibles, sous forme de nuage, sont susceptibles d'apparaître en quantité suffisante pour être capable de produire une concentration explosible de poussières combustibles en mélange avec l'air.

Cette zone peut comprendre, entre autres, des emplacements à proximité immédiate de points de remplissage ou de vidage de produits pulvérulents, et des emplacements où des couches de poussières se forment et sont susceptibles de donner lieu, pendant le fonctionnement normal, à une concentration explosive de poussières combustibles en mélange avec l'air.

2.13 zone 22: Emplacement non classé comme zone 21 dans lequel des nuages de poussières peuvent apparaître rarement et subsister seulement pendant de courtes périodes, ou dans lequel des accumulations ou des couches de poussières combustibles ou inflammables peuvent être présentes dans des conditions anormales et peuvent donner lieu à des mélanges inflammables de poussières dans l'air. Après une condition anormale, l'emplacement est à classer en zone 21 si l'enlèvement des accumulations ou des couches de poussières ne peut pas être réalisé.

Cette zone peut comprendre, entre autres, des zones à proximité d'un équipement contenant des poussières, lesquelles peuvent s'échapper par des fuites et former des dépôts (salles de broyage, par exemple, dans lesquelles des poussières peuvent s'échapper des broyeurs et se déposer).

2.14 source de dégagement de poussières: Point ou emplacement à partir duquel des poussières combustibles peuvent être libérées ou soulevées, de telle manière qu'un mélange poussières/air explosif peut être formé. En fonction des circonstances, toutes les sources de dégagement ne produiront pas nécessairement un mélange poussières/air explosif. Il faut cependant tenir compte du fait qu'une petite source de dégagement permanente ou diluée dans le temps peut occasionner une couche de poussières potentiellement dangereuse.

Les sources de dégagement seront divisées selon les différents degrés suivants, en fonction de l'ordre de probabilité décroissante.

- Formation continue d'un nuage de poussières:

emplacements dans lesquels un nuage de poussières peut exister d'une manière continue ou qui est supposé être présent pendant de longues périodes, ou de courtes périodes se répétant fréquemment.

- Degré de dégagement primaire:

une source qui peut être supposée dégager périodiquement ou occasionnellement, pendant le fonctionnement normal.

- Degré de dégagement secondaire:

une source qui n'est pas supposée dégager pendant le fonctionnement normal et si cependant elle se dégage, est seulement susceptible de le faire rarement, et pendant de courtes périodes.

2.15 étendue de zone: Distance, dans toute direction, entre le bord d'une source de dégagement et le point où le risque associé à cette zone est considéré ne plus exister.

2.11 zone 20: An area in which combustible dust, as a cloud, is present continuously or frequently, during normal operation, in sufficient quantity to be capable of producing an explosive concentration of combustible dust mixed with air, and/or where layers of dust of uncontrollable and excessive thickness can be formed.

This can be the case inside dust containment areas where dust can form explosive mixtures frequently or for long periods of time. This occurs typically inside equipment.

2.12 zone 21: An area not classified as zone 20 in which combustible dust, as a cloud, is likely to occur during normal operation, in sufficient quantities to be capable of producing an explosive concentration of combustible dust mixed with air.

This zone can include, among others, areas in the immediate vicinity of powder filling or emptying points and areas where dust layers occur and are likely in normal operation to give rise to an explosive concentration of combustible dust mixed with air.

2.13 zone 22: Areas not classified as zone 21 in which combustible dust clouds may occur infrequently, and persist for only a short period, or in which accumulations or layers of combustible dust may be present under abnormal conditions and give rise to combustible mixtures of dust in air. Where, following an abnormal condition, the removal of dust accumulations or layers cannot be assured then the area is to be classified zone 21.

This zone can include, among others, areas in the vicinity of equipment containing dust, which dust can escape from leaks and form deposits (such as milling rooms in which dust can escape from the mills and then settle).

2.14 source of dust release: A point or location from which combustible dust can be released or raised, so that an explosive dust/air mixture can be formed. Depending on the circumstances, not every source of release will necessarily produce an explosive dust/air mixture. But it has to be taken into account that a dilute or small continuous source of release in time is able to produce a potentially hazardous dust layer.

Sources of release will be divided into the following grades, depending on the order of decreasing likelihood.

- Continuous formation of dust cloud:

locations in which a dust cloud may exist continuously, or may be expected to continue for long periods or for short periods which occur frequently.

- Primary grade of release:

a source which can be expected to release periodically or occasionally during normal operation.

- Secondary grade of release:

a source which is not expected to release during normal operation and if it releases, is likely to do so only infrequently and for short periods.

2.15 extent of zone: Distance in any direction from the edge of a source of release to the point where the hazard associated with that zone is considered to exist no longer.

2.16 fonctionnement normal: Condition où l'équipement de fabrication fonctionne dans ses paramètres de conception. Des faibles dégagements de poussières (dégagements provenant de filtres, par exemple), peuvent faire partie du fonctionnement normal.

2.17 conditions anormales: Dysfonctionnements prévus liés à la fabrication qui interviennent rarement.

NOTE – Des exemples sont:

- défaillances qui impliquent une réparation ou un arrêt;
- défaillances de l'équipement de filtration;
- rupture des raccords flexibles;
- rupture des sacs de produit;
- surpressions;
- fuite de systèmes de convoyage.

3 Classification des emplacements et sécurité

3.1 Principes de sécurité

Il convient que les installations dans lesquelles des poussières combustibles sont manutentionnées, produites ou stockées soient conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire au minimum tous les dégagements de poussières combustibles et, par conséquent, l'étendue des emplacements classés.

Dans le cas des activités d'entretien, l'étendue de la zone peut être temporairement modifiée, mais il convient que cela soit négocié dans le cadre d'un système de permis de travailler.

Des poussières combustibles forment normalement des atmosphères explosives poussiéreuses entre certaines concentrations. Bien qu'un mélange d'air et de poussières à haute concentration ne puisse pas former une atmosphère explosive poussiéreuse cela pourra être fait par dilution.

Dans une situation où les mélanges poussières/air explosifs sont possibles, il convient de suivre les étapes ci-après.

- éliminer la probabilité d'un mélange poussières/air explosif et de couches de poussières combustibles; ou
- éliminer la probabilité des sources d'inflammation.

NOTE – Si l'élimination de la probabilité d'apparition d'un mélange explosif air/poussières et la réduction de la probabilité de toute source d'inflammation à un niveau acceptable ne sont pas possibles, il convient alors de prendre en considération des systèmes d'événements d'explosion ou des systèmes de suppression des explosions.

Si cela ne peut pas être fait, il convient de prendre des mesures pour réduire la probabilité d'apparition de l'une ou des deux situations, de manière que la probabilité de coïncidence soit suffisamment petite pour être acceptable. Dans certains cas, il peut être nécessaire de recourir à quelque forme de protection contre les explosions.

3.2 Objectifs de la classification des emplacements

La classification des emplacements est une méthode d'analyse et de classement de l'environnement des installations ou des usines, en fonction de la probabilité d'apparition de mélanges explosifs poussières/air et de couches de poussières combustibles. Cela facilitera la sélection correcte du matériel électrique destiné à être utilisé, en toute sécurité, dans un tel environnement, en tenant compte des caractéristiques de la poussière.

2.16 normal operation: The situation when the process equipment is operating within its design parameters. Minor releases of dust (for example releases from filters) can be part of normal operation.

2.17 abnormal conditions: Expected process-linked malfunctions that can occur infrequently.

NOTE – Examples are:

- failures which involve repair or shut down;
- failure of filter material;
- failure of flexible connections;
- failure of product bags;
- overpressure reliefs;
- leakage of conveying systems.

3 Area classification and safety

3.1 Safety principles

Installations in which combustible dust is handled, produced or stored should be designed, operated and maintained so that any releases of combustible dust, and consequently the extent of classified areas, are kept to a minimum.

In the case of maintenance activities, the extent of the zone can be temporarily affected, but it is expected that this would be dealt with by a permit-to-work system.

Combustible dusts normally form explosive dust atmospheres between certain concentrations. Although a highly concentrated dust/air mixture may not form an explosive dust atmosphere, it can do so by dilution.

In a situation where explosive dust/air mixtures are possible, the following steps should be taken:

- eliminate the likelihood of an explosive dust/air mixture and combustible dust layers; or
- eliminate the likelihood of any source of ignition.

NOTE – If it is not possible to eliminate the probability of occurrence of an explosive dust/air mixture and decrease the probability of any source of ignition to an acceptable level, then explosion venting systems or explosion suppression systems should be considered.

