

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Expression of performance of gas analyzers –  
Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers**

**Expression des performances des analyseurs de gaz –  
Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

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

IEC Central Office  
3, rue de Varembé  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### About the IEC

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

### About IEC publications

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

#### Useful links:

IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

### A propos de la CEI

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

### A propos des publications CEI

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

#### Liens utiles:

Recherche de publications CEI - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).



IEC 61207-7

Edition 1.0 2013-09

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE



**Expression of performance of gas analyzers –  
Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers**

**Expression des performances des analyseurs de gaz –  
Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

ICS 19.040; 71.040.40

ISBN 978-2-8322-1117-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.  
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## CONTENTS

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FOREWORD.....                                                                                                              | 3  |
| INTRODUCTION.....                                                                                                          | 5  |
| 1 Scope.....                                                                                                               | 6  |
| 2 Normative references .....                                                                                               | 6  |
| 3 Terms and definitions .....                                                                                              | 7  |
| 4 Procedure for specification .....                                                                                        | 10 |
| 4.1 General .....                                                                                                          | 10 |
| 4.2 In situ analyzers .....                                                                                                | 10 |
| 4.2.1 Additional operation and maintenance requirements.....                                                               | 10 |
| 4.2.2 Additional terms related to the specification of performance .....                                                   | 10 |
| 4.2.3 Additional limits of uncertainties .....                                                                             | 11 |
| 4.3 Extractive analyzers .....                                                                                             | 11 |
| 4.3.1 Additional operation and maintenance requirements.....                                                               | 11 |
| 4.3.2 Additional terms related to the specification of performance .....                                                   | 12 |
| 4.4 Recommended standard values and range of influence quantities .....                                                    | 12 |
| 4.5 Laser safety .....                                                                                                     | 12 |
| 5 Procedures for compliance testing.....                                                                                   | 12 |
| 5.1 In situ analyzers .....                                                                                                | 12 |
| 5.1.1 General .....                                                                                                        | 12 |
| 5.1.2 Apparatus to simulate measurement condition .....                                                                    | 13 |
| 5.1.3 Apparatus to generate test gas mixture .....                                                                         | 13 |
| 5.1.4 Apparatus to investigate the attenuation induced by opaque dust,<br>liquid droplets and other particles .....        | 13 |
| 5.1.5 Testing procedures .....                                                                                             | 14 |
| 5.2 Extractive analyzers .....                                                                                             | 16 |
| 5.2.1 General .....                                                                                                        | 16 |
| 5.2.2 Apparatus to generate test gas mixture .....                                                                         | 16 |
| 5.2.3 Testing procedures .....                                                                                             | 16 |
| Annex A (informative) Systems of tuneable semiconductor laser gas analyzers .....                                          | 18 |
| Annex B (normative) Examples of the test apparatus .....                                                                   | 19 |
| Bibliography.....                                                                                                          | 23 |
| Figure A.1 – Tuneable semiconductor laser gas analyzers.....                                                               | 18 |
| Figure B.1 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for<br>across-duct and open-path analyzers..... | 19 |
| Figure B.2 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for probe<br>type analyzers .....               | 19 |
| Figure B.3 – Example of apparatus to generate the test gas mixture .....                                                   | 20 |
| Figure B.4 – Delay time, rise time and fall time .....                                                                     | 21 |
| Figure B.5 – Example of a grid to simulate the attenuation by the dust in optical path.....                                | 22 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

## Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers

## FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61207-7 has been prepared by subcommittee 65B: Measurement and control devices, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement, control and automation.

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

|              |                  |
|--------------|------------------|
| FDIS         | Report on voting |
| 65B/876/FDIS | 65B/891/RVD      |

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

This International Standard is to be used in conjunction with IEC 61207-1:2010.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61207 series, under the general title *Expression of performance of gas analyzers*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

**IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

## INTRODUCTION

This part of IEC 61207 includes the terminology, definitions, statements and tests that are specific to tuneable semiconductor laser gas analyzers, which utilize tuneable semiconductor laser absorption spectroscopy (TSLAS).

Tuneable semiconductor laser gas analyzers utilize tuneable semiconductor lasers (e.g. diode lasers, quantum cascade lasers, interband cascade lasers) as light sources, whose wavelength covers ultraviolet, visible and infrared part of the electromagnetic spectrum, to detect the absorption spectra and thus determine the concentration of gases to be analyzed. These analyzers may employ different TSLAS techniques such as direct absorption spectroscopy, frequency modulation spectroscopy (FMS), wavelength modulation spectroscopy (WMS), etc. Multi-pass absorption spectroscopy, photoacoustic spectroscopy (PAS), and cavity-enhanced absorption spectroscopy (CEAS) such as cavity-ringdown spectroscopy (CRDS) are also used to take advantage of their high detection sensitivity.

Tuneable semiconductor laser gas analyzers are usually used to measure concentration of small molecule gases, such as oxygen, carbon monoxide, carbon dioxide, hydrogen sulfide, ammonia, hydrogen fluoride, hydrogen chloride, nitrogen dioxide, water vapour etc.

There are two main types of tuneable semiconductor laser gas analyzers: extractive and in situ analyzers. The extractive analyzers measure the sample gas withdrawn from a process or air by a sample handling system. The in situ analyzers measure the gas in its original place, including across-duct, probe and open-path types. Across-duct analyzers either have a laser source and a detector mounted on opposite sides of a duct, or both the laser and the detector are mounted on the same side and a retroreflector on the opposite side of a duct. Probe analyzers comprise a probe mounted into the duct, and the measured gas either passes through or diffuses into the measuring optical path inside the probe. And open-path analyzers measure the gas in an open environment with a hardware approach similar to across duct analyzers (source and detector on opposite sides of the open area or a retroreflector on one side and the source and detector on the opposite side), except the sample is in an open path and not contained in a duct.

NOTE 1 Traditionally, only diode lasers were employed, and thus tuneable diode laser gas analyzers and tuneable diode laser absorption spectroscopy (TDLAS) are widely used terms. However, with the development of laser technology, many other types of semiconductor lasers, such as quantum cascade lasers (QCLs) and interband cascade lasers (ICLs) have been developed and employed in laser gas analyzers. Therefore, the term of semiconductor laser rather than diode laser is used in this standard to reflect this technology advancement.

NOTE 2 Though tuneable semiconductor laser photoacoustic spectroscopy (PAS) is in principle different from absorption spectroscopy typically used in tuneable semiconductor laser gas analyzers, the hardware and data reduction software are almost the same for analyzers utilizing these two spectroscopy technologies, and thus PAS is considered a variant of absorption spectroscopy and this standard also applies to the analyzers based on PAS.

## EXPRESSION OF PERFORMANCE OF GAS ANALYZERS –

### Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers

#### 1 Scope

This part of IEC 61207 applies to all aspects of analyzers utilizing TSLAS for the concentration measurement of one or more gas components in a gaseous mixture or vapour.

It applies to analyzers utilizing tuneable semiconductor lasers as sources and utilizing absorption spectroscopy, such as direct absorption, FMS, WMS, multi-pass absorption spectroscopy, CRDS, ICOS, PAS and CEAS techniques, etc.

It applies both to in situ or extractive type analyzers. This standard includes the following, it

- specifies the terms and definitions related to the functional performance of gas analyzers, utilizing tuneable semiconductor laser gas absorption spectroscopy, for the continuous measurement of gas or vapour concentration in a source gas,
- unifies methods used in making and verifying statements on the functional performance of this type of analyzers,
- specifies the type of tests to be performed to determine the functional performance and how to carry out these tests,
- provides basic documents to support the application of the standards of quality assurance with in ISO 9001

#### 2 Normative references

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

IEC 60654-1:1993, *Industrial-process measurement and control equipment – Operating conditions – Part 1: Climatic conditions*

IEC 60654-2:1979, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Power*  
Amendment 1:1992

IEC 60654-3:1983, *Operating conditions for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Mechanical influences*

IEC 60825-1:2007, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements*

IEC 61207-1:2010, *Expression of performance of gas analyzers – Part 1: General*

### 3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

#### 3.1

##### **semiconductor laser**

solid-state laser, in which the semiconductor material is used as active media

#### 3.2

##### **diode laser**

semiconductor laser which is formed from a p-n junction and powered by injected electric current

#### 3.3

##### **quantum cascade laser**

semiconductor laser whose laser emission is achieved through the use of intersubband transitions in a repeated stack of semiconductor multiple quantum structure, and typically emits in the mid- to far-infrared portion of the electromagnetic spectrum

#### 3.4

##### **interband cascade laser**

semiconductor laser whose laser emission is achieved through the use of interband transitions between electrons and holes in a repeated stack of semiconductor multiple quantum structure, but, instead of losing an electron to the valence band, the valence electron can tunnel into the conduction band of the next quantum structure, and this process can be repeated throughout the multiple quantum structure

#### 3.5

##### **extractive analyzer**

analyzer which receives and analyzes a continuous stream of gas withdrawn from a process by a sample handling system

#### 3.6

##### **in situ analyzer**

analyzer which measures the gas in its original place, including across-duct, probe and open-path types

#### 3.7

##### **tuneable semiconductor laser absorption spectroscopy**

##### **TSLAS**

spectroscopy which utilizes a tuneable semiconductor laser as radiation source, tunes the emission wavelength of the laser over the characteristic absorption lines of measured species in the laser beam path, detects the reduction of the measured signal intensity, and then determines the gas concentration

#### 3.8

##### **tuneable semiconductor laser gas analyzer**

gas analyzer which utilizes TSLAS to measure the concentration of one or more gas components in a gaseous mixture or vapour

#### 3.9

##### **wavelength modulation spectroscopy**

laser gas absorption spectroscopy, in which the wavelength of the laser beam is continuously modulated across the absorption line and the signal is detected at a harmonic of the modulation frequency

Note 1 to entry: Wavelength modulation spectroscopy utilizes a modulation frequency which is less than the half-width frequency of the transition lineshape.

### 3.10

#### **frequency modulation spectroscopy**

spectroscopy that uses a modulation frequency larger than the half-width frequency of the transition lineshape which results in a pair of sidebands separated from the carrier by the modulation frequency

Note 1 to entry: An alteration of any of the sidebands by absorption causes an unbalance and therefore a net signal which can be detected by a high speed photodetector.

### 3.11

#### **cavity enhanced absorption spectroscopy**

spectroscopy which utilizes the resonance of laser beam in high-finesse optical cavity to prolong the effective path lengths

### 3.12

#### **photoacoustic spectroscopy**

spectroscopy which is based on the photoacoustic effect

Note 1 to entry: The acoustic effect is the energy from the laser beam transformed into kinetic energy of the absorbing gas molecules. This results in local heating and thus a pressure wave or sound. By measuring the sound intensity, the gas concentration can be determined.

### 3.13

#### **multi-pass absorption spectroscopy**

absorption spectroscopy utilizing a multi-pass gas cell, in which the reflected laser beam passes through the gas multi-times to increase optical path length

### 3.14

#### **transmittance**

ratio of incident light energy transmitted to the total light energy incident on a given sample

### 3.15

#### **transmittance influence uncertainty**

maximum difference between the indicated values of gas concentration when transmittance assumes any value larger than the rated minimum transmittance, while all other values are at reference conditions

EXAMPLE Transmittance is reduced by dust, liquid droplets, and other particles in the measured gas and the pollution of optical windows.

### 3.16

#### **purge**

method using zero gas to blow parts of the analyzer during measurement or calibration to prevent the optical components from staining or being coated, and to implement positive pressure explosion protection, or to avoid interference from gases outside measured path

### 3.17

#### **purged optical path length**

length of optical path filled with purge gas

### 3.18

#### **gas temperature**

temperature of measured gases

EXAMPLE Temperature of gas in the duct for across-duct analyzers, temperature of gas in the probe cavity for probe analyzers, ambient gas temperature in the open environment for open-path analyzers, gas temperature in the gas cell for extractive analyzers.

