

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Automated urban guided transport (AUGT) – Safety requirements

Applications ferroviaires – Transports guidés urbains automatiques (AUGT) – Exigences de sécurité



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 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 Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

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.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

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

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62267

Edition 1.0 2009-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Automated urban guided transport (AUGT) – Safety requirements

Applications ferroviaires – Transports guidés urbains automatiques (AUGT) – Exigences de sécurité

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XB**
CODE PRIX

ICS 45.060

ISBN 2-8318-1048-5

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	10
3 Terms, definitions and abbreviations	10
3.1 Terms and definitions	11
3.2 Abbreviations	13
4 Methodology.....	13
4.1 System definition and application conditions	14
4.2 Hazard analysis at top system level.....	14
4.3 Safety requirements	14
5 System description	14
5.1 Station	15
5.2 Train	15
5.3 Guideway between stations	16
5.4 System boundaries.....	17
6 Entities to be protected.....	18
6.1 Persons.....	18
6.1.1 Passengers	18
6.1.2 Staff	18
6.1.3 External emergency services	19
6.1.4 Public	19
6.2 Property	19
7 Identified hazardous situations and possible safeguards	19
7.1 Supervising guideway.....	20
7.1.1 Prevent collisions with obstacles	20
7.1.2 Prevent collisions with persons.....	21
7.2 Supervising passenger transfer	23
7.2.1 Control passenger doors	23
7.2.2 Prevent injuries to persons between cars or between platform and train.....	23
7.2.3 Ensure safe starting conditions.....	24
7.3 Operating a train	25
7.3.1 Put in or take out of operation.....	25
7.3.2 Supervise the status of the train	26
7.4 Ensuring detection and management of emergency situations	27
8 Safety requirements	30
8.1 General requirements.....	30
8.1.1 Public works regulations to protect the guideway.....	30
8.1.2 Fire protection	31
8.1.3 Systems and equipment	31
8.1.4 Rules for passenger behaviour	32
8.2 Monitoring the AUGT system.....	32
8.2.1 Monitoring by the OCC staff	32
8.2.2 Action of operational staff.....	33
8.2.3 Communication systems	33

8.3	Operational rules.....	34
8.3.1	Rules for rescue of passengers	34
8.3.2	Rules for fire emergency.....	34
8.3.3	Rules for foreseeable vandalism.....	35
8.3.4	Rules for checking guideway clearance	35
8.3.5	Rules for start-up and shut down of operations.....	35
8.3.6	Rules for train operations in the depot	36
8.3.7	Rules for trains to be put in or taken out of operation.....	36
8.3.8	Rules for stranded train removal.....	36
8.4	Safeguards on platforms	36
8.4.1	Common safeguards for enclosed and open platforms.....	37
8.4.2	Enclosed platforms.....	39
8.4.3	Open platforms with detection systems.....	41
8.5	Safeguards in trains	41
8.5.1	Door closed supervision	42
8.5.2	Door release for passenger transfer	42
8.5.3	Door release for emergency opening	43
8.5.4	Emergency exits.....	43
8.5.5	On board obstacle detection device	43
8.5.6	Derailment detection device	43
8.5.7	On board video surveillance	44
8.5.8	Public address system (train)	44
8.5.9	On board announcement for taking a train out of operation.....	44
8.5.10	Emergency stop demand on board	44
8.5.11	Emergency call device on board	45
8.5.12	Fire and smoke detection (train)	45
8.5.13	Train status supervision and testing.....	45
8.5.14	Manual operation.....	46
8.5.15	Safe speed during automatic coupling	46
8.5.16	Reaction to unexpected train movement	46
8.5.17	Warning means in the train for evacuation.....	46
8.6	Safeguards for passenger transfer area.....	46
8.6.1	Train immobilisation during passenger transfer.....	47
8.6.2	Safeguards related to the opening of the doors.....	47
8.6.3	Safeguards related to the closing of the doors	47
8.6.4	Marking of train door areas on the platform	48
8.6.5	Surveillance by operational staff.....	49
8.6.6	Safeguards related to gap between train and platform	49
8.6.7	Safeguards related to coupling area between cars.....	51
8.6.8	Safeguards related to space between train and platform screen	51
8.6.9	Safeguards to protect passengers from electrocution after falling into the gap.....	51
8.7	Safeguards for guideway	51
8.7.1	Segregated guideway	52
8.7.2	Warning means along the guideway	52
8.7.3	Physical barriers along the track.....	52
8.7.4	Physical barriers beside bridges	52
8.7.5	Intrusion detection device between platform track and guideway between stations	52

8.7.6	Guideway intrusion detection device	53
8.7.7	Wayside obstacle detection device	53
8.7.8	Platform end door with controlled access	53
8.7.9	Emergency exit from physically segregated guideway	53
8.7.10	Fire and smoke detection (guideway between stations)	53
8.7.11	Water flooding protection	54
8.7.12	Level crossing	54
8.7.13	Work zones	55
8.8	Safeguards for transfer areas and depots	55
9	Information for use	56
10	Specific safety requirements for upgrading existing lines to DTO or UTO	56
11	Verification of safety	57
11.1	Documentation and responsibilities	58
11.2	Verification process	58
Annex A (informative)	Role of the OCC	60
	Bibliography	61
Figure 1	– Life Cycle Phases covered by this standard (see Figure 10 of IEC 62278)	13
Figure 2	– Boundary of the station subsystem	15
Figure 3	– Boundary of the “guideway between stations” subsystem	16
Figure 4	– Boundary of the “guideway between stations” subsystem with level crossing	17
Figure 5	– Boundary of the “guideway between stations” subsystem with sidings	17
Figure 6	– Verification of safety	58
Figure A.1	– Role of the OCC in the safety of the system	60
Table 1	– Grades of automation	9
Table 2	– Prevent collisions with obstacles	20
Table 3	– Prevent collisions with persons	21
Table 4	– Prevent injuries to persons associated with opening and closing passenger transfer doors	23
Table 5	– Prevent injuries to persons between cars or between platform and train	24
Table 6	– Prevent passenger injury during train starting	25
Table 7	– Prevent harm to passengers in relation to taking the train out of operation or putting the train in operation	26
Table 8	– Prevent injury to person resulting from train failures	26
Table 9	– Prevent injury to persons related to emergency situations	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
AUTOMATED URBAN GUIDED TRANSPORT (AUGT) –
SAFETY REQUIREMENTS**
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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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.

This International Standard has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard cancels and replaces IEC/PAS 62267:2005.

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

FDIS	Report on voting
9/1261/FDIS	9/1272/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 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

INTRODUCTION

This International Standard is a generic guideline providing recommendations to assist railway authorities and safety regulatory authorities to define safety requirements appropriate to AUGT systems. The generic requirements recommended in this standard are based on the experience gained from AUGT systems already in operation. Safety requirements for each specific application, however, can only be defined from the results of a risk analysis, taking into consideration the conditions in which the AUGT system is to be set up and based on the risk acceptance principles prevailing in the local environment. The standard applicable for conducting a mandatory and comprehensive risk analysis of an AUGT system is IEC 62278 (RAMS).

In view of the diversity of the technical solutions that may be adopted for new AUGT systems and the diversity of operational conditions, the list of generic hazardous situations considered in this standard should be regarded as a minimum list. The requirements for a safeguard as described in this standard are intended as minimum requirements in case a specific safeguard is applied to mitigate the related hazardous situation. However, the specific risk analysis may show that some requirements of a chosen safeguard should be modified to take into account some specific conditions. Each specific design of the new AUGT system and each aspect of the specific topographic, environmental, social or legal environment of the new AUGT system can also generate new hazards and therefore may require additional safety requirements. A specific hazard analysis to identify additional requirements or requirements to be modified is therefore always a necessity.

This standard, therefore, does not and could not prescribe any specific means that could, without a fail, mitigate risks arising from hazardous situations. Rather, it identifies a list of foreseeable hazardous situations, derived from the elementary consideration that functions assumed by the driver and staff in conventional systems are replaced in AUGT systems by automated functions or other safeguards. It is the purpose of this standard that this list of hazardous situations should be carefully considered during the risk analysis carried out for any new AUGT system.

In addition to generic hazardous situations, this standard also describes possible and widely implemented safeguards that the specific risk analysis may well show to be adapted to the specific application.

It should be noted that not all hazardous situations identified in the context of one or other of the large number of different AUGT systems already in operation in the world have necessarily been covered in this standard. Nor would it have been necessarily helpful. Neither could this standard describe all the possible safeguards demanded by each and every specific application.

This standard does not require that a safeguard be put in place for every generic hazardous situation identified. This is because often, the risk associated with a hazardous situation may be assessed as tolerable without the need for a safeguard. According to IEC 62278, it is the responsibility of the railway authority, in agreement with the Safety Regulatory Authority having jurisdiction, to decide on the tolerability of each risk and on the necessity of a specific safeguard, taking into account their specific risk acceptance criteria and legal requirements that are applicable for the specific AUGT application.

RAILWAY APPLICATIONS – AUTOMATED URBAN GUIDED TRANSPORT (AUGT) – SAFETY REQUIREMENTS

1 Scope

This International Standard covers high-level safety requirements applicable to automated urban guided transport systems, with driverless or unattended self-propelled trains, operating on an exclusive guideway.

This standard only deals with the safety requirements needed to compensate for the absence of a driver or attendant staff who would otherwise be responsible for some or all of train operation functions (see Table 1), depending on the level of automation of the system (see shaded areas in Table 1 and see 3.1 for a definition of the different grades of automation).

The requirements of this standard are restricted to transports systems as defined in Clause 5 and to DTO and UTO as defined in 3.1.4 and 3.1.20, respectively (see the shaded areas in Table 1).

Table 1 – Grades of automation

Basic functions of train operation		On-sight train operation	Non-automated train operation	Semi-automated train operation	Driverless train operation	Unattended train operation
		TOS	NTO	STO	DTO	UTO
		GOA0	GOA1	GOA2	GOA3	GOA4
Ensuring safe movement of trains	Ensure safe route	X (points command/control in system)	S	S	S	S
	Ensure safe separation of trains	X	S	S	S	S
	Ensure safe speed	X	X (partly supervised by system)	S	S	S
Driving	Control acceleration and braking	X	X	S	S	S
Supervising guideway	Prevent collision with obstacles	X	X	X	S	S
	Prevent collision with persons	X	X	X	S	S
Supervising passenger transfer	Control passengers doors	X	X	X	X or S	S
	Prevent injuries to persons between cars or between platform and train	X	X	X	X or S	S
	Ensure safe starting conditions	X	X	X	X or S	S
Operating a train	Put in or take out of operation	X	X	X	X	S
	Supervise the status of the train	X	X	X	X	S
Ensuring detection and management of emergency situations	Perform train diagnostic, detect fire/smoke and detect derailment, handle emergency situations (call/evacuation, supervision)	X	X	X	X	S and/or staff in OCC
NOTE						
X = responsibility of operations staff (may be realised by technical system).						
S = realised by technical system.						

This standard does not specifically look at security issues. However, aspects of safety requirements may apply to assuring security within the transport system.

NOTE The definitions of “security” and “safety” are given by IEC 62278.

Application of this standard is subsidiary to the responsibility of the transport authority and the safety regulatory authority (see IEC 62278) and to the specific laws and decrees applicable within the prevailing environment (economic, social, political, etc.) where the transport system is located, taking into account:

- social risk acceptance in different cultures or different national legal regulations (e.g. SHOREI, BOStrab) or principles (e.g. GAME, ALARP);
- laws and decrees in different states;
- special or different requirements specified by the safety regulatory authority or by an independent assessor in charge of the specific application;

- the responsibility for "safe operation" by the transport authority.

This standard does not apply to the following types of transport systems, unless specifically required by the Transport Authority:

- APMs (Automated People Movers) operating entirely inside a privileged environment such as an airport, a commercial centre or a leisure resort;
- amusement rides and roller-coasters, generally featuring a single station so that passengers board and alight the system at the same location;
- intercity and mainline train services, generally operating in a rural environment on part of their routes;
- cable-driven systems;
- systems featuring electronically guided vehicles with optical sensors, magnetic sensors, or similar devices/systems.

This standard is not concerned with risks arising during works for construction, installation, modification and dismantling of a system.

This standard is not concerned with pre-existing DTO or UTO systems (see definitions in 3.1) that were designed before this standard took effect.

In the case of upgrading an existing transport system to a DTO or UTO system, the risks associated with the existing system are outside the scope of this standard. However, this standard and the risk analysis process described are relevant for the additional subsystems and possibly for the transition process itself. Therefore, the application of the standard is at the discretion of the safety regulatory authority.

In the case of extending or modifying an existing DTO or UTO system in operation, this standard applies only if the change is significant as determined by the safety regulatory authority. However, the risks due to the relationship with the unchanged parts of existing systems (e.g. rolling stock, traction power supply, signalling and platforms) should be taken into account.

2 Normative references

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

IEC 62278:2002, *Railway applications – Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*

IEC 62290-1, *Railway applications – Urban guided transport management and command/control systems – Part 1: System principles and fundamental concepts*

IEC 62425, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling*

3 Terms, definitions and abbreviations

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

Automated Urban Guided Transport

AUGT

system featuring driverless or unattended train operation (as defined below) with self-propelled, guided vehicles, operating on an exclusive guideway

3.1.2

conventional system

system operated in TOS, NTO or STO

3.1.3

doors closed and locked

doors are considered as being in a closed and locked state if they cannot be opened by passengers

3.1.4

Driverless Train Operation

DTO

train operated with operations staff present on board the train but not accelerating or braking and not responsible for observing the guideway in front of the train and stopping the train in case of a hazardous situation. Safe departure of the train from the station, including door closing, is either the responsibility of operations staff or of the technical system

3.1.5

exclusive guideway

guideway intended to be used only by one transport system without interference with other types of transport systems

3.1.6

grade of automation

automation level of train operation resulting from sharing responsibility for given basic functions of train operation between operations staff and technical system

3.1.7

guideway clearance

pre-defined space around the track defined relatively to the track and such that trains in motion cannot, while under operating conditions, come into contact with persons or property fully outside this space

3.1.8

Non-automated Train Operation

NTO

train operation where the driver (i.e., train operator) is in the front cabin of the train observing the guideway and stopping the train in case of a hazardous situation. Acceleration and braking are controlled by the driver in conformance with wayside signals or cab-signalling. The signalling system supervises the activities of the driver. This supervision may be discrete, semi-continuous or continuous. Safe departure of the train from the station, including door closing, is the responsibility of the operations staff whether on board the train or on the station platform

3.1.9

On Sight Train Operation

TOS

train operation where the driver has full responsibility and no technical system is required to supervise his activities. However, points (switches) and single tracks can be partially supervised by the system

3.1.10

**Operations Control Centre
OCC**

centre from which operation of the line or the network is supervised and managed

3.1.11

passenger cabin

part of the train used for carrying passengers

3.1.12

passenger transfer area

area of the platform directly adjacent to the guideway clearance intended for the passage of passengers during transfer between the platform waiting area and a train

3.1.13

passenger transfer door

train door which provides access for passenger transfer between the passenger cabin and a station platform; can also be used as an emergency exit in cases of hazardous situations (e.g. fire, hazardous fumes)

3.1.14

platform track

area of track located in a station in front of the platform (see Figure 2)

3.1.15

platform waiting area

area of platform where passengers wait for approaching trains, separated from the guideway clearance by the passenger transfer area

3.1.16

safety space

area beside the guideway clearance where persons can shelter and not be endangered by moving trains

3.1.17

**Semi-automated Train Operation
STO**

train operation where operations staff is located in the front cabin of the train observing the guideway and stopping the train in case of a hazardous situation. Acceleration and braking is automated and the speed is supervised continuously by the system. Safe departure of the train from the station is under the responsibility of the operations staff, whether on board the train or on the station platform

3.1.18

transfer area

area where the transfer of a train between automated and non-automated areas is made

3.1.19

transport authority

entity which is responsible for safe and orderly operation of a transport system

NOTE For safety aspects, the term “transport authority” is equivalent to the term “railway authority” as used in IEC 62278.