If this cannot be done, then measures should be taken to reduce the likelihood of the occurrence of either or both so that the likelihood of coincidence is so small as to be acceptable. In some cases, it can be necessary to employ some form of explosion protection.

3.2 Area classification objectives

Area classification is a method of analyzing and classifying the plant or installation environment according to the likelihood of occurrence of explosive dust/air mixtures and combustible dust layers. This will facilitate proper selection of electrical apparatus to be used safely in that environment, taking into account the characteristics of the dust.

Dans la plupart des situations pratiques, où des poussières combustibles sont présentes, il est difficile de garantir qu'un mélange explosif poussières/air ou une couche de poussières combustibles ne se produira jamais. Il peut aussi être difficile d'assurer que le matériel électrique ne donnera jamais naissance à une source d'inflammation. Par conséquent, dans des situations où un mélange poussières/air explosif ou une couche de poussières combustibles a une grande probabilité de se produire, la confiance est placée sur l'emploi d'un matériel électrique qui est conçu pour avoir une très faible probabilité de créer une source d'inflammation.

Réciproquement, si la probabilité d'apparition d'un mélange explosif poussières/air ou d'une couche de poussières combustibles est plus faible, un matériel électrique construit selon une norme moins rigoureuse peut être utilisé.

3.3 Principes de la classification des emplacements

Pour la classification des emplacements, le matériau et l'installation doivent être clairement spécifiés.

- a) La première étape est l'identification des caractéristiques du matériau, par exemple la taille des particules, l'humidité, les températures d'inflammation en nuage et en couche et la résistivité.
- b) La seconde étape est d'identifier où les sources de dégagement de poussières peuvent être présentes, comme cela est donné en 4.2.
- c) La troisième étape est la détermination de la probabilité d'apparition d'un dégagement de ces sources, et par conséquent, la probabilité de survenue de mélanges poussières/air explosifs dans différentes parties de l'installation, comme cela est donné en 4.3.
- d) La quatrième étape est l'identification de la possibilité de formation de couches de poussières potentiellement dangereuses, comme cela est donné en 4.4.

C'est seulement après ces étapes que l'emplacement peut être classé.

Il convient que l'installation soit construite de manière à minimiser le besoin de classer les zones à l'extérieur de l'installation.

Cette norme devant couvrir une grande étendue de circonstances, aucune identification précise des mesures nécessaires ne peut être donnée pour chaque cas individuel. Il est donc important que la procédure recommandée soit réalisée par du personnel ayant connaissance des principes de classification des emplacements, de l'installation concernée et de son fonctionnement. Une coopération étroite avec les professionnels de la sécurité, de la fabrication et de l'électricité est nécessaire.

4 Procédure pour la classification des emplacements

4.1 Généralités

La présente norme adopte un concept similaire à celui utilisé pour les gaz et les vapeurs inflammables et d'utilisation d'une classification des emplacements, pour donner une indication du risque d'incendie, et/ou d'explosion, si une source d'inflammation devait être présente. Toutefois, contrairement aux gaz et vapeurs inflammables, les poussières combustibles ne seront pas nécessairement évacuées par ventilation ou diffusion, une fois le dégagement arrêté. Cela a des implications pour la classification des emplacements qui est différente de celle pour les gaz et vapeurs inflammables. Si des nuages de poussières très dispersés, et donc non explosifs, sont produits en permanence ou durant de longues périodes, des couches de poussières épaisses seront formées avec le temps. Des mouvements d'air rapides peuvent créer des mélanges poussières/air explosifs, par génération de nuages à partir de ces couches de poussières. Un dépôt brûlant de poussières peut, par conséquent, enflammer un nuage de poussières s'il est dérangé.

In most practical situations where combustible dusts are present, it is difficult to ensure that an explosive dust/air mixture or a combustible dust layer will never occur. It can also be difficult to ensure that electrical apparatus will never give rise to a source of ignition. Therefore, in situations where an explosive dust/air mixture or combustible dust layer has a high likelihood of occurring, reliance is placed on using electrical apparatus which is designed to have an extremely low likelihood of creating a source of ignition.

Conversely, where the likelihood of an explosive dust/air mixture or a combustible dust layer occurring is less, electrical apparatus constructed to a less rigorous standard can be used.

3.3 Area classification principles

For the area classification, the material and the installation has to be clearly specified.

- a) The first step is to identify the material characteristics, such as particle size, moisture content, cloud and layer ignition temperature and resistivity.
- b) The second step is to identify where dust containment or sources of dust release can be present, as given in 4.2.
- c) The third step is to determine the likelihood of the occurrence of release from those sources and thus, the likelihood of explosive dust/air mixtures in various parts of the installation, as given in 4.3.
- d) The fourth step is the identification of the possibility of formation of potentially hazardous dust layers, as given in 4.4.

It is only after these steps have been taken that the area can be classified.

The installation should be constructed in such a way as to minimize the need to classify areas outside the installation.

Because this standard covers a wide range of circumstances, no exact identification of necessary measures can be given for each individual case. It is important, therefore, that the recommended procedure should be carried out by personnel having knowledge of the principles of area classification, the plant involved and its functioning. Close co-operation with professionals in safety, process and electricity is necessary.

4 Procedure for area classification

4.1 General

This standard adopts the concept similar to that used for flammable gases and vapours, and of using an area classification to give an indication of the risk of fire and/or explosion, should an ignition source be present. However, combustible dusts, unlike flammable gases and vapours, will not necessarily be removed by ventilation or diffusion after the release has stopped. This has implications for the area classification that are different from those for flammable gases and vapours. If very dilute and thus non-explosive dust clouds are generated continuously or over long periods, in time thick dust layers will be formed. Rapid air movements can, by generation of dust clouds from these dust layers, create explosive dust/air mixtures. A burning deposit of dust may subsequently ignite a dust cloud if it is disturbed.

4.2 Identification des sources de dégagement

En général, il est nécessaire d'identifier les conditions dans lesquelles un équipement de fabrication, une étape de fabrication ou d'autres opérations qui peuvent être prévues dans des installations, peuvent former des mélanges explosifs poussières/air, ou créer des couches de poussières combustibles.

Il est nécessaire de prendre en considération séparément l'intérieur et l'extérieur d'un système de confinement de poussières. A l'intérieur d'un système de confinement la poussière n'est pas dégagée mais peut former des nuages de poussières.

La situation à l'intérieur d'un confinement de poussières doit être identifiée. Les installations dans lesquelles des quantités importantes de produits pulvérulents sont stockées et/ou traitées (par exemple silos, broyeurs et mélangeurs) sont différentes de celles dans lesquelles aucun dépôt de poussières n'existe.

L'extérieur du confinement de poussières doit également être pris en compte. De nombreux facteurs peuvent influencer la classification en zones. Par exemple:

- si des pressions supérieures à la pression atmosphérique sont utilisées (transfert pneumatique à pression positive), les poussières peuvent être facilement soufflées de l'équipement qui fuit. En cas de pression négative, la probabilité de formation de zones poussiéreuses à l'extérieur de l'équipement est très faible;
- les gaines flexibles deviendront plus facilement une source de dégagement de poussières que les gaines métalliques fixes.

Il convient également de prendre en considération d'autres paramètres de fabrication, comme la vitesse de transport, la vitesse d'extraction des poussières et la hauteur de chute, dans la détermination des possibilités de dégagement de poussières.

De même, la taille des particules de poussières et la teneur en humidité peuvent influencer, pour une grande part, sur le dégagement éventuel.

Une fois le potentiel de dégagement de poussières de fabrication connue, les différents emplacements et types de sources de dégagement auront à être identifiés. Il convient de ne pas considérer les éléments suivants comme sources de dégagement en fonctionnement normal:

- pour les récipients sous pression, la structure principale de l'enveloppe, orifices et regards fermés compris;
- tuyaux, gaines et conduites principales sans raccordements;
- presse-étoupes de vannes et raccords à brides, à condition que la conception et la construction aient tenu compte de la prévention des conséquences d'une fuite de poussières.

Des exemples de sources de dégagements sont:

- formation continue d'un nuage de poussières:

les intérieurs d'équipements de fabrication, tels que silos, mélangeurs et broyeurs, dans lesquels des poussières sont introduites ou formées.

- degré de dégagement primaire:

l'intérieur de certaines installations d'extraction, ou la proximité immédiate d'un point de remplissage de sacs ouverts.

- degré de dégagement secondaire:

des regards devant être ouverts occasionnellement et seulement pendant de très courtes périodes et un local de manutention de produits pulvérulent où des dépôts de poussières sont présents.