**3.19****gas pressure**

pressure of measured gases

EXAMPLE The pressure in duct for across-duct and probe analyzers, ambient pressure of the open environment for open-path analyzers, and the pressure in gas cell for extractive analyzers.

**3.20****gas temperature influence uncertainty**

maximum difference between the indicated values of gas concentration when the temperature assumes any value within the rated range of gas temperature, all others being at reference conditions

**3.21****gas temperature influence uncertainty for calibration**

maximum difference between the indicated values of gas concentration when the temperature assumes any value within the rated range of calibration gas temperature, all others being at reference conditions

**3.22****gas pressure influence uncertainty**

maximum difference between the indicated values of gas concentration when the pressure assumes any value within the rated range of gas pressure, all others being at reference conditions

**3.23****gas pressure influence uncertainty for calibration**

maximum difference between the indicated values of gas concentration when the pressure assumes any value within the rated range of calibration gas pressure, all others being at reference conditions

**3.24****laser safety**

safety design for use and implementation of lasers to minimise the risk of laser accidents, especially those involving eye injuries

**3.25****optical interference noise**

interference fringes generated through multiple beam interferences between optical surfaces within the coherent light source and the detector

Note 1 to entry: Interference fringes cause oscillation of the photocurrent during wavelength scanning. This oscillation results in noise added to the absorption signal.

**3.26****interfering components**

components which interfere with the measurement of target species

Note 1 to entry: These interfering components include not only optically absorbing species by the fact that the absorbance spectrum overlaps to the target species, but also non-optically absorbing species by line broadening of the target species. (this can make stating/determining the measurement accuracy difficult).

Note 2 to entry: Namely, shape of optical absorbance spectrum of target species to be measured can be changed itself significantly by change of background gas composition.

## 4 Procedure for specification

### 4.1 General

The procedures for specification are detailed in IEC 61207-1. This covers:

- operation and storage requirements;
- specification of ranges of measurement and output signals;
- limits of uncertainties;
- recommended reference values and rated ranges of influence quantities (see IEC 60654-1, IEC 60654-2, IEC 60654-3).

In this standard, additional operation and service requirements are given. Additional terms for specification of performance and important aspects of performance relevant to tuneable semiconductor laser gas analyzers are also detailed.

### 4.2 In situ analyzers

#### 4.2.1 Additional operation and maintenance requirements

##### 4.2.1.1 Facilities and requirements for purge

The quality of purge gas such as dust and oil load, concentration limit of measured gas component in the purge gas, and rated range of purge gas pressure and flow rate shall be stated.

##### 4.2.1.2 Facilities and methods for calibration or electronic and optical integrity checking

The rated range of temperature, pressure and flow rate of calibration gas shall be stated.

The gas components and their corresponding concentration levels in calibration gas shall be stated.

Facilities and procedures for optical aligning shall be stated.

##### 4.2.1.3 Facilities and requirements for automatic compensation for gas temperature or pressure variations

Specifications of required temperature or pressure sensors shall be stated.

##### 4.2.1.4 Facilities and requirements for essential maintenance

Maintenance methods, facilities and the time intervals for maintenance shall be stated.

#### 4.2.2 Additional terms related to the specification of performance

**4.2.2.1** Rated minimum transmittance, above which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.2** Rated range of optical path length, which is required to ensure sufficient gas absorption and transmittance.

**4.2.2.3** Rated range of gas temperature, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.4** Rated range of gas pressure, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.5** Rated range of calibration gas temperature, within which the uncertainty of calibration is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.6** Rated range of calibration gas pressure, within which the uncertainty of calibration is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.7** Rated range of gas flow rate, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.8** Rated range of interfering components, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

NOTE The interfering components can normally include water vapour, carbon dioxide, nitric oxide, oxygen, hydrogen chloride, carbon monoxide, etc.

**4.2.2.9** Rated range of operating ambient temperature, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.2.2.10** Rated range of operating ambient pressure, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

#### **4.2.3 Additional limits of uncertainties**

**4.2.3.1** Gas temperature influence uncertainty.

**4.2.3.2** Gas temperature influence uncertainty for calibration.

**4.2.3.3** Gas pressure influence uncertainty.

**4.2.3.4** Gas pressure influence uncertainty for calibration.

**4.2.3.5** Transmittance influence uncertainty.

### **4.3 Extractive analyzers**

#### **4.3.1 Additional operation and maintenance requirements**

##### **4.3.1.1 Facilities and requirements for purge**

The quality of purge gas such as dust and oil load, concentration limit of measured gas component in the purge gas, and rated range of purge gas pressure and flow rate shall be stated.

##### **4.3.1.2 Facilities and methods for calibration or electronic and optical integrity checking**

The rated range of temperature, pressure and flow rate of calibration gas shall be stated.

The gas components and their corresponding concentration levels in calibration gas shall be stated.

##### **4.3.1.3 Facilities and requirements for essential maintenance**

Maintenance methods, facilities and the time intervals for maintenance shall be stated.

#### **4.3.2 Additional terms related to the specification of performance**

**4.3.2.1** Rated minimum transmittance, above which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.2** Rated range of gas temperature, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.3** Rated range of gas pressure, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.4** Rated range of calibration gas temperature, within which the uncertainty of calibration is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.5** Rated range of calibration gas pressure, within which the uncertainty of calibration is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.6** Rated range of gas flow rate, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.7** Rated range of interfering components, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

NOTE The interfering components normally include water vapour, carbon dioxide, nitric oxide, oxygen, hydrogen chloride, carbon monoxide, etc.

**4.3.2.8** Rated range of operating ambient temperature, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

**4.3.2.9** Rated range of operating ambient pressure, within which the measurement uncertainty of the analyzers is below the specified uncertainty limit, shall be stated.

#### **4.4 Recommended standard values and range of influence quantities**

The rated ranges and use of influence quantities for climatic conditions, mechanical conditions and main supply conditions shall be in accordance with those defined in IEC 60654-1, IEC 60654-2, IEC 60654-3.

#### **4.5 Laser safety**

The laser classification of light source of analyzer shall be in accordance with those defined in IEC 60825-1.

### **5 Procedures for compliance testing**

#### **5.1 In situ analyzers**

##### **5.1.1 General**

For the verification of values specifying the performance see IEC 61207-1, together with the following.

The tests considered in 5.1 apply to the complete analyzer as supplied by the manufacturer. The analyzer will be set up in accordance with the instruction delivered by the manufacturer.

### 5.1.2 Apparatus to simulate measurement condition

The test apparatus for in situ analyzers (see Figure B.1) shall include mechanical components required to present test gases to the measurement path at the appropriate temperature and pressure. For across-duct or open-path analyzers an optical cell is required with transparent wedged windows to minimise optical interference noise. This optical cell should be placed in the uniform temperature region of furnace, and purge tubes are arranged between the analyzer and the optical cell to avoid interference from air. For delay, rise and fall time measurements, another gas cell filled with either zero or span gas is required. Purge tubes and both cells should be of sufficient diameter to accommodate the analyzer beam width. For probe type analyzers, the test apparatus may have a sealed end-cap for the probe, with appropriate gas connections installed. This entire apparatus is then placed within a furnace (see Figure B.2).

To simulate the measurement conditions, it is required that gas absorbance in test conditions is comparable to that in measurement conditions. For example, when the pressure and temperature are the same for measurement and test conditions, the cell length and the gas concentration to be measured can be selected as follows:

$$X_a L_a = X_t L_t$$

where

$X_a$  is the maximum gas concentration in the measurement condition;

$L_a$  is the optical path length in the measurement condition;

$X_t$  is the gas concentration in gas cell;

$L_t$  is the length of the optical cell.

### 5.1.3 Apparatus to generate test gas mixture

Test gas mixture can either use standard gas or gas generated by a test gas generator, which requires at least two gas flow controllers to adjust the flow rates of standard and dilution gases (see Figure B.3). The standard and dilution gases are mixed in a gas mixing device to obtain uniform gas mixture. The concentration of the test component in the gas mixture can be calculated as follows:

$$X_t = X_s R_s / (R_s + R_d)$$

where

$X_s$  is the concentration of the test component in the standard gas;

$R_s$  is the flow rate of standard gas;

$X_t$  is the concentration of the test component in the gas mixture;

$R_d$  is the flow rate of dilution gas.

### 5.1.4 Apparatus to investigate the attenuation induced by opaque dust, liquid droplets and other particles

Test equipment for in situ analyzers shall include an apparatus to investigate the attenuation induced by dust, liquid droplets and other particles in optical path. Such an apparatus can be a set of neutral density filters or grids with different transmittance to simulate the attenuation induced by opaque dust, liquid droplets and other particles; each grid has square mesh holes as illustrated in Figure B.5.

## 5.1.5 Testing procedures

### 5.1.5.1 General

The following relevant testing procedures are detailed in IEC 61207-1:

- intrinsic uncertainty;
- linearity uncertainty;
- repeatability;
- output fluctuation;
- warm-up time;
- variations (influence uncertainties);
- interference uncertainty.

Additional test details required for in situ tuneable semiconductor laser gas analyzers are given below.

### 5.1.5.2 Drift

The test period should be chosen appropriately for the specific application from the following values:

- 24 h;
- 7 days;
- 30 days;
- 3 months;
- 6 months;
- 1 year.

The readings may be corrected for temperature and pressure variations.

The test procedure detailed in 5.6.5 of IEC 61207-1:2010 is used except the following. Test gas with appropriate stable concentration is applied to the analyzer until a stable indication is given and at least 12 indicated values are recorded continuously, and then average value is calculated. This procedure is carried out at the beginning and end of the specified test period, and at a minimum of six, approximately evenly spread, time intervals within the test period. The drift over the time period is the maximum difference of the calculated average values.

The readings of tuneable semiconductor laser gas analyzers may have periodical fluctuations in hour scale, which is caused by optical interference noise and should be considered as part of the drift. So the slope of linear regression of indicated values as specified in IEC 61207-1 cannot provide an accurate estimate of the drift.

### 5.1.5.3 Delay time, rise time and fall time

For across-duct and open-path analyzers, perform continuous measurement and wait until a stable indication is given. Insert a gas cell filled with zero (span) gas into the light path (see Figure B.1) and designate this moment as the start time of the step change for falling (rising) delay time. When indicated values become stable, remove the gas cell from the light path and designate this moment as the start time of the step change for rising (falling) delay time. The measurement is continued until the indicated values become stable.

The values for delay time, rise time and fall time as defined in 3.5.13, 3.5.14 and 3.5.15 of IEC 61207-1:2010 are determined from the recorded data, in conjunction with logged time intervals (see Figure B.4).

The time interval of gas cell replacement shall be much shorter than the rise (fall) time of analyzers.

NOTE The procedure for extractive (5.6.6 of IEC 61207-1:2010) analyzers is also applicable for in situ analyzers as long as the gas exchange time is negligible against the response times of the analyzer.

#### **5.1.5.4 Transmittance influence uncertainty**

The analyzer is presented with a continued flow of test gas mixture giving a full scale or near full scale indication. The indicated value is recorded until any change in reading is less than or equal to the intrinsic uncertainty of the analyzer. Then sequentially insert the neutral density filters or grids with rated minimum transmittance and at least three neutral density filters or grids whose transmittances approximately evenly spread within the rated range of transmittance into the optical path of analyzer (see Figure B.1), and the indicated values are recorded correspondingly. This procedure shall be repeated at least three times, and the averages of indicated reading for each test transmittance are calculated. The transmittance influence uncertainty is the maximum difference of the calculated average values.

