

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
61161

Edition 1.1
1998-05

Edition 1:1992 consolidée par l'amendement 1:1998
Edition 1:1992 consolidated with amendment 1:1998

**Mesurage de puissance ultrasonore
dans les liquides dans la gamme
de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz**

**Ultrasonic power measurement in liquids
in the frequency range 0,5 MHz to 25 MHz**

IEC 61161:1992

<https://standards.iteh.ai/en/standards/iec/3a1c58c6-7e4e-4ae0-af66-474a505a4e3a/iec-61161-1992>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61161:1992+A.1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique Internationale* (IEV).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
61161
Edition 1.1
1998-05

Edition 1:1992 consolidée par l'amendement 1:1998
Edition 1:1992 consolidated with amendment 1:1998

**Mesurage de puissance ultrasonore
dans les liquides dans la gamme
de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz**

**Ultrasonic power measurement in liquids
in the frequency range 0,5 MHz to 25 MHz**

© IEC 1998 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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Définitions.....	8
4 Liste des symboles.....	10
5 Prescriptions pour les balances à force de radiation	12
5.1 Généralités	12
5.2 Caractéristiques de la cible	12
5.3 Diamètre de la cible	14
5.4 Microbalance/Système de mesurage de la force	14
5.5 Cuve du système	16
5.6 Structures du support de cible.....	16
5.7 Positionnement du transducteur	16
5.8 Feuilletés contre les courants.....	18
5.9 Couplage à transducteur	18
5.10 Etalonnage.....	18
6 Prescriptions pour les conditions de mesurage	20
6.1 Position latérale du transducteur	20
6.2 Distance du transducteur à la cible.....	20
6.3 Eau.....	20
6.4 Mouillage.....	22
6.5 Conditions d'environnement	22
6.6 Dérives thermiques	22
7 Incertitude de mesurage.....	22
7.1 Evaluation des incertitudes de mesurage.....	22
Figures.....	34
Annexe A – Formules fondamentales.....	40
Annexe B – Autres méthodes de mesurage de la puissance acoustique	44
Annexe C – Bibliographie.....	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Definitions	9
4 List of symbols	11
5 Requirements for radiation force balances	13
5.1 General	13
5.2 Target type	13
5.3 Target diameter	15
5.4 Microbalance/Force measuring system	15
5.5 System tank	17
5.6 Target support structures	17
5.7 Transducer positioning	17
5.8 Anti-streaming foils	19
5.9 Transducer coupling	19
5.10 Calibration	19
6 Requirements for measuring conditions	21
6.1 Lateral transducer position	21
6.2 Transducer/Target separation	21
6.3 Water	21
6.4 Water contact	23
6.5 Environmental conditions	23
6.6 Thermal drifts	23
7 Measurement uncertainty	23
7.1 Assessment of measurement uncertainties	23
Figures	35
Annex A – Basic formulae	41
Annex B – Other methods of ultrasonic power measurement	45
Annex C – Bibliography	46

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURAGE DE PUISSANCE ULTRASONORE DANS LES LIQUIDES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 25 MHz

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 présente Norme internationale a été établie par le comité d'études 87 de la CEI: Ultrasons.

La présente version consolidée de la CEI 61161 est issue de la première édition (1992) et de son amendement 1 (1998) [documents 87/113/FDIS et 87/116/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

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

NOTE – Les caractères d'imprimerie suivants sont employés:

- Prescriptions: caractères romains
- *Modalités d'essais: caractères italiques*
- Notes: petits caractères romains
- Les termes en **caractères gras** dans le texte sont définis à l'article 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ULTRASONIC POWER MEASUREMENT IN LIQUIDS IN
THE FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 25 MHz**

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.

This International Standard has been prepared by technical committee 87: Ultrasonics.

This consolidated version of IEC 61161 is based on the first edition (1992), and its amendment 1 (1998) [documents 87/113/FDIS and 87/116/RVD].

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

Annex A forms an integral part of this International Standard.

Annexes B and C are for information only.

NOTE – The following print types are used:

- Requirements: in roman type
- *Test specifications: in italic type*
- Notes: in small roman type
- Words in **bold** in the text are defined in clause 3.