4.2 Identification of sources of release

In general, the conditions need to be identified in which process equipment, process steps, or other actions that can be expected in plants, can form explosive dust air/mixtures or create combustible dust layers.

It is necessary to consider separately the inside and outside of a dust containment system. Inside a containment system, the dust is not released but may form dust clouds.

The situation inside dust containment has to be identified. Installations in which large amounts of dusty products are stored and/or processed (such as silos, mills and blenders) are different from installations in which normally no dust deposits exist.

Also, the outside of dust containment is to be taken into account. Many factors can influence the area classification. Examples are:

- if higher than atmospheric pressures are used (positive pressure pneumatic transfer), dust can easily be blown out of leaking equipment. In the case of negative pressure, the likelihood of formation of dusty areas outside the equipment is very low;
- flexible ducts will more easily become a source of dust release than fixed metal ducts.

Other process parameters, such as transport velocity, dust extraction rate and fall height, should also be taken into consideration in establishing process potentials for dust release.

Also, the dust particle size and moisture content can influence the release potential to a large extent.

Once the process potential for release of dust is known, the various potential locations and types of sources of release have to be identified. The following items should not be regarded as sources of release during normal operation:

- for pressure vessels, the main structure of the shell, including closed nozzles and manholes;
- pipes, ducting and trunking without joints;
- valve glands and flanged joints, provided that the design and construction have given adequate consideration to the prevention of leakage of dust.

Examples of sources of release are:

- continuous formation of dust cloud:

the insides of process equipment such as silos, blenders and mills in which dust is introduced or formed.

- primary grade of release:

the inside of some extraction equipment or the close vicinity around an open bag filling point.

- secondary grade of release:

manholes that need to be opened occasionally and only during a very short period, and a powder handling room where deposits of dust are present.

4.3 Probabilité d'apparition des sources de dégagement

Lorsque les sources de dégagement dans la fabrication ont été identifiées, l'étape suivante est d'identifier la fréquence et durant quelle durée le dégagement de poussières peut avoir lieu. Voir également 2.14.

4.4 Identification de la possibilité de formation de couches de poussières potentiellement dangereuses

A l'intérieur du confinement de poussières, dans lequel des produits pulvérulents sont stockés, manutentionnés ou traités, des couches de poussières d'épaisseur non maîtrisable ne peuvent pas souvent être évitées, car elles font partie intégrante de la fabrication.

A l'opposé, les couches de poussières formées à l'extérieur du confinement de poussières doivent être maintenues (par l'entretien, par exemple) à un niveau acceptable. Le niveau acceptable choisi peut avoir des conséquences sur la sélection du matériel électrique. Le niveau acceptable dépend, entre autres, des caractéristiques des poussières et de la température de surface du matériel électrique. En principe, les couches de poussières à l'extérieur du matériel sont d'épaisseur maîtrisable.

Dans la plupart des cas, une couche de poussières contient suffisamment de poussières pour créer des mélanges explosifs poussières/air. L'emplacement doit donc être classé.

Il convient également de tenir compte du fait qu'avec le temps, la formation de couches de poussières dangereuses à partir de nuages de poussières très dilués est également possible.

Selon la probabilité de formation de mélanges poussières/air potentiellement explosifs et de couches de poussières potentiellement dangereuses, les zones peuvent être désignées d'après le tableau 1.

Tableau 1 – Désignation des zones pour les emplacements en fonction du degré de dégagement et de la possibilité de formation de couches de poussières potentiellement dangereuses

Degré de la source	Nuages de poussières	Couches de poussières d'épaisseur maîtrisée	
		Souvent perturbée	Rarement perturbée
Permanente	20	21	22
Primaire	21	21	22
Secondaire	22	21	22

4.5 Exemples de désignation de zones

Zone 20

Exemples d'emplacements pouvant occasionner une zone 20 à l'intérieur du confinement de poussières:

- trémies, silos, etc;
- cyclones et filtres;
- systèmes de transport de produits pulvérulents, à l'exception de certaines parties des convoyeurs à chaîne et à bande, etc,
- mélangeurs, broyeurs, sécheurs, matériel d'ensachage, etc.
- extérieur du confinement où un mauvais entretien permet la formation de couches de poussières d'épaisseur non maîtrisable.

4.3 Likelihood of the occurrence of sources of release

Once the sources of release in the process have been identified, the next step is to identify how often and during what period the release of dust can take place. See also 2.14.

4.4 Identification of the possibility of formation of potentially hazardous dust layers

Inside dust containment where dusty products are stored handled or processed, uncontrolled thick dust layers often cannot be prevented because they are part of the process itself.

In contrast, dust layers that are formed outside dust containment shall be controlled (by housekeeping for example) to an acceptable level. The acceptable level chosen can have consequences for the selection of electrical equipment. The acceptable level depends, among other things, on the characteristics of the dust and the surface temperature of the electrical equipment. In principle, dust layers outside equipment are of controllable thickness.

In most cases a dust layer contains enough dust to create explosive dust/air mixtures. The area then must be classified.

It should be taken into account that in time, formation of hazardous dust layers is also possible from very dilute dust clouds.

Based on the likelihood of the formation of potentially explosive dust/air mixtures and potentially hazardous dust layers, the areas can be designated according to table 1.

Table 1 – Designation of zones depending on the grade of release and possibility of formation of potentially hazardous dust layers

Grade of source	Dust clouds	Dust layers of controlled thickness	
		Disturbed often	Disturbed rarely
Continuous	20	21	22
Primary	21	21	22
Secondary	22	21	22

4.5 Examples of designation of zones

Zone 20

Examples of locations that may give rise to zone 20 inside dust containment:

- hoppers, silos, etc.;
- cyclones and filters;
- dust transport systems, except some parts of belt and chain conveyors, etc.;
- blenders, mills, dryers, bagging equipment, etc.;
- outside the containment, where bad housekeeping allows layers of dust of uncontrollable thickness to be formed.

Zone 21

Exemples d'emplacements pouvant occasionner une zone 21:

- emplacements à l'extérieur du confinement de poussières et à proximité de portes d'accès, soumises à de fréquents démontages ou ouvertures, pour effectuer des opérations, lorsque les mélanges explosifs poussières/air internes ne sont pas présents avec une pression inférieure à la pression atmosphérique;
- emplacements à l'extérieur du confinement de poussières, à proximité de points de remplissage et de vidage, bandes d'alimentation, points d'échantillonnage, postes de déversement de camions, points de basculement de bandes, etc., où aucune mesure n'est prise pour empêcher la formation de mélanges explosifs poussières/air;
- emplacements à l'extérieur du confinement de poussières où les poussières s'accumulent et où à cause des opérations de fabrication, la couche de poussières est susceptible d'être agitée de manière à former des mélanges explosifs poussières/air;
- emplacements autour des sorties de cyclones et des filtres sacs. L'air qui provient de ces sorties contient toujours une faible quantité de poussières très fines (source de dégagement continu avec une faible concentration), de ce fait, la poussière peut s'accumuler autour des sorties et entraîner, dans le temps, la formation de mélanges explosifs poussières/air si les couches de poussières venaient à être perturbées.

Zone 22

Exemples d'emplacements occasionnant une zone 22:

- sorties des événements de filtres à manches, parce qu'ils peuvent donner lieu à l'apparition de mélanges explosifs poussières/air en cas de dysfonctionnement;
- emplacements proches de l'équipement qui doit être ouvert par intermittence, ou de l'équipement dans lequel, par expérience, se produisent facilement des fuites au travers desquelles, en raison de la pression supérieure à la pression atmosphérique, des poussières peuvent être projetées: équipement pneumatique (pression positive), raccords flexibles pouvant être endommagés, etc;
- dispositifs de sécurité associés à des événements d'explosion, tels que disques de rupture et portes d'explosion, qui pourraient donner lieu à un dégagement de poussières au moment de l'ouverture;
- stockage de sacs contenant des produits pulvérulents. La rupture des sacs peut se produire pendant la manutention, provoquant une fuite de poussières;
- les emplacements normalement classés en zone 21 peuvent être déclassés en zone 22 lorsque des mesures sont prises pour éviter la formation de mélanges explosifs poussières/air. De telles mesures comprennent une ventilation par extraction. Il convient d'utiliser ces mesures à proximité de points de remplissage et de vidage (de sacs), bandes d'alimentation, points d'échantillonnage, postes de déversement de camions, points de basculement de bandes, etc;
- emplacements où des couches de poussières contrôlables se sont formées et qui peuvent, d'une manière peu probable, engendrer des mélanges explosifs poussières/air. Dans la plupart des cas, une couche de poussières contient suffisamment de poussières pour créer des mélanges explosifs poussières/air. L'emplacement sera classé comme sûr seulement si la couche est enlevée par nettoyage, avant que des mélanges explosifs poussières/air dangereux puissent être formés.