#### **5.1.5.5 Gas temperature influence uncertainty**

Control the temperature of the test gas to upper and lower limits of rated range of gas temperature, and to a minimum of three, approximately evenly spread, temperatures within the rated range of gas temperature, and control the pressure of the test gas to the middle of rated range of gas pressure. The indicated values at each temperature are recorded. This procedure is carried out at least three times and the averages of indicated values for each test temperature are calculated. The gas temperature influence uncertainty is the maximum difference of the calculated average values.

#### **5.1.5.6 Gas temperature influence uncertainty for calibration**

Control the temperature of the test gas to upper and lower limits of rated range of calibration gas temperature, and to a minimum of three, approximately evenly spread, temperatures within the rated range of calibration gas temperature, and control the pressure of test gas to the middle of rated range of calibration gas pressure. The indicated values at each temperature are recorded. This procedure is carried out at least three times and the averages of indicated values for each test temperature are calculated. The gas temperature influence uncertainty for calibration is the maximum difference of the calculated average values.

#### **5.1.5.7 Gas pressure influence uncertainty**

Control the pressure of the test gas to upper and lower limits of rated range of gas pressure, and to a minimum of three, approximately evenly spread, pressures within the rated range of gas pressure, and control the temperature of test gas to the middle of rated range of gas temperature. The indicated values at each pressure are recorded. This procedure is carried out at least three times and the averages of indicated values for each test pressure are calculated. The gas pressure influence uncertainty is the maximum difference of the calculated average values.

#### **5.1.5.8 Gas pressure influence uncertainty for calibration**

Control the pressure of the test gas to upper and lower limits of rated range of calibration gas pressure, and to a minimum of three, approximately evenly spread, pressures within the rated range of calibration gas pressure, and control the temperature of test gas to the middle of rated range of calibration gas temperature. The indicated values at each pressure are recorded. This procedure is carried out at least three times and the averages of indicated reading for each pressure are calculated. The gas pressure influence uncertainty for calibration is the maximum difference of the calculated average values.

## 5.2 Extractive analyzers

### 5.2.1 General

For the verification of values specifying the performance, see IEC 61207-1, together with the following.

The tests considered in 5.2 apply to the complete analyzer as supplied by the manufacturer. The analyzer will be set up in accordance with the instruction delivered by the manufacturer.

### 5.2.2 Apparatus to generate test gas mixture

Test gas mixture can either use standard gas or gas generated by a test gas generator, which requires at least two gas flow controllers to adjust the flow rates of standard and dilution gases (see Figure B.3). The standard and dilution gases are mixed in a gas mixing device to obtain uniform gas mixture. The concentration of the test component in the gas mixture can be calculated as follows:

$$X_t = X_s R_s / (R_s + R_d)$$

where

- $X_s$  is the concentration of the test component in the standard gas;
- $R_s$  is the flow rate of standard gas;
- $X_t$  is the concentration of the test component in the gas mixture;
- $R_d$  is the flow rate of dilution gas.

### 5.2.3 Testing procedures

#### 5.2.3.1 General

The following relevant testing procedures are detailed in IEC 61207-1:

- intrinsic uncertainty;
- linearity uncertainty;
- repeatability;
- output fluctuation;
- delay time, rise time and fall time;
- warm-up time;
- variations (influence uncertainties);
- interference uncertainty.

Additional test details required for extractive tuneable semiconductor laser gas analyzers are given below.

### 5.2.3.2 Drift

The test period should be chosen appropriately for the specific application from the following values:

- 24 h;
- 7 days;
- 30 days;
- 3 months;
- 6 months;
- 1 year.

The readings may be corrected for temperature and pressure variations.

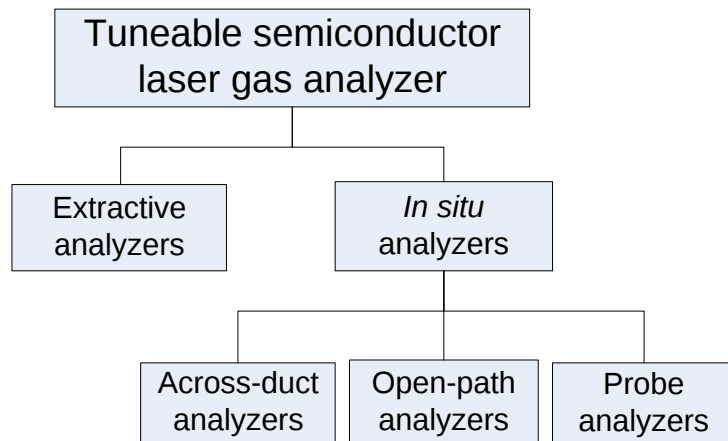
The test procedure detailed in 5.6.5 of IEC 61207-1:2010 is used except the following. Test gas with appropriate stable concentration is applied to the analyzer until a stable indication is given and at least 12 indicated values are recorded continuously, and then average value is calculated. This procedure is carried out at the beginning and end of the specified test period, and at a minimum of six, approximately evenly spread, time intervals within the test period. The drift over the time period is the maximum difference of the calculated average values.

The readings of tuneable semiconductor laser gas analyzers may have periodical fluctuations in hour scale, which is caused by optical interference noise and is considered as part of the drift. So the slope of linear regression of indicated values, as specified in IEC 61207-1, cannot provide an accurate estimate of the drift.

## Annex A (informative)

### Systems of tuneable semiconductor laser gas analyzers

Annex A depicts the variety of tuneable laser gas analyzer systems covered by this document.



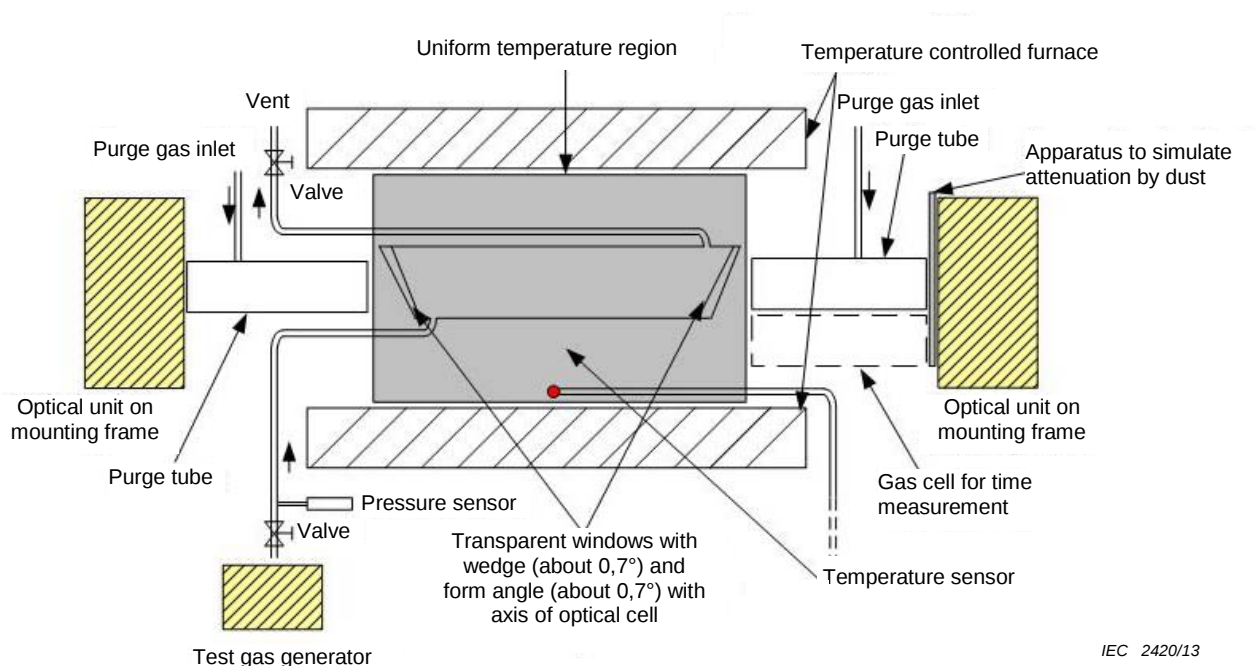
IEC 2419/13

**Figure A.1 – Tuneable semiconductor laser gas analyzers**

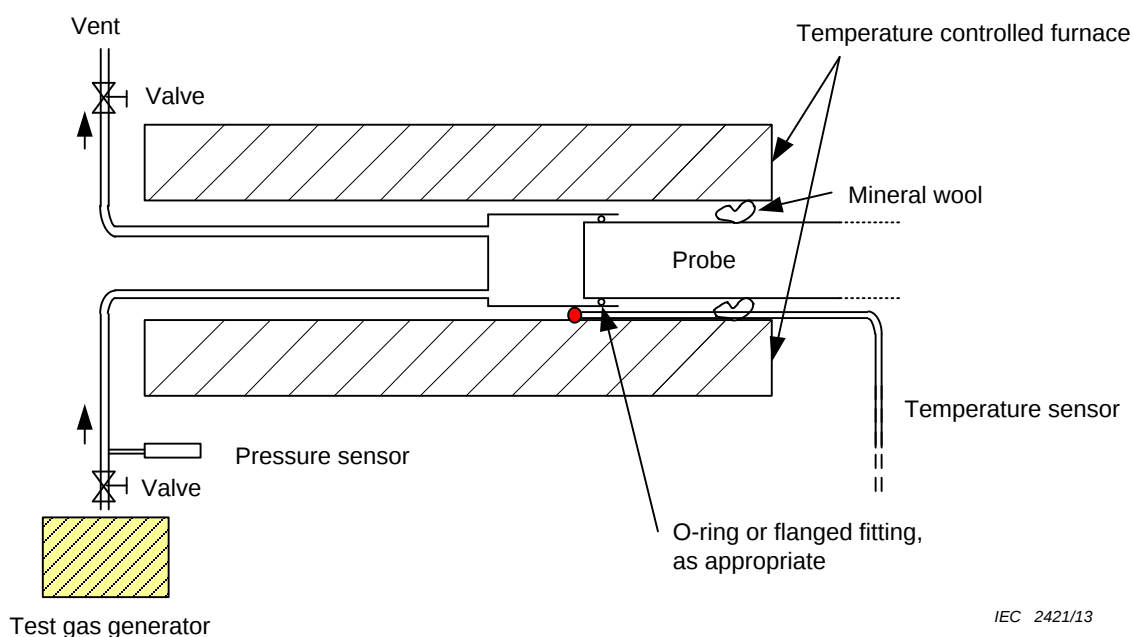
## Annex B (normative)

### Examples of the test apparatus

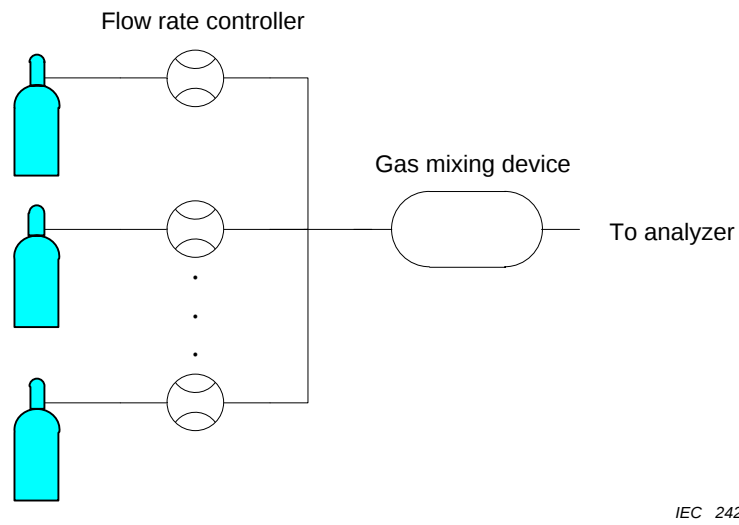
Annex B depicts examples of a variety of tuneable laser gas analyzer test apparatus and techniques.



