

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61882

Première édition
First edition
2001-05

**Etudes de danger et d'exploitabilité
(études HAZOP) –
Guide d'application**

**Hazard and operability studies
(HAZOP studies) –
Application guide**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Définitions.....	10
4 Principes des études HAZOP	12
4.1 Vue d'ensemble	12
4.2 Principes de l'examen.....	18
4.3 Plan de conception	20
4.3.1 Généralités	20
4.3.2 Exigences de conception et intention de conception.....	22
5 Applications des études HAZOP	22
5.1 Généralités	22
5.2 Relation avec d'autres outils d'analyse.....	24
5.3 Limites de HAZOP	24
5.4 Etudes d'identification des dangers durant les différentes phases de la vie utile du système.....	26
5.4.1 Phase de concept et de définition	26
5.4.2 Phase de conception et de développement	26
5.4.3 Phase de fabrication et d'installation	26
5.4.4 Phase d'exploitation et de maintenance	26
5.4.5 Phase de mise hors service ou de mise au rebut.....	28
6 Procédure de l'étude HAZOP	28
6.1 Lancement de l'étude.....	28
6.2 Définition du domaine d'application et des objectifs de l'étude	28
6.2.1 Domaine d'application de l'étude.....	28
6.2.2 Objectifs de l'étude	28
6.3 Rôles et responsabilités.....	30
6.4 Travaux préparatoires.....	32
6.4.1 Généralités	32
6.4.2 Description de la conception	34
6.4.3 Mots-guides et déviations	34
6.5 Examen	36
6.6 Documentation.....	44
6.6.1 Généralités	44
6.6.2 Types de comptes-rendus	44
6.6.3 Résultats de l'étude	44
6.6.4 Exigences de compte-rendu	46
6.6.5 Agrément de la documentation.....	46
6.7 Suivi et responsabilité.....	46
7 Audit.....	48

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references.....	11
3 Definitions.....	11
4 Principles of HAZOP	13
4.1 Overview	13
4.2 Principles of examination	19
4.3 Design representation.....	21
4.3.1 General.....	21
4.3.2 Design requirements and design intent	23
5 Applications of HAZOP	23
5.1 General.....	23
5.2 Relation to other analysis tools	25
5.3 HAZOP limitations	25
5.4 Hazard identification studies during different system life cycle phases	27
5.4.1 Concept and definition phase	27
5.4.2 Design and development phase	27
5.4.3 Manufacturing and installation phase	27
5.4.4 Operation and maintenance phase	27
5.4.5 Decommissioning or disposal phase	29
6 The HAZOP study procedure	29
6.1 Initiation of the study.....	29
6.2 Definition of scope and objectives of the study.....	29
6.2.1 Scope of the study	29
6.2.2 Objectives of the study.....	29
6.3 Roles and responsibilities	31
6.4 Preparatory work	33
6.4.1 General.....	33
6.4.2 Design description	35
6.4.3 Guide words and deviations	35
6.5 The examination	37
6.6 Documentation.....	45
6.6.1 General.....	45
6.6.2 Styles of recording	45
6.6.3 Output of the study.....	45
6.6.4 Reporting requirements.....	47
6.6.5 Signing off the documentation	47
6.7 Follow-up and responsibility.....	47
7 Audit.....	49

Annexe A (informative) Méthodes de compte-rendu.....	50
A.1 Options de compte-rendu.....	50
A.2 Feuille de programmation HAZOP.....	50
A.3 Rapport d'étude HAZOP	52
Annexe B (informative) Exemples d'études HAZOP	54
B.1 Exemple introductif	54
B.2 Procédures	66
B.3 Système de protection automatique des trains	74
B.3.1 Application	74
B.4 Exemple avec planification en cas d'urgence	80
B.5 Système de commande de vanne piézoélectrique	90
B.6 Vaporiseur de mazout	102
Bibliographie	112
Tableau 1 – Principaux mots-guides avec leur signification générale.....	18
Tableau 2 – Mots-guides relatifs à l'heure et à un ordre ou une séquence.....	20
Tableau 3 – Exemples de déviations et mots-guides associés.....	36
Tableau B.1 – Feuille de programmation HAZOP pour un exemple introductif	58
Tableau B.2 – Exemple de feuille de programmation HAZOP pour les procédures.....	68
Tableau B.3 – Exemple de feuille de programmation HAZOP pour un système de protection automatique des trains.....	76
Tableau B.4 – Exemple de feuille de programmation HAZOP pour une planification en cas d'urgence.....	82
Tableau B.5 – Exemple de feuille de programmation HAZOP pour un système de commande de vanne piézoélectrique.....	96
Tableau B.6 – Exemple de feuille de programmation HAZOP pour un vaporiseur de mazout	104
Figure 1 – Déroulement d'une étude HAZOP	16
Figure 2a – Organigramme de la procédure de l'examen HAZOP – Séquence élément d'abord.....	40
Figure 2b – Organigramme de la procédure d'examen HAZOP – Séquence mot-guide d'abord.....	42
Figure B.1 – Schéma de circulation simple	56
Figure B.2 – Equipement ATP embarqué.....	74
Figure B.3 – Système de commande de vanne piézoélectrique	92
Figure B.4 – Vaporiseur de mazout	102