INTRODUCTION

Il existe un certain nombre de méthodes pour déterminer la puissance acoustique totale émise par des transducteurs ultrasonores ([1]* à [3]*, voir aussi l'annexe B). Le but de cette Norme internationale est d'établir des méthodes de mesurage de puissance ultrasonore dans les liquides pour les fréquences de l'ordre du mégahertz basées sur le mesurage de la force de radiation en utilisant une balance gravimétrique. L'avantage majeur du mesurage de la force de radiation est que la valeur de la puissance totale émise est obtenue sans qu'il soit nécessaire d'intégrer les données du champ sur la section du faisceau. De plus, les dispositifs de mesurage de la force de radiation sont simples à manipuler et à étalonner.

La présente norme énumère les sources d'erreurs et décrit une procédure pas à pas systématique nécessaire pour évaluer les incertitudes de mesurage globales.

Withholding

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61161:1992
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/3a1c58c6-7e4e-4ae0-af66-474a505a4e3a/iec-61161-1992>

* Les chiffres entre crochets se rapportent à l'annexe C – Bibliographie, page 46.

INTRODUCTION

A number of measuring methods exist for the determination of the total radiated power of ultrasonic transducers ([1]* to [3]*, see also annex B). The purpose of this International Standard is to establish methods of measurement of ultrasonic power in liquids in the megahertz frequency range based on the measurement of the radiation force using a gravimetric balance. The great advantage of radiation force measurements is that a value for the total radiated power is obtained without the need to integrate field data over the cross-section of the radiated sound beam. In addition, the radiation force measuring devices are easy to handle and to calibrate.

This standard enumerates the sources of errors and describes a systematic step-by-step procedure needed to assess overall measurement uncertainties.

Withholding

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61161:1992
<https://standards.iteh.ai/en/standards/iec/3a1c58c6-7e4e-4ae0-af66-474a505a4e3a/iec-61161-1992>

* The figures in square brackets refer to annex C – Bibliography, page 46.

MESURAGE DE PUISSANCE ULTRASONORE DANS LES LIQUIDES DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES DE 0,5 MHz À 25 MHz

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale

- prescrit une méthode pour déterminer la puissance totale ultrasonore émise des transducteurs ultrasonores, basée sur l'usage d'une balance à force de radiation;
- établit les principes généraux pour utiliser les balances à force de radiation dans lesquelles un obstacle dénommé cible intercepte le champ acoustique à mesurer.

NOTE – La force de radiation est égale à la variation du flux de quantité de mouvement moyenne sur le temps et est donc reliée à la puissance et à l'intensité ultrasonores.

- fournit des informations concernant l'évaluation des incertitudes de mesure globales.

Cette Norme internationale est applicable:

- aux mesurages de la puissance ultrasonore par utilisation d'une balance à force de radiation dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 25 MHz;
- aux mesurages de la puissance totale ultrasonore des transducteurs avec des faisceaux possédant une bonne collimation;
- à l'utilisation de balances à force de radiation de type gravimétrique.

NOTE – Une liste des publications auxquelles il est fait référence dans cette norme est donnée dans l'annexe C.

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 Norme internationale. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale 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.

CEI 60050(801):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 801: Acoustique et électroacoustique*

CEI 60150:1963, *Essai et étalonnage de générateurs d'ultrasons à usage thérapeutique*

CEI 61101:1991, *L'étalonnage absolu des hydrophones par la technique du balayage planaire dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 15 MHz*

3 Définitions

3.1 **courant acoustique:** Mouvement de fluide qui se développe en régime permanent dans un champ acoustique sous certaines conditions.

3.2 **champ lointain:** Champ libre à une distance de la source telle que la pression acoustique décroisse de manière monotone lorsque cette distance augmente. Il s'agit en général de la région du champ acoustique où l'impédance acoustique, c'est-à-dire le rapport complexe de la pression acoustique à la vitesse des particules, est substantiellement égal à ρc , ρ étant la densité du milieu et c la célérité du son dans celui-ci.

ULTRASONIC POWER MEASUREMENT IN LIQUIDS IN THE FREQUENCY RANGE 0,5 MHz TO 25 MHz

1 Scope

This International Standard

- specifies a method of determining the total radiated acoustic power of ultrasonic transducers based on the use of a radiation force balance;
- establishes general principles for the use of radiation force balances in which an obstacle (target) intercepts the sound field to be measured.

NOTE – The radiation force is equal to the change in the time-averaged momentum flow and is thus related to ultrasonic intensity and power.

- provides information on assessment of overall measurement uncertainties.