3.1.20

**Unattended Train Operation
UTO**

train operated without any operations staff on board (all functions are the responsibility of the technical system)

3.1.21

zero speed status

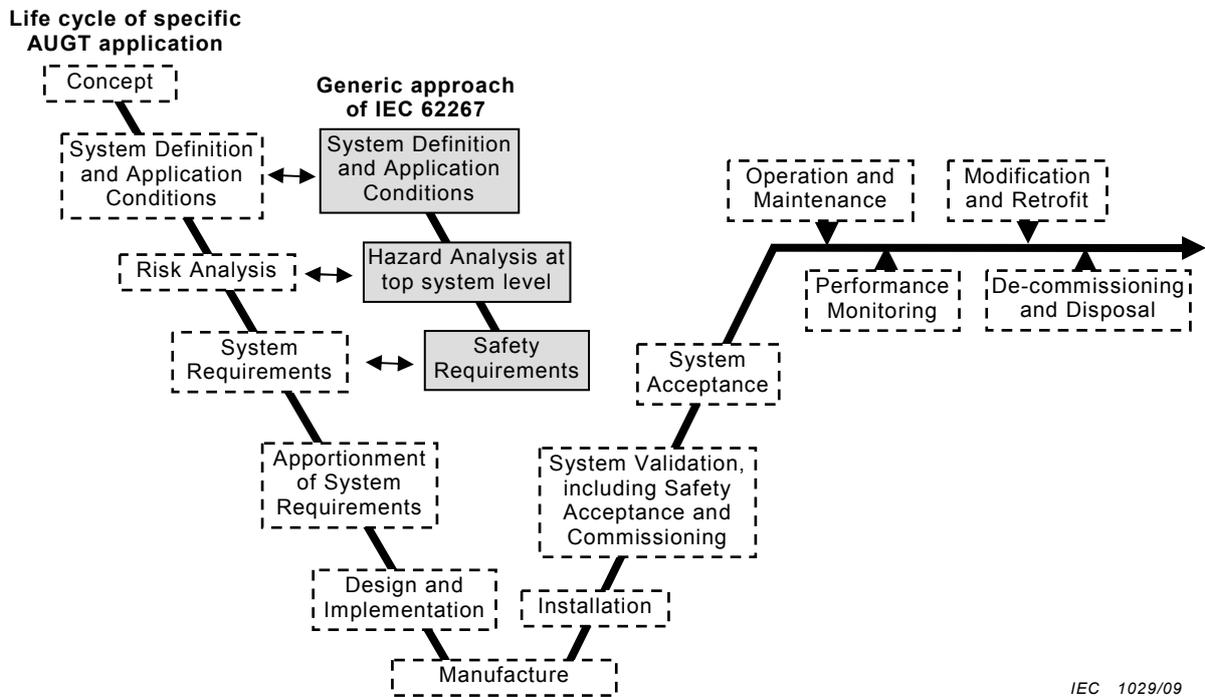
safety-related information indicating that the speed of the train is below a pre-defined limit whereby the system considers the train as stopped

3.2 Abbreviations

- ALARP As Low As Reasonably Practicable
- AUGT Automated Urban Guided Transport
- DTO Driverless Train Operation
- GAME Globalement Au Moins Equivalent (French safety principle meaning “globally at least equivalent”)
- GOA Grade Of Automation
- NTO Non-automated Train Operation
- OCC Operations Control Centre
- SRA Safety Regulatory Authority
- STO Semi-automated Train Operation
- TA Transport Authority
- TOS On-sight Train Operation
- UTO Unattended Train Operation

4 Methodology

Methodology used for deriving generic safety requirements given in this standard is based on the principles of life cycle phases described in IEC 62278. Figure 1 below shows the V representation of system life cycle and highlights the activities of the methodology.



IEC 1029/09

Figure 1 – Life cycle phases covered by this standard (see Figure 10 of IEC 62278)

The methodology consists of the following sequence of activities (shown by the shaded areas in Figure 1):

- defining a generic AUGT system and its application conditions;
- performing a hazard analysis at the top system level;
- deriving safety requirements.

These activities are briefly described below.

4.1 System definition and application conditions

Clause 5 defines a generic AUGT system, subsystems, their boundaries and application conditions. The basic functions of train operation considered are those covered under DTO and UTO only and shown as shaded in Table 1. System definition clarifies application conditions as a basis for the generic hazard analysis and enables comparability with specific applications.

4.2 Hazard analysis at top system level

A hazard analysis at top system level has been conducted for the generic system defined in Clause 5.

In the sense of this standard the hazard analysis comprises:

- determination of hazardous situations;
- identification of possible causes for identified hazardous situations;
- allocation of possible safeguards.

Hazardous situations considered are those that arise in an AUGT system when there is:

- no train driver in the front train cabin (i.e. DTO);
- no operational staff on board trains (i.e. UTO).

4.3 Safety requirements

As result of the hazard analysis at top system level, possible safeguards, which are able to compensate for the absence of a train driver in the front cabin, or any operational staff on board the train, have been identified and are listed in Clause 7. For each safeguard listed in Tables 2 to 9, Clause 8 gives the corresponding safety requirements. Safeguards and requirements also take into account the consensus of operational experience gained from a number of automated systems currently in operation.

This standard does not state the choice of safeguards nor the acceptable level of residual risk which may vary depending on the local safety culture. The tasks for setting safety policy or safety targets or for defining safety acceptance or risk tolerability criteria are the responsibility of the relevant SRA that has jurisdiction over the application. Safety requirements derived may result in different levels of residual risk and therefore the solution chosen depends on the risk acceptance by the relevant SRA.

5 System description

An Automated Urban Guided Transport (AUGT) is a system which

- transports passengers between stations,
- uses automated self-propelled trains,
- runs on an exclusive guideway,
- allows train operation independent from other traffic,
- provides conditions of safe train movement.

The subsystems (stations, trains and guideway between stations) and their boundaries, shown as dotted lines in the figures below, are described in the subclauses below.

5.1 Station

Locality which allows passengers access to the system by transfer from the public environment to the trains (i.e. boarding and alighting activity).

The subsystem station is divided into a number of areas as shown in Figure 2 and defined below:

- the platform waiting area, considered for the purpose of this standard as safe area where persons are not endangered by moving trains. The platform waiting area is by definition outside the scope of this standard;
- the passenger transfer area (platform edge zone) used for passenger transfer between a platform waiting area and a train, but where passengers would be endangered by moving trains or falls;
- the platform track which is used by moving trains to ensure transport.

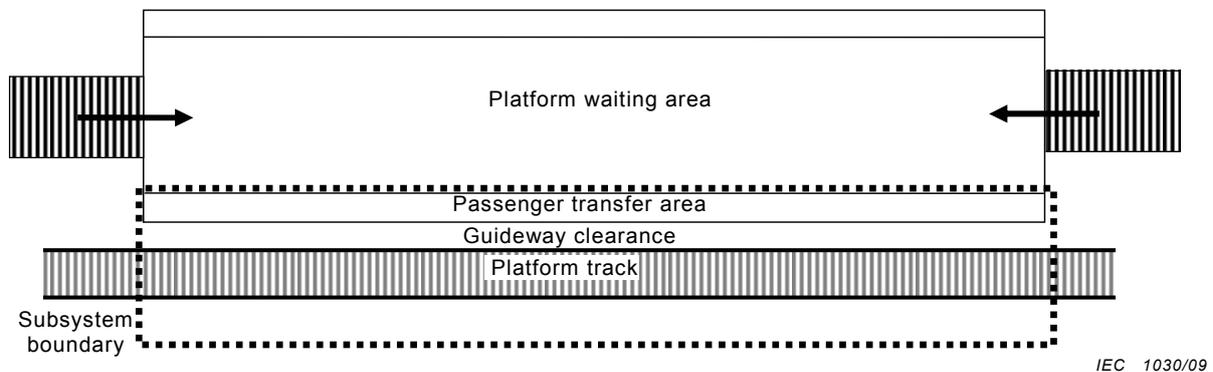


Figure 2 – Boundary of the station subsystem

5.2 Train

The subsystem that operates within the guideway and, under regular conditions, moves along the guideway and stops in the stations for passenger transfer.

The train can be a

- single vehicle,
- composition of single vehicles, forming a unit, which cannot be decoupled in regular operation,
- composition of single vehicles or of units which can be decoupled in regular operation.

The subsystem train is divided into:

- the passenger cabin, which is defined as a safe area if a safe train movement is ensured and adequate safeguards are provided against external events impacting on the train, e.g. obstacle on the guideway; or impacting on passengers, e.g. fire;
- the staff (drivers) cabin if provided;
- passenger/transfer doors;
- other train doors or additional emergency exits, if provided.

The train itself with its drive, bogies and passenger cabin is defined as safe if the general requirements for mechanical and electrical train construction are fulfilled and safe guiding of wheels is provided. This is outside the scope of this standard.

Train subassemblies comprising a propulsion/braking system, bogies and guidance equipment, signalling system, mechanical and electrical aspects of the passenger compartment, communications systems, and other such elements of the train subsystem addressed by other complimentary IEC safety standards are outside the scope of this standard. However, functional design requirements for train subassemblies may be dictated or influenced by the safety requirements contained in this standard.

The basic function "Ensure safe train movement" (see Table 1) is typical of all grades of automation from NTO to UTO, regardless of the presence of operational staff on board trains (see IEC 62290-1) and is therefore outside the scope of this standard.

5.3 Guideway between stations

The subsystem guideway between stations (Figures 3 to 5) is divided as follows:

- infrastructure elements (e.g. bridge, tunnel, viaduct, track), which are only regarded as safe if the requirements for safe buildings (static system), safe guiding of wheels, etc., are complied with. By definition, this is outside the scope of this standard;
- guideway clearance;
- safety space of the guideway including emergency exits, if provided for specific rescue reasons.

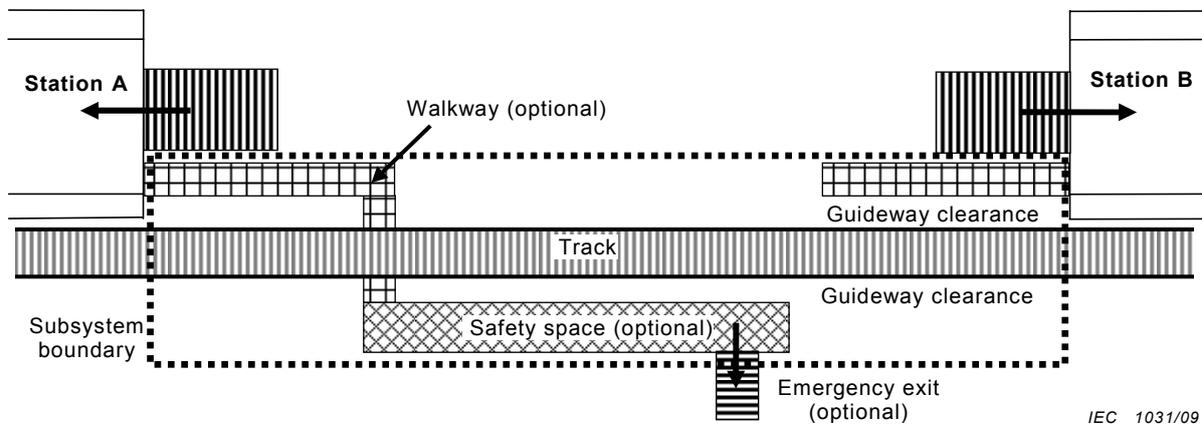


Figure 3 – Boundary of the “guideway between stations” subsystem

Level crossings are considered in this standard as part of the guideway between stations.

Level crossings are within the scope of this standard (Figure 4).

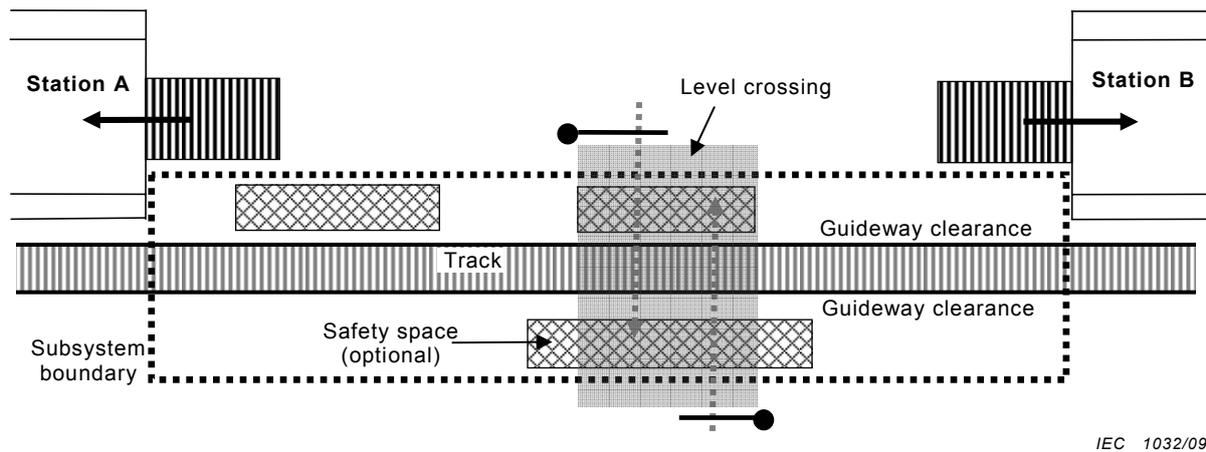


Figure 4 – Boundary of the “guideway between stations” subsystem with level crossing

Sidings (see Figure 5) are sections of the guideway which are specifically used

- for storing trains, when they are not in use for passenger service, or
- for receiving trains taken out of operation and putting trains in operation,
- for performing turn-back rides during operations.

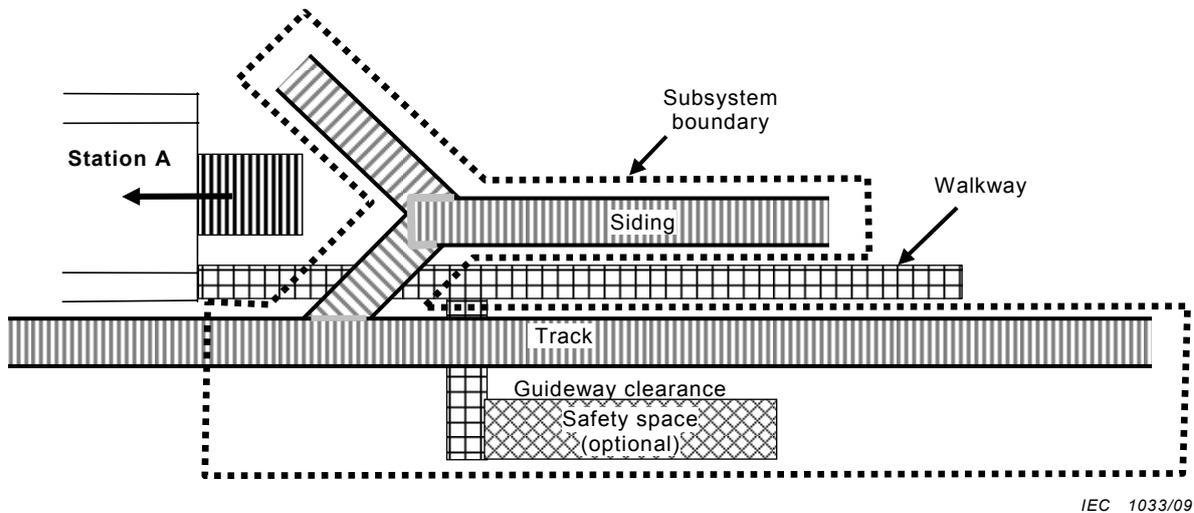


Figure 5 – Boundary of the “guideway between stations” subsystem with sidings

5.4 System boundaries

The system also includes the following:

- service vehicles,
- automated sections of the depot,
- interface between automated and non-automated sections,
- the OCC,
- traction power elements along the guideway.

The following items in particular are excluded:

- stations (except passenger transfer areas),

- lifts, escalators, etc.,
- tunnels, bridges, structures,
- areas where trains cannot be operated automatically (e.g. workshop),
- the power distribution system, except for elements along the guideway.

6 Entities to be protected

For hazard identification carried out as part of risk analysis of a specific application, exposure to a hazard of the following persons and property shall be considered.

6.1 Persons

Persons within the system are classified as passengers, public and staff, including external emergency services.

6.1.1 Passengers

Persons using the system to travel from any one station to any other one and entitled (e.g. by paying the fare) or authorized (e.g. by the relevant TA) to use the system. People who are using the system at any particular time (users) are assumed to be doing so of their own volition.

Passengers may have different levels of awareness, mobility and capacity to react to a hazardous situation. Users may:

- carry belongings of various bulk and shapes (e.g. bicycles and luggage);
- be accompanied by or carry children (including for instance in prams, etc.);
- be children;
- be persons with reduced mobility (elderly people, physically handicapped people);
- have limited perception (not understanding the local language, under the influence of alcohol or drugs);
- have a mental handicap;
- be auditorily and/or visually impaired;
- be accompanied by or carry a pet.

The different levels of passenger awareness and accompanying children/luggage/property to be taken into consideration for risk analysis are the responsibility of the TA by agreement with the SRA.

6.1.2 Staff

Persons who are involved in the operation process of the system as employees of the TA or employees of other involved entities.

There are different types of staff, for example:

- operational staff;
- maintenance staff;
- rescue staff;
- external staff (e.g. maintenance and cleaning staff).

6.1.3 External emergency services

This refers to other external agencies that may be involved in the provision of emergency services including but not limited to police, fire department and emergency medical support.

6.1.4 Public

Persons who are within the boundary of the AUGT system but neither staff nor passengers.

6.2 Property

This includes the whole system infrastructure, trains, system equipment that is part of the AUGT system, neighbouring properties and environment outside the system boundary and property carried by passengers. The definition of property to be taken into consideration by the risk analysis shall be agreed between the TA and the SRA.

7 Identified hazardous situations and possible safeguards

Basic functions of train operation for the different grades of automation are shown in Table 1. All those functions, even when outside the scope of this standard, are expected to be fulfilled as basic requirements to ensure safe operation.

