

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
721-2-5

Première édition
First edition
1991-07

Classification des conditions d'environnement

Partie 2:

Conditions d'environnement présentes dans la nature
Section 5: Poussière, sable, brouillard salin

Classification of environmental conditions

Part 2:

Environmental conditions appearing in nature
Section 5: Dust, sand, salt mist



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 721-2-5: 1991

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 électro-technique;*
- 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
721-2-5

Première édition
First edition
1991-07

Classification des conditions d'environnement

Partie 2:

Conditions d'environnement présentes dans la nature
Section 5: Poussière, sable, brouillard salin

Classification of environmental conditions

Part 2:

Environmental conditions appearing in nature
Section 5: Dust, sand, salt mist

© CEI 1991 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Généralités	8
4 Environnements naturels de poussière et de sable	10
4.1 Classification de la poussière et du sable	10
4.2 Propriétés des environnements de poussière et de sable	10
4.3 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de poussière et de sable	16
5 Poussière et sable dans des endroits abrités et fermés	18
5.1 Caractéristiques de la poussière et du sable	18
5.2 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de poussière et de sable	18
6 Brouillard salin	20
6.1 Propriétés du brouillard salin	20
6.2 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de brouillard salin	24
 Annexes	
A - Concentrations de poussière et de sable - Exemples de fortes concentrations	26
B - Bibliographie	28
Figures	30

SOMMAIRE

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 General	9
4 Natural dust and sand environments	11
4.1 Classification of dust and sand	11
4.2 Properties of dust and sand environments	11
4.3 Factors influencing the dust and sand environment	17
5 Dust and sand in sheltered and enclosed locations	19
5.1 Dust and sand characteristics	19
5.2 Factors influencing the dust and sand environment	19
6 Salt mist	21
6.1 Properties of salt mist	21
6.2 Factors influencing the salt mist environment	25
Annexes	
A - Dust and sand concentrations - Examples of high concentrations	27
B - Bibliography	29
Figures	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT

Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature Section 5: Poussière, sable, brouillard salin

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente section de la Norme internationale CEI 721-2 a été établie par le Comité d'Etudes n° 75 de la CEI: Classification des conditions d'environnement.

Le texte de cette section est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
75(BC)62	75(BC)66

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

Il est à noter que la présente section appartient à la partie 2 d'une série consacrée aux sujets suivants:

- Agents d'environnement et leurs sévérités (CEI 721-1)
- Conditions d'environnement présentes dans la nature (CEI 721-2)
- Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités (CEI 721-3)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Part 2: Environmental conditions appearing in nature
Section 5: Dust, sand, salt mist

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This section of International Standard IEC 721-2 has been prepared by IEC Technical Committee No. 75: Classification of environmental conditions.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
75(CO)62	75(CO)66

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

It should be noted that this section belongs to the second part of a series dealing with the following subjects:

- Environmental parameters and their severities (IEC 721-1)
- Environmental conditions appearing in nature (IEC 721-2)
- Classification of groups of environmental parameters and their severities (IEC 721-3)

INTRODUCTION

La présente section de la CEI 721-2 est destinée à être utilisée comme une partie de la documentation de base lors du choix des sévérités relatives à la poussière, au sable et au brouillard salin pour une application donnée. Il convient d'appliquer les sévérités données dans la CEI 721-1.

Des informations plus détaillées sur les caractéristiques de la poussière, du sable et du brouillard salin peuvent être obtenues dans des documents spécialisés dont une liste partielle est donnée en annexe B.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60721-2-5:1991

INTRODUCTION

This section of IEC 721-2 is intended to be used as part of the background information when selecting appropriate severities of parameters relating to dust, sand and salt mist for product application. The severities given in IEC 721-1 should be applied.

More detailed information on dust, sand and salt mist characteristics may be obtained from specialist documentation, some of which is given in the list of references in annex B.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60721-2-5:1991

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT

Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature Section 5: Poussière, sable, brouillard salin

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 721-2 donne les caractéristiques de la poussière, du sable et du brouillard salin présents dans la nature et décrit les effets de ces agents naturels d'environnement auxquels les produits sont susceptibles d'être exposés lors de leur stockage, de leur transport et de leur utilisation. Bien que les effets de ces agents naturels d'environnement soient étroitement associés au vent et parfois aggravés par le vent, le vent n'est pas traité dans cette section mais dans la CEI 721-2-2.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 721-2. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 721-2 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 721-1: 1990-12, *Classification des conditions d'environnement - Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités.*

CEI 721-2-2: 1988, *Classification des conditions d'environnement - Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature - Section 2: Précipitations et vent.*

3 Généralités

La poussière, le sable, le brouillard salin et le vent correspondant peuvent affecter les produits de différentes façons, les plus importantes étant:

- la pénétration de poussière dans les enveloppes et les enceintes;
- la dégradation des caractéristiques électriques, par exemple mauvais contact, modification de la résistance de contact, modification de la résistance au cheminement;
- le grippage ou la perturbation des mouvements des paliers, des axes, des arbres et des autres pièces en mouvement;
- l'abrasion superficielle (par érosion, par corrosion);
- la souillure des surfaces optiques;
- la contamination des lubrifiants;
- la diminution de la conductivité thermique;
- l'obstruction des ouvertures de ventilation, des manchons, des tuyaux, des filtres et des ouvertures nécessaires au fonctionnement, etc.