This International Standard is applicable to:

- the measurement of ultrasonic power based on the use of a radiation force balance in the frequency range from 0,5 MHz to 25 MHz;
- the measurement of total ultrasonic power of transducers with well-collimated beams;
- the use of radiation force balances of the gravimetric type.

NOTE – The titles of other publications referred to in this Standard are listed in annex C.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard 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 currently valid International Standards.

IEC 60050(801):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 801: Acoustics and electro-acoustics*

IEC 60150:1963, *Testing and calibration of ultrasonic therapeutic equipment*

IEC 61101:1991, *The absolute calibration of hydrophones using the planar scanning technique in the frequency range 0,5 MHz to 15 MHz*

3 Definitions

3.1 **acoustic streaming:** Steady-state fluid motion which develops under certain conditions in a sound field.

3.2 **far field:** Sound field at a distance from the source where the sound pressure decreases monotonically with increasing distance from the source. In general, this is the region of the sound field where the specific acoustic impedance, i.e. the complex ratio of sound pressure to particle velocity, is substantially equal to ρc , ρ being the density and c the velocity of sound in the sound-propagating medium.

3.3 **champ libre**: Champ acoustique dans un milieu homogène et isotrope dont les limites exercent une influence négligeable sur les ondes acoustiques. [VEI 801-03-28 modifié.]

3.4 **champ proche**: Région du champ acoustique située à une distance de la source inférieure à celle du début du **champ lointain**. C'est en général la région du champ acoustique où l'impédance acoustique complexe spécifique diffère notablement de ρc .

3.5 **puissance de sortie**: Moyenne temporelle de la puissance acoustique émise par un **transducteur ultrasonore** dans un **champ quasi libre** dans des conditions spécifiées dans un milieu spécifié, l'eau de préférence.

Symbole: P
Unité: watt, W

3.6 **force de radiation; force de radiation acoustique**: Moyenne temporelle de la force s'exerçant sur un corps plongé dans un champ acoustique et trouvant son origine dans le champ acoustique; ou, plus généralement, moyenne temporelle de la force apparaissant, dans un champ acoustique, à la surface de séparation entre deux milieux de propriétés acoustiques différentes.

Symbole: F
Unité: newton, N

3.7 **pression de radiation; force acoustique de radiation**: Force de radiation par unité d'air.

3.8 **cible**: Dispositif conçu spécialement pour être placé dans un champ acoustique et servir d'objet sur lequel la **force de radiation** qui s'y exerce sera mesurée.

3.9 **transducteur ultrasonore**: Dispositif capable de convertir l'énergie électrique en énergie mécanique et/ou réciproquement dans le domaine des fréquences ultrasonores.

4 Liste des symboles

a = rayon d'un **transducteur ultrasonore** servant de source

c = vitesse du son (généralement dans l'eau)

d = distance focale géométrique d'un **transducteur ultrasonore** focalisé

F = **force de radiation** sur une **cible** dans la direction de propagation d'une onde ultrasonore

g = accélération de la pesanteur

k = $(= 2\pi/\lambda)$ nombre d'onde circulaire

P = **puissance de sortie** d'un **transducteur ultrasonore**

s = $(= x \lambda/a^2)$ distance normalisée par rapport à la longueur du **champ proche**

x = distance entre la **cible** et le **transducteur ultrasonore**

α = coefficient d'atténuation en amplitude d'ondes planes dans un milieu (généralement dans l'eau)

γ $(= \arcsin a/d)$ angle de focalisation d'un **transducteur ultrasonore** focalisé

θ = angle entre la direction de propagation de l'onde ultrasonore et la normale à la surface réfléchissante d'une **cible**

λ = longueur d'onde ultrasonore.

3.3 **free field:** A sound field in a homogeneous isotropic medium whose boundaries exert a negligible effect on the sound waves. [IEV 801-03-28 modified.]

3.4 **near field:** Sound field at distances from the source smaller than the distance at which the **far field** begins. In general, this is the region of the sound field where the complex specific acoustic impedance differs appreciably from ρc .

3.5 **output power:** Time-average ultrasonic power radiated by an **ultrasonic transducer** into an approximately **free field** under specified conditions in a specified medium, preferably water.

Symbol: P

Unit: watt, W

3.6 **radiation force; acoustic radiation force:** Time-average force acting on a body in a sound field and caused by the sound field; or, more generally: time-average force in a sound field, appearing at the boundary surface between two media of different acoustic properties.