This clause tabulates for each basic function within the scope of this standard, as shown by the shaded areas in Table 1, the hazardous situations and the possible safeguards against these hazardous situations and provides a cross reference with the relevant safety requirement description in Clause 8.

It lists the possible safeguards which are able to compensate for the absence of a driver or any operational staff in trains, based on the methodology applied through a generic hazard analysis at a top system level (see 4.2) and the experience from existing specific AUGT applications.

Safeguards and safety requirements proposed in this standard are supplementary to the safety requirements for a conventional system.

Hazardous situations and safeguards identified in the tables below that are not specific to DTO and UTO operation are considered to be outside the scope of this standard. Therefore, they are marked as “Outside scope” in the reference column of the tables and are not described in Clause 8. However, some safeguards that may also be used in conventional systems need to be considered because in the absence of a driver and staff they contribute to safety and availability in UTO/DTO systems. Therefore, they are described in Clause 8 and cross-referenced in Tables 2 to 9.

The choice of a listed safeguard or combination of safeguards, or the choice not to use any safeguard to resolve or mitigate a specific hazard in a specific application depends on the risk tolerability which is to be assessed under the responsibility of the TA and SRA. However, to ensure that all risks arising in a specific application have been taken into account, a risk analysis for the specific application shall be undertaken.

Without a pre-defined priority or preference, safeguards against hazardous situations can be categorized as follows:

- safeguards relying on performance of operational procedures derived from defined operational rules;
- safeguards based on warnings for passengers or other persons (e.g. visual, aural or tactile means of warning such as “mind the gap” announcements);
- safeguards by detection of hazardous situations and reaction to reduce the probability of the resulting accidents or to mitigate the consequences of the resulting accidents;

- safeguards by the application of equipment and facilities designed to avoid hazardous situations (for example platform screen).

However, it must be noted that irrespective of the grade of automation there are top system-level hazards present that must also be mitigated by

- the application of design rules and guidelines for trains and infrastructure, and
- the basic function “Ensure safe train movement”.

The two bullets above are also applicable for a conventional system and are not specific to DTO and UTO. Therefore, they are outside the scope of this standard and are marked as “Outside scope” in the reference column of Tables 2 to 9.

7.1 Supervising guideway

7.1.1 Prevent collisions with obstacles

Because in DTO and UTO mode, operational staff is absent from the front cabin of the train, provisions shall be made to reduce the risk of collision with obstacles in the guideway clearance. Table 2 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff in the front cabin of the train.

Table 2 – Prevent collisions with obstacles

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Obstacle from outside the system protrudes into the guideway clearance inside tunnel e.g. drill	External rules	Outside scope
Obstacle from outside the system has fallen into the guideway clearance above ground on the track (e.g. tree, crane, car, vandalism included)	Rules for checking guideway clearance	8.3.4
	Physical barriers on bridges	8.7.4
	Physical barriers along the track	8.7.3
	Wayside obstacle detection device	8.7.7
	On board obstacle detection device	8.5.5
Obstacle from inside the system after maintenance left over in guideway clearance (e.g. tools or materials)	Rules for checking guideway clearance	8.3.4
	On board obstacle detection device	8.5.5
	Rules for hand over of the guideway following maintenance	8.1.3.6
Obstacle from inside the system falling during operations in the guideway clearance (e.g. parts of a train, or the structure or wayside equipment)	Rules for checking guideway clearance	8.3.4
	On board obstacle detection device	8.5.5
	Design rules for trains	Outside scope
	Design rules for structures	Outside scope
	Design rules for wayside equipment	Outside scope
Obstacle intrudes onto closed level crossing	Level crossing supervision	8.7.12.2
	Level crossing barrier	8.7.12.1
Obstacle is present on level crossing, when closing is requested	Level crossing supervision	8.7.12.2
Obstacle (e.g. car) coming from level crossing intrudes into the guideway clearance between stations	Prevention and detection of intrusion into the guideway from the level crossing	8.7.12.3

7.1.2 Prevent collisions with persons

Because in DTO and UTO mode, operational staff is absent from the front cabin of the train, provisions have to be made to reduce the risk of collisions with persons on track. Table 3 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff in the front cabin of the train.

Table 3 – Prevent collisions with persons

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Person at platform edge and part of approaching train protrudes into platform area	Train complies with guideway clearance	Outside scope
Person at the platform edge with part of their body protruding into the guideway clearance when train is approaching	Warning means related to platform edge	8.4.1.2
	Action of operational staff	8.2.2
	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Platform fences	8.4.1.3
	Partial-height platform screen	8.4.2.2
Person at platform edge and passing train causes pressure pulse	Full-height platform screen	8.4.2.1
	Warning means related to platform edge	8.4.1.2
	Reduced speed in stations	Outside scope
Person having fallen onto platform track – whether accidentally or on purpose by stepping down from platform edge (trespassing) when train is approaching. Suicide is not considered	Full-height platform screen	8.4.2.1
	Partial-height platform screen	8.4.2.2
	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Action of operational staff	8.2.2
	Traction power cut-off for platform track	8.4.1.6
	Partial-height platform screen	8.4.2.2
Person entering platform track from outside the system when train is approaching	Full-height platform screen	8.4.2.1
	Refuge between rails or under the platform	8.4.1.4
	Open platform with detection system	8.4.3
	Guideway segregated by legal statute	8.7.1.2
	Warning means along the guideway	8.7.2
	Open platforms with detection systems	8.4.3
	Physical barriers along the track	8.7.3
Traction power cut-off for platform track	8.4.1.6	
Person entering guideway clearance between stations from platform track	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Action of operational staff	8.2.2
	Intrusion detection device between platform track and guideway between stations	8.7.5
Public, staff or rescued passengers entering guideway clearance between stations from outside	Physical barriers along the track	8.7.3
	Guideway intrusion detection device	8.7.6
	Guideway physically segregated	8.7.1.1

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
	Guideway segregated by legal statute	8.7.1.2
Passenger or staff entering guideway clearance between stations from train	Rules for rescue of passengers	8.3.1
	Keep doors closed between two stations	Outside scope
	Door closed supervision	8.5.1
Person enters guideway clearance from level crossing	Prevention and detection of intrusion into the guideway from the level crossing	8.7.12.3
Staff in guideway for maintenance purposes	Work zones	8.7.13
Staff in safety space of guideway between stations (coming from platform end, from outside the system or from a train – organized evacuation) and parts of approaching train protrude into safety space	Train complies with guideway clearance	Outside scope
Staff in safety space of guideway between stations (coming from platform end, from outside the system or from a train – organized evacuation) protrudes in the guideway clearance and train is approaching	Training and education for staff	Outside scope
Staff in safety space of guideway between stations (coming from platform end, from outside the system or from a train – organized evacuation) and passing train causes pressure pulse	Training and education for staff	Outside scope
Unauthorized person (passenger, public coming from platform end) in safety space of guideway between stations	Rules forbid entry to the safety space, when there is no emergency	Outside scope
	Platform end door with controlled access	8.7.8
	Intrusion detection device between platform track and guideway between stations	8.7.5
	Warning means along the guideway	8.7.2
Person enters safety space from outside the system	Guideway intrusion detection device	8.7.6
	Physical barriers along the track	8.7.3
	Guideway physically segregated	8.7.1.1
	Guideway segregated by legal statute	8.7.1.2
Unauthorized person enters safety space from a train (self-evacuation) and comes in contact with exposed live conductor (e.g. power rail)	Warning means in the train for evacuation	8.5.17
	Traction power cut-off	8.1.3.5
	Keep doors closed between two stations	Outside scope
	Door closed supervision	8.5.1
Person enters level crossing reserved for train movement	Level crossing supervision	8.7.12.2
	Level crossing barrier	8.7.12.1
Person is already present on level crossing when reservation for train movement is initiated	Level crossing supervision	8.7.12.2
Staff in transfer area and unexpected automatic movement of train	Rules for train operation in depot	8.3.6
	Safeguards for transfer areas and depots	8.8

7.2 Supervising passenger transfer

7.2.1 Control passenger doors

Because in UTO mode there is no operational staff in attendance on the train or the station, for supervising passenger transfers, provisions shall be made to reduce the risk of injuries to passengers from closing and opening passenger transfer doors. Table 4 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff supervising passenger transfer. It should be noted that identified safeguards are sometimes also used in NTO and STO mode.

Table 4 – Prevent injuries to persons associated with opening and closing passenger transfer doors

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Passenger beside train door and doors open or are released for opening during train movement between stations	Keep doors closed between two stations	Outside scope
Train stationary and passenger beside train door opposite the platform or outside the platform area and doors open or are released for opening	Door release for passenger transfer	8.5.2
Passenger can enter the space between platform screen and train because train doors are released for opening or are open but the platform screen doors are not, or vice versa	Door release for passenger transfer	8.5.2
	Alignment of train doors with platform doors	8.4.2.1 a)
	Alignment of train doors with platform doors	8.4.2.2
	Design measures to minimize the distance between train and platform screen	8.6.8.1
Passenger has hand (or other part of body) in the door pocket and hand trapped during opening or closing procedure	Design to minimize the possibility of trapping by an opening door (may include stickers or optical and/or acoustic warning measures)	Outside scope
During passenger transfer, door unexpectedly closes with high closing force	Design to limit closing pressure (force) of door leaves	8.6.3.2
	Optical and acoustic door signals prior to closing	8.6.3.1

7.2.2 Prevent injuries to persons between cars or between platform and train

Because in UTO mode there is no operational staff in attendance on the train or the station, for supervising passenger transfer, provisions shall be made to reduce the risk of injuries to passengers resulting from falling into the gap between platform edge and car body or into the coupling area between cars of a train. Table 5 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff supervising passenger transfer. It should be noted that identified safeguards are sometimes also used in NTO and STO mode.

Table 5 – Prevent injuries to persons between cars or between platform and train

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
During passenger transfer, passenger falls or is trapped in the gap between platform edge and car body and is endangered by exposed live conductor (e.g. rail) or by the train starting to move	Marking of train door areas on the platform	8.6.4
	Public address system (platform) (e.g. announcement “mind the gap”)	8.4.1.9
	Public address system (train)	8.5.8
	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Emergency stop demand on board	8.5.10
	Emergency call device on platform	8.4.1.8
	Emergency call device on board	8.5.11
	Warning means on platform related to gap	8.6.6.2
	Surveillance by operational staff	8.6.5
	Gap-filling device on board or on platform	8.6.6.4
	Gap supervision device on board or on platform	8.6.6.5
	Minimize gap between platform edge and car body	8.6.6.1
	Warning means in the train related to gap	8.6.6.3
Safeguards to protect passengers from electrocution after falling into the gap	8.6.9	
During passenger transfer, passenger (e.g. visually handicapped person) falls in the coupling area between two cars of the train and is endangered by exposed live conductor (e.g. rail) or by the train starting to move	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Emergency stop demand on board	8.5.10
	Emergency call device on platform	8.4.1.8
	Emergency call device on board	8.5.11
	Warning means on platform related to gap	8.6.6.2
	Surveillance by staff	8.6.5
	On board closing of coupling area of train	8.6.7.1
	Partial barriers on the platform at the stopping position of the coupling areas of train cars	8.6.7.2
	Monitoring device for coupling area	8.6.7.3
Safeguards to protect passengers from electrocution after falling into the gap	8.6.9	

7.2.3 Ensure safe starting conditions

Because in UTO mode there is no operational staff present on the train or the station for supervising passenger transfer and for ensuring safe starting conditions, provisions shall be made to reduce the risk of injuries to passengers resulting from a train starting unexpectedly with one or more train doors open or while any part of a passenger or his possessions is trapped in the train doors or, when relevant, in platform doors. Table 6 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff supervising passenger transfer. It should be noted that identified safeguards are usually also used in NTO and STO.

Table 6 – Prevent passenger injury during train starting

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
During passenger transfer, passenger close to open train doors and train unexpectedly starts moving	Train immobilisation during passenger transfer	8.6.1
	Door closed supervision	8.5.1
	Reaction to unexpected train movement	8.5.16
During passenger transfer, passenger close to open train doors, train unexpectedly starts moving and continues to move with doors open and passenger falls	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Emergency stop demand on board	8.5.10
Passenger on platform: passenger or his belongings (belt, dog leash, etc.) trapped between leaves of closed doors after passenger transfer and train starts moving	Door closed supervision	8.5.1
	Detection of obstacles during the closing of the doors	8.6.3.3
	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Emergency stop demand on board	8.5.10
	Detection of trapped objects after the doors have been closed	8.6.3.4
	Full-height platform screen	8.4.2.1
	Partial-height platform screen	8.4.2.2
	Manual release of trapped objects	8.6.3.5
Passenger trapped between train and platform screen and train starts moving	Emergency stop demand on board	8.5.10
	Emergency stop switch on platform	8.4.1.5
	Ensure that platform screen doors cannot be closed when a passenger is between train and platform screen	8.4.2.1 8.4.2.2
	Detection of obstacles during the closing of the doors	8.6.3.3
	Design measures to minimize the distance between train and platform screen	8.6.8.1
	Device on board or on platform to supervise the lateral space between train and platform screen	8.6.8.2

7.3 Operating a train

7.3.1 Put in or take out of operation

Because in UTO mode there is no operational staff present on the train or the station to prepare trains for being put in operation or taken out of operation, provisions have to be made to reduce the risk of harm to passengers, who may need help and would remain in the train intended to be taken out of operation. Table 7 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff supervising a train taken out of operation or put in operation.

Table 7 – Prevent harm to passengers in relation to taking the train out of operation or putting the train in operation

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Passenger on board a train taken out of operation (scheduled or unscheduled) and passenger trapped in unsupervised train or leaves the train under unsafe conditions	Action of operational staff (visual check by staff)	8.2.2
	Rules for taking a train out of operation	8.3.7.2
	On board video surveillance	8.5.7
	On board announcement for taking a train out of operation	8.5.9
	Emergency call device on board	8.5.11
Passenger asleep or unwell is unaware of safeguards on board a train taken out of operation and is trapped in unsupervised train	Rules for taking a train out of operation	8.3.7.2
	Action of operational staff (visual check by staff)	8.2.2
Train put in operation with failure	Train status supervision and testing	8.5.13

7.3.2 Supervise the status of the train

Because in UTO there is no operational staff on the train or the station to supervise the train in order to detect failures, provisions have to be made to reduce the risk of injuries to passengers resulting from unidentified train failures leading, directly or indirectly, to an accident. Table 8 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff in cases of train failures. It should be noted that identified safeguards are sometimes also used in NTO and STO mode.

Table 8 – Prevent injury to persons resulting from train failures

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Passenger in a stranded train between stations and train cannot move in automatic mode	Manual operation	8.5.14
Person on board moving train, unauthorized decoupling and person remains in uncontrolled part of the train	Supervise train integrity	Out of scope
Loss of train train composition (outside coupling of units), person is exposed to open train ends or is in uncontrolled parts of the train	Ensure train composition integrity	Out of scope
	Supervise train integrity	Out of scope
Inadequate or incorrect reaction to failures which may affect safe operation	Train status supervision and testing	8.5.13
	Train design leading to safe state	Out of scope
Train starts in wrong driving mode (e.g. fully automated mode instead of staff supervised mode)	Locking of driving mode switch	8.5.14.1
	Interlocking between automatic and manual modes of operation	8.5.14.2
	Ensure safe driving modes	Out of scope
Train starts in wrong driving direction and person or obstacle in front of the train	Ensure safe driving direction	Out of scope
Overspeed during coupling of train	Safe speed during automatic coupling	8.5.15

7.4 Ensuring detection and management of emergency situations

Because in UTO mode there is no operational staff present on the train or on the station to recognize emergency situations arising on board trains or on stations, provisions shall be made to reduce the risk of injuries to passengers resulting from unidentified emergency situations. Table 9 lists safeguards against identified hazardous situations that are able to compensate for the absence of operational staff in cases of emergency. It should be noted that identified safeguards are sometimes also used in NTO and STO mode.