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Part 2: Environmental conditions appearing in nature Section 5: Dust, sand, salt mist

1 Scope

This section of IEC 721-2 presents characteristics of dust, sand and salt mist appearing in nature, and describes the influences from these environmental factors to which products are liable to be exposed during storage, transportation and use. Although the effect of these factors is often closely associated with and at times enhanced by wind, the environmental factor of wind is not dealt with in this section but in IEC 721-2-2.

2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 721-2. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 721-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 721-1: 1990-12, *Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities*.

IEC 721-2-2: 1988, *Classification of environmental conditions - Part 2: Environmental conditions appearing in nature - Section 2: Precipitation and wind*.

3 General

Dust, sand, salt mist and related wind can have an effect on products in various ways, the most important being:

- ingress of dust into enclosures and encapsulations;
- deterioration of electrical characteristics, e.g. faulty contact, change of contact resistance, change of track resistance;
- seizure or disturbance in motion of bearings, axles, shafts and other moving parts;
- surface abrasion (erosion, corrosion);
- clouding of optical surfaces;
- contamination of lubricants;
- reduction of thermal conductivity;
- clogging of ventilating openings, bushings, pipes, filters, apertures necessary for operation, etc.

La présence de poussière et de sable combinée à d'autres agents naturels comme la vapeur d'eau peut avoir des effets nocifs sur les produits, par exemple elle peut provoquer des corrosions et des moisissures. Des atmosphères humides et chaudes conjuguées à des poussières chimiquement agressives provoquent des corrosions ; des effets similaires sont dus au brouillard salin contenu dans l'air.

Les effets des ions actifs et des poussières corrosives, par exemple des sels «de dégel», devront éventuellement être pris en compte.

4 Environnements naturels de poussière et de sable

4.1 Classification de la poussière et du sable

Les définitions suivantes de la poussière et du sable sont basées sur des comportements aérodynamiques différents:

- la poussière peut être définie comme une matière particulaire de dimensions comprises entre 1 μm et 150 μm dont la composition et l'origine ne sont pas définies. Les particules de moins de 75 μm de diamètre peuvent rester en suspension dans l'atmosphère pendant de très longues périodes par suite de la turbulence naturelle de l'air;
- le sable est le terme employé pour désigner l'accumulation éparsée et non consolidée de sédiments détritiques, composés essentiellement de grains arrondis de quartz. Ce terme s'applique en pétrologie sédimentaire aux grains de dimensions comprises entre 100 μm et 1 000 μm . Des particules d'un diamètre supérieur à 150 μm ne peuvent pas rester en suspension dans l'air à moins qu'elles ne soient en permanence soumises à de fortes turbulences ou de forts courants d'air, naturels ou provoqués;
- fumées ou vapeur sont des systèmes diffus dans l'air, composés de particules de taille inférieure à 1 μm .

4.2 Propriétés des environnements de poussière et de sable

4.2.1 Types de poussière et de sable

Le quartz est le principal constituant de nombreux sables et de nombreuses poussières présents dans la nature. Ses effets nocifs sont subis par les produits lorsqu'ils se trouvent dans des déserts ou des régions poussiéreuses similaires. La principale caractéristique du quartz est sa dureté, propriété qui peut aboutir à une usure rapide ou à des avaries des produits, en particulier des parties mobiles. Cependant, l'érosion des matériaux ne peut se produire que si la poussière et le sable sont conjugués avec des flux d'air à grande vitesse ou de longues périodes de temps.

La poussière et le sable de ce type ont comme autres caractéristiques importantes d'être chimiquement neutres et de ne présenter aucun caractère absorbant tandis que d'autres types de poussières présentes dans l'atmosphère peuvent avoir des effets corrosifs sur les métaux lorsqu'elles sont combinées avec de l'humidité ou des gaz.

Les caractéristiques prédominantes de la poussière fine sont qu'elle est bien souvent non abrasive mais hygroscopique.

The presence of dust and sand in combination with other environmental factors such as water vapour can have harmful effects on products, e.g. corrosion and mould growth. Damp heat atmospheres cause corrosion in connection with chemically aggressive dust, and similar effects are caused by salt mist contained in the air.

Effects of ion-conducting and corrosive dusts, e.g. de-icing salts, may have to be considered.

4 Natural dust and sand environments

4.1 *Classification of dust and sand*

The following definitions of dust and sand are based on different aerodynamic behaviour:

- dust may be defined as particulate matter of unspecified origin or composition and of size ranging from 1 μm to 150 μm . Particles of less than 75 μm diameter can remain suspended in the atmosphere for very long periods by natural turbulence of the air;
- sand is the term applied to segregated unconsolidated accumulation of detrital sediment, consisting essentially of rounded grains of quartz. The term is applied in sedimentary petrology to grains of size between 100 μm and 1 000 μm . Particles greater than 150 μm diameter are unable to remain airborne unless continually subjected to strong natural or induced air-flows or turbulence;
- smoke or fumes are dispersive systems in air consisting of particles below 1 μm .