Les couches de poussières d'épaisseur non maîtrisables ne se trouvent qu'à l'intérieur du confinement de poussières à condition qu'à l'extérieur de l'équipement, des mesures appropriées soient prises contre les accumulations de poussières.

Toutefois, à l'extérieur des confinements de poussières, tous les types de dégagement qui créent une couche de poussière non maîtrisable (par exemple mauvais entretien), ce qui est inacceptable, entraîneront toujours une zone 20.

Zone 21

Examples of locations that may give rise to zone 21:

- areas outside dust containment, and in the vicinity of access doors subject to frequent removal or opening for operation purposes, when internal explosive dust/air mixtures are not present below atmospheric pressure;
- areas outside dust containment in the proximity of filling and emptying points, feed belts, sampling points, truck dump stations, belt dump over points, etc., where no measures are employed to prevent the formation of explosive dust/air mixtures;
- areas outside dust containment, where dust accumulates and where due to process operations, the dust layer is likely to be disturbed to form explosive dust/air mixtures;
- areas around the outlets from cyclones and bag filters. Because the outlet air from these always contains small quantities of very fine dust (continuous source with low concentration), dust can accumulate near the outlets and in time can give rise to explosive dust/air mixtures, should the dust layers be disturbed.

Zone 22

Examples of locations giving rise to zone 22:

- outlets from bag filter vents, because in the event of a malfunction there can be emission of explosive dust/air mixtures;
- locations near equipment that has to be opened at infrequent intervals, or equipment that from experience can easily form leaks where, due to pressure above atmospheric, dust will be blown out; pneumatic equipment (positive pressure), flexible connections that can become damaged, etc.;
- safety devices associated with explosion venting such as bursting discs and explosion doors that could give rise to a release of dust when opening;
- storage of bags containing dusty products. Breakage of bags can occur during handling, causing dust leakage;
- areas that normally are classified as zone 21 can fall into zone 22 when measures are employed to prevent the formation of explosive dust/air mixtures. Such measures include exhaust ventilation. These measures should be used in the vicinity of (bag) filling and emptying points, feed belts, sampling points, truck dump stations, belt dump over points, etc.;
- areas where controllable dust layers are formed that are unlikely to be raised into explosive dust/air mixtures. In most cases a dust layer contains enough dust to create explosive dust/air mixtures. Only if the layer is removed by cleaning before hazardous dust/air mixtures can be formed, can the area be classified as safe.

Dust layers of uncontrollable thickness are only found inside dust containment, provided that outside equipment proper measures are taken against dust accumulations.

However, outside dust containment, all types of release which cause an uncontrolled dust layer (bad housekeeping) which is unacceptable will always give rise to a zone 20.

4.6 *Etendue des zones*

Zone 20

La zone 20 est délimitée de la façon suivante:

- l'intérieur de l'équipement de manutention et de production de produits pulvérulents dans lequel des mélanges poussières/air explosifs sont présents en permanence ou fréquemment;
- l'intérieur d'un confinement de poussières dans lequel des couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable peuvent se former.

Si un mélange poussières/air explosif est présent en permanence à l'extérieur du confinement de poussières, le classement en zone 20 est requis. Cette situation est cependant inacceptable dans les zones de travail. Il convient de prévenir l'apparition d'une zone 20 dans des zones de travail, par suite de la présence de couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable (par un entretien convenable, par exemple).

Zone 21

Dans la plupart des cas, l'étendue de la zone 21 peut être définie en évaluant les sources de dégagement, par rapport à l'environnement, qui occasionnent soit des mélanges poussières/air explosifs, soit des couches de poussières dangereuses, soit les deux à la fois.

La zone 21 est délimitée de la façon suivante:

- l'intérieur d'un équipement de manutention de produits pulvérulents dans lequel un mélange poussières/air explosible est susceptible de se produire;
- la zone s'étendant à l'extérieur de l'équipement, formée par une source de dégagement, et dépendant également de plusieurs paramètres, tels que quantités de poussières, débit, taille des particules et teneur en humidité du produit. Il convient que cette zone soit faiblement étendue:
 - normalement, une source de dégagement caractéristique ne créera pas un mélange poussières/air explosif s'étendant de plus de 1 m autour du périmètre de la source (regard ouvert, par exemple) et s'étendra verticalement jusqu'au sol ou jusqu'au niveau d'un plancher solide;
 - une telle source de dégagement peut, néanmoins, engendrer des couches de poussières de dimensions beaucoup plus étendues: tous les emplacements dans lesquels des couches de poussières se forment en épaisseur suffisante et où ces dernières, en raison des opérations de fabrication, peuvent être perturbées pour constituer des mélanges poussières/air explosifs. Dans ce cas, l'étendue de l'emplacement est déterminée par l'étendue de la couche de poussières. Dans la plupart des cas, une couche de poussières contient suffisamment de poussières pour créer des mélanges poussières/air explosifs;
 - lorsque la propagation des poussières est limitée par des structures mécaniques (murs, etc), leurs surfaces peuvent être prises comme limite de zone;
 - des considérations d'ordre pratique peuvent induire la nécessité de classer l'ensemble de la zone considérée en zone 21;
 - dans le cas d'emplacements situés à l'extérieur de bâtiments (à l'air libre), la limite de la zone 21 peut être réduite en raison de l'effet des agents atmosphériques, tels que le vent, la pluie, etc. D'ordinaire, un emplacement d'une largeur de 1 m autour de la source de dégagement est suffisante.

4.6 *Extent of zones*

Zone 20

The extent of zone 20 is as follows:

- the inside of dust producing and handling equipment in which explosive dust/air mixtures are present continuously or frequently;
- the inside of dust containment where layers of dust of uncontrollable and excessive thickness can be formed.

If an explosive dust/air mixture outside dust containment is continuously present, a zone 20 classification is required. However, this situation is unacceptable in working areas. The occurrence of a zone 20 in working areas due to dust layers of uncontrollable and excessive thickness should be prevented (by good housekeeping for example).

Zone 21

In most circumstances the extent of zone 21 can be defined by evaluating sources of release in relation to the environment, causing either explosive dust/air mixtures or hazardous dust layers or both.

The extent of zone 21 is as follows:

- the inside of some dust handling equipment in which an explosive dust/air mixture is likely to occur;
- the extent of the area outside the equipment, formed by a source of release, also depending upon several dust parameters, such as dust amounts, flow rate, particle size, and product moisture content. This zone should be of only small extent:
 - a typical source of release normally will not create an explosive dust/air mixture extending for more than 1 m from the perimeter of the source (such as an open manhole), and will extend vertically downwards to the ground or to the level of a solid floor;
 - such a source of release, however, may create dust layers of much larger dimensions; all areas where dust layers are formed in sufficient thickness and where due to process operations the dust layer is likely to be disturbed to form explosive dust/air mixtures. In this case the extent of the zone is determined by the extent of the dust layer. In most cases a dust layer contains enough dust to create explosive dust/air mixtures;
 - where the spread of dust is limited by mechanical structures (walls, etc.), their surfaces can be taken as the boundary of the zone;
 - practical considerations can make it desirable for the whole area under consideration to be classified as zone 21;
 - in the case of areas outside buildings (open air), the boundary of zone 21 can be reduced because of weather effects such as wind, rain, etc. Usually, an area of width 1 m around the source of release is sufficient.

Zone 22

Dans la plupart des cas, l'étendue de la zone 22 peut être définie en évaluant les sources de dégagement, par rapport à l'environnement, qui occasionnent soit des mélanges poussières/air explosifs, soit des couches de poussières dangereuses, soit les deux à la fois.

L'étendue d'un emplacement formé par une source de dégagement dépend également de plusieurs paramètres, tels que quantités de poussières, débit, taille des particules, teneur en humidité du produit:

- en général, la zone aura horizontalement une largeur de 1 m autour de la source de dégagement et s'étendra verticalement jusqu'au sol, ou jusqu'au niveau d'un plancher solide. Une telle source de dégagement peut, néanmoins, engendrer des couches de poussières de largeurs beaucoup plus grandes; tous les emplacements dans lesquels des couches de poussières peuvent se produire comme cela est énoncé pour la zone 22 dans le tableau 1 doivent être inclus dans la zone. Dans la plupart des cas, une couche de poussières contient suffisamment de poussières pour créer des mélanges poussières/air explosifs;
- lorsque la propagation des poussières est limitée par des structures mécaniques (murs, etc.), leurs surfaces peuvent être prises comme limite de zone;
- des considérations d'ordre pratique peuvent induire la nécessité de classer l'ensemble de la zone considérée en zone 22.