Table 9 – Prevent injury to persons related to emergency situations

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Person on board train and fire starts inside train (due to failure of component, imprudence or vandalism)	Fire protection (measures to mitigate ignition)	8.1.2
	Fire extinguishers	8.1.2
	Rules for passenger behaviour	8.1.4
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for fire emergency	8.3.2
Person on board train and fire in progress and smoke and toxic fumes propagate inside train	Fire extinguishers	8.1.2
	Fire protection (measures to mitigate propagation of fire, smoke and toxic fumes)	8.1.2
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for fire emergency	8.3.2
	Emergency call device on board	8.5.11
	Fire and smoke detection (train)	8.5.12
Fire in progress in train stranded on guideway between two stations	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for fire emergency	8.3.2
	Door release for emergency opening	8.5.3
	Emergency call device on board	8.5.11
	Fire and smoke detection (train)	8.5.12
Fire in progress inside train and passenger not informed about best course of action	Rules for passenger behaviour (in train)	8.1.4
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Public address system (train)	8.5.8
Train approaches a station with fire in progress	Fire protection (for station)	8.1.2
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Fire and smoke detection (station)	8.4.1.10
Train in a section where a fire is in progress between stations	Fire protection (for guideway between stations)	8.1.2
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Fire and smoke detection (guideway between stations)	8.7.10
Person in station and fire starts inside station or guideway	Fire protection (measure to mitigate ignition and propagation for station and guideway between stations)	8.1.2
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for fire emergency	8.3.2

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
	Emergency call device on platform	8.4.1.8
	Fire and smoke detection (station)	8.4.1.10
	Emergency call device on board	8.5.11
	Fire and smoke detection (train)	8.5.12
	Fire and smoke detection (guideway between stations)	8.7.10
	Ventilation system to influence the flow of smoke	Outside scope
	Emergency exits from station	Outside scope
Person on board train and train derails	Design rules (safe guidance on guideway)	8.1.3.1
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
Derailment is not detected and train will not be stopped causing injuries to person due to collision with oncoming train or infrastructure, etc., following derailment	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for the rescue of passengers	8.3.1
	Derailment detection device	8.5.6
	Emergency call device on board	8.5.11
Person in train is seriously ill, injured or threatened by aggressive behaviour and needs assistance	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Emergency call device on board	8.5.11
Unauthorized person takes control of train in manual mode leading to unstable or unsafe conditions	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for foreseeable vandalism	8.3.3
	Recognize video surveillance	8.5.7
	Locking of driving mode switch	8.5.14.1
Earthquake occurs possibly leading to train derailment or collision with infrastructure	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Emergency call device on board	8.5.11
	Earthquake detection device	Outside scope
Guideway flooded with the possibility that trains and stations get flooded	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Emergency call device on board	8.5.11
	Water flooding protection	8.7.11
Strong wind occurs possibly leading to train derailment or collision with infrastructure	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Wind observation	Outside scope
Heavy snowfall with the possibility that train gets stuck in snow covered guideway	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Emergency call device on board	8.5.11
	Observation of weather conditions by staff	Outside scope
Slippery guideway caused by ice or rain (especially drizzle) extending the stopping distance with the possibility of collision with another train	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Ensure safe separation of train though heated guideway or specific train protection profile for bad weather conditions	Outside scope

Hazardous situation	Possible safeguards	Reference
Passenger is in stranded train and train can be rescued	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Rules for stranded train removal	8.3.8
Passenger is in stranded train and needs to be evacuated from the train	Traction power cut-off	8.1.3.5
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Communication systems	8.2.3
	Rules for rescue of passengers	8.3.1
	Stop oncoming traffic	8.5.3
	Door release for emergency opening	8.5.3
	Emergency exits (from train)	8.5.4
	Public address system (train)	8.5.8
	Emergency call device on board	8.5.11
	Warning means in the train for evacuation	8.5.17
	Provide adequate means for stepping down to the track (e.g. steps, ladders, straps)	Outside scope
	Emergency evacuation walkway	Outside scope
	Guideway lighting	Outside scope
Passenger is in stranded train and self evacuates from the train	Traction power cut-off	8.1.3.5
	Rules for passenger behaviour (in train)	8.1.4
	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Communication systems	8.2.3
	Rules for rescue of passengers	8.3.1
	Door closed supervision	8.5.1
	Door release for emergency opening	8.5.3
	Stop oncoming traffic	8.5.3
	Emergency exits (from train)	8.5.4
	Public address system (train)	8.5.8
	Emergency call device on board	8.5.11
	Warning means in the train for evacuation	8.5.17
	Provide adequate means for stepping down to the track (e.g. steps, ladders, straps)	Outside scope
	Emergency evacuation walkway	Outside scope
Guideway lighting	Outside scope	
Person between two stations cannot escape from guideway following an evacuation from train	Monitoring by the OCC staff	8.2.1
	Platform end doors	8.4.1.1
	Full-height platform screen	8.4.2.1 item m)
	Emergency exit from physically segregated guideway	8.7.9

8 Safety requirements

This clause specifies the generic safety requirements for identified safeguards as listed in Clause 7 and derived from the results of the hazard analysis. The description of the identified safeguards takes into account the experience of existing specific AUGT applications and their corresponding regulatory frameworks (see bibliography).

This clause is structured according to the different parts of the AUGT system where safeguards are intended to be implemented. It should be noted that each safeguard may cover different hazardous situations.

It must be recognized that aspects of a particular topographic, environmental, social or legal consideration for a specific application may generate their own additional safety requirements.

Safeguards or combinations of safeguards chosen for designing and implementing a specific AUGT system depend on the tolerability for the risk. Therefore, to ensure that all risks arising in a specific application have been taken into account, a risk analysis for the specific application shall be undertaken which takes into consideration any specific hazardous situations that may result from the combination of DTO and UTO grades of automation with site-specific conditions and failure modes. Judgement regarding which of the described requirements for a chosen safeguard are relevant to the specific AUGT system also depends on the specific risk analysis. Risk analysis may even conclude that a specific hazard is tolerable without the need for any safeguard. The basic premise is that an AUGT operation should provide at least the same level of safety as an equivalent conventional system. However, accepting the tolerability level of risk or defining the risk tolerability criteria is the responsibility of the SRA that has jurisdiction over the specific AUGT system application.

Passengers can usually be considered as having the ability to contribute positively to all factors of availability and safety of the public transport system. Usually, it can be assumed that passengers will respect warning signs and warning means. It can also be expected that the behaviour of passengers will conform to the written terms of the transport contract and to usual patterns of behaviour. However, specific risk analysis should take into account the actual behaviour of passengers in the context of the local culture, including malicious or careless behaviour.

The safeguards listed in this standard cover the risks which arise through foreseeable negligence of the passengers. Safeguards cannot cover hazardous situations resulting from intentional misuse of the transport system. Taking into account the availability of operations and the different safety cultures that arise from different jurisdictions, the expected behaviour of persons is an important parameter when choosing safeguards during the specific risk analysis. The normal use of safeguards listed in this standard, a positive behaviour and the will not to endanger oneself is expected of passengers.

8.1 General requirements

The requirements related to the basic functions “ensuring safe movement of trains” and “driving” in Table 1 have to be fulfilled by adequate safeguards. These requirements are outside the scope of this standard. Therefore, safety requirements given in this standard are supplementary to the safety requirements for a conventional system and the requirements for the basic functions “ensuring safe movement of trains” and “driving”.

8.1.1 Public works regulations to protect the guideway

As is the case with any urban guided transport systems, regulatory covenants shall be instigated. These covenants shall protect the guideway when public works is performed in close proximity of the guideway.

Furthermore the TA shall ensure that procedures and inspection activities to monitor the covenants do exist and are carried out on a regular basis.

8.1.2 Fire protection

For sections of the guideway where persons can be endangered by fire or fire-generated smoke and toxic fumes (e.g. in a tunnel), measures shall be implemented such as smoke extraction equipment (ventilation system), fire alarm equipment, fire reporting equipment, escape and guidance equipment (installation of escape passages and exits and indication of their position), fire extinguishing equipment and the establishment of a complete fire/smoke prevention and control system.

While also applicable to NTO and STO modes, trains and infrastructure shall be designed in accordance with the relevant fire protection guidelines for rail vehicles and infrastructure, e.g. preventing combustion, spread of fire and smoke, production of toxic fumes and providing fire extinguishers or other suitable fire suppression devices or systems (see also 8.3.2).

8.1.3 Systems and equipment

Generally, any system reaction time shall not exceed the equivalent reaction time of NTO and STO systems. Moreover, any message and reaction from an automatically acting safeguard caused by a safety-related function described in 8.1.3.5 shall remain active until the reason for the hazardous situation no longer exists.

8.1.3.1 Design rules

While also applicable to NTO and STO modes, design, manufacturing and installation rules and criteria for ensuring safety of trains and infrastructure and for safe guidance of trains on their guideway, whatever the grade of automation, shall be fulfilled in accordance with the relevant standards and guidelines.

As also required for NTO and STO modes, and in accordance with relevant standards and guidelines, measures shall be designed and implemented to protect passengers from any unsafe touch voltage between trains and the platform or any equipment on platforms.

8.1.3.2 Availability

As the operation of UTO modes are conducted without staff on board the train, recovery from failure takes longer and can potentially worsen hazard consequences. Therefore, availability for such systems shall always be considered as having a potential impact on safety.

8.1.3.3 Auxiliary power supply

As required in NTO and STO modes, in addition to the normal source of power supply, there may have to be an emergency supply fed from an independent source for devices on board trains, on the wayside or the OCC essential for maintaining safety. In the event of the main supply failure, the emergency supply shall be able to maintain power to these devices for a sufficient time for the train to reach a location where passengers can be evacuated if necessary. The emergency supply shall be provided with automatic changeover facilities. Devices which are likely to prevent a train from running into a station, in the event of the power supply failure, shall also be connected to the emergency supply.

8.1.3.4 Reset of safe state

Following confirmation by operational staff or by the system itself that the hazardous situation no longer exists, the message or reaction can be reset locally or remotely by an authorized staff. It can be reset automatically only if it has been demonstrated by a risk analysis that there is no risk associated with automatic resetting.

8.1.3.5 Traction power cut-off

While also applicable to NTO and STO systems, provisions shall be considered for cutting off traction power for the locations where a hazardous situation exists from electrocution.

The cut-off may be automatic or by action by the OCC or local staff as necessary. For specific cases, see 8.4.1.6 and 8.5.3.

8.1.3.6 Maintenance

The maintenance process for AUGT is essential for fulfilling the RAMS requirements at the specified levels defined for the specific application (see 6.11.1 of IEC 62278).

8.1.4 Rules for passenger behaviour

As required in NTO and STO modes, the TA shall establish and publish rules for the behaviour expected of passengers for their safety when using the system. Such rules may include the following:

- it is prohibited to enter the passenger transfer area when no train is at the platform;
- it is prohibited to cross the platform edge area when the door closing announcement is being made;
- the emergency call system is strictly dedicated for emergency calls. It should not be used, under any circumstances, for requesting information;
- passengers are prohibited from leaving the train stopped outside platforms unless instructed to do so by operational staff;
- smoking and transport of flammable material is prohibited within the system (to reduce the risk of fire).

Such rules shall be communicated to passengers through appropriate visual or aural means in the stations and trains.

8.2 Monitoring the AUGT system

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

8.2.1 Monitoring by the OCC staff

During normal operation, the OCC staff shall continuously monitor the system to detect abnormal operating conditions and respond to hazardous situations as quickly as possible. In particular, the location and operational status of trains shall be reported to the OCC to enable the OCC staff to take prompt and appropriate action. In particular, the OCC staff shall be able to prevent trains from entering the area affected by the emergency.

Where video surveillance is provided (see 8.4.1.7 and 8.5.7) video-recording systems may be used to improve post-incident analysis.

8.2.1.1 General

Failures, disturbances and alarms of automatically acting equipment which might influence the safety of operations (affecting persons or causing damage to properties) shall be alarmed at the OCC.

Since the OCC centrally receives and has to deal with a large number of alarms and messages, these alarms and messages shall be prioritized according to their criticality. Special consideration shall be given to the amount of information to be displayed in emergency situations to take into account the human factor.

Provisions shall be made to ensure communication between passengers in trains and on platforms with operational staff in the OCC.

OCC controls and equipment shall enable operational staff to suspend operations and resume normal operations.

The measures described above shall enable the rescue of persons from stranded trains or in case of emergency in accordance with the rules for rescue of passengers (see 8.3.1 and 8.3.2).

Video images displayed in the OCC shall be organized in a way that enables OCC staff to identify clearly the image location (see also 8.4.1.7).

8.2.1.2 Functions and responsibilities

The possible functions monitored by the OCC are shown in informative Annex A.

The functions for monitoring the system and their requirements for the OCC match the choice of the safeguards identified through the risk analysis for the specific AUGT application.

If the OCC staff is required, in accordance with specified procedures, to reset a safety device, provisions shall be made to ensure that OCC staff can judge that the emergency situation no longer exists.

8.2.1.3 Reaction in case of unavailability of the OCC

When any of the functions described in 8.2.1.1, except the requirement related to the organization of the video displays, is not available, including through back-up facilities, the system shall avoid leaving trains stranded between stations. Conditions for continuation of operations shall be defined by the specific risk analysis.

8.2.2 Action of operational staff

Operational staff can support normal operations by surveillance of specific parts of operations (e.g. permanent surveillance of platforms) or visual checks on demand (e.g. visual check for remaining passengers in trains prior to taking a train out of operation, visual check of operational facilities). Such staff activities can also serve as an alternative to technical safeguards, depending on the specific risk analysis.

In UTO systems, additional roving operational staff shall support operations in cases of technical failures or operational disturbances as well as in emergency situations.

Members of roving staff shall be able, as a minimum, to

- examine by visual check technical and operational conditions prior to resetting detection devices to ensure that dangerous conditions are no longer existing,
- supervise temporary safety tasks (e.g. temporary surveillance of platforms) in cases of deactivated safeguards due to technical failures,
- perform the evacuation of passengers from stranded trains by driving the train in manual mode to the next station or by guiding passengers to reach the next station on foot,
- support rescue of passengers in cases of emergency situations.

Actions of operational staff shall be specified by operational rules as described in 8.3.

8.2.3 Communication systems

As required in NTO and STO modes, provisions shall also be made for communication between

- passengers in stations and in trains with OCC staff in cases of emergency (emergency call device on platform – 8.4.1.8, emergency call device on board – 8.5.11),

- OCC staff and passengers in stations and in trains for announcements to provide information in cases of abnormal operational or instructions in case of emergency situations (public address system on platforms – 8.4.1.9, public address system in trains – 8.5.8),
- staff in the OCC and operational and maintenance staff in local facilities or roving.

As the operation of DTO and UTO systems is remote and centralized, such communication means are essential for ensuring safety, availability and reliability of operations by enabling a rapid, coordinated and effective response from the staff involved.

All audio communication and visual information equipment shall operate independently of the traction power supply. All audio and visual communications equipment shall be powered by an uninterruptible power supply for a time period determined by analysis based on the risk analysis of the specific AUGT application.

In case of emergency, communication with external emergency services staff related to operational rules shall be ensured.

8.3 Operational rules

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

As needed for all grades of automation, duties and procedures for operational staff shall be described in this clause. Operational staff shall be regularly trained to perform these operational rules.

The following operational rules are particularly relevant in the context of UTO/DTO systems.

8.3.1 Rules for rescue of passengers

It is essential to rescue passengers from stranded trains or in cases of emergency. This requires a rescue plan which defines in particular

- a) measures to establish the location of the emergency,
- b) measures required, depending on the operating conditions prevailing at the location and at that time,
- c) the organization within the transport company responsible for initiating and coordinating the measures.

The rescue plan shall be immediately activated once an emergency has been recognized. Rescue of passengers shall start without undue delay, depending on the emergency and prevailing circumstances, in accordance with local regulations.

8.3.2 Rules for fire emergency

Whilst also applicable to NTO and STO systems, an overall fire emergency plan shall be established in order to describe the strategies and rules for fire emergency. In particular, the rules shall indicate

- the organization and responsibilities of the operational staff,
- how operational staff (6.1.2) and external emergency services (6.1.3) shall communicate and cooperate,
- how to rescue passengers (8.3.1) in case of fire and/or smoke,
- the use of devices for containment and/or suppression of fire, smoke and toxic fumes and for rescue equipment,

- measures/procedures which are required depending on the specific operating conditions, the local environment, and the requirements of the SRA,
- plan for conducting regular exercises.

8.3.3 Rules for foreseeable vandalism

Strategy for dealing with foreseeable vandalism situations shall be established based on the prevailing social and political environment.

8.3.4 Rules for checking guideway clearance

Operational rules shall be established which ensure by periodical checks, that the guideway clearance is free from persons and obstacles.

The guideway clearance shall be checked as follows:

- periodicity to be defined by the TA in conjunction with the SRA (e.g. once a day) and/or after interruptions of operation (e.g. night breaks);
- after events which might result in a disturbance of guideway clearance (e.g. weather conditions or works in the guideway or adjacent areas).

The check can be performed by inspection by operational staff at the front cabin of a moving train at an appropriately reduced speed. Conditions shall ensure that staff are able to detect obstacles in the guideway clearance.

Staff shall be able to stop the train when required.

Passengers may be transported during the inspection ride.

The rules to be established shall describe:

- the periods, the permitted speed, the events for triggering an inspection, the staff responsible for taking the decision to carry out an inspection;
- the duties of operational staff during the inspection and the area to be inspected, which shall include guideway clearance in order to recognize those circumstances which might later influence the clearance;
- the procedure to follow by staff upon detection of an obstacle.

8.3.5 Rules for start-up and shut down of operations

8.3.5.1 Scheduled operations

Operational rules shall be provided describing

- checks to be performed by OCC staff to ensure that there are no outstanding issues related to safety before allowing scheduled operations to start,
- announcements and checks that are necessary prior to taking trains out of operation to ensure that no passenger remains inside an unsupervised train and may be exposed to hazardous situations (e.g. passenger exits the train and risks electrocution, passenger exposed to low temperatures).