**Figure B.1 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for across-duct and open-path analyzers**



**Figure B.2 – Example of a test apparatus to simulate measurement condition for probe type analyzers**



**Figure B.3 – Example of apparatus to generate the test gas mixture**

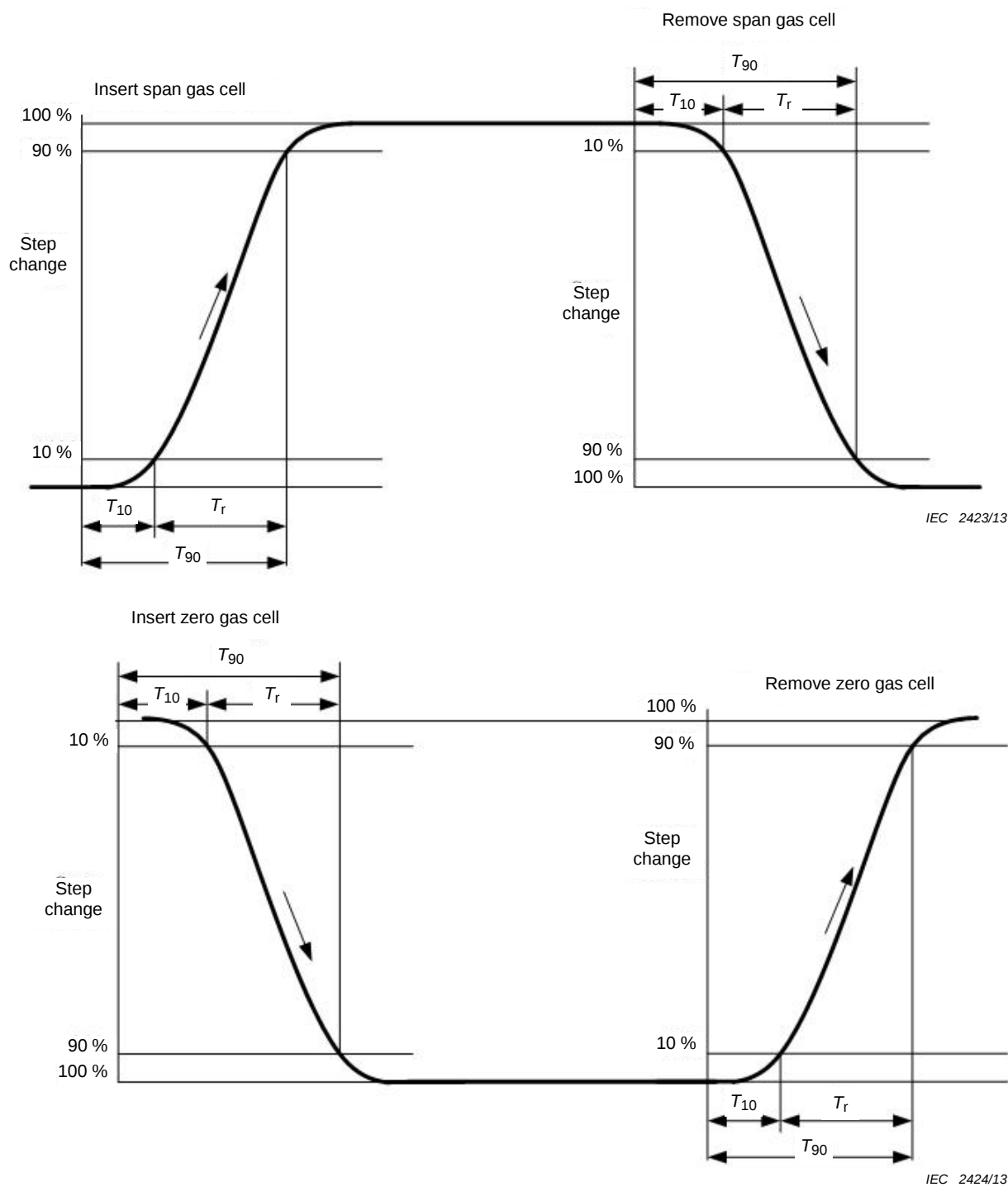
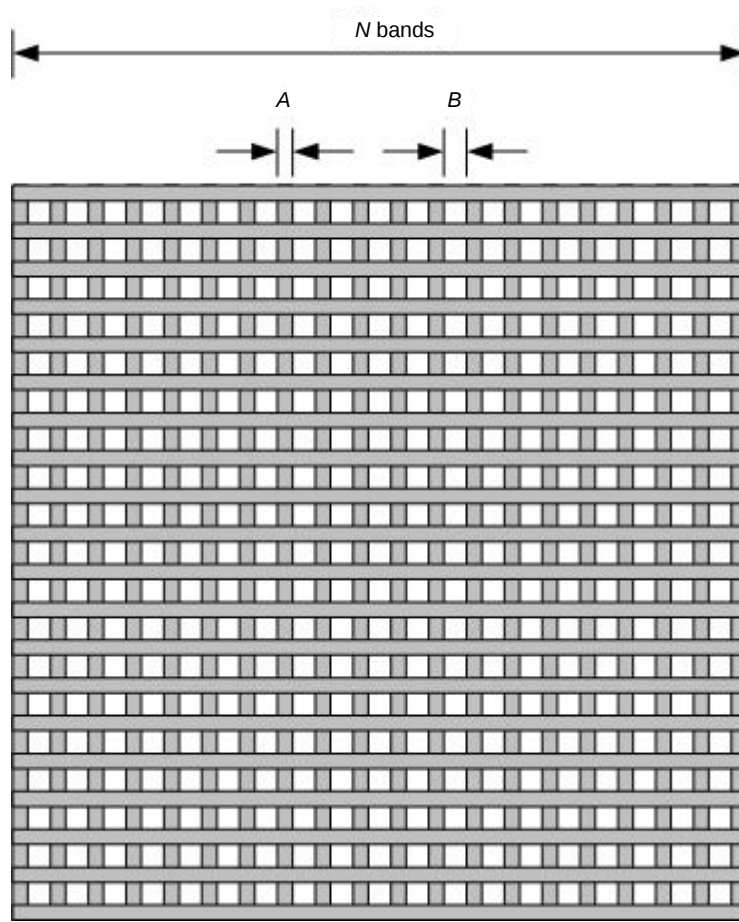


Figure B.4 – Delay time, rise time and fall time



IEC 2425/13

**Figure B.5 – Example of a grid to simulate the attenuation by the dust in optical path**

## Bibliography

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

---

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                             | 25 |
| INTRODUCTION.....                                                                                                                              | 27 |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                  | 28 |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                  | 28 |
| 3 Termes and définitions .....                                                                                                                 | 29 |
| 4 Mode opératoire pour la spécification .....                                                                                                  | 32 |
| 4.1 Généralités.....                                                                                                                           | 32 |
| 4.2 Analyseurs in situ .....                                                                                                                   | 32 |
| 4.2.1 Exigences de fonctionnement et de maintenance supplémentaires .....                                                                      | 32 |
| 4.2.2 Termes et conditions supplémentaires relatifs à la spécification des performances .....                                                  | 33 |
| 4.2.3 Limites supplémentaires des incertitudes.....                                                                                            | 33 |
| 4.3 Analyseurs d'extraction .....                                                                                                              | 34 |
| 4.3.1 Exigences supplémentaires de fonctionnement et de maintenance .....                                                                      | 34 |
| 4.3.2 Termes supplémentaires relatifs à la spécification des performances .....                                                                | 34 |
| 4.4 Valeurs normalisées recommandées et étendue des grandeurs d'influence .....                                                                | 35 |
| 4.5 Sécurité laser .....                                                                                                                       | 35 |
| 5 Modes opératoires pour les essais de conformité .....                                                                                        | 35 |
| 5.1 Analyseurs in situ .....                                                                                                                   | 35 |
| 5.1.1 Généralités.....                                                                                                                         | 35 |
| 5.1.2 Appareil de simulation des conditions de mesure.....                                                                                     | 35 |
| 5.1.3 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai .....                                                                                   | 36 |
| 5.1.4 Appareil d'examen de l'atténuation induite par la poussière opaque, les gouttelettes liquides et autres particules .....                 | 36 |
| 5.1.5 Modes opératoires d'essai.....                                                                                                           | 36 |
| 5.2 Analyseurs d'extraction .....                                                                                                              | 38 |
| 5.2.1 Généralités.....                                                                                                                         | 38 |
| 5.2.2 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai .....                                                                                   | 39 |
| 5.2.3 Modes opératoires d'essai.....                                                                                                           | 39 |
| Annexe A (informative) Systèmes d'analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables .....                                                  | 41 |
| Annexe B (normative) Exemples d'appareils d'essai .....                                                                                        | 42 |
| Bibliographie.....                                                                                                                             | 46 |
| Figure A.1 – Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables .....                                                                       | 41 |
| Figure B.1 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs à conduit transversal et en circuit ouvert ..... | 42 |
| Figure B.2 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs de type à sonde .....                            | 42 |
| Figure B.3 – Exemple d'appareil de génération de mélange de gaz d'essai.....                                                                   | 43 |
| Figure B.4 – Temps de retard, temps de montée et temps de descente .....                                                                       | 44 |
| Figure B.5 – Exemple de grille de simulation de l'atténuation par la poussière dans le trajet optique .....                                    | 45 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

#### Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61207-7 a été établie par le sous-comité 65B: Equipements de mesure et de contrôle-commande, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure, commande et automation dans les processus industriels.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS         | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 65B/876/FDIS | 65B/891/RVD     |

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

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la CEI 61207-1:2010.

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

Une liste de toutes les parties la série CEI 61207 publiées sous le titre général *Expression des performances des analyseurs de gaz*, est disponible sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

**IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.**

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61207 comprend la terminologie, les définitions, les déclarations et les essais spécifiques aux analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables, qui utilisent la spectroscopie à absorption laser à semiconducteur accordable (TSLAS, *tunable semiconductor laser absorption spectroscopy*).

Les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables utilisent des lasers à semiconducteurs accordables (par exemple, lasers à diode, lasers en cascade quantiques, lasers en cascade inter-bandes) comme sources de lumière, dont la longueur d'onde couvre la partie ultraviolette, visible et infrarouge du spectre électromagnétique, afin de détecter les spectres d'absorption et déterminer ainsi la concentration des gaz à analyser. Ces analyseurs peuvent utiliser différentes techniques TSLAS telles que la spectroscopie d'absorption directe, la spectroscopie à modulation de fréquence (FMS, *frequency modulation spectroscopy*), la spectroscopie à modulation de longueur d'onde (WMS, *wavelength modulation spectroscopy*), etc. La spectroscopie d'absorption multipassages, la spectroscopie photo-acoustique (PAS, *photoacoustic spectroscopy*) et la spectroscopie d'absorption amplifiée à cavité (CEAS, *cavity-enhanced absorption spectroscopy*) telle que la spectroscopie d'extinction à cavité (CRDS, *cavity-ringdown spectroscopy*) sont également utilisées pour leurs caractéristiques de haute sensibilité de détection.

Les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables sont généralement utilisés pour mesurer la concentration de gaz à faibles molécules tels que l'oxygène, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène, l'ammoniaque, le fluorure d'hydrogène, le chlorure d'hydrogène, le dioxyde d'azote, la vapeur d'eau, etc.