Une zone 21 non confinée (non limitée par des structures mécaniques, récipient avec regard ouvert, par exemple), située à l'intérieur, sera toujours environnée d'une zone 22. Cela est dû à la formation de couches de poussières.

Tous les emplacements dans lesquels des couches de poussières d'épaisseur suffisante peuvent se former et où, en raison des opérations de fabrication il est possible, bien que non probable, que la couche de poussières soit perturbée pour former des mélanges poussières/air explosifs. Dans la plupart des cas, une couche de poussières contient suffisamment de poussières pour créer des mélanges poussières/air explosifs.

Dans le cas des emplacements situés à l'extérieur de bâtiments (à l'air libre), la limite de la zone 22 peut être réduite, en raison de l'effet des agents atmosphériques, tels que le vent, la pluie, etc. En règle générale, une zone d'une largeur de 1 m autour de la source de dégagement est suffisante.

5 Documentation

5.1 Généralités

Il est recommandé que la classification des emplacements soit entreprise de telle manière que les différentes étapes qui conduisent à la classification finale soient convenablement documentées.

Il convient que toutes les informations pertinentes utilisées soient référencées. Des exemples de telles informations ou de méthodes utilisées pourraient être:

- a) les recommandations provenant de normes et de règles pertinentes;
- b) l'estimation de la dispersion des poussières provenant de toutes les sources de dégagement;
- c) les paramètres de fabrication qui influent sur la formation des nuages poussières/air et sur les couches de poussières.

Les résultats de l'étude de classification des emplacements ainsi que les modifications ultérieures doivent être enregistrées.

Zone 22

In most circumstances the extent of zone 22 can be defined by evaluating sources of release in relation to the environment causing either explosive dust/air mixtures or dust layers or both.

The extent of an area formed by a source of release also depends upon several dust parameters such as dust amounts, flow rate, particle size, product moisture content:

- typically, the zone will be of horizontal width of 1 m around the source of release and will extend vertically downwards to the ground, or to a solid floor. Such a source of release may create dust layers of much greater widths; all areas where dust layers occur as stated for zone 22 in table 1 shall be included in the zone. In most cases, a dust layer contains enough dust to create explosive dust/air mixtures.

- where the spread of dust is limited by mechanical structures (walls, etc.), their surfaces can be taken as the boundary of the zone.
- practical considerations can make it necessary for the whole area under consideration to be classified as zone 22.

A non-confined zone 21 (not limited by mechanical structures, such as a vessel with open manhole) located inside, will always be surrounded by a zone 22. This is due to the formation of dust layers.

All areas where dust layers of sufficient thickness can be formed, and where, due to process operations, it is possible, but unlikely, that the dust layer will be disturbed to form explosive dust/air mixtures. In most cases, a dust layer contains enough dust to create explosive dust/air mixtures.

In cases of areas outside buildings (open air), the boundary of zone 22 can be reduced because of weather effects such as wind, rain, etc. Usually an area of width 1 m around the source of release is sufficient.

5 Documentation

5.1 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 referenced. Examples of such information, or of a method used, could be:

- a) recommendations from relevant codes and standards;
- b) as assessments of dust dispersion from all sources of release;
- c) process parameters which influence the formation of dust/air mixtures and dust layers.

The results of the area classification study and any subsequent alteration to it shall be placed on record.

Il convient que les propriétés de tous les matériaux utilisés dans l'installation, pertinentes pour la classification des emplacements soient compilées. Ces informations peuvent inclure, par exemple, la température d'inflammation en nuage et en couche, les limites d'explosivité, la résistivité, le taux d'humidité et la taille des particules.

5.2 Plans, feuilles de caractéristiques et tables

Il convient que les documents de classification des emplacements incluent des vues de dessus et des vues de face, selon le cas, qui montrent le type et l'étendue des zones, les températures d'inflammation et par conséquent les classes de température.

Les documents devraient également comprendre d'autres informations pertinentes telles que:

- a) l'emplacement et l'identification des sources de dégagement. Pour des installations grandes et complexes ou des emplacements de fabrication, il peut être utile de repérer ou de numéroté les sources de dégagement afin de faciliter les références entre les feuilles de données de la classification des emplacements et les plans;
- b) des informations sur l'entretien et les autres mesures de prévention nécessaires à la réalisation de la classification;
- c) des méthodes pour le maintien et la révision périodique de la classification ainsi que pour la révision lorsque les matériaux, les procédés et les équipements de fabrication changent;
- d) la liste de distribution de la classification;
- e) Les raisons des décisions prises pour l'établissement de l'étendue des zones.

Les symboles de la classification des zones, donnés à la figure 1, sont les symboles préférentiels, mais des variantes peuvent être utilisées pourvu qu'elles soient clairement définies dans les documents.

Those properties which are relevant to area classification of all process materials used on the plant should be listed. This information may include for example ignition temperature of cloud and layers, explosive limits, resistivity, moisture content and particle size.

5.2 Drawings, data sheets and tables

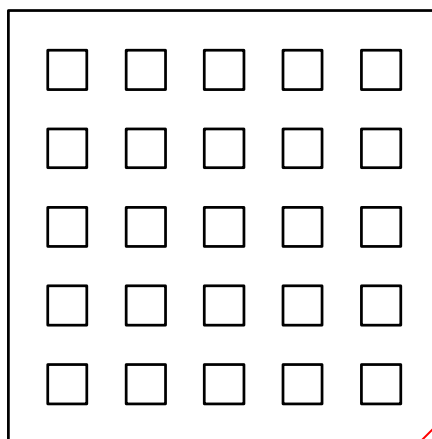
Area classification documents should include plans and elevations, as appropriate, which show both the type and extent of zones, ignition temperature and hence temperature class.

The documents should also include other relevant information such as:

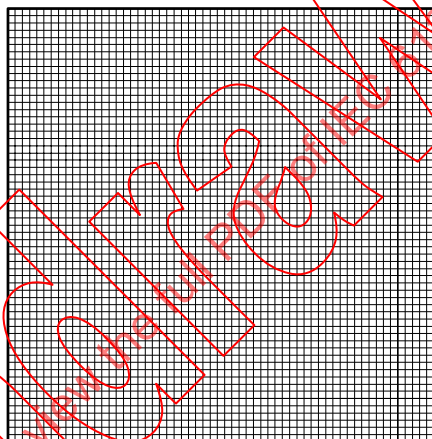
- a) the location and identification of sources of release. For large and complex plants or process areas, it may be helpful to itemize or number the sources of release so as to facilitate cross referencing between the area classification data sheets and the drawings;
- b) information about housekeeping and other preventive measures to obtain the classification made;
- c) methods for maintaining and regular reviewing of the classification and reviewing when process materials, methods and equipment change;
- d) distribution list of the classification;
- e) the reasons for the decisions taken to establish the extent of zones.

The area classification symbols which are shown in figure 1 are the preferred ones, but alternatives may be used, provided that they are clearly defined in the documents.