8.3.5.2 Operation restart following recovery from system failure

Operational rules shall be provided describing

- the restart, if necessary, of the technical system or part of it,
- the checks to be performed by OCC staff to ensure that there are no outstanding issues related to safety before allowing scheduled operations to start.

These checks shall include the location and status of all the trains.

8.3.6 Rules for train operations in the depot

When part of the depot is automated, a depot operation plan shall be established to describe depot operation and access control in order to maintain safety and security of staff and property within the depot.

Rules for train operation in the depot shall address the segregation of staff from moving trains in the transfer area, identification of areas where staff or trains may be present and how the access will be controlled.

All train movements between automatic areas and manually driven areas in the depot are always under the responsibility of staff.

8.3.7 Rules for trains to be put in or taken out of operation

8.3.7.1 Rules for putting a train in operation after recovery from system failure

Operational rules shall be provided to

- restart, if necessary, the train equipment,
- initialize, if necessary, the train location before it is put in operation.

Use of the restart facility shall be limited to situations where it is explicitly required. In particular, the restart facility shall not be used by staff as a “workaround” for functions not yet operational or implemented.

8.3.7.2 Rules for taking a train out of operation

Operational rules shall be provided describing the announcements and checks that are necessary prior to taking the train out of operation to ensure that no passenger comes under unsafe conditions within the system.

8.3.7.3 Rules for transition of train operational mode

When a train is taken out of operation, the process of mode transition shall not depend on rules but shall be handled by the system automatically.

Operational rules shall be provided describing the conditions and procedure under which a transition from automatic mode to manual mode is allowed.

8.3.8 Rules for stranded train removal

In the case of a stranded train, moving the train can be achieved through a manually or automatically driven rescue train. Operational rules shall be provided to describe the appropriate measures for safe rescue of the stranded train.

8.4 Safeguards on platforms

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

One of the basic functions relating to platform safety is to prevent a person from being struck by a train. In a non-DTO/UTO system, the basic functions shall be fulfilled by the train driver within the limits of his ability to react.

Therefore, for DTO/UTO systems special means shall be provided in stations to ensure that persons are not endangered by moving trains. According to the required level of safety, this objective is considered fulfilled when there are either:

- a) enclosed platforms having platform edge screens with integral platform doors, as described in 8.4.2, or
- b) open platforms without platform screen but with detection systems which respond automatically when a person is detected in a hazardous situation as described in 8.4.3, or
- c) open platforms without platform screen or detection system but with some or all of the common safeguards (see 8.4.1 for common safeguards).

Regardless of the general decision for one of those approaches, the common safeguards, in particular communication equipment on the station platform as described in 8.4.1.8, shall be considered in any case. The safeguards specific for the approach of enclosed platforms or for the approach of open platforms with detection systems shall be treated as being additional to the common safeguards.

Measures to ensure safety of persons entering the guideway between stations from the end of the platform are described in 8.4.1.1. Measures to ensure safety of persons entering the guideway between stations from the platform track are described in 8.7.5.

8.4.1 Common safeguards for enclosed and open platforms

8.4.1.1 Platform end doors

Platform end doors shall allow:

- access by operational and maintenance staff to the guideway between stations, to sidings and to platform tracks,
- escape of passengers to platforms following the evacuation of a train, in an emergency as well as in the case of a stranded train.

Any unauthorized opening of a platform end door shall be detected and indicated at the OCC. Depending on the risk analysis, trains present in the adjacent platform tracks shall be prevented from starting and/or trains approaching the area shall be stopped.

To prevent misuse by passengers, the platform end doors shall be locked. Passengers shall be able to open the doors from the trackside in order to allow escape from the guideway in case of evacuation from a train.

Access of staff from the platform through platform end doors shall be authorized by the OCC. Request for access shall be initiated by staff through the communication system or through a specific system directly associated with the door. Prior to authorizing access, the OCC staff shall initiate all relevant measures according to operational rules (e.g. prevention of automatic operations in the area) and maintain these measures until informed that the staff concerned have reached a safe location.

If additional points to access the guideway are provided, the same functionality shall be provided and the same procedure shall apply.

8.4.1.2 Warning means related to platform edge

According to circumstances, at least one of the following measures can be implemented:

- a) a warning, such as a tactile and/or contrasting coloured strip along the platform or other suitable means, shall be provided to designate the area on the platform in which persons shall not stand while trains are moving;
- b) an active warning shall be triggered by a system which detects a person infringing the guideway clearance from the platform;

c) the approach of a train shall be signalled by acoustic and/or optical means.

Warning means adequate for the needs of sight- and hearing-impaired people shall also be provided in accordance with local regulations.

8.4.1.3 Platform fences

A physical barrier shall be installed along the platform edge (barring train door locations when the train is stationary), to prevent persons from falling onto the platform track. The physical barrier may be in the form of a full or partial-height fence, screen or wall (as in enclosed platforms, see 8.4.2.1 and 8.4.2.2).

8.4.1.4 Refuge between rails or under the platform

As is usually required for NTO and STO systems, a recess shall be provided with sufficient free space to enable a person fallen onto the track, when a train is entering the station or is already berthed, to escape into the said refuge and avoid being hit by the train. This recess may be between the rails and/or under the platforms.

8.4.1.5 Emergency stop switch on platform

As is also applicable to NTO and STO systems, emergency stop switches shall be provided on the platform. These shall be accessible to passengers to activate, if they notice a hazardous situation on the platform, in the platform track, during passenger transfer or if safe starting conditions are not provided.

When activated, this emergency switch shall

- prevent trains outside the predefined danger area from entering it,
- stop trains already inside the predefined danger area,
- prevent trains inside the predefined danger area from departing.

Emergency stop switches shall be clearly visible and recognizable as such. The identification and location of switches shall be uniform throughout the system.

8.4.1.6 Traction power cut-off for platform track

A traction power cut-off device shall be provided for track areas where there is a risk of a person inadvertently touching trackside system elements energized with traction power. The device shall cut off the traction power when activated:

- automatically by the system when an intrusion is detected (8.4.3),
- manually by passengers or staff activating a handle on the station platform,
- from the OCC.

If the need for a manually activated device on the platform is identified, this function shall be combined in an appropriate manner with the switch described in 8.4.1.5 in order to avoid misunderstandings to the user. The identification and location of any manually activated device shall be uniform throughout the system.

8.4.1.7 Video surveillance

As required in NTO and STO modes, camera placement on the platform shall enable video surveillance by dedicated operational staff, typically at the OCC; they shall be able to observe the entire passenger transfer area and, in the case of open platforms (8.4.3) to also observe the platform track.

To facilitate surveillance by operational staff, it is recommended to have an automatic activation of cameras showing from which locations an alarm or a passenger request has been activated

8.4.1.8 Emergency call device on platform

Equipment for voice communication between passengers on the platform and the OCC shall be suitable for two-way audio communications.

The emergency call device shall be clearly visible and its function identified.

Each emergency call device shall automatically call the OCC when activated. A display at the OCC shall identify the communicating emergency call device and indicate whether there is any additional activated device. This system may be linked with the video surveillance system.

These emergency audio communications shall have priority over all other audio communications.

The person activating the emergency call device shall receive an acoustic signal that the device is calling. The signal shall remain audible despite the emergency situation.

8.4.1.9 Public address system (platform)

A public address system shall be provided on each platform for aural announcements from the OCC or additionally from local facilities in the station.

A station public address system shall enable live or pre-recorded announcements to inform passengers about hazardous situations. Live messages shall override pre-recorded messages.

The same system may also be used for operational announcement to the passengers.

The system shall provide full coverage of each platform.

8.4.1.10 Fire and smoke detection (station)

Fire or smoke detection alarms shall be reported automatically to the OCC so that the staff can take appropriate action according to the rules of operations (see 8.3.2) (e.g. let the trains inside the station area where a fire or smoke has been detected continue to the next station, prevent trains about to enter this area from entering, prevent trains stopped at a previous station from leaving it, etc.). Any restrictions to train operations shall be maintained until the fire alarm is re-set or inhibited by staff, according to specific rules.

It shall be decided on the basis of specific risk analysis whether, in the case of fire, the system shall automatically carry out an action.

8.4.2 Enclosed platforms

A platform is considered enclosed when screens, with integrally installed doors (platform doors), are provided along the platform edge, forming a continuous barrier wall that provides an enclosed safe area on the platform.

An enclosed platform avoids the risk of a passenger or an object entering the guideway (platform track) from the platform, and enables safe passenger transfer between the platform and a train only when the train is stationary in the station and both the train doors and platform doors are aligned and open.

8.4.2.1 Full-height platform screen

Full-height platform screens shall form a barrier wall the height of which is equal to or greater than that of the train doors. The platform doors shall have a clear opening height equal to or greater than that of the train doors. Passengers shall not be endangered by the movement of the platform screen doors.

Requirements for full-height platform screens and full-height platform doors are as follows:

- a) The platform doors shall be coordinated with the train doors to open/close automatically for passenger transfer when the train stops in a position where the train doors are properly aligned with the platform doors. Otherwise, the doors shall remain closed and locked. For systems with variable length trains, only those platform doors aligned with a corresponding train door shall open.
- b) The platform doors shall be wider than train doors to provide unobstructed access to the clear opening of the train doors, allowing for the tolerance in train stopping position which depends on the stopping accuracy of the trains.
- c) The platform doors shall remain closed and locked until the train has reached the prescribed stopping position. It has to be decided by specific risk analysis if the platform doors can be unlocked some distance before the stopping position in order to reduce the response time of the system to realise short headways. The platform doors shall then open only if an adequate minimum width-of-passage is provided for passengers.
- d) Supervision that platform doors are closed and locked shall be performed continuously (e.g. using the principle of maintaining a continuous closed circuit current). If a train is approaching the station while the closed and locked status of a platform door is lost, the stopping of the train shall be immediately initiated.
- e) The platform door controls shall be designed in such a way that it is possible to stop the doors from operating either via remote control or from a local control panel near the door location, provided it has been verified by staff that the doors are closed and locked. However, whether the removal from operation is performed remotely or locally at the doors, provision shall be made so that passengers can easily recognize that the doors have been taken out of operation.
- f) Platform doors corresponding with train doors that have been removed from operation shall remain closed and locked. It shall be decided by specific risk analysis how many doors can be removed from operation while continuing automatic operations.
- g) The lateral space between the train and the platform screens shall be small enough that a person cannot be trapped between the vehicle and the platform screens. The maximum tolerable lateral space between the train and the platform doors, measured at the relevant height above platform level, shall be specified in accordance with relevant standards or by the TA and the SRA.
- h) L-shaped design of the platform doors: When the space between train and platform screen cannot be minimized, platform screen doors with protection blades (e.g. L-shaped) shall be provided to prevent entrapment of passengers between train and platform screen.
- i) Alternatively, if the space is such that a person could enter it and be physically trapped between vehicle and platform screen, the presence of the person between the vehicle and the platform screen shall be detected and the train prevented from departing. Measures shall be implemented to ensure that trapped passengers can safely exit or be removed from between a stopped train and the platform screen.
- j) Platform doors shall be provided with protective devices to prevent injury to passengers if they are get caught between the door leaves as they are closing (see also 8.6.3).
- k) If a train fails to align properly with the platform doors when it stops in the station such that the automatic opening of the doors is not permitted by the control system and an emergency evacuation from the train is required, there shall be provisions to allow the passengers to evacuate from the train and to reach the platform.
- l) To enable the requirement of item k) above, a train evacuation procedure shall be performed (see 8.5.4), and passengers shall be able to open manually platform doors, emergency exit doors installed in the platform screen or platform end doors.

- m) Platform screens, platform doors and their door leaves shall be designed, constructed and installed in accordance with the relevant standards and guidelines.

8.4.2.2 Partial-height platform screen

Partial-height platform screens shall form a barrier wall the height of which is no less than the local building requirements for fences or pedestrian safeguards.

Requirements described in 8.4.2.1 for full-height platform screen shall apply generally also for partial-height platform screen especially for item f).

In addition, platforms with partial-height platform screens may also have emergency stop and traction power cut-off equipment, as described in 8.4.1.5 and 8.4.1.6, if considered necessary as a result of risk analysis for the specific AUGT application.

8.4.3 Open platforms with detection systems

Provisions shall be made to immediately detect persons in the track area that can be reached from the platform.

When the entry of a passenger into the guideway from the platform is detected, the system shall stop trains present on the platform track and prevent other trains from entering this area.

If the guideway area can be reached from the platform and there is a possibility of inadvertently touching elements that provide traction power, then provision shall also be made to switch off the traction power in that zone.

If a person is detected, an alarm shall be sent automatically to the OCC.

The detection zone is the track area that can be reached from the platform as defined by the specific hazard analysis.

As a minimum, persons are considered to be endangered if they enter the detection zone, at least at the running surface height.

If the detection principle is a sensitive surface reacting to weight, it is reasonable to assume that a person who has fallen onto the track is not lying exclusively on the running rails.

The monitoring function of the platform track detection is considered to be fulfilled if a test body is detected. The test body shall be defined for each specific application by the TA and SRA.

The platform track detection system can be reset by safety-related OCC command when the OCC staff has verified (e.g. by observation of the platform track, see also 8.1.3.4) that a dangerous situation no longer exists.

It might be sensible to combine this platform track detection system with an intrusion detection system as described in 8.7.5. This should be considered in the risk analysis for the specific AUGT application. As both functions are very similar, it is possible to integrate both functions into one common system.

8.5 Safeguards in trains

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

This subclause addresses safety requirements for safeguards installed on trains. They deal first with operation of train doors, preventing negligent opening, ensuring safe starting

conditions after passenger transfer, as well as evacuation in cases of emergency. It should be noted that these requirements are not specific to DTO/UTO systems. Additionally, certain safeguards have to be taken into account as a consequence of the train itself and the guideway in front of the train not being continuously supervised by operations staff.

The basic principle to be applied for passenger safety in trains is to ensure that the train reaches the next station, unless there are conflicting safety-related conditions to be considered.

8.5.1 Door closed supervision

As required for NTO and STO systems, passenger transfer doors shall be maintained in the closed position. Doors are considered as being held in closed position if they cannot be opened by passengers.

This can be achieved by one of the following means:

- adequate forces pushing the doors leaves together and maintaining them in a closed position,
- a locking mechanism for closed doors.

Unexpected loss of door closed supervision status shall be reported automatically to the OCC. Provisions shall also be made that, in case of such a message, the OCC staff can assess the situation and initiate measures to ensure safety (e.g. stopping oncoming traffic, switching off traction power, etc.).

If open doors and a recognized zero speed are detected, the train shall be prevented from starting.

Specific risk analysis shall decide whether, in the case of unexpected loss of door closed supervision status while the train is moving, the train should be halted or continue its journey to the next station.

8.5.2 Door release for passenger transfer

Passenger transfer doors shall be released for opening under normal conditions in designated areas if

- a pre-selection for opening has been effected on the part of the train,
- a zero speed status is detected,
- the full train length is within the platform area.

Additionally, in enclosed platforms:

- passenger transfer doors and platform doors are aligned and synchronized for common opening;
- train doors corresponding with platform doors that have been deactivated shall remain closed and locked. It shall be decided by specific risk analysis how many doors can be deactivated while continuing automatic operations.

Doors which are released for opening under normal conditions may be opened

- automatically,
- automatically if a passenger request has been previously stored,
- by passenger request.

8.5.3 Door release for emergency opening

As required in NTO and STO modes where evacuation via a walkway or a safety space of the guideway is possible, in UTO/DTO systems passengers shall be able to open the doors in case of an emergency. Therefore, passenger transfer doors shall be unlocked following an evacuation request if the train is stopped. Passengers shall be able to open the doors after they have been unlocked.

It has to be decided by specific risk analysis if, in case the on board evacuation request is activated while the train is moving, the train shall brake to a stop or shall continue its ride to the next station or designated evacuation area. After an unscheduled stop between two stations, if the train doors are not open and no longer unlocked for emergency opening, the train shall be allowed to continue to the next station. In the case of an activated on board evacuation request, the train shall be prevented from proceeding towards the next station or designated evacuation area until the evacuation request is reset by a safety-related command from OCC or by manual reset of operational staff.

Initiating door release for emergency opening by on board evacuation request shall be reported to the OCC before being activated. Provisions shall be made to enable OCC staff, in case of such a message, to assess the situation and initiate the necessary measures to ensure safety (e.g. stopping oncoming traffic, switching off traction power).

If there is an evacuation request in combination with an open door when the train is stopped between stations, the train shall remain stopped.

If an evacuation request leads to a train stopping at least partially outside of the platform track and the train doors are opened, it shall be ensured that traction power in the designated area is cut off if there is a danger of electrocution (see 8.1.3.5).

8.5.4 Emergency exits

If other emergency exits are provided for passenger rescue purposes, then they shall be supervised and released for emergency opening in the same way as described for the passenger transfer doors.

8.5.5 On board obstacle detection device

An on board obstacle detection device can reduce detrimental consequences to passengers and property from collisions with obstacles on the track.