Il existe deux principaux types d'analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables: analyseur d'extraction et analyseur in situ. Les analyseurs d'extraction mesurent le gaz échantillon prélevé d'un processus ou de l'air au moyen d'un système de transport de l'échantillon. Les analyseurs in situ mesurent le gaz dans son lieu d'origine, y compris les types à conduit transversal, à sonde et en circuit ouvert. Les analyseurs à conduit transversal sont équipés d'une source laser et d'un détecteur montés sur les côtés opposés d'un conduit, ou le laser et le détecteur sont montés du même côté et un rétroreflecteur est installé du côté opposé du conduit. Les analyseurs à sonde comportent une sonde montée dans le conduit, et le gaz mesuré passe par la sonde ou se diffuse dans le trajet optique de mesure dans la sonde. Les analyseurs en circuit ouvert mesurent le gaz dans un environnement ouvert en appliquant une méthode matérielle similaire à celle des analyseurs à conduit transversal (source et détecteur montés sur les côtés opposés de la zone ouverte ou rétroreflecteur installé d'un côté et la source et le détecteur montés du côté opposé), à l'exception du fait que l'échantillon se trouve dans un circuit ouvert et n'est pas contenu dans un conduit.

NOTE 1 Traditionnellement, seuls les lasers à diode étaient utilisés, c'est pourquoi les termes analyseurs de gaz laser à diode accordables et spectroscopie à absorption laser à diode accordable (TDLAS, *tunable diode laser absorption spectroscopy*) sont largement utilisés. Cependant, le développement de la technologie laser a permis d'élaborer et d'utiliser bon nombre d'autres types de lasers à semiconducteurs, tels que les lasers en cascade quantiques (QCL, *quantum cascade lasers*) et les lasers en cascade inter-bandes (ICL, *interband cascade lasers*) dans les analyseurs de gaz laser. Par conséquent, la présente norme utilise le terme laser à semiconducteur plutôt que laser à diode pour refléter cette avancée technologique.

NOTE 2 Bien que la spectroscopie photo-acoustique (PAS) utilisant le laser à semiconducteur accordable soit en principe différente de la spectroscopie d'absorption généralement utilisée dans les analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables, le matériel et le logiciel utilisés pour la réduction des données sont pratiquement les mêmes que ceux applicables aux analyseurs utilisant ces deux technologies de spectroscopie. De ce fait, la spectroscopie PAS est considérée comme une variante de la spectroscopie d'absorption et la présente norme s'applique également aux analyseurs à spectroscopie PAS.

## EXPRESSION DES PERFORMANCES DES ANALYSEURS DE GAZ –

### Partie 7: Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61207 s'applique à tous les aspects des analyseurs à TSLAS utilisés pour la mesure de la concentration d'un ou de plusieurs composants de gaz dans un mélange gazeux ou de la vapeur.

Elle s'applique aux analyseurs à sources lasers à semiconducteurs accordables et utilisés dans le cadre de la spectroscopie d'absorption, comprenant les techniques d'absorption directe, FMS, WMS, spectroscopie d'absorption multipassages, CRDS, ICOS, PAS et CEAS, etc.

Elle s'applique aux analyseurs de type in situ ou d'extraction. La présente partie inclut les éléments suivants, elle

- spécifie les termes et définitions relatifs aux performances fonctionnelles des analyseurs de gaz, à laser à semiconducteur accordable pour spectroscopie d'absorption, utilisés pour la mesure en continu de la concentration de gaz ou de vapeur dans un gaz source,
- unifie les méthodes utilisées en fournissant et en vérifiant les indications relatives aux performances fonctionnelles de ce type d'analyseurs,
- spécifie le type d'essais à réaliser afin de déterminer les performances fonctionnelles et la manière d'effectuer ces essais,
- stipule des documents de base pour supporter l'application des normes d'assurance de la qualité selon l'ISO 9001.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60654-1:1993, *Matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Conditions de fonctionnement – Partie 1: Conditions climatiques*

CEI 60654-2:1979, *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels – Deuxième partie: Alimentation*  
Amendement 1:1992

CEI 60654-3:1983, *Conditions de fonctionnement pour les matériels de mesure et commande dans les processus industriels – Troisième partie: Influences mécaniques*

CEI 60825-1:2007, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 61207-1:2010, *Expression des performances des analyseurs de gaz – Partie 1: Généralités*

### 3 Termes and définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### **laser à semiconducteur**

laser à semiconducteurs, dans lequel le dispositif semiconducteur est utilisé comme milieu actif

#### 3.2

##### **diode laser**

laser semiconducteur constitué d'un dispositif à jonction p-n et alimenté par courant électrique injecté

#### 3.3

##### **laser en cascade quantique**

laser semiconducteur dont l'émission laser est obtenue en utilisant des transitions inter-sous-bandes dans une pile répétée de structure quantique à plusieurs semiconducteurs, et qui émet généralement dans la partie infrarouge moyen à lointain du spectre électromagnétique

#### 3.4

##### **laser en cascade inter-bandes**

laser semiconducteur dont l'émission laser est obtenue en utilisant des transitions inter-bandes entre les électrons et les trous dans une pile répétée de structure quantique à plusieurs semiconducteurs, mais, au lieu de perdre un électron dans la bande de valence, l'électron de valence peut pénétrer par effet tunnel dans la bande de conduction de la structure quantique suivante, ce processus pouvant être répété dans toute la structure quantique multiple

#### 3.5

##### **analyseur d'extraction**

analyseur qui reçoit et analyse un courant continu de gaz prélevé d'un processus par un système de transport de l'échantillon

#### 3.6

##### **analyseur in situ**

analyseur qui mesure le gaz dans son lieu d'origine, y compris les types à conduit transversal, à sonde et en circuit ouvert

#### 3.7

##### **spectroscopie à absorption laser à semiconducteur accordable**

##### **TSLAS**

spectroscopie qui utilise un laser à semiconducteur accordable comme source de rayonnement, règle la longueur d'onde d'émission du laser sur les raies d'absorption caractéristiques des espèces mesurées dans le trajet du faisceau laser, détecte la réduction de l'intensité des signaux mesurés, puis détermine la concentration de gaz

#### 3.8

##### **analyseur de gaz laser à semiconducteur accordable**

analyseur de gaz qui utilise la technique de spectroscopie TSLAS pour mesurer la concentration d'un ou plusieurs composants de gaz dans un mélange gazeux ou de vapeur

### 3.9

#### **spectroscopie à modulation de longueur d'onde**

spectroscopie d'absorption de gaz laser, dans laquelle la longueur d'onde du faisceau laser est modulée de manière continue dans la raie d'absorption et le signal est détecté au niveau d'un harmonique de la fréquence de modulation

Note 1 à l'article: La spectroscopie à modulation de longueur d'onde utilise une fréquence de modulation inférieure à la fréquence de demi-largeur de la raie de transition.

### 3.10

#### **spectroscopie à modulation de fréquence**

spectroscopie utilisant une fréquence de modulation supérieure à la fréquence de demi-largeur de la raie de transition donnant lieu à une paire de bandes latérales séparées de la porteuse par la fréquence de modulation

Note 1 à l'article: Toute modification des bandes latérales par absorption provoque un déséquilibre et génère de ce fait un signal net pouvant être détecté par un photodétecteur à grande vitesse.

### 3.11

#### **spectroscopie d'absorption amplifiée à cavité**

spectroscopie qui utilise la résonance du faisceau laser dans la cavité optique extrêmement fine pour prolonger les longueurs efficaces du trajet

### 3.12

#### **spectroscopie photo-acoustique**

spectroscopie fondée sur l'effet photo-acoustique

Note 1 à l'article: L'effet acoustique est l'énergie provenant du faisceau laser transformée en énergie cinétique des molécules gazeuses absorbantes. Cela donne lieu à un échauffement localisé et crée de ce fait une onde de pression ou un son (pression acoustique). La mesure de l'intensité acoustique permet de déterminer la concentration de gaz.

### 3.13

#### **spectroscopie d'absorption multipassages**

spectroscopie d'absorption utilisant une cellule à gaz multipassages, dans laquelle le faisceau laser réfléchi traverse plusieurs fois le gaz pour augmenter la longueur du trajet optique

### 3.14

#### **facteur de transmission**

rapport de l'énergie de la lumière incidente transmise à l'énergie lumineuse totale incidente sur un échantillon donné

### 3.15

#### **incertitude d'influence du facteur de transmission**

différence maximale entre les valeurs indiquées de concentration de gaz lorsque le facteur de transmission considère toute valeur supérieure au facteur de transmission minimal assigné, tandis que toutes les autres valeurs sont dans les conditions de référence

EXEMPLE Le facteur de transmission est réduit par la poussière, les gouttelettes liquides et autres particules présentes dans le gaz mesuré et la pollution des fenêtres optiques.

### 3.16

#### **purge**

méthode utilisant un gaz de mise à zéro pour purger les parties de l'analyseur pendant les opérations de mesure ou d'étalonnage, afin d'éviter toute coloration ou tout revêtement des composants optiques et afin d'appliquer une protection contre les explosions à pression positive ou d'éviter toute interférence des gaz hors du trajet mesuré

### 3.17

#### **longueur du trajet optique en purge**

longueur du trajet optique contenant le gaz de purge

**3.18****température du gaz**

température of des gaz mesurés

EXEMPLE Température du gaz dans le conduit pour les analyseurs à conduit transversal, température du gaz dans la cavité de sonde pour les analyseurs à sonde, température ambiante du gaz dans l'environnement ouvert pour les analyseurs en circuit ouvert, température du gaz dans la cellule à gaz pour les analyseurs d'extraction.

**3.19****pression du gaz**

pression des gaz mesurés

EXEMPLE La pression dans le conduit pour les analyseurs à conduit transversal et à sonde, la pression ambiante de l'environnement ouvert pour les analyseurs en circuit ouvert et la pression dans la cellule à gaz pour les analyseurs d'extraction.

**3.20****incertitude d'influence de la température du gaz**

différence maximale entre les valeurs indiquées de concentration de gaz lorsque la température tient compte de toute valeur dans l'étendue assignée de température du gaz, toutes les autres étant dans les conditions de référence

**3.21****incertitude d'influence de la température du gaz pour étalonnage**

différence maximale entre les valeurs indiquées de concentration de gaz lorsque la température tient compte de toute valeur dans l'étendue assignée de température du gaz d'étalonnage, toutes les autres étant dans les conditions de référence

**3.22****incertitude d'influence de la pression du gaz**

différence maximale entre les valeurs indiquées de concentration de gaz lorsque la pression tient compte de toute valeur dans l'étendue assignée de pression du gaz, toutes les autres étant dans les conditions de référence

**3.23****incertitude d'influence de la pression du gaz pour étalonnage**

différence maximale entre les valeurs indiquées de concentration de gaz lorsque la pression tient compte de toute valeur dans l'étendue assignée de pression du gaz d'étalonnage, toutes les autres étant dans les conditions de référence

**3.24****sécurité laser**

concept de sécurité applicable à l'utilisation et à la mise en œuvre des lasers afin de réduire au minimum les risques d'accidents liés au laser, notamment ceux engendrant des lésions oculaires

**3.25****bruit d'interférence optique**

franges d'interférence optique générées par plusieurs interférences de faisceau entre les surfaces optiques dans la source de lumière cohérente et le détecteur

Note 1 à l'article: Les franges d'interférence provoquent l'oscillation du courant photo-électrique au cours du balayage de longueur d'onde. Cette oscillation génère du bruit venant s'ajouter au signal d'absorption.

### 3.26

#### **composants interférents**

composants qui interfèrent avec la mesure des espèces cibles

Note 1 à l'article: Ces composants interférents comprennent non seulement les espèces absorbantes de manière optique du fait du chevauchement du spectre d'absorbance avec les espèces cibles, mais également les espèces absorbantes de manière non optique du fait de l'élargissement des raies des espèces cibles (cela peut rendre difficile la détermination de la précision de mesure).