4.2 *Properties of dust and sand environments*

4.2.1 *Types of dust and sand*

The main constituent of many dusts and sands occurring in nature is quartz, causing damaging effects experienced by products in deserts and similar dusty regions. The salient feature of quartz is its hardness, a property which can result in rapid wear or damage to products, particularly moving parts. However, erosion of material requires that the dust and sand are combined with a high velocity air stream or an extensive period of time.

Other important characteristics of this type of dust are that it is non-absorbent and chemically inert while other types present in combination with moisture or gases in the atmosphere may have corrosive effects on metals.

The predominant features of fine dust are that it is often non-abrasive and hygroscopic.

4.2.2 Dimensions des particules

Les gammes approximatives de dimensions des particules de poussière et de sable sont:

- poussière fine: jusqu'à 75 µm
- poussière grossière: 75 µm à 150 µm
- sable: 150 µm à 1 000 µm

La répartition cumulative des dimensions des particules de poussière et de sable est indiquée dans la figure 1.

4.2.3 Dureté des particules

La dureté d'une particule peut déterminer son aptitude à rayer les objets avec lesquels elle entre en contact. Le sable, qui est principalement composé de petits débris de cristaux de quartz ou d'autres minéraux, est, en règle générale, plus dur que la plupart des compositions de verre fondu à base de silice. De ce fait, le sable peut rayer la surface de la plupart des dispositifs optiques en verre. Une pression appliquée sur des grains de sable emprisonnés peut provoquer des fractures. Le tableau 1 donne la liste de quelques substances communes et de leurs niveaux de dureté d'après l'échelle de Mohs. Les substances ayant un numéro élevé peuvent rayer toutes celles d'un numéro inférieur.

Tableau 1 - Echelle de dureté

Echelle de Mohs	Matériaux caractéristiques
1 Talc	Graphite Albâtre, terre de diatomée
2 Gypse	Kaolin Galène, mica, (ongle)
3 Calcite	Garite, marbre, serpentine Argonite, dolomite
4 Spath	
5 Apatite	Amiante, opale Verre à vitre
6 Orthoclase	Magnétite, feldspath, agate Purite, (acier de coutellerie)
7 Quartz	Silex, silice fondue, olivine Andalusite, tourmaline
8 Topaze	Emeri
9 Corindon	Saphir, carbure de silicium Carbure de tungstène
10 Diamant	

4.2.4 Concentrations

La concentration peut être mesurée, basée par la masse, c'est-à-dire en mesurant la masse des particules par unité de volume d'air.

La concentration de la poussière et du sable dans l'atmosphère dépend beaucoup du lieu géographique, des conditions climatiques locales et du type et degré d'activité sur place.

4.2.2 Particle size

Approximate ranges of particle size of dust and sand are:

- fine dust: up to 75 μm
- coarse dust: 75 μm to 150 μm
- sand: 150 μm to 1 000 μm

The cumulative distribution of dust and sand particle size is shown in figure 1.

4.2.3 Particle hardness

Hardness of the individual particles can determine their ability to scratch objects upon contact. Sand which consists mainly of tiny broken chips of crystalline quartz or other mineral is generally harder than most fused silica glass compositions. Consequently, sand can scratch the surface of most glass optical devices. Pressure applied over trapped grains of sand can cause fractures to occur. Table 1 lists a few common substances and hardness levels according to the Mohs scale. Substances with a higher number can scratch any substance with a lower number.

Table 1 - Hardness scale

Mohs scale	Typical materials
1 Talcum	Graphite Alabaster, diatomaceous earth
2 Gypsum	Kaolinite Galena, mica, (fingernails)
3 Calcite	Garnet, marble, serpentine Aragonite, dolomite
4 Fluorite	
5 Apatite	Asbestos, opal Window glass
6 Orthoclase	Magnetite, feldspar, Agate, pyrite, (cutlery steel)
7 Quartz	Flint, fused silica, olivine Andalusite, tourmaline
8 Topaz	Emery
9 Corundum	Sapphire, silicon carbide Tungsten carbide
10 Diamond	

4.2.4 Concentrations

Concentration can be measured on a mass basis, i.e. the mass of particles per unit volume of air.

The concentration of dust and sand in the atmosphere varies widely with geographical locality, local climatic conditions and the type and degree of activity taking place. Under

Dans certaines conditions, des amas importants de poussière et de sable peuvent être soulevés et redéposés sur le sol localement, tandis que la poussière en suspension dans l'atmosphère est emportée par le vent.

Le tableau 2 indique des concentrations caractéristiques rencontrées dans diverses régions à l'intérieur d'une zone de climat tempéré.