The obstacle detection device shall detect obstacles in front of the train at the latest when the obstacle is in contact with the device. Specification of obstacles to be detected shall be defined for each particular application by the TA and SRA. If an obstacle is detected, the train shall apply the emergency brake.

Detection of an obstacle shall be reported to the OCC as an emergency message.

Normal operation shall only be resumed after it has been verified that all hazardous conditions have been resolved.

8.5.6 Derailment detection device

A derailment detection device can reduce the escalation of accident consequences to passengers and property, even in the event of partial train derailment.

The derailment detection device shall monitor, at a minimum, the leading running axle, and when activated, it shall apply the emergency brake. Specification of derailment to be detected and therefore the required design of the derailment detection device shall be in accordance with specific train and guideway design.

The detection of derailment shall be automatically reported to the OCC as an emergency message. Provision shall be made to enable staff in the OCC to assess the situation, and initiate relevant measures defined by rules and procedures in order to ensure a safe operation (e.g. stopping oncoming traffic, switching off traction power).

8.5.7 On board video surveillance

As required in NTO and STO modes, video surveillance shall enable the assessment of the situation inside passenger cabins in case of alarms or requests coming from the train. If video surveillance is used for monitoring from OCC that all passengers have left the train at terminus stations it shall be ensured that all areas of the passenger cabins are clearly visible and that trains are only allowed to continue their ride if permitted by a specific command from the OCC resulting from the assessment procedure.

8.5.8 Public address system (train)

As required in NTO and STO modes, trains shall be equipped with a public address system, which shall be connected, at least for UTO systems, directly to the OCC.

The public address system is considered as a supporting system that helps in coping with certain situations (e.g. evacuation procedures). The public address system serves to announce operational and traffic-related information such as

- instructions to passengers as to how to behave in an emergency,
- train dispatching announcements, when dispatched directly by the OCC,
- information on train delays, connecting trains etc. by the OCC,
- automatic announcements, e.g. “next station”,
- other announcements.

Urgent announcements given by the OCC shall automatically interrupt initiated announcements having lower priority.

All audio and video communications equipment shall operate independently of traction power and shall fully function under the ambient conditions to which it may be exposed. All audio and visual communications equipment required by this standard shall be connected to an emergency power supply capable of being maintained for at least the time period required for evacuation.

8.5.9 On board announcement for taking a train out of operation

As required in NTO and STO modes, an announcement shall be made on board trains to inform passengers that the train has been taken out of operation, e.g. at terminus stations. The announcement shall be aural and visual. For existing rolling stock, the requirement of a visual announcement is only applicable if compatible with the rolling stock.

In addition, depending on the level of safety required by the TA, different control measures can be put in place to check that no passenger remains on board the train, e.g. visual checks carried out by staff (see 8.4.1.9 for corresponding announcements on platform).

8.5.10 Emergency stop demand on board

As required in NTO and STO modes, trains shall be equipped with an emergency stop demand switch (emergency brake handle) for passenger use.

Activation of the emergency stop demand shall be reported to the OCC, at least for UTO systems.

Operating the switch shall initiate an emergency procedure to stop the train which shall not however allow the train to come to a halt outside a station, neither in tunnels nor in areas without a safety space. Once the train has stopped in a station, it shall not continue its journey without being authorized by an OCC command.

If, for other reasons, the train does stop between stations and the doors remain closed, then the train shall continue to the next station. If any door is opened while the train is stationary then the train shall not be allowed to restart, because a self-evacuation is assumed.

The TA and SRA may specify alternative areas where to stop the train such as at a location of safe refuge outside the station where passengers can be effectively evacuated from the train.

8.5.11 Emergency call device on board

As required in NTO and STO modes, trains shall be equipped with an emergency call device. At least for UTO systems, this device shall enable communication between passengers and the OCC. Emergency messages shall be of high priority. Equipment shall be provided which enables staff in the OCC to assess the situation and take prompt and appropriate action (e.g. stop operation immediately and initiate relevant operational procedures).

The location for emergency call devices within the train shall be chosen in accordance with other emergency-related switches (emergency stop demand switch, etc.). Emergency call devices shall be clearly visible and their function identified. The identification and location of switches shall be uniform throughout the system.

All audio and video communications equipment shall operate independently of traction power and shall fully function under the ambient conditions to which it may be exposed. All audio and visual communications equipment required by this standard shall be connected to an emergency power supply capable of being maintained for at least the time needed for evacuation.

8.5.12 Fire and smoke detection (train)

A fire or smoke detection alarm shall be reported automatically to the OCC. Trains emitting a fire or smoke detection system alarm shall continue to the next station and shall be stopped there, i.e. continuation of the journey shall be inhibited. If the train is in a station when the fire or smoke is detected, it shall be prevented from leaving the station.

8.5.13 Train status supervision and testing

The specific safety analysis shall identify all safety relevant systems which need testing to maintain their safety target. Test conditions and testing frequency shall also be defined.

Failure of train equipment, which may result in an unsafe condition for the train to continue its journey, shall be detected. Depending on the type of failure detected, the train shall either be stopped immediately or allowed to continue to the next station where further continuation of its journey shall be inhibited. If the failure is detected before the train has been put into operation, then the train shall be prevented from starting.

The train shall also be held in the station in cases of detected failures which may result in the train being subsequently stranded if allowed to continue its journey.

Classification of the train failures which may allow the train to continue functioning shall be established according to the impact of such failures on operations. Operational rules related to these failures shall also be established.

Failures and classification of failures shall be reported to the OCC (8.2.1).

8.5.14 Manual operation

Manual operation on board the train shall be provided for each train conductor in order to drive a train unable to run in automatic operation mode. For manual operation of the train, the following safeguards shall apply.

8.5.14.1 Locking of driving mode switch

A train is switched from automatic mode to manual mode either in the main line when it fails to function and needs to be driven manually, or in a transfer area between automatic and non-automatic areas.

As required in NTO and STO modes, trains shall be designed in a way that manual operation by unauthorized persons is prevented (e.g. by locking the covers and operators' controls).

When the train is in automatic mode, if the unlocking of the covers and operator's controls is detected for no obvious operational reasons, an alarm shall be sent to the OCC. Relevant procedures shall be applied in this case, e.g. the train can be stopped at the next station.

The switching of a train from automatic to manual mode and vice versa shall comply with operating procedures.

8.5.14.2 Interlocking between automatic and manual modes of operation

Automatic operation of the train shall be prevented as long as the automatic mode is not selected.

Safe separation between trains in automatic mode and trains in manual mode shall be ensured under all circumstances. In systems which are not designed for mixed operation, automatic operation shall be suspended at least in a specific area of the line before a train movement in manual mode is allowed.

8.5.15 Safe speed during automatic coupling

If automated coupling of trains with passengers on board is provided for recovery of stranded trains or reconfiguration of trains, the system which ensures safe train separation shall, for this specific movement

- overrule the conditions for safe train separation,
- command a speed to be specified.

The coupling speed shall be specified in accordance with relevant standards or by the TA and SRA so that remaining passengers are not endangered by an excessive coupling jerk.

NOTE However, the coupling speed should be such that a connection of trains is ensured.

8.5.16 Reaction to unexpected train movement

As required in NTO and STO modes, an unexpected train movement at any time shall lead to an immediate application of the emergency brakes function.

8.5.17 Warning means in the train for evacuation

A warning shall be provided to passengers, using appropriate means, to prevent them from leaving the train between stations (see also 8.1.4).

8.6 Safeguards for passenger transfer area

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

This subclause addresses safety requirements associated with safeguards dedicated to the passenger transfer area, which might be realised on board trains or on platforms. These requirements deal with safeguards fulfilling the basic requirement of preventing injuries to persons (fall, entrapment, dragging, etc.) between coupled cars of the train or between platform and train or during passenger transfer between the station platform and the train. These requirements are not specific to DTO/UTO systems and may also be required for NTO and STO.

Passenger transfer begins

- for a station with an open platform, when the train has reached its expected position at the platform and the train doors are unlocked ready to be opened,
- for a station with an enclosed platform, when the train has reached its expected position and train doors and platform screen doors are unlocked ready for opening.

Passenger transfer ends when all required conditions for train departure are satisfied.

8.6.1 Train immobilization during passenger transfer

As required in NTO and STO modes, the train shall remain immobilized during passenger transfer. As long as all train doors, and (for an enclosed platform) all platform doors are not detected as closed and locked (see 8.6.3.3), train departure shall remain inhibited.

8.6.2 Safeguards related to the opening of the doors

See 8.4 and 8.5.

8.6.3 Safeguards related to the closing of the doors

Measures to prevent significant risk of injury to passengers during the closing of train doors are described in the following subclauses.

Train departure shall only be authorized when all the train doors, and (when the platform is enclosed) all platform doors are closed and locked.

8.6.3.1 Optical and acoustic door signals prior to closing

As required in NTO and STO modes, termination of passenger transfer shall be announced by optical and acoustic door closing signals prior to start of doors closing. This measure aims at improving operational availability as it avoids interference between the door closing procedure and continuing passenger transfer.

This requirement applies to train doors and, if provided, to platform doors.

The door-closing sequence is engaged when the dwell time is over.

The public address system (see 8.4.1.9 and 8.5.8) may be used to broadcast a door closing announcement aurally.

8.6.3.2 Design to limit the closing pressure (force) of door leaves

As required in NTO and STO modes, passenger transfer doors shall be provided with safeguards to prevent passengers being forcibly wedged or trapped. This requirement shall be fulfilled in accordance with the relevant standards and guidelines.

8.6.3.3 Detection of obstacles during the closing of the doors

As required in NTO and STO modes, door control shall detect obstacles between closing door leaves which disturb the door closing process and which prevent the doors from reaching the

closed and locked status. Thresholds for detection, depending on the shape and bulk of the obstacle, shall be specified in accordance with relevant standards or by the TA and SRA. A train shall only be able to start if all train doors and (if provided) platform screen doors are supervised in a closed and locked status.

When an obstacle is detected, different types of door closing sequences may be used to allow the obstacle to exit from between the door leaves. The TA shall decide on the sequence to be applied when an obstacle is detected. Possible sequences include:

- re-opening the door whose closing cycle is interrupted and start a new door closing attempt a few seconds later,
- stopping any closing effort for a few seconds without re-opening the door to free the obstacle, and then tentatively resume the door closing.

As required in NTO and STO modes, trains shall only be able to start after all passenger transfer doors are properly closed and locked. The specification and design of detection equipment shall be in accordance with relevant standards and guidelines.

When the closed and locked status cannot be obtained in a predefined time an alarm shall be given to OCC staff.

8.6.3.4 Detection of trapped objects after the doors have been closed

To mitigate the risk of passengers being dragged by a train on open platforms without operational staff supervising the passenger transfer, it is recommended to provide additional equipment able to detect a thin object between door leaves. The thinness of the object to be detected shall be decided by the TA and SRA after a specific risk analysis. Whenever the device detects such an object it shall inhibit the information that the door be closed and locked. If the object cannot be detected when doors are closed and locked, it shall be detected at least during train departure. In the latter case, an emergency brake for the departing train shall be applied and an emergency message shall be provided to the OCC. To ensure acceptable operational availability, it is recommended to deactivate this additional equipment after a predefined time, distance or speed after the train departure.

8.6.3.5 Manual release of trapped objects

A train can start its departure process even when a thin object has been trapped between the door leaves during the closing of the doors. A thin object is one which cannot be detected during the door closing sequence. In order to free any such belonging, a limited re-opening of the door shall be possible for the passenger. This re-opening shall permit limited movement of the door leaves, sufficient to free small belongings but still sufficiently narrow to avoid further hazard to passengers (further entrapment, hand or belonging put through the opening or other mis-use). The door leaves re-close, thanks to sufficient pressure. The door re-opening and push back action does not alter the closed and locked status of the door. This feature is available at any time on any closed train door. The movement limitation and push back force shall be defined by the TA and/or SRA.

A suitably designed door edge can also allow the passenger to drag the object out easily without re-opening of the door.

8.6.4 Marking of train door areas on the platform

For open platforms, train door areas on platforms shall be marked in order to guide passengers to the expected position of train doors, thus reducing the risk of falls into the gap between two coupled cars or into the gap between the platform edge and the carriage. This marking shall be effected explicitly for the needs of the visually impaired as expressed for example in 8.4.1.2.

8.6.5 Surveillance by operational staff

Passenger transfer can be subjected to surveillance by operational staff. The extent of surveillance and the conditions under which it is used needs to be clarified on the basis of the specific risk analysis.

Staff may be located

- on board trains,
- on platforms,
- at a remote site (e.g. station or OCC).

8.6.6 Safeguards related to gap between train and platform

8.6.6.1 Reduction of gap between platform edge and car body

As required in NTO and STO modes, consideration shall be given to the design and arrangement of system elements such that, under normal operating conditions, the horizontal gap between platform edge and car body is small enough to avoid any accident resulting from a fall into the gap or a passenger being at least partly trapped in the gap. The threshold value under which the gap is defined as safe for operation shall be defined by the TA and the SRA.

Consideration shall also be given to the difference in height between the train and the platform insofar as it increases the risk of a passenger falling and being trapped in the horizontal gap.

To allow comfortable passenger transfer, especially for mobility-impaired persons, and to avoid tripping in the door area, the use of steps needed between platform and train shall be avoided as much as possible.

8.6.6.2 Warning means on platform related to gap

By using specific measures to attract the attention of passengers to the gap between platform edge and car body during passenger transfer, the risk associated with the gap can be reduced.

At a minimum, the platform edge shall present a highly visible contrast.

In all, or in specific stations as the case may be, signs having an unequivocal and uniformed design and located near the platform edge, e.g. painting on the platform floor or highly visible signs, shall be provided as permanent warning feature.

Strong lighting from below may also be considered if it increases the visibility of the gap. Lighting can be provided either by the platform or from train equipment. It may be switched on only during passenger transfer. In addition to lighting, the gap may be indicated by a specific sound signal as to when passenger transfer is allowed (e.g. to take into account visually impaired passengers).

To take into account crowded situations where signs are no longer visible and the needs of persons with limited sight, aural announcements such as “mind the gap” synchronized with the door-opening sequence can reduce the risk associated with the gap. The announcement shall be made in all stations where there is high risk. The different aural announcements related to passenger transfer shall be synchronized to avoid inaudibility or possible confusion within proximity of the passenger transfer area.

8.6.6.3 Warning means in the train related to gap

By using specific measures to attract the attention of passengers to the gap between platform edge and car body during passenger transfer, the risk associated with the gap can be reduced.

Highly visible signs having an unequivocal and uniformed design and located inside the trains in the area of the passenger transfer doors, e.g. marking of the edge of the floor, shall be provided as a permanent warning feature.

Oral announcements, e.g. “Mind the gap”, shall be used to warn passengers when arriving at all stations having a high risk, e.g. curved stations.

To avoid inaudibility due to bad synchronization, the announcement shall only be made by platform or train devices, e.g. loudspeakers outside the train announcing the door closing sequence.

8.6.6.4 Gap-filling device on board or on platform

Gap-filling devices installed in front of each door area are recommended if there is no possibility of reducing the gaps. A foot plate constitutes a gap-filling device if it prevents passengers from falling into the gap between platform edge and car body. Each gap-filling device shall be in place at least when the train is correctly stopped at the station before the activation of the door opening sequence, and removed at the end of the door closing sequence. The gap-filling device can be a part of the train or a part of the platform. A train door shall not open if the gap-filling device is not extended.

Malfunction or failure of the gap-filling device, including opening outside passenger transfer periods, shall not lead to a hazardous situation.

8.6.6.5 Gap supervision device on board or on platform

Detection devices to detect a passenger falling through or being trapped in the gap between platform edge and car body are recommended if there is no possibility of reducing the gap sufficiently.

In case of detection an emergency message shall be reported to OCC staff.

In case of detection, the train departure shall be inhibited and train doors shall not close at the end of dwell time. The system reaction shall be maintained until it is cancelled by operational command under the responsibility of operational staff.

The detection device may be installed as wayside equipment related to the platform edge or as an on board device related to the train door. The detection device shall cover the gap in the area of train doors and shall be activated when

- the train has come to a complete stop (wayside equipment), or
- the assigned train door is opened (on board equipment).

The relevant threshold value for detecting a passenger at least partially trapped shall be specified in accordance with relevant standards or by the TA and SRA.

8.6.6.6 Refuge between rails or under the platform

See 8.4.1.4.

8.6.7 Safeguards related to coupling area between cars

8.6.7.1 On board closing of coupling area of train

As required in NTO and STO modes, the space of the coupling area between cars shall be reduced by design or closed by barriers to limit as much as possible the risk of a passenger falling into this space.

8.6.7.2 Partial barriers on the platform at the stopping position of the coupling areas of train cars

See 8.4.1.3.

8.6.7.3 Monitoring device for coupling area

In order to detect the fall of a person into the coupling area between any two cars of a train, a detection device shall be used. The device may be installed as wayside equipment for the area where the coupling area is situated during station stops or as an on board device. The device shall be activated at the latest when the train has come to a standstill (or zero speed is detected). In case of detection, the train shall be prohibited from starting and an emergency message shall be provided to the OCC.