Note 2 à l'article: En effet, la forme du spectre d'absorbance optique des espèces cibles à mesurer peut être modifiée elle-même de façon significative par la modification de la composition du gaz résiduel.

## **4 Mode opératoire pour la spécification**

### **4.1 Généralités**

Les modes opératoires pour la spécification sont spécifiés en détail dans la CEI 61207-1. Cela couvre:

- les exigences de fonctionnement et de stockage;
- la spécification des étendues de mesure et des signaux de sortie;
- les limites des incertitudes;
- les valeurs de référence recommandées et étendues assignées des grandeurs d'influence (voir CEI 60654-1, CEI 60654-2, CEI 60654-3).

La présente norme spécifie des exigences de fonctionnement et de service supplémentaires. Des termes supplémentaires relatifs à la spécification des performances et des aspects importants des performances applicables aux analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables sont également spécifiés en détail.

### **4.2 Analyseurs in situ**

#### **4.2.1 Exigences de fonctionnement et de maintenance supplémentaires**

##### **4.2.1.1 Installations et exigences relatives à la purge**

La qualité du gaz de purge, comme par exemple la charge en poussière et en huile, la limite de concentration du composant de gaz mesuré dans le gaz de purge, ainsi que l'étendue assignée de la pression et du débit du gaz de purge, doivent être déclarées.

##### **4.2.1.2 Installations et méthodes d'étalonnage ou de contrôle d'intégrité électronique et optique**

L'étendue assignée de la température, de la pression et du débit du gaz d'étalonnage doit être déclarée.

Les composants de gaz et leurs niveaux de concentration correspondants dans le gaz d'étalonnage doivent être déclarés.

Les installations et modes opératoires pour l'alignement optique doivent être déclarés.

##### **4.2.1.3 Installations et exigences relatives à la compensation automatique des variations de température ou de pression du gaz**

Les spécifications relatives aux capteurs de température ou de pression requis doivent être déclarées.

#### **4.2.1.4 Installations et exigences relatives à la maintenance de base**

Les méthodes, les installations et les intervalles de temps applicables à la maintenance doivent être déclarés.

#### **4.2.2 Termes et conditions supplémentaires relatifs à la spécification des performances**

**4.2.2.1** Le facteur de transmission minimal assigné, au-delà duquel l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclaré.

**4.2.2.2** L'étendue assignée de la longueur du trajet optique, nécessaire pour garantir une absorption de gaz et un facteur de transmission suffisants.

**4.2.2.3** L'étendue assignée de la température du gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.4** L'étendue assignée de la pression du gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.5** L'étendue assignée de la température du gaz d'étalonnage, dans le cadre de laquelle l'incertitude liée à l'étalonnage est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.6** L'étendue assignée de la pression du gaz d'étalonnage, dans le cadre de laquelle l'incertitude liée à l'étalonnage est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.7** L'étendue assignée du débit de gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.8** L'étendue assignée des composants interférents, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

NOTE Les composants interférents peuvent généralement comprendre la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le monoxyde d'azote, l'oxygène, le chlorure d'hydrogène, le monoxyde de carbone, etc.

**4.2.2.9** L'étendue assignée de la température ambiante de fonctionnement, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.2.2.10** L'étendue assignée de la pression ambiante de fonctionnement, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

#### **4.2.3 Limites supplémentaires des incertitudes**

**4.2.3.1** Incertitude d'influence de la température du gaz.

**4.2.3.2** Incertitude d'influence de la température du gaz pour étalonnage.

**4.2.3.3** Incertitude d'influence de la pression du gaz.

**4.2.3.4** Incertitude d'influence de la pression du gaz pour étalonnage.

**4.2.3.5** Incertitude d'influence du facteur de transmission.

### **4.3 Analyseurs d'extraction**

#### **4.3.1 Exigences supplémentaires de fonctionnement et de maintenance**

##### **4.3.1.1 Installations et exigences relatives à la purge**

La qualité du gaz de purge, comme par exemple la charge en poussière et en huile, la limite de concentration du composant de gaz mesuré dans le gaz de purge, ainsi que l'étendue assignée de la pression et du débit du gaz de purge, doivent être déclarées.

##### **4.3.1.2 Installations et méthodes d'étalonnage ou de contrôle d'intégrité électronique et optique**

L'étendue assignée de la température, de la pression et du débit du gaz d'étalonnage doit être déclarée.

Les composants de gaz et leurs niveaux de concentration correspondants dans le gaz d'étalonnage doivent être déclarés.

##### **4.3.1.3 Installations et exigences relatives à la maintenance de base**

Les méthodes, les installations et les intervalles de temps applicables à la maintenance doivent être déclarés.

#### **4.3.2 Termes supplémentaires relatifs à la spécification des performances**

**4.3.2.1** Le facteur de transmission minimal assigné, au-delà duquel l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclaré.

**4.3.2.2** L'étendue assignée de la température du gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.3** L'étendue assignée de la pression du gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.4** L'étendue assignée de la température du gaz d'étalonnage, dans le cadre de laquelle l'incertitude liée à l'étalonnage est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.5** L'étendue assignée de la pression du gaz d'étalonnage, dans le cadre de laquelle l'incertitude liée à l'étalonnage est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.6** L'étendue assignée du débit de gaz, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.7** L'étendue assignée des composants interférents, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**NOTE** Les composants interférents comprennent généralement la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le monoxyde d'azote, l'oxygène, le chlorure d'hydrogène, le monoxyde de carbone, etc.

**4.3.2.8** L'étendue assignée de la température ambiante de fonctionnement, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

**4.3.2.9** L'étendue assignée de la pression ambiante de fonctionnement, dans le cadre de laquelle l'incertitude de mesure des analyseurs est inférieure à la limite d'incertitude spécifiée, doit être déclarée.

#### 4.4 Valeurs normalisées recommandées et étendue des grandeurs d'influence

Les étendues assignées et l'utilisation des grandeurs d'influence pour les conditions climatiques, les conditions mécaniques et les conditions d'alimentation par le réseau doivent être conformes à celles définies dans la CEI 60654-1, la CEI 60654-2 et la CEI 60654-3.

#### 4.5 Sécurité laser

La classification de la source de lumière des analyseurs laser doit être conforme à celle définie dans la CEI 60825-1.

### 5 Modes opératoires pour les essais de conformité

#### 5.1 Analyseurs in situ

##### 5.1.1 Généralités

Pour ce qui concerne la vérification des valeurs de spécification des performances, voir la CEI 61207-1, ainsi que les spécifications suivantes.

Les essais considérés en 5.1 s'appliquent à l'analyseur complet tel que fourni par le fabricant. L'analyseur sera installé conformément aux instructions fournies par le fabricant.

##### 5.1.2 Appareil de simulation des conditions de mesure

L'appareil d'essai des analyseurs in situ (voir Figure B.1) doit comprendre les composants mécaniques nécessaires pour soumettre les gaz d'essai au circuit de mesure à la température et à la pression appropriées. Pour les analyseurs à conduit transversal ou en circuit ouvert, une cellule optique à fenêtres prismatiques transparentes est nécessaire pour réduire au minimum le bruit d'interférence optique. Il convient de placer cette cellule optique dans la zone à température uniforme du four, et de disposer les tubes de purge entre l'analyseur et la cellule optique, afin d'éviter toute interférence de l'air. Pour les mesures des temps de retard, de montée et de descente, une autre cellule à gaz remplie de gaz de mise à zéro ou de gaz d'étalonnage est nécessaire. Il convient que les tubes de purge et les deux cellules présentent un diamètre suffisant pour s'adapter à la largeur de faisceau de l'analyseur. Pour les analyseurs de type à sonde, l'appareil d'essai peut être muni d'un obturateur d'extrémité scellé pour la sonde, et équipé de raccords de gaz appropriés. Cet appareil complet est ensuite placé dans un four (voir Figure B.2).

Pour simuler les conditions de mesure, il est nécessaire que l'absorbance de gaz dans les conditions d'essai soit comparable à celle dans les conditions de mesure. Par exemple, lorsque la pression et la température sont identiques dans les conditions de mesure et d'essai, la longueur de la cellule et la concentration de gaz à mesurer peuvent être choisies comme suit:

$$X_a L_a = X_t L_t$$

où

$X_a$  est la concentration maximale de gaz dans les conditions de mesure;

$L_a$  est la longueur du trajet optique dans les conditions de mesure;

$X_t$  est la concentration de gaz dans la cellule à gaz;

$L_t$  est la longueur de la cellule optique.

### 5.1.3 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai

Le mélange de gaz d'essai peut être constitué de gaz étalon ou de gaz généré par un générateur de gaz d'essai, nécessitant de disposer d'au moins deux régulateurs de débit de gaz pour régler les débits des gaz étalon et de dilution (voir Figure B.3). Les gaz étalon et de dilution sont mélangés dans un dispositif mélangeur de gaz, afin d'obtenir un mélange gazeux uniforme. La concentration du composant d'essai dans le mélange gazeux peut être calculée comme suit:

$$X_t = X_s R_s / (R_s + R_d)$$

où

$X_s$  est la concentration du composant d'essai dans le gaz étalon;

$R_s$  est le débit du gaz étalon;

$X_t$  est la concentration du composant d'essai dans le mélange gazeux;

$R_d$  est le débit du gaz de dilution.

### 5.1.4 Appareil d'examen de l'atténuation induite par la poussière opaque, les gouttelettes liquides et autres particules

L'appareil d'essai des analyseurs in situ doit comprendre un appareil d'examen de l'atténuation induite par la poussière, les gouttelettes liquides et autres particules dans le trajet optique. Ce type d'appareil peut être constitué d'un ensemble de filtres de densité neutre ou de grilles à différents facteurs de transmission permettant de simuler l'atténuation induite par la poussière opaque, les gouttelettes liquides et autres particules, chaque grille ayant des ouvertures de mailles carrées telles qu'illustrées à la Figure B.5.

### 5.1.5 Modes opératoires d'essai

#### 5.1.5.1 Généralités

Les modes opératoires d'essai applicables suivants sont spécifiés en détail dans la CEI 61207-1:

- incertitude intrinsèque;
- incertitude de linéarité;
- répétabilité;
- fluctuation du signal de sortie;
- temps de préchauffage;
- variations (incertitudes d'influence);
- incertitude d'interférence.

Des informations détaillées supplémentaires sur les essais nécessaires pour les analyseurs in situ de gaz laser à semiconducteurs accordables sont données ci-après.

#### 5.1.5.2 Dérive

Il convient de choisir la période d'essai de manière appropriée à l'application spécifique selon les valeurs suivantes:

- 24 h;
- 7 jours;
- 30 jours;
- 3 mois;

- 6 mois;
- 1 an.

Les lectures peuvent être corrigées pour tenir compte des variations de température et de pression.

Le mode opératoire d'essai décrit en détail en 5.6.5 de la CEI 61207-1:2010 est appliqué, à l'exception des éléments suivants. Les concentrations de gaz d'essai stables appropriées sont appliquées à l'analyseur jusqu'à ce qu'une indication stable soit fournie et qu'au moins les 12 valeurs indiquées soient enregistrées de manière continue; la valeur moyenne est ensuite calculée. Cette procédure est exécutée au début et à la fin de la période d'essai spécifiée, et sur au moins six intervalles de temps, répartis plus ou moins uniformément sur la période d'essai. La dérive sur la période de temps correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

Les lectures des analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables peuvent présenter des fluctuations périodiques sur l'échelle horaire, dues au bruit d'interférence optique, et qu'il convient de considérer comme faisant partie intégrante de la dérive. Ainsi, la pente de la régression linéaire des valeurs indiquées, telle que spécifiée dans la CEI 61207-1, ne peut fournir une estimation précise de la dérive.