Tableau 2 - Concentrations caractéristiques de poussière et de sable

Région	Concentration de poussière et de sable $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rurale et suburbaine	40 à 110
Urbaine	100 à 450
Industrielle	500 à 2 000

On peut trouver des concentrations plus élevées de poussière et de sable dans certaines conditions provoquées, par exemple lors des mouvements d'hélicoptères ou au passage de véhicules à chenilles, comme le montre l'annexe A dans laquelle des gammes approximatives de concentrations sont données.

Le tableau 3 donne des valeurs caractéristiques de concentrations à différentes altitudes au-dessus des déserts.

Tableau 3 - Concentration de la poussière ou du sable
au-dessus des déserts en fonction de l'altitude

Condition de visibilité	Altitude m	Concentration de poussière et de sable $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Clair, visibilité 130 km	150	210
	300	220
	600	170
	1 200	140
	1 800	55
Tempête de sable et de poussière, visibilité 300 m, vitesse de l'air 10 - 15 m/s	150	2 000
	300	17 400
	600	7 000
	900	1 800
	1 200	640

La concentration de la poussière et du sable et la présence de plus grosses particules croissent avec la vitesse du vent. La figure 2 illustre une généralisation de cette relation qui dépend cependant de plusieurs autres facteurs comme la température, l'humidité, la composition des particules, etc. Au-dessus de 150 μm , les particules restent en général confinées dans une couche d'air à moins d'un mètre du sol. A l'intérieur de cette couche, environ la moitié des grains de sable (en masse) ne s'élève pas à plus de 10 mm au-dessus du sol tandis que la plus grande partie de l'autre moitié ne s'élève pas à plus de 100 mm.

certain conditions enormous amounts of dust and sand may be released locally and temporarily from the surface while suspended dust drifts away with the wind.

Table 2 indicates typical concentrations encountered in various regions within areas having a temperate climate.

Table 2 - Typical dust and sand concentrations

Region	Dust and sand concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Rural and suburban	40 to 110
Urban	100 to 450
Industrial	500 to 2 000

Higher dust and sand concentrations are to be found under induced conditions, e.g. by helicopters and tracked vehicles as evident from annex A, where approximate ranges of concentrations are given.

Typical dust and sand concentrations at various altitudes over deserts are shown in table 3.

Table 3 - Concentration of dust and sand at increasing altitude over deserts

Visibility condition	Altitude m	Dust and sand concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Clear, visibility 130 km	150	210
	300	220
	600	170
	1 200	140
	1 800	55
Dust and sand storm, visibility 300 m, air velocity 10 - 15 m/s	150	2 000
	300	17 400
	600	7 000
	900	1 800
	1 200	640

The dust and sand concentration and the presence of large particles are increased with increased wind speed. Figure 2 illustrates a generalization of this relationship, but this varies with several factors such as temperature, humidity, composition of particles, etc. Particles larger than 150 μm are in general confined to the air layer within the first metre above ground. Within this layer about half of the sand grains (by mass) move within the first 10 mm above the surface, and most of the other half within the first 100 mm.

4.3 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de poussière et de sable

L'environnement de sable et de poussière est influencé ou régulé par des agents tels que le terrain, le vent, la température, l'humidité et les précipitations. Aucun de ces agents pris séparément ne peut indiquer qu'une zone a des problèmes de poussière; il faut généralement une combinaison critique de deux ou plus de ces agents. Dans les situations les plus sévères présentes dans la nature, comme par exemple dans les zones désertiques, les sévérités de tous ces agents contribuent largement pour atteindre des concentrations importantes de poussière et de sable. Les caractéristiques physiques du terrain peuvent favoriser des vents forts d'une vitesse suffisante pour provoquer des tempêtes de poussière et de sable. Une particularité topographique comme une brèche entre deux montagnes augmente sensiblement la vitesse du vent qui s'engouffre dans cet étranglement.

Le sable est largement réparti sur toute la surface terrestre du globe. Les principaux déserts de la terre, dont la liste est donnée dans le tableau 4, sont les sources premières de poussière et de sable présents dans la nature, transportés par le vent. Les principaux déserts représentent environ le cinquième de la partie terrestre du globe. Tous les continents ont des plages de sable d'importance variée et il existe de grands dépôts de sable dans les zones terrestres autrefois recouvertes d'eau.

Tableau 4 - Principaux déserts

Nom	Lieu	Surface estimée 10 ⁶ km ²
Sahara	Afrique du Nord	7,8
Déserts australiens	Australie	3,4
Déserts d'Arabie	Péninsule arabique	2,6
Désert du Turkestan	URSS du Sud-Ouest	1,9
Désert nord-américain	USA et Mexique	1,3
Désert de Patagonie	Argentine	0,7
Désert de Thar	Inde et Pakistan	0,6
Désert du Kalahari	Afrique du Sud	0,6
Déserts iraniens	Iran	0,4
Déserts d'Atacama	Chili et Pérou	0,4
Désert de Taklamakan	Chine	0,3

A l'inverse du sable, les particules de poussière, du fait de leur faible vitesse de chute, peuvent rester indéfiniment en suspension dans l'air et se déposer n'importe où sur les surfaces. Par temps sec, des «sols» avec plus de 9 % en masse de particules de poussière deviennent, du moins modérément, poussiéreux et ceux qui en contiennent plus de 14 % sont potentiellement très poussiéreux. Ainsi, puisque plus de 40 % de la surface terrestre du globe, en excluant l'Antarctique, est classée comme manquant d'humidité et qu'une surface supplémentaire de 40 % est sèche d'une façon saisonnière, on doit s'attendre à trouver de la poussière sur la plus grande partie de la surface terrestre du globe pendant d'importantes périodes de l'année.