Symbol: F

Unit: newton, N

3.7 **radiation pressure; acoustic radiation pressure:** Radiation force per unit area.

3.8 **target:** A device specially designed to be inserted into the ultrasonic field and to serve as the object on which the **radiation force** is to be measured.

3.9 **ultrasonic transducer:** Device capable of converting electrical energy to mechanical energy within the ultrasonic frequency range and/or reciprocally of converting mechanical energy to electrical energy.

4 List of symbols

a = radius of a source **ultrasonic transducer**

c = speed of sound (usually in water)

d = geometrical focal length of a focused **ultrasonic transducer**

F = **radiation force** on a **target** in the propagation direction of an ultrasonic wave

g = acceleration due to gravity

k = $(= 2\pi/\lambda)$ circular wavenumber

P = **output power** of an **ultrasonic transducer**

s = $(= x \lambda/a^2)$ distance normalized to the **near-field** length

x = distance between a **target** and an **ultrasonic transducer**

α = amplitude attenuation coefficient of plane waves in a medium (usually water)

γ $(= \arcsin a/d)$ focus angle of a focused **ultrasonic transducer**

θ = angle between propagation direction of an ultrasonic wave and the normal to a reflecting surface of a **target**

λ = ultrasonic wavelength.

5 Prescriptions pour les balances à force de radiation

5.1 Généralités

La balance à **force de radiation** doit comporter une **cible** reliée à une balance. Le faisceau acoustique doit être dirigé verticalement, vers le haut ou le bas, sur la **cible** et la **force de radiation** exercée par le faisceau acoustique doit être mesurée à l'aide de la balance. La puissance acoustique doit être déterminée à partir de la différence entre les forces avec et sans champ acoustique, selon les formules données en annexe A. L'étalonnage peut être réalisé au moyen de poids de précision de faibles masses connues.

5.2 Caractéristiques de la cible

La **cible** doit avoir des caractéristiques acoustiques connues en ce qui concerne les détails qui relient la puissance à la **force de radiation**. Habituellement on s'efforce d'approcher au mieux un des deux cas de figure suivants: l'absorbant parfait ou le réflecteur parfait [4]. Il convient que la compressibilité soit aussi faible que possible afin d'éviter toute variation de flottaison avec la pression ambiante. Il convient, par ailleurs, de prendre les précautions nécessaires pour rendre aussi grande que possible la stabilité de la flottaison de la **cible**.

5.2.1 Cible absorbante

La **cible** absorbante (voir figure 1) doit avoir:

- un coefficient de réflexion inférieur à 5 %,
- une absorption d'énergie à l'intérieur de la **cible** d'au moins 99 %.

Des disques d'élastomère approprié avec ou sans angles vifs sont généralement utilisés comme **cibles**; le matériau doit contenir des inhomogénéités pour accroître les caractéristiques absorbantes.

La figure 2 montre un exemple d'absorbant à pointes. Dans ce cas, la concentration en inhomogénéités augmente de zéro aux angles vifs à 30 % en volume à l'arrière. Des sphères de verre creuses d'un diamètre de l'ordre de un dixième de millimètre sont utilisées comme inhomogénéités; elles ont une influence limitée sur la densité et la compressibilité de l'élastomère.

5.2.2 Cible réfléchissante – Généralités

La principale difficulté est de réduire la compressibilité de la **cible** réfléchissante parce que les variations de la pression ambiante font fluctuer le volume et donc la flottaison de la **cible**, proportionnellement à sa compressibilité. Des réflecteurs acoustiques normalement réalisés au moyen de plaques minces planes de métal avec la face arrière exposée à l'air ne peuvent pas être utilisés. Des erreurs énormes peuvent être commises avec des réflecteurs métalliques massifs inclinés à 45° du faisceau [5].

Des cônes réflecteurs creux en verre épais ou en métal mince avec la face arrière exposée à l'air sont utilisables. Des cônes réflecteurs en mousse plastique rigide recouverts d'une très mince couche métallique se sont révélés être des **cibles** convenables [4].

5.2.3 Cible réfléchissante – convexe

La figure 3 montre un réflecteur conique convexe. Le demi-angle du cône est généralement de 45°, de sorte que les ondes réfléchies partent normalement à l'axe du faisceau.