#### **5.1.5.3 Temps de retard, temps de montée et temps de descente**

Pour les analyseurs à conduit transversal et en circuit ouvert, réaliser les mesures de manière continue et attendre jusqu'à ce qu'une indication stable soit fournie. Insérer une cellule à gaz remplie de gaz de mise à zéro (d'étalonnage) dans la raie spectrale (voir Figure B.1) et marquer ce moment comme le début de la modification d'échelon pour le temps de retard de descente (de montée). Lorsque les valeurs indiquées deviennent stables, retirer la cellule à gaz de la raie spectrale et marquer ce moment comme le début de la modification d'échelon pour le temps de retard de montée (de descente). Les mesures sont poursuivies jusqu'à ce que les valeurs indiquées deviennent stables.

Les valeurs de temps de retard, de temps de montée et de temps de descente définies en 3.5.13, 3.5.14 et 3.5.15 de la CEI 61207-1:2010 sont déterminées à partir des données enregistrées, conjointement avec les intervalles de temps consignés (voir Figure B.4).

L'intervalle de temps de remplacement de la cellule à gaz doit être beaucoup plus court que le temps de montée (de descente) des analyseurs.

NOTE Le mode opératoire relatif aux analyseurs d'extraction (5.6.6 de la CEI 61207-1:2010) est également appliqué aux analyseurs in situ tant que le temps de remplacement du gaz est négligeable par rapport aux temps de réponse de l'analyseur.

#### **5.1.5.4 Incertitude d'influence du facteur de transmission**

L'analyseur est soumis à un écoulement continu de mélange de gaz d'essai donnant une indication pleine échelle ou proche de la pleine échelle. La valeur indiquée est enregistrée jusqu'à ce que tout changement des valeurs de lecture soit inférieur ou égal à l'incertitude intrinsèque de l'analyseur. Insérer ensuite de manière séquentielle les filtres de densité neutre ou les grilles ayant le facteur de transmission minimal assigné et au moins trois filtres de densité neutre ou grilles dont les facteurs de transmission sont plus ou moins uniformément répartis dans l'étendue assignée de facteur de transmission dans le trajet optique de l'analyseur (voir Figure B.1). Les valeurs indiquées sont alors enregistrées en conséquence. Ce mode opératoire doit être répété au moins trois fois, et les valeurs moyennes des lectures indiquées pour chaque facteur de transmission d'essai sont calculées. L'incertitude d'influence du facteur de transmission correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

#### **5.1.5.5 Incertitude d'influence de la température du gaz**

Contrôler la température du gaz d'essai aux limites supérieure et inférieure de l'étendue assignée de la température du gaz, et au minimum à trois températures plus ou moins uniformément réparties dans l'étendue assignée de température du gaz, et contrôler la pression du gaz d'essai au milieu de l'étendue assignée de la pression du gaz. Les valeurs indiquées à chaque température sont enregistrées. Ce mode opératoire est réalisé au moins trois fois et les moyennes des valeurs indiquées pour chaque température d'essai sont calculées. L'incertitude d'influence de la température du gaz correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

#### **5.1.5.6 Incertitude d'influence de la température du gaz pour étalonnage**

Contrôler la température du gaz d'essai aux limites supérieure et inférieure de l'étendue assignée de la température du gaz d'étalonnage, et au minimum à trois températures plus ou moins uniformément réparties dans l'étendue assignée de température du gaz d'étalonnage, et contrôler la pression du gaz d'essai au milieu de l'étendue assignée de la pression du gaz d'étalonnage. Les valeurs indiquées à chaque température sont enregistrées. Ce mode opératoire est réalisé au moins trois fois et les moyennes des valeurs indiquées pour chaque température d'essai sont calculées. L'incertitude d'influence de la température du gaz pour étalonnage correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

#### **5.1.5.7 Incertitude d'influence de la pression du gaz**

Contrôler la pression du gaz d'essai aux limites supérieure et inférieure de l'étendue assignée de la pression du gaz, et au minimum à trois pressions plus ou moins uniformément réparties dans l'étendue assignée de pression du gaz, et contrôler la température du gaz d'essai au milieu de l'étendue assignée de la température du gaz. Les valeurs indiquées à chaque pression sont enregistrées. Ce mode opératoire est réalisé au moins trois fois et les moyennes des valeurs indiquées pour chaque pression d'essai sont calculées. L'incertitude d'influence de la pression du gaz correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

#### **5.1.5.8 Incertitude d'influence de la pression du gaz pour étalonnage**

Contrôler la pression du gaz d'essai aux limites supérieure et inférieure de l'étendue assignée de la pression du gaz d'étalonnage, et au minimum à trois pressions plus ou moins uniformément réparties dans l'étendue assignée de pression du gaz d'étalonnage, et contrôler la température du gaz d'essai au milieu de l'étendue assignée de la température du gaz d'étalonnage. Les valeurs indiquées à chaque pression sont enregistrées. Ce mode opératoire est réalisé au moins trois fois et les moyennes des lectures indiquées pour chaque pression sont calculées. L'incertitude d'influence de la pression du gaz pour étalonnage correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

### **5.2 Analyseurs d'extraction**

#### **5.2.1 Généralités**

Pour ce qui concerne la vérification des valeurs de spécification des performances, voir la CEI 61207-1, ainsi que les spécifications suivantes.

Les essais considérés en 5.2 s'appliquent à l'analyseur complet tel que fourni par le fabricant. L'analyseur sera installé conformément aux instructions fournies par le fabricant.

## 5.2.2 Appareil de génération de mélange de gaz d'essai

Le mélange de gaz d'essai peut être constitué de gaz étalon ou de gaz généré par un générateur de gaz d'essai, nécessitant de disposer d'au moins deux régulateurs de débit de gaz pour régler les débits des gaz étalon et de dilution (voir Figure B.3). Les gaz étalon et de dilution sont mélangés dans un dispositif mélangeur de gaz, afin d'obtenir un mélange gazeux uniforme. La concentration du composant d'essai dans le mélange gazeux peut être calculée comme suit:

$$X_t = X_s R_s / (R_s + R_d)$$

où

$X_s$  est la concentration du composant d'essai dans le gaz étalon;

$R_s$  est le débit du gaz étalon;

$X_t$  est la concentration du composant d'essai dans le mélange gazeux;

$R_d$  est le débit du gaz de dilution.

## 5.2.3 Modes opératoires d'essai

### 5.2.3.1 Généralités

Les modes opératoires d'essai applicables suivants sont spécifiés en détail dans la CEI 61207-1:

- incertitude intrinsèque;
- incertitude de linéarité;
- répétabilité;
- fluctuation du signal de sortie;
- temps de retard, temps de montée et temps de descente;
- temps de préchauffage;
- variations (incertitudes d'influence);
- incertitude d'interférence.

Des informations détaillées supplémentaires sur les essais nécessaires pour les analyseurs d'extraction de gaz laser à semiconducteurs accordables sont données ci-après.

### 5.2.3.2 Dérive

Il convient de choisir la période d'essai de manière appropriée à l'application spécifique selon les valeurs suivantes:

- 24 h;
- 7 jours;
- 30 jours;
- 3 mois;
- 6 mois;
- 1 an.

Les lectures peuvent être corrigées pour tenir compte des variations de température et de pression.

Le mode opératoire d'essai décrit en détail en 5.6.5 de la CEI 61207-1:2010 est appliqué, à l'exception des éléments suivants. Les concentrations de gaz d'essai stables appropriées sont appliquées à l'analyseur jusqu'à ce qu'une indication stable soit fournie et qu'au moins les 12 valeurs indiquées soient enregistrées de manière continue, et la valeur moyenne est ensuite calculée. Cette procédure est exécutée au début et à la fin de la période d'essai spécifiée, et sur au moins six intervalles de temps, répartis plus ou moins uniformément sur la période d'essai. La dérive sur la période de temps correspond à la différence maximale des valeurs moyennes calculées.

Les lectures des analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables peuvent présenter des fluctuations périodiques sur l'échelle horaire, dues au bruit d'interférence optique, et sont considérées comme faisant partie intégrante de la dérive. Ainsi, la pente de la régression linéaire des valeurs indiquées, telle que spécifiée dans la CEI 61207-1, ne peut fournir une estimation précise de la dérive.

## Annexe A (informative)

### Systèmes d'analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

L'Annexe A illustre la variété de systèmes d'analyseurs de gaz accordables couverts par le présent document.

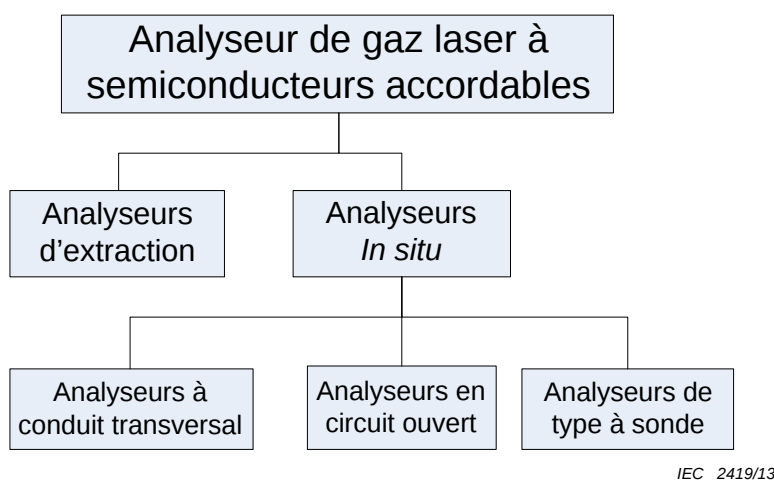
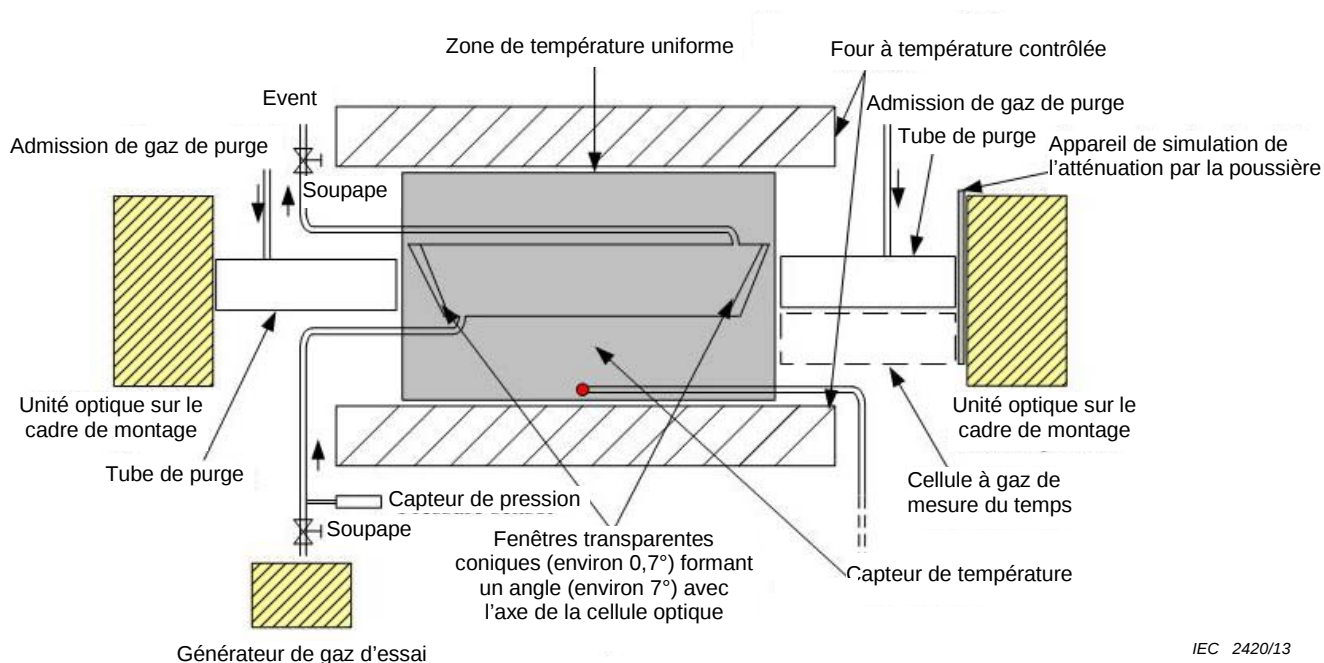