Même dans des régions de forte pluviométrie, la poussière crée des problèmes lorsque l'enveloppe protectrice du sol a été brisée. De nombreuses zones humides sont si bien drainées qu'une grande partie du sol non protégé se transforme en poussière en un laps de temps remarquablement court après une forte pluie.

La présence du vent sur un site terrestre modérément venté est présentée en figure 3.

4.3 Factors influencing the dust and sand environment

The dust and sand environment is influenced or controlled by such factors as terrain, wind, temperature, humidity and precipitation. None of these factors alone will dictate whether an area has a dust problem or not; a critical combination of two or more is usually required. In the most severe, naturally occurring situations, such as in desert areas, all factors generally have severities in the range leading to heavy concentrations of dust and sand. The physical features of the terrain can encourage strong winds of sufficient speed to cause dust and sand storms. A topographic feature such as a mountain gap increases wind velocity substantially as air is forced through the constriction.

Sand is distributed widely over the land surface of the globe. The major deserts listed in table 4 are the primary sources of naturally occurring windblown dust and sand. The major deserts constitute about one fifth of the total land area. All continents have sandy beaches of various widths, and there are large deposits of sand at or near the surface in many inland areas formerly covered by water.

Table 4 - Major deserts

Name	Location	Estimated area 10 ⁶ km ²
Sahara	North Africa	7,8
Australian	Australia	3,4
Arabian	Arabian Peninsula	2,6
Turkestan	Southwest USSR	1,9
North American	USA and Mexico	1,3
Patagonian	Argentina	0,7
Thar	India and Pakistan	0,6
Kalahari	South Africa	0,6
Iranian	Iran	0,4
Atacama-Peruvian	Chile and Peru	0,4
Taklamakan	China	0,3

In contrast with sand, dust particles, on account of their low terminal velocity, can remain suspended in air indefinitely and may settle on surfaces anywhere. In dry conditions, soils with more than 9 % by mass of dust particles become at least moderately dusty and those with more than 14 % are potentially very dusty. Thus, as over 40 % of the land surface of the world, excluding the Antarctic, is classified as moisture deficient and a further 40 % is seasonally dry, dust is expected to be present over most of the land surface of the world for substantial parts of the year.

Even in regions of heavy rainfall, dust continues to create problems where the protective cover has been broken. Many moist areas are so well drained that most unprotected soil becomes dust in a remarkably short time after heavy rain.

The occurrence of wind at a moderately windy inland site is shown in figure 3.

La figure 4 présente la vitesse de sédimentation des particules de différentes dimensions. Les temps de sédimentation peuvent être évalués à partir de ce diagramme. L'effet des courants d'air (thermiques ou autres) sur les temps de sédimentation doit être pris en compte pour les particules de petites dimensions.

5 Poussière et sable dans des endroits abrités et fermés

5.1 Caractéristiques de la poussière et du sable

5.1.1 Types de poussière

Dans les endroits abrités et fermés on peut trouver des matières poussiéreuses de toutes sortes, telles que du quartz, du ciment, de la farine, des fibres organiques, etc.

5.1.2 Distribution de la taille des particules

La distribution de la taille des particules varie considérablement en fonction de l'endroit considéré: à l'extérieur, dans un véhicule en mouvement ou dans un lieu abrité. Dans les endroits abrités et fermés la taille maximale des grains a tendance à être plus petite que dans un endroit non protégé des intempéries, par suite de l'effet filtrant de l'abri. La taille maximale d'un grain est de l'ordre de 100 μm dans les endroits abrités et fermés.

5.1.3 Intensités de sédimentation de la poussière

Le tableau 5 présente des valeurs caractéristiques des intensités de sédimentation de la poussière et du sable dans différentes régions. Les valeurs de sédimentation de la poussière et du sable correspondent à la poussière et au sable provenant de l'extérieur. Elles ne prennent pas en compte les poussières existant dans les endroits fermés, par exemple les moulins, les cimenteries, les scieries et les endroits similaires dans lesquels la sédimentation se produit durant tout le processus de fabrication.

Tableau 5 - Intensités caractéristiques de sédimentation de la poussière et du sable

Région	Sédimentation de la poussière et du sable $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
Rurale et suburbaine	0,4 à 15
Urbaine	15 à 40
Industrielle	40 à 80

5.2 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de poussière et de sable

5.2.1 Généralités

Les effets provoqués par la poussière et le sable dans des endroits abrités ou fermés diffèrent considérablement de ceux à l'extérieur, par exemple une tempête de poussière se produisant dans des endroits désertiques, l'environnement immédiat d'un véhicule en mouvement sur des routes poussiéreuses, etc.