8.6.8 Safeguards related to space between train and platform screen

8.6.8.1 Design measures to minimise the distance between train and platform screen

See 8.4.2.1, item g).

8.6.8.2 Device on board or on platform to supervise the lateral space between train and platform screen

A detection device shall be used as required in 8.4.2.1, item i) and 8.4.2.2.

8.6.9 Safeguards to protect passengers from electrocution after falling into the gap

The risk for a passenger being electrocuted by touching an exposed live conductor on the train shall be mitigated by the following measures

- minimize the gap,
- gap-filling device,
- protection of any exposed live conductor (e.g. current collector shoe) on the train.

8.7 Safeguards for guideway

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given in the following subclauses through the process of risk analysis for each specific application.

In the first instance, measures shall be implemented to prevent the hazardous situation from occurring, as follows:

The guideway shall be protected from intrusion from outside the guideway by means of

- installation of physical barriers along the guideway (e.g. fences or walls);
- platform screen (see 8.4.2) or other means to avoid intrusion of persons and/or objects onto the guideway from the platform;
- platform end doors and other doors leading to the guideway locked and protected by alarms and warning signs;

- statutory, legal or contractual regulations shall be implemented to prevent the neighbours of the guideway from violating the guideway clearance.

Rules and procedures for regular checking of the guideway clearance shall exist as described under 8.3.4.

8.7.1 Segregated guideway

A guideway intended for exclusive use may be segregated either physically or by legal statute as described by the following subclauses.

8.7.1.1 Guideway physically segregated

The guideway between stations shall be provided with physical barriers (sidewalls, superstructures, or other measures) to protect against the public entering the guideway. When these structures are provided with doors for emergency egress or maintenance, the doors shall be locked and monitored.

8.7.1.2 Guideway segregated by legal statute

Segregation of the guideway by legal statute shall be considered sufficient except when the SRA deems the residual risks unacceptable.

8.7.2 Warning means along the guideway

As required in NTO and STO modes, warning means (e.g. information, signs and marking) shall be provided at the end of the platform to attract the attention of passengers as to the specific danger of entering the track from the end of the platform and proceeding along the guideway.

8.7.3 Physical barriers along the track

As required in NTO and STO modes, physical barriers (e.g. fences and sidewalls) shall be provided along the guideway between stations to prevent intrusion into the guideway.

Specific barrier requirements shall be detailed for each application in accordance with relevant standards or by the TA and SRA.

8.7.4 Physical barriers beside bridges

At bridges passing over the guideway, physical barriers (e.g. grid, nets and fences) shall be provided besides the bridge to prevent objects from falling onto the track.

Specific barrier requirements of the barrier shall be detailed for each application in accordance with relevant standards or by the TA and SRA.

8.7.5 Intrusion detection device between platform track and guideway between stations

The intrusion detection system detects passengers entering the guideway between stations from the platform track.

Entry of passengers into the guideway between stations is least likely to happen when the platform is an enclosed platform. In this case, therefore, no intrusion detection device is needed.

Where deemed appropriate by risk analysis for the specific AUGT application, intrusion detection devices shall be provided to trigger system reaction to unauthorized access.

Facilities and equipment for open platforms with a detection device may also perform the intrusion detection task. In this case the following applies:

- In the most simple application case: if the detection area of the platform track protection has activated an alarm, the endangering of persons in the adjacent guideway between stations must also be assumed.
- The automatic suspension of operations in the adjacent guideway between stations can be avoided if there are additional means in the platform track protection by which it can be confirmed that the adjacent track area has not been entered, e.g. if a dedicated emergency walkway exists along the guideway, the danger area may be unoccupied.

An alarm message shall be sent to the OCC.

See 8.5.1 and 8.5.3 for the measures against the entry of the passengers into the guideway from the train.

8.7.6 Guideway intrusion detection device

Where the guideway between stations is not completely physically segregated, a guideway intrusion detection device can be provided. When entry of public into the guideway is detected, all trains in the section, or approaching the section, where the public has entered the guideway shall be stopped (see also 8.7.1).

For the guideway beyond the platform and between stations, provisions shall be made to stop train operations if persons entering the guideway in the “between stations” area are detected. Trains running within the affected guideway area but in the direction away from the location of detection shall be allowed to continue running. Trains about to enter the affected guideway area should be prevented from doing so. An alarm message shall be sent to the OCC.

8.7.7 Wayside obstacle detection device

Where deemed necessary by risk analysis, permanent supervision of the guideway clearance against the risk of intruding obstacles shall be provided. In particular, this is necessary when third parties are in danger of disturbing the guideway clearance, for example when civil works are in progress in or close to the AUGT. It might be necessary to have permanent supervision, i.e. by staff, video surveillance systems or independent detection systems.

8.7.8 Platform end door with controlled access

See 8.4.1.1.

8.7.9 Emergency exit from physically segregated guideway

In case of passenger evacuation between stations, passengers shall, where possible, be directed to exits via the platforms (see also 8.4.1.1).

The need for specific emergency exits allowing passengers and staff to exit a physically segregated guideway in case of passenger evacuation between stations shall be determined for each specific application by the TA and SRA.

Specific signs pointing to the nearest emergency exit shall be provided in such a way that at least one sign is visible from any location in the guideway.

8.7.10 Fire and smoke detection (guideway between stations)

Fire or smoke detection alarms shall be reported automatically to the OCC. The area defined as affected by fire and smoke shall be the complete section of guideway between stations. Trains inside the area where fire or smoke has been detected shall continue to the next

station. Trains about to enter this area shall be prevented from doing so. Trains halted at a previous station shall be prevented from leaving the station.

8.7.11 Water flooding protection

As required in NTO and STO modes, in underground tunnel sections and other guideway sections where the track surface is lower than the surrounding area and subject to water inflow during flooding, floodgates shall be provided in the guideway and in station access areas in order to prevent water inflow and/or detect flooding. In case of detection, an alarm shall be sent to the OCC and OCC staff shall apply the relevant procedure, including possibly evacuating passengers.

The system shall ensure that the closing of floodgates/doors shall be coordinated with the inhibition of the movement of trains so that floodgates only close after trains have vacated the zone.

8.7.12 Level crossing

If the implementation of level crossings is necessary, and accepted after specific risk analysis, then the following applies.

As required in NTO and STO modes, train movement via level crossings shall be authorized only if covered by a command forbidding concurrent use by road traffic.

If the level crossing is reported as not being in a position to provide such a command, trains shall be prohibited from leaving all previous stations.

8.7.12.1 Level crossing barrier

Movable barriers (gates) shall be installed at level crossings to physically segregate the system from road traffic. They shall be closed to road traffic prior to the level crossing being reserved for train movement. The barriers shall be designed to prevent, as far as possible, persons and vehicles negligently entering the level crossing when the barriers are closed.

If there is insufficient safety space between the guideway clearance and the barriers, provisions shall be made for persons to leave the level crossing under emergency conditions.

If it is seen that the barriers are not properly closed, train movement shall be inhibited.

8.7.12.2 Level crossing supervision

For reasons of detecting

- persons which might be endangered by train movement,
- vehicles or obstacles which might endanger train movement,

while they are locked in by closed barriers, provisions shall be made to supervise the whole area of level crossing inside the barriers, including the safety space beside the guideway clearance.

Authorization of train movement shall remain inhibited if the area is not reported as free by the level crossing supervision device after barriers have been closed. In this case a warning message shall be provided to OCC and video surveillance of this level crossing shall be activated.

Authorization of train movement shall be withdrawn, if an intrusion is detected after barriers are closed. In this case an emergency message shall be sent to the OCC and video surveillance of the level crossing shall be activated.

Abnormal situations may require specific rules to continue operations under OCC responsibility.

8.7.12.3 Prevention and detection of intrusion onto the guideway from the level crossing

If an intrusion is likely, the following applies:

- Access from level crossing to safety space beside clearance of guideway shall be impeded as much as possible by physical means, allowing exit under emergency situations similar to functionality of platform end doors.
- Direct access from level crossing to guideway within the area of guideway clearance shall be impeded as much as possible by constructional measures in the area adjacent to the level crossing.
- Additional provisions shall be made to detect intrusion of persons and vehicles via the clearance of guideway with similar functionality as designated for intrusion detection between platform track and tracks between stations. This detection function shall be permanently active, even when the level crossing is reserved for train movement and the barriers are closed.

8.7.13 Work zones

The movement of trains in DTO and UTO modes shall not be allowed in zones where maintenance staff are present. Work zones shall be established and released by OCC staff. Movement of trains in DTO and UTO mode shall only be authorized in such zones by OCC staff if maintenance staff has given prior agreement.

8.8 Safeguards for transfer areas and depots

Safeguards, or combinations of safeguards, shall be selected from those given below through the process of risk analysis for each specific application.

If automatic train operation is provided inside a depot, three areas shall be considered:

- automated areas;
- transfer areas between automated and non-automated areas;
- non-automated areas (as required in NTO and STO modes).

For automated areas, safeguards for the AUGT system shall apply. For transfer areas, a train in automatic mode shall never move into non-automated areas.

Transfer areas are considered as a specific area of the AUGT system. The transition of a train between automated and non-automated areas shall be made inside a transfer area.

To prevent a possible collision of an automated train with a manually driven train, the AUGT system shall receive an input signal to allow an automated train to enter the transfer area or to prohibit the movement of trains in automatic mode in this area.

Staff entry into the transfer area shall be covered by operational rules defined by the TA. Additionally, warning means or physical barriers can be used to protect staff.

Handing over of a train from manual to automatic mode shall be covered by operational rules.

9 Information for use

The supplier of the system, supported by the TA, shall provide the user with the necessary information to ensure safe and orderly operation of the system. This information shall be available at the latest by the end of phase 9 of the life cycle described in IEC 62278.

User information shall include at least:

- instructions for use by operational staff including a description of all command elements and displays of all the HMI Interfaces provided along the wayside and on board trains;
- a description of the safety-related application conditions in accordance with relevant safety standards for railway applications (e.g. IEC 62425);
- a hazard log in accordance with relevant safety standards for railway applications;
- technical descriptions in sufficient detail for maintenance and reference purposes when carrying out changes to the system at a later time. The extent of maintenance and changes that can be applied to the system without affecting the safety of the system shall be agreed upon between the supplier and the TA in charge of maintenance.

Information for use shall also address the needs of basic functions as shown in Table 1, including those that are not in the scope of this standard.

In case of upgrading a system from conventional operation to DTO or UTO mode, user information shall also include the specific needs for the migration process (see also Clause 10).

Information for use shall enable the TA to establish all operational rules as well as rules for maintenance which fall under its responsibility, provided that responsibility was given over to the TA before start of phase 11 of the life cycle. Safety-related application conditions shall include intervals for preventive maintenance as well as repairing advices in case of failure conditions. Starting with phase 11, Hazard Log shall be continued by the TA with respect to all safety relevant occurrences and measures derived as a result.

In order to ensure a link between human and technical responsibility to achieve overall safety of operation, all operational and maintenance rules to be established by the TA shall be included in the verification and validation process which leads to system acceptance in phase 10.

Given the special nature of AUGT systems, consideration shall be given to the content of the documentation related to:

- organization of operations and maintenance to enable an effective and prompt reaction with short intervention time by staff, for normal, degraded and emergency situations, deployment of staff (including roving staff), support of OCC operators by technical specialists in charge of various subsystems (e.g. train control system, rolling stock, etc.), appropriate number of staff that have authority to drive a train when necessary, etc.;
- staff training, especially for degraded operations and emergency situations, and multi-skilled staff;
- maintenance: multi-skilled staff, and emphasis on regular inspections of rolling stock, infrastructure, audio- and video-monitoring equipment, and equipment detecting or preventing intrusion on the guideway.

10 Specific safety requirements for upgrading existing lines to DTO or UTO

Generally, all safety requirements given in this standard are also applicable for specific applications dealing with upgrading existing lines to DTO or UTO.

The existing facilities and equipment, which will subsequently be used in DTO and UTO, with both their existing functionality and their constraints, have to be considered in the specific hazard and risk analysis. This may lead to a need for additional safeguards and specific requirement specifications.

The transition process from existing operation to DTO or UTO shall be described, taking account of the contribution of existing equipment to safe operation and the impact of additional equipment and the changed activities of operational staff at each step of the process. The following transition strategies shall then be addressed, depending on the needs of the specific application:

- closing the existing line completely and reopening for passenger service after completion and system acceptance (with completely new equipment or existing equipment);
- continuing passenger service during installation works, with tests and trial runs performed outside passenger service hours (e.g. at night or on weekends) or outside passenger service areas;
- continuing passenger service during installation works, with tests and trial runs interspersed with passenger service trains.

Terms and conditions for the transition process shall be agreed upon between the supplier, the TA and the SRA. It shall be ensured that tests and trial runs of trains operated in automatic mode without final system acceptance will not endanger ongoing passenger service. Therefore a risk analysis covering the specific situations during the transition process shall be performed and the derived safeguards implemented during the transition process (e.g. operational staff on board trains responsible for emergency breaking, additional trip stops). Operational staff and additional safeguards can be reduced step by step according to the progress of the system acceptance process.

11 Verification of safety

This standard deals with safety requirements needed to compensate for the absence of a driver or attendant staff as stated in Clause 1. These requirements are listed in Clause 8.

This clause describes the safety verification process that shall be performed for each specific application to prove that safety targets have been met. If required by the SRA, the TA may use independent assessor(s) for the verification of safety.

The verification process is complementary to the individual technical or procedural safety requirements. Therefore, the verification process for a UTO or a DTO system is the same as for an STO or NTO system.

Consequently, the description of the verification process cannot be restricted to the phases of the life cycle covered by the standard (see Figure 1) but should cover the whole life cycle.

The methodology shall be based on the principles of risk analysis as described in IEC 62278 (reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) standard). The basis for a process model can be derived from the V-diagram in IEC 62278 and applied in practical terms to the specific application in question. Such a process model is depicted in Figure 6.

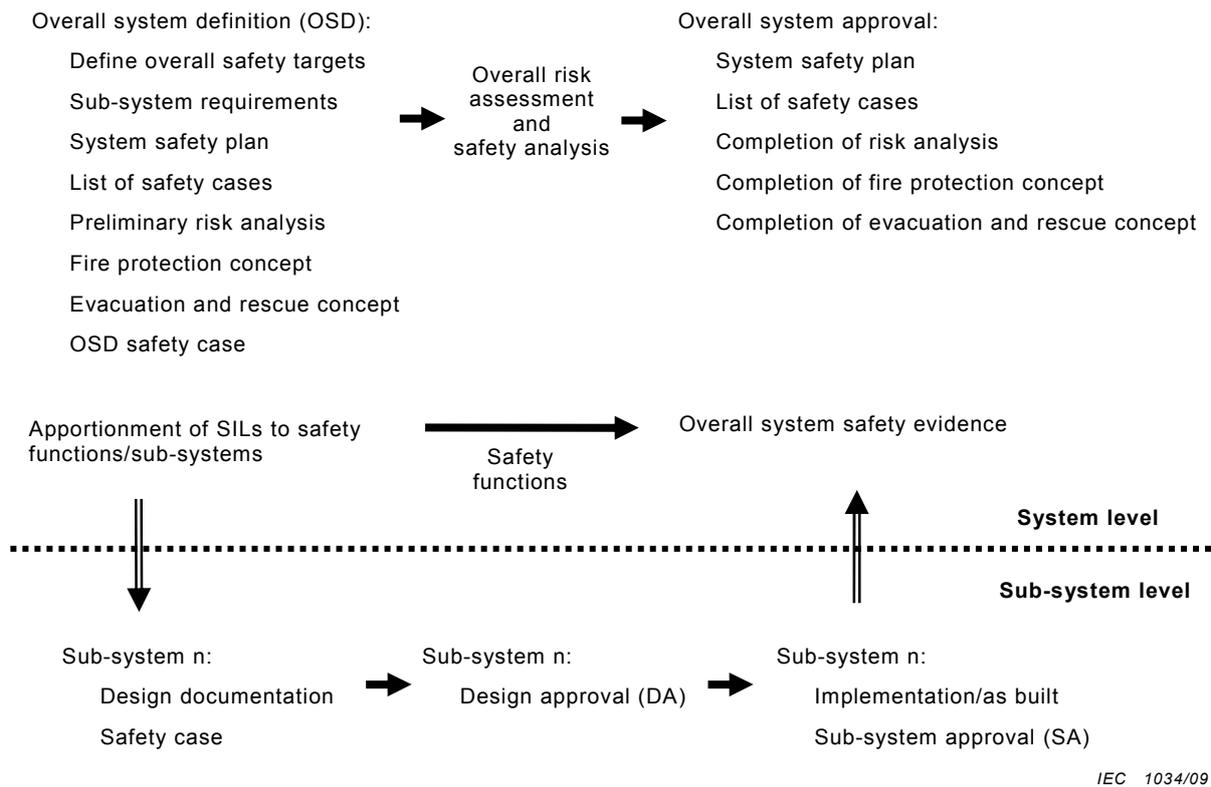


Figure 6 – Verification of safety

11.1 Documentation and responsibilities

The body responsible for the application provides an overall system definition (OSD) at the beginning of the project. The OSD includes the definition of the overall safety targets, and at least the following:

- system safety plan;
- list of safety cases;
- preliminary risk analysis;
- subsystem requirements specification;
- fire protection concept document;
- operational rules, including rules for rescue of passenger.