Figure A.1 – Analyseurs de gaz laser à semiconducteurs accordables

## Annexe B (normative)

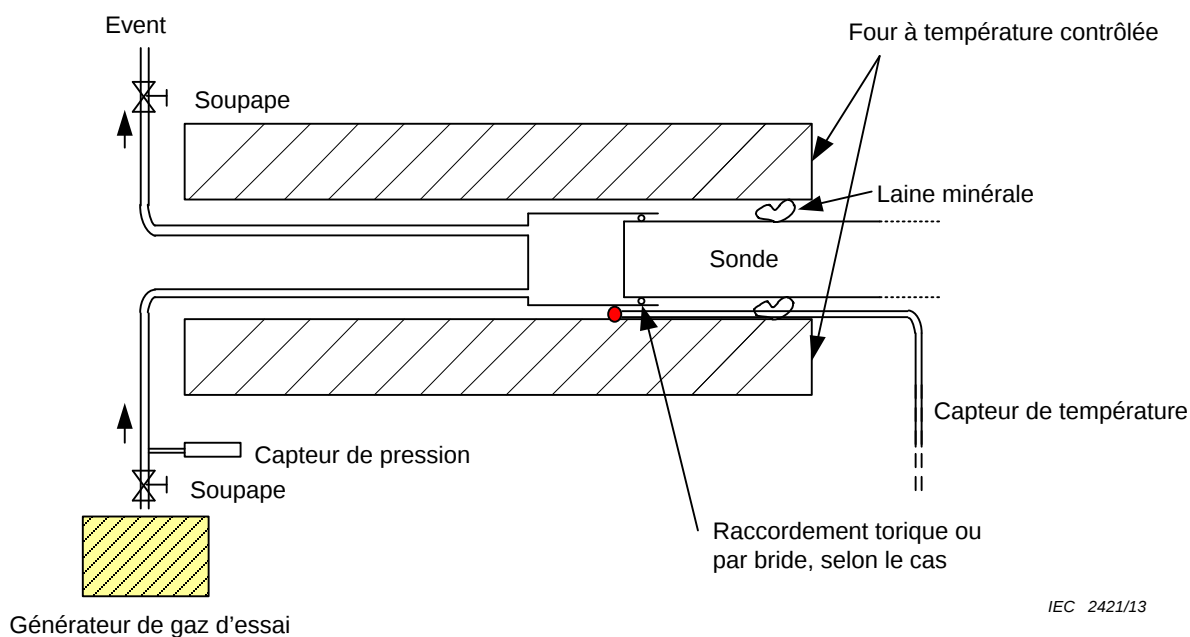
### Exemples d'appareils d'essai

L'Annexe B illustre des exemples d'appareils d'essai et de techniques d'analyseurs de gaz laser accordables.



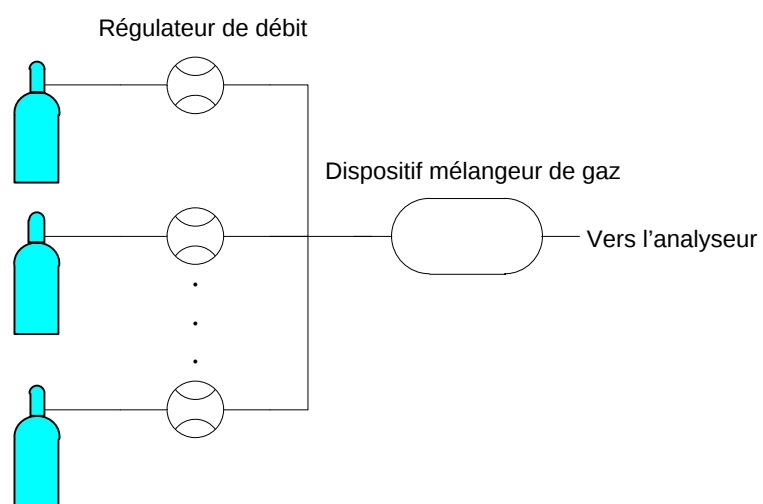
IEC 2420/13

**Figure B.1 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs à conduit transversal et en circuit ouvert**



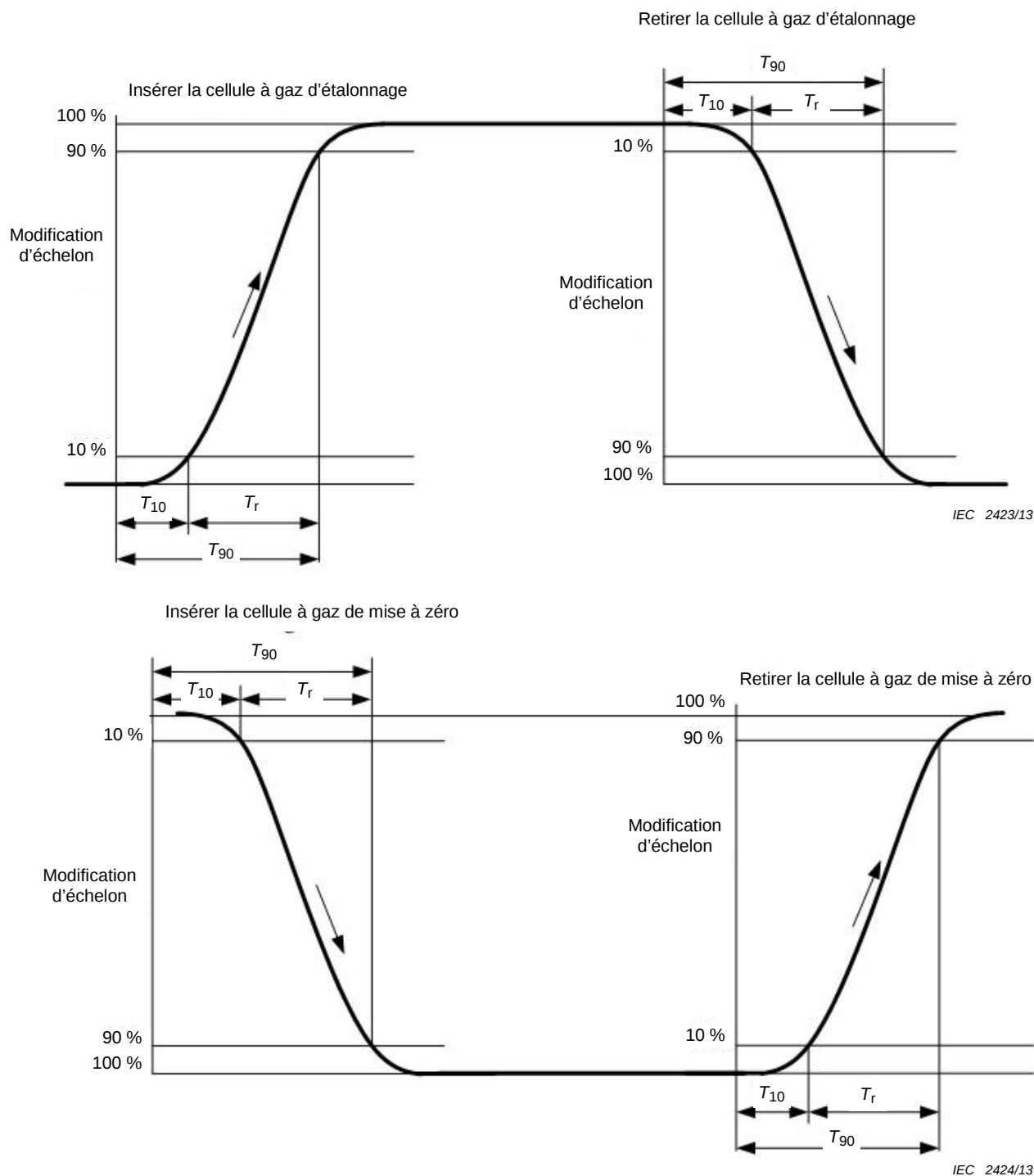
IEC 2421/13

**Figure B.2 – Exemple d'appareil d'essai de simulation des conditions de mesure des analyseurs de type à sonde**

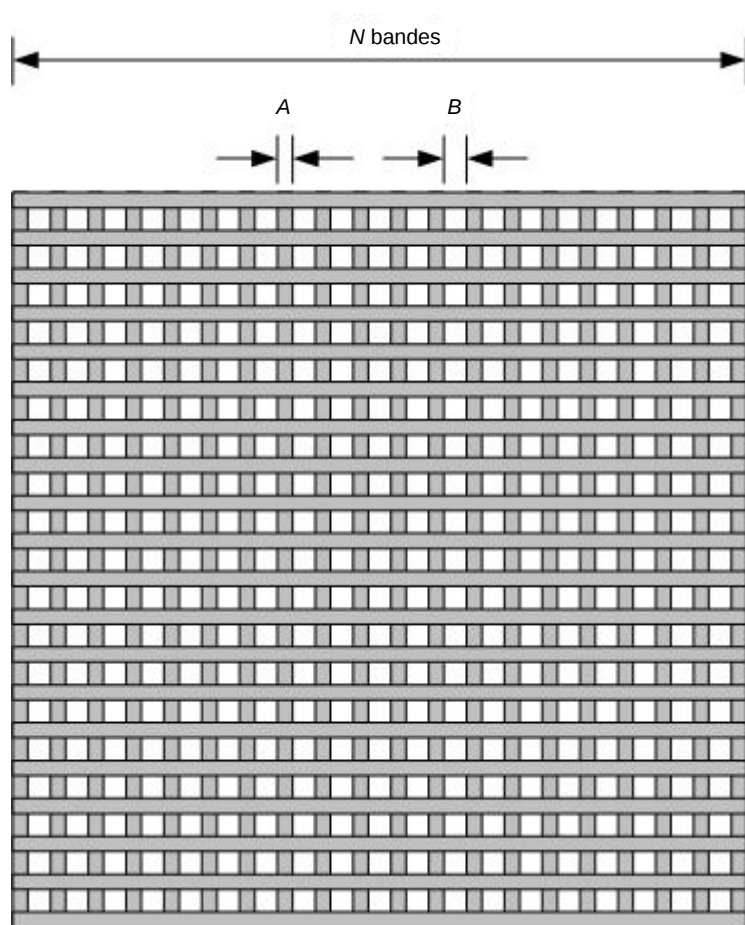


IEC 2422/13

**Figure B.3 – Exemple d'appareil de génération de mélange de gaz d'essai**



**Figure B.4 – Temps de retard, temps de montée et temps de descente**



IEC 2425/13

**Figure B.5 – Exemple de grille de simulation de l'atténuation par la poussière dans le trajet optique**

## Bibliographie

ISO 9001, *Systèmes de management de la qualité – Exigences*

---



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)