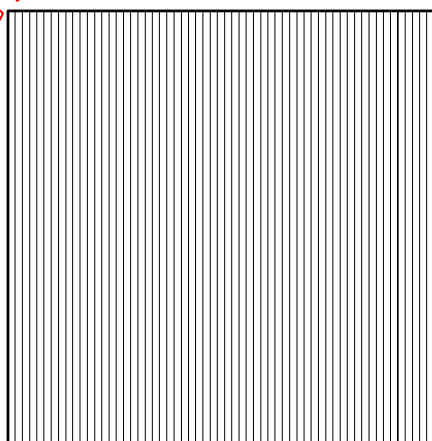
Zone 20



Zone 21



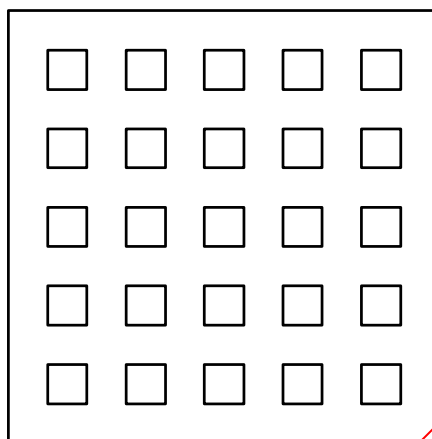
Zone 22



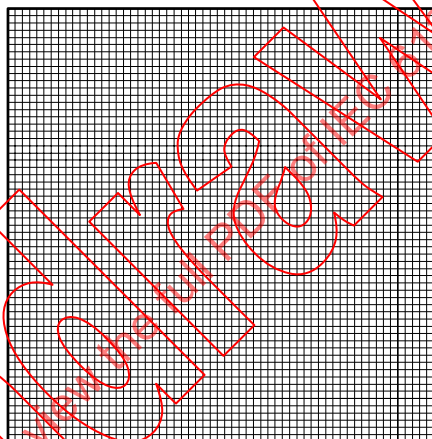
IEC 232/97

Figure 1 – Identification des zones sur les schémas

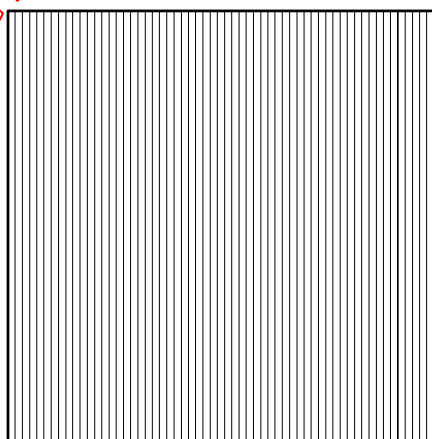
Zone 20



Zone 21



Zone 22



IEC 232/97

Figure 1 – Identification of zones on drawings

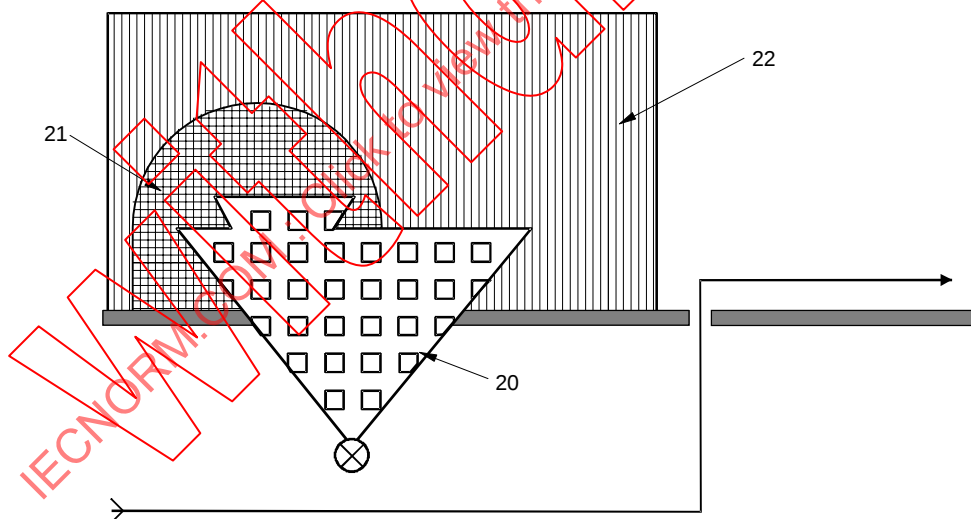
Annexe A (informative)

Exemples pratiques

Exemple 1: Poste de vidage de sacs sans extraction à l'intérieur d'un bâtiment

Dans cet exemple, les sacs sont vidés manuellement fréquemment dans une trémie, à partir de laquelle le contenu est acheminé pneumatiquement dans d'autres parties de l'installation. Une partie de la trémie est toujours remplie de produit.

- Zone 20** A l'intérieur de la trémie, car dans celle-ci un mélange poussières/air explosif est présent fréquemment, voire même en permanence, pendant le fonctionnement normal et des couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable se forment ou sont présentes.
- Zone 21** Le regard ouvert est une source de degré de dégagement primaire. En conséquence, une zone 21 doit être définie autour de ce regard, avec une largeur de 1 m à partir du bord, et descendre jusqu'au sol.
- Zone 22** A l'extérieur de la zone 21, une zone 22 doit être définie en raison du dépôt de poussières dégagées de la trémie à l'extérieur de la zone 21. Tout le local est classé, en raison de ses dimensions limitées.



IEC 233/97

NOTES

- 1 Toutes les distances ne sont données qu'à titre d'information. En pratique, d'autres distances sont possibles.
- 2 Des mesures de protection supplémentaires, telles que ventilation de protection ou isolation de protection, etc. peuvent être nécessaires, mais elles sortent du cadre de la présente norme et ne sont donc pas présentées.

Figure A.1 – Poste de vidage de sacs sans extraction à l'intérieur d'un bâtiment

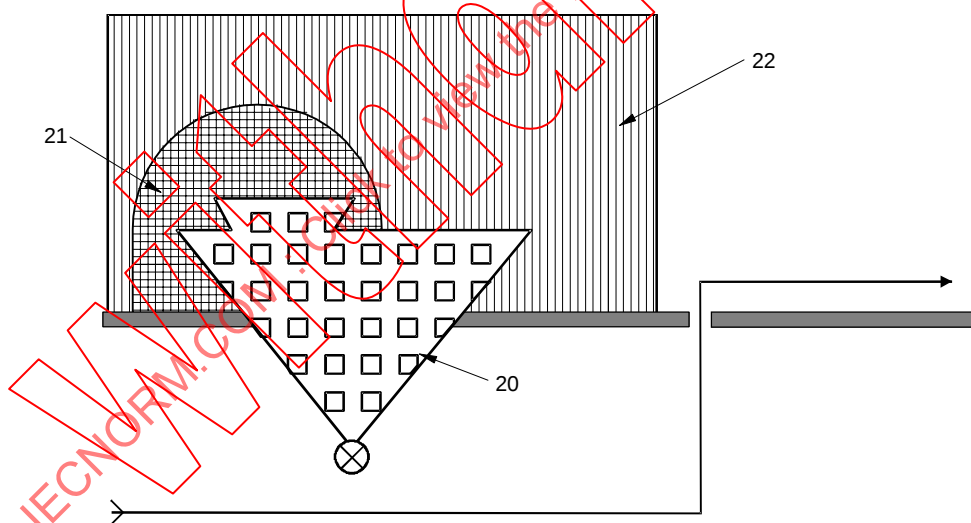
Annex A (informative)

Practical examples

Example 1: Bag emptying station without exhaust ventilation within a building

In this example bags are manually emptied frequently into a hopper from which the contents are conveyed pneumatically into some other part of the plant. Part of the hopper is always filled with product.

- Zone 20** Inside the hopper, because an explosive dust/air mixture is present frequently or even continuously during normal operation, and layers of dust of uncontrollable and excessive thickness are formed or are present.
- Zone 21** The open manhole is a primary grade source of release. Consequently, a zone 21 is to be defined around this manhole with a width of 1 m from the edge and down to the floor.
- Zone 22** Outside the zone 21, a zone 22 is to be defined because of the settling of dust released from the hopper outside zone 21. Because of the limited dimensions of the room, the whole room is classified.



IEC 233/97

NOTES

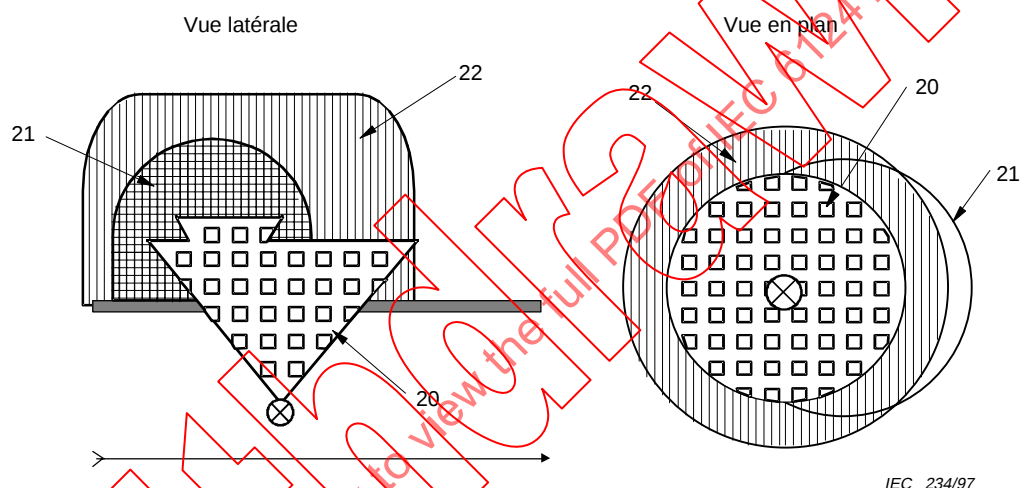
- 1 All distances are only for the sake of this explanation. In practice, other distances are possible.
- 2 Additional protection measures such as explosion venting or explosion isolation, etc. may be necessary, but fall beyond the scope of this standard and are, therefore, not given.