Settling velocity of particles of different size is shown in figure 4. From this diagram assessment of settling times can be made. The effect of air currents (thermal and others) on settling times shall be considered for particles of a small size.

5 Dust and sand in sheltered and enclosed locations

5.1 Dust and sand characteristics

5.1.1 Types of dust

In sheltered and enclosed locations dust materials of all kinds may be found, such as quartz, cement, flour, organic fibres, etc.

5.1.2 Particle size distribution

The particle size distribution varies considerably depending on whether outdoor, driven vehicle or sheltered location is considered. In sheltered and enclosed locations the maximum grain size tends to be smaller than in non-weatherprotected locations due to the filtering effect of the shelter. The maximum grain size in sheltered or enclosed locations is in the order of 100 μm .

5.1.3 Dust sedimentation intensities

Typical values of dust and sand sedimentation intensities for various regions are presented in table 5. The values of dust and sand sedimentation are representative of dust and sand flowing in from the open air. They do not take into account local dust in enclosed locations, e.g. in mills, cement mills, sawmills and similar place where sedimentation arises throughout the manufacturing process.

Table 5 - Typical dust and sand sedimentation intensities

Region	Dust and sand sedimentation $\text{mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$
Rural and suburban	0,4 to 15
Urban	15 to 40
Industrial	40 to 80

5.2 Factors influencing the dust and sand environment

5.2.1 General

The effects created by dust and sand in sheltered or enclosed locations differ considerably from those of outdoor locations, e.g. dust storms arising in desert locations, the local environment around a vehicle in motion on dusty roads, etc.

La poussière et le sable que l'on trouve dans les endroits abrités et fermés proviennent de plusieurs origines. La poussière et le sable peuvent être du quartz, des sels de dégel, des engrais, etc., qui pénètrent dans de tels endroits, par exemple par les conduits de ventilation ou les fenêtres non étanches.

La poussière peut également être composée de petites fibres naturelles ou artificielles, de coton ou de laine, produites dans les locaux d'habitation ou les bureaux, par exemple par l'usure normale des habits et des tapis.

Les graines dans les étables et la farine dans les moulins peuvent également être une source de poussière.

Pour chaque type de poussière, les matières et la distribution de la taille des particules sont différentes. Leur seul point commun est la dimension maximale des particules. Voir 5.1.2.

5.2.2 Actions de la poussière

Dans les endroits abrités et fermés où les mouvements d'air sont négligeables, les actions suivantes sont constatées:

a) Dépôt

Le dépôt de la poussière et du sable sur les produits peut s'effectuer de quatre façons différentes:

- par dépôt dans un air calme;
- par dépôt sur des surfaces abritées;
- par attraction due à des forces électrostatiques;
- par piégeage dans des ouvertures étroites, par exemple dans les filtres des systèmes de circulation d'air sous pression.

Le mouvement de l'air tend à retarder, voire à empêcher le dépôt de la poussière et du sable.

b) Pénétration

La pénétration de la poussière et du sable à l'intérieur des produits peut s'effectuer d'une des manières suivantes:

- par transport à l'intérieur par une circulation d'air sous pression;
- par transport à l'intérieur par l'agitation thermique de l'air;
- par pompage à l'intérieur par la dilatation et compression de l'air ou une variation de la pression atmosphérique.

6 Brouillard salin

6.1 Propriétés du brouillard salin

6.1.1 Composants

L'atmosphère au-dessus de la mer et des zones côtières est fortement chargée de sel sous forme de particules solides ou de minuscules gouttelettes d'une solution salée contenant également d'autres composants.

The dust and sand appearing in enclosed and sheltered locations is generated by several sources. The dust and sand may be quartz, de-icing salts, fertilizers, etc., penetrating into such locations, e.g. through ventilating ducts or badly fitting windows.

The dust may also be composed of small fibres of natural or artificial material, generated e.g. from cloth or carpets in normal use in living rooms and offices.

Other dust sources are found in barns, e.g. seeds, and in flour-mills.

Materials and particle size distribution differ for the various types of dust. The only point they have in common is the maximum particle size. See 5.1.2.

5.2.2 Dust actions

In sheltered or enclosed locations with negligible movement of air the following actions are recognized:

a) Sedimentation

Sedimentation of dust and sand on products can occur due to four different mechanisms:

- sedimentation in stagnant air;
- sedimentation on sheltered surfaces;
- attraction by electrostatic forces;
- trapping in narrow openings, e.g. in filters with forced air circulation.

Movement of air tends to retard or inhibit sedimentation of dust and sand.

b) Penetration

Penetration of dust and sand into products can occur as follows:

- carried inside by forced air circulation;
- carried inside by thermal motion of the air;
- pumped inside by thermal expansion and compression of air or variation in the atmospheric pressure.

6 Salt mist

6.1 Properties of salt mist

6.1.1 Constituents

The atmosphere over the sea and in coastal areas is largely saline, consisting of salt in the form of solid particles or as minute drops of saline solution also containing various other constituents.