Annex A (informative) Methods of reporting	51
A.1 Reporting options.....	51
A.2 HAZOP worksheet	51
A.3 HAZOP study report.....	53
Annex B (informative) Examples of HAZOP	55
B.1 Introductory example	55
B.2 Procedures	67
B.3 Automatic train protection system	75
B.3.1 The application	75
B.4 Example involving emergency planning.....	81
B.5 Piezo valve control system.....	91
B.6 Oil vaporizer	103
Bibliography	113
Table 1 – Basic guide words and their generic meanings.....	19
Table 2 – Guide words relating to clock time and order or sequence	21
Table 3 – Examples of deviations and their associated guide words	37
Table B.1 – Example HAZOP worksheet for introductory example	59
Table B.2 – Example HAZOP worksheet for procedures example	69
Table B.3 – Example HAZOP worksheet for automatic train protection system	77
Table B.4 – Example HAZOP worksheet for emergency planning	83
Table B.5 – Example HAZOP worksheet for piezo valve control system	97
Table B.6 – Example HAZOP worksheet for oil vaporizer.....	105
Figure 1 – The HAZOP study procedure	17
Figure 2a – Flow chart of the HAZOP examination procedure – Element first sequence	41
Figure 2b – Flow chart of the HAZOP examination procedure – Guide word first sequence	43
Figure B.1 – Simple flow sheet	57
Figure B.2 – Train-carried ATP equipment.....	75
Figure B.3 – Piezo valve control system	93
Figure B.4 – Oil vaporizer.....	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉTUDES DE DANGER ET D'EXPLOITABILITÉ (ÉTUDES HAZOP) – GUIDE D'APPLICATION

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61882 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/731/FDIS	56/733/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**HAZARD AND OPERABILITY STUDIES (HAZOP STUDIES) –
APPLICATION GUIDE**

FOREWORD

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

International Standard IEC 61882 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

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

FDIS	Report on voting
56/731/FDIS	56/733/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes A and B are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

L'objet de la présente norme est de décrire les principes et procédures des études sur l'identification des dangers et l'exploitabilité (études HAZOP). HAZOP est une technique structurée et systématique appliquée à l'examen d'un système défini en vue de:

- l'identification des dangers potentiels dans le système. Le danger peut se limiter à la proximité immédiate du système ou étendre ses effets bien au-delà, comme dans le cas des dangers environnementaux;
- l'identification des problèmes potentiels d'exploitabilité posés par le système et, en particulier, l'identification des causes des perturbations du fonctionnement et des déviations dans la production susceptibles d'entraîner la fabrication de produits non conformes.

Un avantage important des études HAZOP est que la connaissance qu'elles apportent en identifiant de manière structurée et systématique les dangers potentiels et les problèmes d'exploitabilité s'avère d'une grande utilité pour déterminer les mesures à prendre.

Une des caractéristiques d'une étude HAZOP est la «session d'examen» durant laquelle une équipe multidisciplinaire dirigée par un chef d'étude examine systématiquement toutes les parties d'une conception ou d'un système concernées par l'étude. Elle identifie les déviations par rapport à l'intention de conception du système, en utilisant un ensemble de «mots-guides». La technique vise à stimuler de manière systématique l'imagination des participants pour les aider à identifier les dangers et les problèmes d'exploitabilité. Il y a lieu de considérer HAZOP comme une amélioration d'une conception juste, utilisant des approches basées sur l'expérience, telles que les règles de l'art, plutôt qu'un succédané de ces approches.

Il existe de nombreux outils et techniques pour l'identification des dangers potentiels et des problèmes d'exploitabilité, allant des listes de contrôle (checklists) à HAZOP en passant par l'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE), ou l'analyse par arbre de panne (AAP). Certaines techniques, telles que les listes de contrôle et l'analyse par simulation (What-If), peuvent être utilisées dès le début du cycle de vie du système alors qu'il existe peu d'informations, ou lors d'une phase ultérieure si une analyse moins détaillée est nécessaire. Les études HAZOP demandent plus de détails sur le système considéré, mais fournissent des informations plus complètes sur les dangers et les erreurs dans la conception du système.