Figure A.1 – Bag emptying station without exhaust ventilation within a building

Exemple 2: Poste de vidage de sacs sans extraction à l'extérieur d'un bâtiment

Identique à l'exemple 1, mais le système de vidage est placé ici à l'extérieur.

- Zone 20** A l'intérieur de la trémie, car dans celle-ci, un mélange poussières/air explosif est présent fréquemment, voire même en permanence, pendant le fonctionnement normal et des couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable se forment ou sont présentes.
- Zone 21** Le regard ouvert est une source de degré de dégagement primaire: l'apparition d'un mélange poussières/air explosif est probable. En conséquence, une zone 21 doit être définie autour de ce regard, avec une largeur de 1 m à partir du bord, et descendre jusqu'au sol.
- Zone 22** En raison des effets extérieurs, la zone 22 sera limitée à 1 m en plus autour de la zone 21.



NOTES

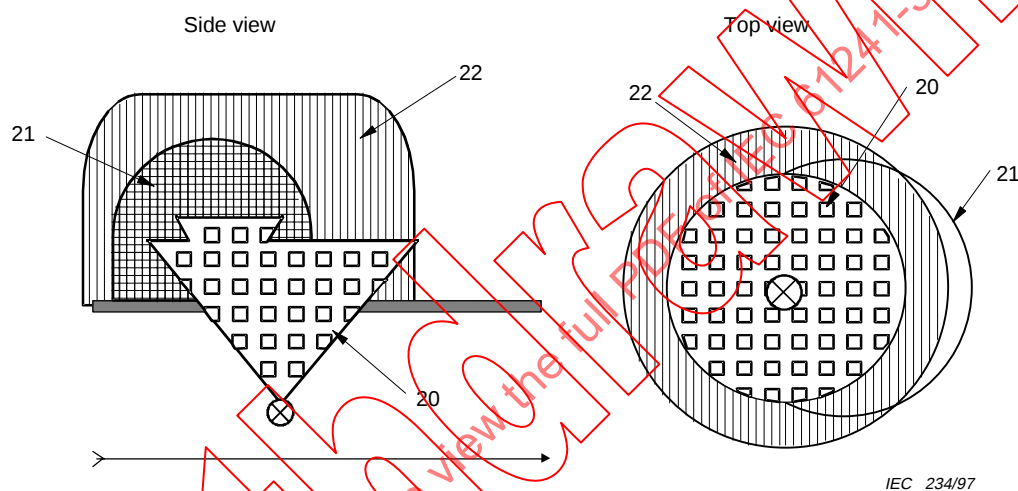
- 1 Toutes les distances ne sont données qu'à titre d'information. En pratique, d'autres distances sont possibles.
- 2 Des mesures de protection supplémentaires, telles que ventilation de protection ou isolation de protection, protection aux intempéries, etc., peuvent se révéler nécessaires, mais elles sortent du cadre de la présente norme et ne sont donc pas présentées.

Figure A.2 – Poste de vidage de sacs sans extraction à l'intérieur d'un bâtiment

Example 2: Bag emptying station without exhaust ventilation outside a building

As example 1, but the emptying system here is placed outside.

- Zone 20** Inside the hopper, because an explosive dust/air mixture is present frequently or even continuously during normal operation, and layers of dust of uncontrollable and excessive thickness are formed or are present.
- Zone 21** The open manhole is a primary grade source of release; it is likely that an explosive dust/air mixture occurs. Consequently, a zone 21 is to be defined around this manhole with a width of 1 m from its edge and down to the floor.
- Zone 22** Because of outside effects, the zone 22 area will be limited to an additional 1 m around zone 21.



NOTES

- 1 All distances are only for the sake of this explanation. In practice, other distances are possible.
- 2 Additional protection measures such as explosion venting or explosion isolation, weather-proofing, etc. may be necessary, but fall beyond the scope of this standard and are, therefore, not given.

Figure A.2 – Bag emptying station without exhaust ventilation outside a building

Exemple 3: Poste de vidage de sacs, situé à l'intérieur, avec extraction

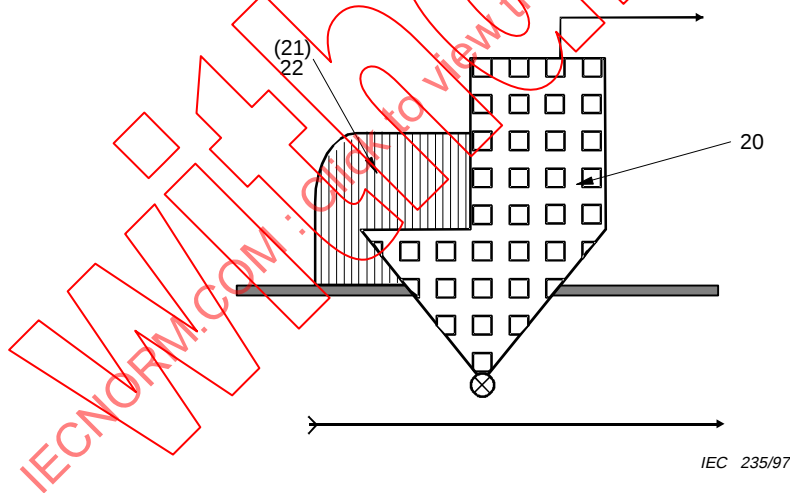
Dans cet exemple, les sacs sont vidés manuellement fréquemment dans une trémie, à partir de laquelle le contenu est acheminé pneumatiquement dans d'autres parties de l'installation. Une partie de la trémie est toujours remplie de produit. La trémie est équipée d'une extraction. De cette manière, le produit pulvérulent peut être conservé autant que possible dans le système.

Zone 20 A l'intérieur de la trémie, car dans celle-ci, des mélanges poussières/air explosibles sont présents fréquemment, pendant le fonctionnement normal et des couches de poussières d'épaisseur excessive et non maîtrisable se forment ou sont présentes.

Zone 21 Si le système d'extraction vient à être en défaut ou s'il est inadapté, l'ouverture est une source de degré de dégagement primaire, à l'origine de la zone 21 avec une largeur de 1 m autour du bord du regard.

Zone 22 Dans tous systèmes d'extraction bien conçus, le dégagement de poussières sera aspiré à l'intérieur. Le regard peut ainsi être défini comme source de degré de dégagement secondaire, à l'origine de la zone 22, avec une largeur de 1 m autour du bord du regard.

Le vidage des sacs entraînera un dégagement de poussières pendant la manutention. Par conséquent, il convient de définir un emplacement d'une largeur de 2 m autour du regard comme zone 22. Si l'entretien est insuffisant, une zone plus étendue du local peut devenir poussiéreuse et il convient alors de la classer en conséquence.



NOTES

- 1 Toutes les distances ne sont données qu'à titre d'information. En pratique, d'autres distances sont possibles.
- 2 Des mesures de protection supplémentaires, telles que ventilation de protection ou isolation de protection, etc. peuvent se révéler nécessaires, mais elles sortent du cadre de la présente norme et ne sont donc pas présentées.

Figure A.3 – Poste de visage de sacs, situé à l'intérieur, avec extraction

Example 3: Inside located bag emptying station with exhaust ventilation, inside building

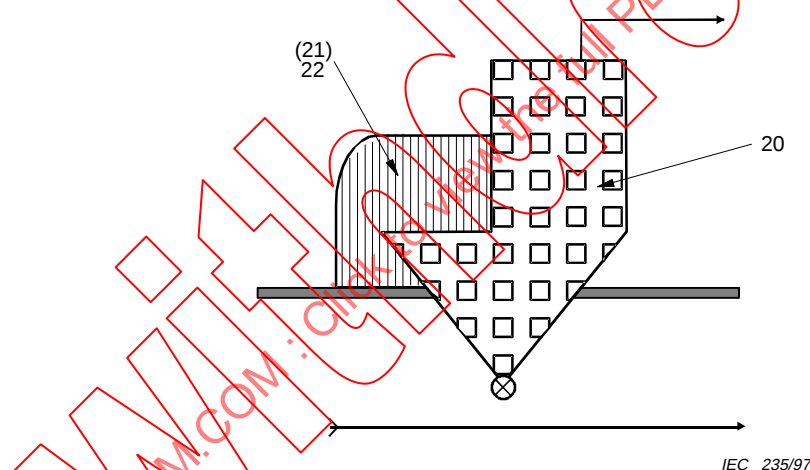
In this example bags are manually emptied frequently into a hopper from which the contents are conveyed pneumatically into some other part of the plant. Part of the hopper is always filled with product. The hopper is provided with an exhaust ventilation. This way dust can be kept within the system as much as possible.