Les composants d'une atmosphère saline correspondent approximativement à la composition de l'eau de mer. On peut admettre que la teneur en sel de l'eau de mer naturelle est de 3,4 %. Cette valeur peut varier plus ou moins suivant les lieux géographiques et en fonction de facteurs climatiques. Par exemple, on trouve une valeur extrême d'environ 4 % dans la mer Rouge.

On définit la salinité comme la masse total des matières solides, exprimée en grammes, contenues dans 1 kg d'eau de mer lorsque tout le brome et tout l'iode ont été remplacés par une quantité équivalente de chlore, lorsque tous les carbonates ont été transformés en oxyde et lorsque toutes les matières organiques ont été entièrement oxydées.

Les principaux composants de l'eau de mer sont indiqués dans le tableau 6.

Tableau 6 - Principaux composants de l'eau de mer

Composant	Quantité g/kg	Pourcentage de salinité
Cations		
Sodium	10,47	30,4
Magnésium	1,28	3,7
Calcium	0,41	1,2
Potassium	0,38	1,1
Strontium	0,013	0,05
Anions		
Chlorure	18,97	55,2
Sulfate	2,65	7,7
Bicarbonate	0,14	0,4
Bromure	0,065	0,2
Borate	0,027	0,08
NOTE - L'eau de mer naturelle est généralement contaminée par des polluants apportés par des rejets à la mer des débris d'origines variées, par exemple en provenance des bateaux et des installations industrielles. Ces matières contaminantes peuvent à leur tour générer une activité bactérienne.		

6.1.2 Concentrations et dépôts

On peut mesurer les concentrations de matières spécifiques se présentant sous forme de particules en suspension, en prélevant un échantillon d'air ou d'eau de volume connu et en pesant la quantité de polluant qu'il contient. Cette masse est alors divisée par le volume de l'échantillon et peut être exprimée en grammes, en milligrammes ou en microgrammes par mètre cube ou par litre. Dans le cas de particules qui ne restent en suspension que pendant des périodes relativement courtes, on prend la masse du dépôt moyen pendant une période donnée. Une manière d'exprimer la salinité du brouillard salin consiste à spécifier la valeur de dépôt, puisque la méthode de mesure est normalisée ("méthode de la chandelle mouillée", selon ISO 9225).

The constituent parts of a saline atmosphere are approximately equal to those found in the sea. The salt content of natural sea-water may be taken as 3,4 %, varying above and below this figure according to geographical location and climatic factors. For example, a value of about 4 % occurs in the Red Sea.

Salinity is defined as the total amount of solid material in grams, contained in 1 kg of sea-water, when all the bromine and iodine have been replaced by the equivalent amount of chlorine, all the carbonate converted to oxide and all organic matter has been completely oxidized.

The principle constituents of sea-water are shown in table 6.

Table 6 - Principle constituents of sea-water

Constituent	Quantity g/kg	Percentage of salinity
Cations		
Sodium	10,47	30,4
Magnesium	1,28	3,7
Calcium	0,41	1,2
Potassium	0,38	1,1
Strontium	0,013	0,05
Anions		
Chloride	18,97	55,2
Sulphate	2,65	7,7
Bicarbonate	0,14	0,4
Bromide	0,065	0,2
Borate	0,027	0,08
NOTE - Natural sea-water is generally contaminated by pollutants introduced by the discharge of waste matter from various sources such as ships and industrial plants, and these contaminants can in turn give rise to bacterial activity.		

6.1.2 Concentrations and deposition

The concentrations of specific suspended particulate matter can be determined by drawing off an air or water sample of known volume and measuring the mass of the pollutant contained therein. This mass is then divided by the volume of the sample and may be expressed in grams, milligrams or micrograms per cubic metre or litre. For particles that remain suspended for relatively short periods the mass refers to the average deposit over a given period. For salt mist, one way of expressing salinity is to specify the deposition value, as the method of measurement of this is standardized ("wet candle method" as described in ISO 9225).

On relève généralement des valeurs extrêmes de la salinité dans les régions subtropicales qui sont soumises à une évaporation importante. On a enregistré à Port Sherman, dans la zone du canal de Panama, sur une période d'un an, une chute de sel de $1\,400 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour})$ dans les précipitations. A la même station, en mars 1964, des moyennes journalières supérieures à $5\,200 \text{ mg}/\text{m}^2$ ont été enregistrées. Dans cette même zone, on a enregistré, à partir des données relatives à la pollution de l'air, des concentrations maximales journalières de chlorure de $0,15 \text{ mg}/\text{m}^3$.

De 1959 à 1962, le niveau maximal enregistré sur les plages de Grande-Bretagne a été de $136 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour})$, tandis qu'en Inde, à Bombay et à Cochín, ces niveaux ont été respectivement de $20 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour})$ et de $65 \text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{jour})$.

La figure 5 représente la répartition du sel de mer au-dessus des zones terrestres du globe. Les valeurs de dépôt de sel indiquées pour les différentes zones sur cette figure sont basées sur des résultats de relevés locaux systématiques effectués en un grand nombre de points.