Le terme HAZOP a souvent été associé, dans un sens plus large, à d'autres techniques d'identification des dangers (par exemple HAZOP sur checklist, HAZOP 1 ou 2, HAZOP basé sur les connaissances, etc.). L'utilisation du terme HAZOP en relation avec ces techniques est considérée comme inappropriée et elle est volontairement exclue de ce document.

Avant de commencer une étude HAZOP, il convient de s'assurer qu'il s'agit de la technique la plus appropriée (autant individuellement qu'en combinaison avec d'autres techniques) pour la présente tâche. Cette appréciation tient compte de l'objet de l'étude, de la sévérité de toutes les conséquences possibles, du niveau approprié de détail, de la disponibilité des données et des ressources pertinentes.

La présente norme a été mise au point pour donner les lignes directrices dans un grand nombre d'industries et types de systèmes. Dans certaines industries, notamment les industries de transformation où cette technique a vu le jour, il existe des normes et des guides plus spécifiques qui établissent des méthodes d'application particulièrement adaptées à ces industries. Pour plus de détails, voir la bibliographie donnée en annexe.

INTRODUCTION

The purpose of this standard is to describe the principles and procedures of Hazard and Operability (HAZOP) Studies. HAZOP is a structured and systematic technique for examining a defined system, with the objective of:

- identifying potential hazards in the system. The hazards involved may include both those essentially relevant only to the immediate area of the system and those with a much wider sphere of influence, e.g. some environmental hazards;
- identifying potential operability problems with the system and in particular identifying causes of operational disturbances and production deviations likely to lead to non-conforming products.

An important benefit of HAZOP studies is that the resulting knowledge, obtained by identifying potential hazards and operability problems in a structured and systematic manner, is of great assistance in determining appropriate remedial measures.

A characteristic feature of a HAZOP study is the "examination session" during which a multi-disciplinary team under the guidance of a study leader systematically examines all relevant parts of a design or system. It identifies deviations from the system design intent utilizing a core set of guide words. The technique aims to stimulate the imagination of participants in a systematic way to identify hazards and operability problems. HAZOP should be seen as an enhancement to sound design using experience-based approaches such as codes of practice rather than a substitute for such approaches.

There are many different tools and techniques available for the identification of potential hazards and operability problems, ranging from Checklists, Fault Modes and Effects Analysis (FMEA), Fault Tree Analysis (FTA) to HAZOP. Some techniques, such as Checklists and What-If/analysis, can be used early in the system life cycle when little information is available, or in later phases if a less detailed analysis is needed. HAZOP studies require more details regarding the systems under consideration, but produce more comprehensive information on hazards and errors in the system design.

The term HAZOP has been often associated, in a generic sense, with some other hazard identification techniques (e.g. checklist HAZOP, HAZOP 1 or 2, knowledge-based HAZOP). The use of the term with such techniques is considered to be inappropriate and is specifically excluded from this document.

Before commencing a HAZOP study, it should be confirmed that it is the most appropriate technique (either individually or in combination with other techniques) for the task in hand. In making this judgement, consideration should be given to the purpose of the study, the possible severity of any consequences, the appropriate level of detail, the availability of relevant data and resources.

This standard has been developed to provide guidance across many industries and types of system. There are more specific standards and guides within some industries, notably the process industries where the technique originated, which establish preferred methods of application for these industries. For details see the bibliography at the end of this text.

ÉTUDES DE DANGER ET D'EXPLOITABILITÉ (ÉTUDES HAZOP) – GUIDE D'APPLICATION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est un guide d'application des études HAZOP aux systèmes. Elle utilise l'ensemble spécifique de mots-guides définis dans ce document. Elle donne également des indications sur l'application de la technique et sur la procédure de l'étude HAZOP, y compris la définition, la préparation, les sessions d'examen ainsi que les documents et le suivi qui en résultent.

Elle fournit également la documentation ainsi qu'un grand choix d'exemples couvrant diverses industries, illustrant la procédure d'un examen HAZOP.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60300-3-9, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3: Guide d'application – Section 9: Analyse du risque des systèmes technologiques*

CEI 60812, *Techniques d'analyse de la fiabilité des systèmes – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

CEI 61025, *Analyse par arbre de panne (AAP)*

CEI 61160, *Revue de conception formalisée*

HAZARD AND OPERABILITY STUDIES (HAZOP STUDIES) – APPLICATION GUIDE

1 Scope

This International Standard provides a guide for HAZOP studies of systems utilizing the specific set of guide words defined in this document. It also gives guidance on application of the technique and on the HAZOP study procedure, including definition, preparation, examination sessions and resulting documentation and follow-up.

Documentation, as well as a broad set of examples encompassing various industries, illustrating HAZOP examination is also provided.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60300-3-9, *Dependability management – Part 3: Application guide – Section 9: Risk analysis of technological systems*

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 61160, *Formal design review*