Zone 20 Inside the hopper, because explosive dust/air mixtures are present frequently during normal operation, and layers of dust of uncontrollable and excessive thickness are formed or are present.

Zone 21 If the exhaust system fails or is inadequate, the opening is a primary grade of release source leading to zone 21 with a width of 1 m around the edge of the manhole.

Zone 22 In well-designed exhaust systems, any dust release will be sucked inside. The manhole can then be defined as a secondary grade release source leading to zone 22 with a width of 1 m around the edge of the manhole.

Emptying bags will cause dust spills during handling. Therefore, an area around the manhole with a width of 2 m from its edge should be defined as zone 22. If housekeeping is poor, a more extensive area of the room can become dusty and should be classified accordingly.



IEC 235/97

NOTES

- 1 All distances are only for the sake of this explanation. In practice, other distances are possible.
- 2 Additional protection measures such as explosion venting or explosion isolation, etc. may be necessary, but fall beyond the scope of this standard and are, therefore, not given.

Figure A.3 – Inside located bag emptying station with exhaust ventilation, inside building

Exemple 4: Cyclone et filtre: évacuation propre à l'extérieur du local

Dans cet exemple, le cyclone et le filtre font partie d'un système d'extraction par aspiration. Le produit extrait traverse une vanne rotative qui fonctionne en continu pour tomber dans une trémie fermée. Le ventilateur placé à la sortie du filtre souffle l'air extrait vers l'extérieur. On ne s'attend à aucune retenue de produit dans la trémie du filtre.

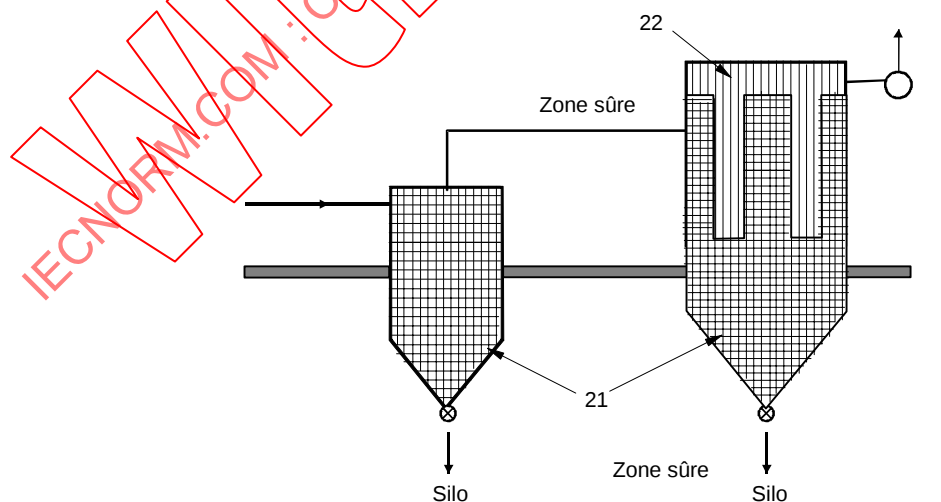
La concentration moyenne de poussières à laquelle le transport donne lieu est bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité du produit concerné.

Zone 20 Il n'existe pas de zone 20, puisqu'une concentration de mélanges poussières/air au dessus de la limite inférieure d'explosivité ne sera pas présente, même fréquemment, en fonctionnement normal. De la même manière, aucune retenue de produit dans le filtre et aucune couche de poussières épaisse n'est susceptible de se produire.

Zone 21 Même si la concentration moyenne de poussières est nettement en dessous de la LIE du produit concerné, cela ne garantit pas que des mélanges de concentrations supérieures n'apparaîtront pas à certaines périodes. Les dépôts présents à l'intérieur des gaines peuvent brusquement tourbillonner et entraîner, pendant la fabrication, une extraction rapide de grandes quantités de poussières. Le nettoyage des manches des filtres peut également conduire à des concentrations de poussières explosives.

Zone 22 Des poussières peuvent se dégager du côté propre du filtre par des fuites soudaines (source de degré de dégagement secondaire), ou en permanence, en très faibles concentrations (source de degré de dégagement permanente). Il en va de même pour le côté propre des gaines, pour le ventilateur et autour de la sortie d'évacuation. A l'extérieur, une zone de 1 m autour de la sortie sera considérée comme zone 22.

NOTE – L'emplacement environnant l'équipement peut être classé en zone 22 (au lieu d'une zone sûre) si des couches de poussières sont présentes, par exemple par suite de fuites de raccords flexibles côté pression de la conduite d'air propre (en aval du ventilateur).



IEC 237/97

NOTES

- 1 Toutes les distances ne sont données qu'à titre d'information. En pratique, d'autres distances sont possibles.
- 2 Des mesures de protection supplémentaires, telles que ventilation de protection ou isolation de protection, etc. peuvent se révéler nécessaires, mais elles sortent du cadre de la présente norme et ne sont donc pas présentées.

Figure A.4 – Cyclone et filtre: évacuation propre à l'extérieur du local

Example 4: Cyclone and filter: clean outlet outside the building

In this example, the cyclone and filter are part of a suction extraction system. The extracted product passes a continuously operating rotary valve and falls into a closed bin. The fan on the filter outlet is blowing the extracted air to the outside. In the filter hopper no product hold-up is to be expected.

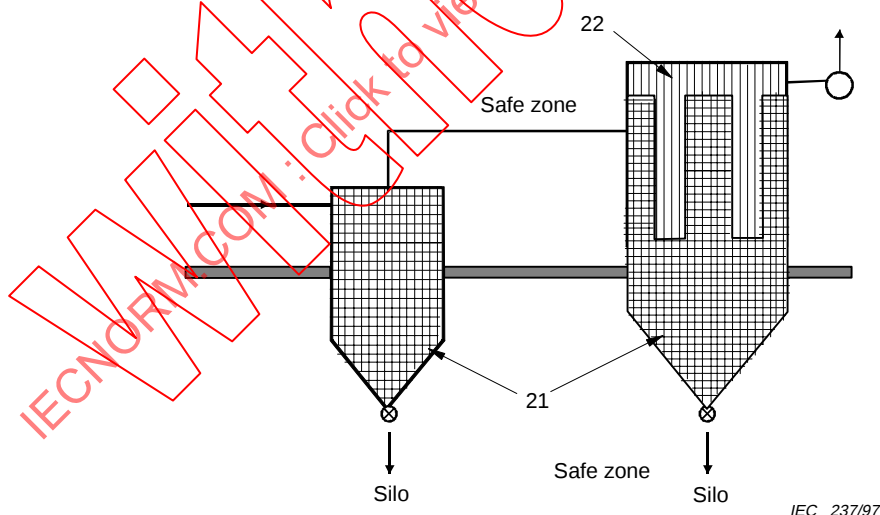
The mean dust concentration at which transport takes place is well under the lower explosion limit of the product concerned.

Zone 20 There is no zone 20, because concentration above the lower limit of explosive dust/air mixtures will not be present even frequently during normal operation. Also, no holdup of product is expected in the filter and no thick dust layers are expected.

Zone 21 Even if the mean dust concentration is well under the LEL of the product concerned, this does not guarantee that mixtures of higher concentrations will not occur at some time. Deposits inside the ducts can suddenly be whirled up, and in the process large amounts of dust may have to be extracted suddenly. Also, due to cleaning of the filter bags, explosive concentrations are to be expected.

Zone 22 At the clean side of the filter, dust may be released by sudden leaks (secondary grade release source) or continuously in very low concentrations (continuous grade of release source). The same can be said about the clean side ducting and fan and around the outlet. At the outside, an area of 1 m around the outlet is to be taken as zone 22.

NOTE – The area around the equipment may need to be classified as zone 22 (instead of a safe area) if dust layers are present, for example due to leaks of flexible connections on the pressure side of the clean air duct (downstream of the fan).



NOTES

- 1 All distances are only for the sake of this explanation. In practice, other distances are possible.
- 2 Additional protection measures such as explosion venting or explosion isolation, etc. may be necessary, but fall beyond the scope of this standard and are, therefore, not given.

Figure A.4 – Cyclone and filter: clean outlet outside the building