6.2 Facteurs ayant une influence sur l'environnement de brouillard salin

L'importance de l'évaporation de l'eau de mer ainsi que les agents de dispersion comme le vent influent sur les niveaux de concentration des atmosphères salines. La salinité de l'air des zones côtières et des ports à marée est normalement plus basse qu'en pleine mer.

Les particules de sel dues à l'atomisation de l'eau de mer dans les rouleaux ou dans les brisants se déposent à des distances qui varient en fonction de leurs dimensions, de la direction du vent et de sa vitesse. Il en résulte une chute rapide des valeurs de la salinité de l'atmosphère quand on s'éloigne de la côte vers l'intérieur des terres. Cependant, dans les régions tropicales arides où les précipitations sont rares, de fines particules de sel peuvent se mélanger au sable et à la poussière et être transportées à plusieurs centaines de kilomètres à l'intérieur des terres, même par des vents modérés. La figure 6 donne des valeurs de dépôts de chlorure de sodium en fonction de la distance du bord de mer.

Extreme values of salinity are generally found in sub-tropical regions subjected to high evaporation. In precipitation, salt fall over a period of one year amounting to $1\,400\text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ has been reported at Port Sherman in the Panama Canal Zone. Recorded daily averages at the same station in March 1964 exceeded $5\,200\text{ mg}/\text{m}^2$. From air pollution data in the same zone daily maximum concentrations of chloride of $0,15\text{ mg}/\text{m}^3$ are recorded.

Maximum levels recorded between 1959 and 1962 at coastal beaches in Great Britain were $136\text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ while levels in India, for Bombay and Cochin, were $20\text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ and $65\text{ mg}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ respectively.

Figure 5 illustrates the sea-salt distribution over the land masses of the world. The salt deposition values given for the different areas in the figure are based on results of wide-spread systematic and local surveys.

6.2 Factors influencing the salt mist environment

Concentration levels of saline atmospheres are influenced by the degree of atmospheric evaporation of sea-water and upon dispersion factors such as wind. Coastal areas and tide swept harbours usually have lower air salinity values than over the open sea.

Salt particles resulting from the atomisation in surfs and breakers generally settle at a distance governed by particle size and direction and velocity of wind, causing atmospheric salinity values to fall rapidly with the distance inland from the coast. However, in arid tropical regions where precipitation is rare, fine salt may become admixed with sand and dust and be carried several hundred kilometres inland by even moderate winds. Sodium chloride deposition varying with distance from the seashore is given in figure 6.

Annexe A
(informative)

**Concentrations de poussière et de sable -
Exemples de fortes concentrations**

Cette annexe contient des informations sur les valeurs et les limites approximatives des concentrations de poussière ou de sable que l'on peut trouver dans certaines conditions provoquées, par exemple, par les hélicoptères et les véhicules à chenilles.

On considère ces concentrations comme fortes et elles représentent des limites extrêmes. Elles sont données dans le tableau A.1 suivant:

Tableau A.1 - Exemple de fortes concentrations de sable et de poussière

Type de générateur	Concentration approximative de poussière et de sable g/m ³
Hélicoptère	
Décollage et atterrissage	
Concentration maximale dans l'air autour	
- d'un hélicoptère isolé	1,5
- d'hélicoptères en formation	2,5
Concentration maximale au niveau des entrées d'air	3,0
En vol stationnaire, hauteur en mètres au-dessus du sol	
0,3	1,4 à 0,7
3	0,6 à 0,7
25	0,1 à 0,3
Véhicule à chenilles	
Cabine	
- panneaux ouverts	0,2 à 0,3
- panneaux fermés	0,6
Compartiment moteur	3,0 à 6,0

Annex A (informative)

Dust and sand concentrations - Examples of high concentrations

This annex contains information on approximate values and ranges of dust and sand concentrations found under induced conditions, e.g. by helicopters and tracked vehicles.

These concentrations are considered to be high and extreme. They are given in table A.1 below:

Table A.1 - Examples of high dust and sand concentrations

Type of inducer	Approximate dust and sand concentration g/m ³
Helicopter	
Take off and landing	
Maximum concentration in air surrounding	
- single helicopter	1,5
- helicopter formation	2,5
Maximum concentration at air intake	3,0
Hovering height in metres above ground	
0,3	1,4 to 0,7
3	0,6 to 0,7
25	0,1 to 0,3
Tracked vehicle	
Crew compartment	
- hatches open	0,2 to 0,3
- hatches closed	0,6
Engine compartment	3,0 to 6,0

Annexe B
(informative)

Bibliographie

- [1] CEI 68-2-XX Essais d'environnement - Partie 2: Essais,
Essai L: Poussière et sable
(actuellement document 50B(Secrétariat)286).
- [2] ISO 9225 Corrosion des métaux et alliages -
Corrosivité des atmosphères -
Méthodes de mesurage de la pollution
(actuellement document ISO/DIS 9225).
- [3] DEF STAN 00-35 (partie 4)/1 Chapitre 8-01: Atmosphères corrosives.
Chapitre 8-02: Les effets des matières corrosives
et contaminantes.
Chapitre 9-01: Poussière et sable.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of ISO 6072-2-5:1991