The acceptable residual risks resulting from the risk analysis shall be endorsed by the TA in agreement with the SRA.

It may be convenient to extract the fire protection concept in a single document for endorsement by the fire authority. The same applies for the evacuation and rescue concepts document for endorsement by the external security authority, e.g. police and rescue authorities.

11.2 Verification process

After all OSD activities are completed and endorsed, the detailed design and implementation of each defined subsystem can be completed and approved by the SRA (see design approval (DA) milestone in Figure 6).

All processes shall be considered including civil works construction, system engineering and operational rules.

Operational rules shall also be subjected to a validation procedure ensuring the overall safety of operations.

When a subsystem has been implemented and the safety documentation has been approved by the SRA, the subsystem approval (SA) milestone is achieved. When all the SA milestones have been achieved, the system level OSD shall be reviewed and updated with the actual information obtained from the implementation of the subsystems. Accordingly, the following documents shall be completed and updated:

- system safety plan;
- list of safety cases;
- risk analysis;
- hazard log.

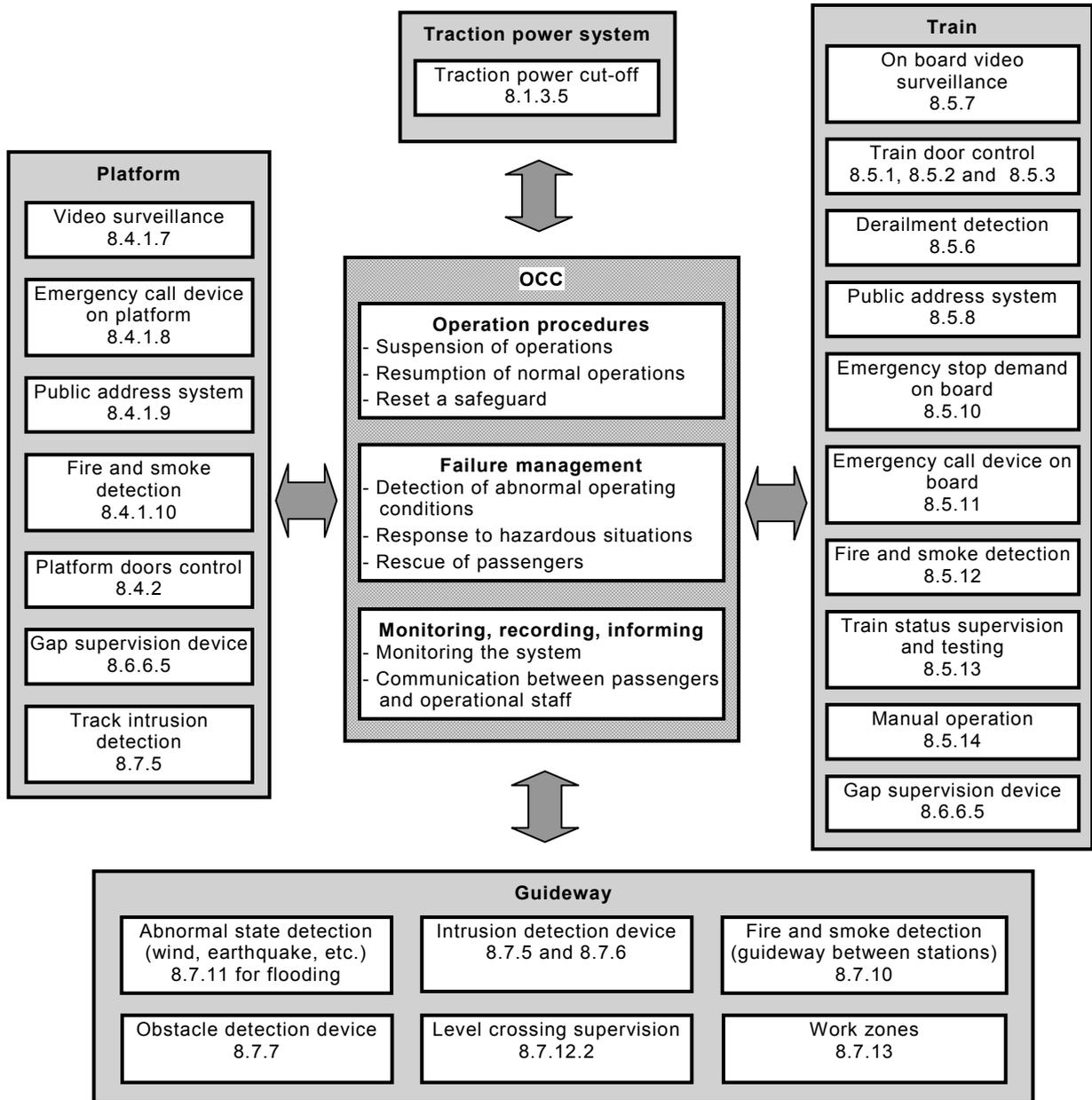
It shall also be ensured that all hazards are covered and residual risks are acceptable. Similarly, the fire protection concept as well as the evacuation and rescue concepts shall be updated, taking into account results from fire and rescue exercises.

Finally, the risk analysis shall be reviewed in order to ensure that the overall safety target, as specified in the OSD, is met.

When all the above has been achieved, the TA can seek from the SRA the overall system approval, accompanied if required by a statement (assessment report) from the independent safety assessor.

Annex A (informative)

Role of the OCC



NOTE The choice of functions by the OCC depends on requirements by the TA and/or SRA.

Figure A.1 – Role of the OCC in the safety of the system

Bibliography

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 62128-1, *Railway applications – Fixed installations – Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing*

IEC 62236 (all parts), *Railway applications – Electromagnetic compatibility*

IEC 62279, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Software for railway control and protection systems*

ASCE (American Society of Civil Engineers) Standard 21, *Automated People Movers (APM)*

- Part 1 ASCE 21-05
- Part 2 ASCE 21.2-08
- Part 3 ASCE 21.3-08
- Part 4 ASCE 21.4-08

BOStrab, *German Federal Regulations on the Construction and Operation of Light Rail Transit Systems (BOStrab)*, Federal Minister of Transport, Germany (1987)

EN 50129:2002, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling*

EN 50238, *Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Compatibility between signalling and rolling stock*

IEEE Std. 1474.1-2004, *IEEE Standard for Communications-Based Train Control Performance and Functional Requirements*

RLFoF, *Preliminary Regulations on Driverless Operation in accordance with the German Federal Regulations on the Construction and Operation of Light Rail Transit Systems (BOStrab)*, issued by Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) in relationship with the Federal Minister of Transport of Germany

SHOREI, *Ordinance Stipulating Technical Standards on Railways* – The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Ordinance No. 151 (Japan)

KAISHAKU KIJUN, *Circular Notice for Stipulating Technical Standards on Railways* – Director of the Railway Bureau, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Notice No. 157 (Japan)

STPG Decree No. 2003-425 published May 9, 2003, on the safety of public guided transports (Sécurité des Transports Publics Guidés, or STPG), with its application guides and support guides provided by the French technical agency for the safety of ropeways and guided transports (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés, or STRMTG), and the associated orders made on May 23 and December 23, 2003

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	65
INTRODUCTION.....	67
1 Domaine d'application	68
2 Références normatives.....	70
3 Termes, définitions et abréviations	71
3.1 Termes et définitions	71
3.2 Abréviations	73
4 Méthodologie.....	73
4.1 Définition du système et conditions d'application.....	74
4.2 Analyse des dangers au niveau le plus élevé du système.....	74
4.3 Exigences de sécurité	75
5 Description du système	75
5.1 Station	75
5.2 Train	76
5.3 Voie entre stations	77
5.4 Frontières du système.....	78
6 Entités à protéger.....	78
6.1 Personnes	78
6.1.1 Voyageurs	78
6.1.2 Personnel.....	79
6.1.3 Services d'urgence externes.....	79
6.1.4 Public	79
6.2 Biens.....	79
7 Identification des situations dangereuses et mesures de prévention possibles	80
7.1 Superviser la voie.....	81
7.1.1 Prévenir la collision du train avec des obstacles.....	81
7.1.2 Prévenir la collision du train avec des personnes	82
7.2 Superviser l'échange voyageurs.....	84
7.2.1 Contrôler les portes voyageurs	84
7.2.2 Prévenir toute blessure aux personnes entre deux voitures ou entre le quai et le train.....	85
7.2.3 Garantir les conditions de départ en sécurité du traini	87
7.3 Exploiter un train	88
7.3.1 Mettre en service ou retirer le train	88
7.3.2 Superviser les états du train	88
7.4 Garantir la détection et la gestion des situations d'urgence	89
8 Exigences de sécurité	93
8.1 Exigences générales	94
8.1.1 Protection de la voie par des règlements portant sur les travaux dans le domaine public	94
8.1.2 Mesure de prévention contre les incendies	94
8.1.3 Systèmes et équipements.....	95
8.1.4 Règles relatives au comportement des voyageurs	96
8.2 Surveillance du système AUGT	96
8.2.1 Surveillance par le personnel du PCC	96
8.2.2 Action du personnel exploitant.....	97

8.2.3	Systèmes de communication	98
8.3	Règles d'exploitation	98
8.3.1	Règles relatives au secours des voyageurs	98
8.3.2	Règles relatives aux incendies	99
8.3.3	Règles relatives au vandalisme prévisible	99
8.3.4	Règles relatives au contrôle du gabarit de la voie	99
8.3.5	Règles relatives au démarrage et à l'arrêt de l'exploitation	100
8.3.6	Règles relatives à l'exploitation du train en dépôt	100
8.3.7	Règles relatives à la mise en service ou au retrait des trains	100
8.3.8	Règles relatives au secours d'un train en panne	101
8.4	Mesures de prévention sur les quais	101
8.4.1	Mesures de prévention communes aux quais fermés et ouverts	102
8.4.2	Quais fermés	104
8.4.3	Quais ouverts équipés de systèmes de détection	106
8.5	Mesures de prévention à bord des trains	107
8.5.1	Contrôle de fermeture des portes	107
8.5.2	Libération des portes pour l'échange voyageurs	107
8.5.3	Libération d'urgence des portes	108
8.5.4	Sorties de secours	108
8.5.5	Dispositif à bord du train de détection des obstacles	108
8.5.6	Dispositif de détection d'un déraillement du train	109
8.5.7	Vidéosurveillance à bord du train	109
8.5.8	Système de sonorisation publique (train)	109
8.5.9	Annonce à bord d'un train pour son retrait de l'exploitation	110
8.5.10	Demande d'arrêt d'urgence des voyageurs à bord du train	110
8.5.11	Dispositif d'appel d'urgence à bord	110
8.5.12	Détection d'un feu ou et de la fumée (train)	111
8.5.13	Supervision du statut des équipements embarqués et tests train	111
8.5.14	Mode de conduite en manuel	111
8.5.15	Contrôle de la vitesse en sécurité lors de l'accouplement automatique	112
8.5.16	Réaction en cas de mouvement non prévu du train	112
8.5.17	Moyen d'avertissement dans le train en vue de l'évacuation	112
8.6	Mesures de prévention pour la zone d'échange voyageurs	112
8.6.1	Immobilisation du train lors de l'échange voyageurs	113
8.6.2	Mesures de prévention relatives à l'ouverture des portes	113
8.6.3	Mesures de prévention relatives à la fermeture des portes	113
8.6.4	Marquage de l'emplacement des portes du train sur le quai	114
8.6.5	Surveillance par le personnel exploitant	114
8.6.6	Mesures de prévention relatives à la lacune horizontale entre le train et le quai	115
8.6.7	Mesures de prévention relatives à la zone d'accouplement entre voitures	117
8.6.8	Mesures de prévention relatives à l'espace entre le train et la façade de quai	117
8.6.9	Mesures de prévention relatives au risque d'électrocution pour un voyageur tombé dans la lacune horizontale	117
8.7	Mesures de prévention relatives à la voie entre stations	117
8.7.1	Séparation de la voie	118
8.7.2	Signalisation en bordure de la voie	118

8.7.3	Barrières physiques le long de la voie	118
8.7.4	Barrières physiques au niveau des ponts.....	118
8.7.5	Dispositif de détection des intrusions entre voies à quai et voies entre stations	119
8.7.6	Dispositif de détection des intrusions en voie	119
8.7.7	Dispositif en voie de détection des obstacles.....	119
8.7.8	Extrémité de quai avec accès contrôlé.....	119
8.7.9	Issue de secours lorsque la voie est séparée physiquement.....	120
8.7.10	Détection d'un feu ou de la fumée (voie entre stations).....	120
8.7.11	Mesure de prévention contre les inondations	120
8.7.12	Passage à niveau	120
8.7.13	Zones de travaux.....	121
8.8	Mesures de prévention pour les zones de transfert et les dépôts.....	121
9	Informations d'utilisation.....	122
10	Exigences de sécurité spécifiques relatives à la transformation d'une ligne existante vers le mode DTO ou UTO	123
11	Vérification de la sécurité	124
11.1	Documentation et responsabilités.....	125
11.2	Processus de vérification	125
Annexe A (informative)	Rôle du PCC	127
Bibliographie.....		128
Figure 1	– Phases du cycle de vie couvertes par la présente norme (voir Figure 10 de la CEI 62278).....	74
Figure 2	– Frontières du sous-système station.....	76
Figure 3	– Frontières du sous-système « voie entre stations »	77
Figure 4	– Frontières du sous-système « voie entre stations » avec passage à niveau	77
Figure 5	– Frontières du sous-système « voie entre stations » avec voies secondaires.....	78
Figure 6	– Vérification de la sécurité.....	125
Figure A.1	– Rôle du PCC dans la sécurité du système	127
Tableau 1	– Niveaux d'automatisation.....	69
Tableau 2	– Prévenir la collision du train avec des obstacles.....	81
Tableau 3	– Prévenir la collision du train avec des personnes	82
Tableau 4	– Prévention les blessures aux personnes associées à l'ouverture et la fermeture des portes pour l'échange des voyageurs	85
Tableau 5	– Prévenir toute blessure aux personnes entre deux voitures ou entre le quai et le train.....	86
Tableau 6	– Prévenir les blessures de voyageurs au départ du train.....	87
Tableau 7	– Prévenir les blessures aux voyageurs liées à la mise en service ou au retrait d'un train	88
Tableau 8	– Prévenir les blessures causées aux personnes par les défaillances du train.....	89
Tableau 9	– Prévenir les blessures aux personnes liées aux situations d'urgence	90

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – TRANSPORTS GUIDÉS URBAINS AUTOMATIQUES (AUGT) – EXIGENCES DE SÉCURITÉ

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La présente Norme internationale a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

La présente norme annule et remplace CEI/PAS 62267:2005.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1261/FDIS	9/1272/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.

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

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est un guide générique qui fournit des recommandations afin d'aider les sociétés d'exploitation ferroviaire et les autorités de tutelle en matière de sécurité à définir des exigences de sécurité appropriées aux systèmes AUGT. Les exigences génériques recommandées dans la présente norme sont fondées sur l'expérience acquise avec les systèmes AUGT déjà en fonctionnement. Cependant les exigences de sécurité pour chaque application peuvent être définies uniquement à partir des résultats d'une analyse de risque, prenant en considération les conditions dans lesquelles le système AUGT est sensé être installé, et fondée sur les principes d'acceptation du risque prévalant à cet endroit. La norme applicable pour réaliser l'analyse de risque, complète et obligatoire, d'un système AUGT est la CEI 62278 (FDMS).

En raison de la diversité des solutions techniques pouvant être adoptées pour les nouveaux systèmes AUGT et de la multiplicité de leurs conditions de fonctionnement, il convient que la liste générique des situations dangereuses considérées dans la présente norme soit prise comme une liste minimale. Les exigences relatives à une mesure de prévention décrites dans la présente norme sont entendues comme exigences minimales applicables dès lors que la mesure de prévention est mise en place pour limiter l'occurrence et/ou les conséquences d'une situation dangereuse. Cependant, l'analyse de risque spécifique peut montrer que certaines exigences associées aux mesures de prévention retenues doivent être adaptées pour prendre en compte certaines conditions particulières de l'application. La conception de chaque nouveau système AUGT et chacun des aspects particuliers de l'environnement du système, topographique, environnemental, social et juridique, peuvent aussi générer de nouveaux risques et nécessiter ainsi des exigences de sécurité supplémentaires. L'analyse de risque spécifique est donc toujours nécessaire afin d'identifier les exigences supplémentaires ou celles qui doivent être adaptées.

La présente norme ne prescrit pas, et ne pourrait pas prescrire, des moyens spécifiques pouvant, dans tous les cas, limiter l'occurrence et/ou les conséquences des risques résultant des situations dangereuses. Elle identifie au contraire une liste de situations dangereuses prévisibles en partant du principe élémentaire que les fonctions assumées par le conducteur et par le personnel dans les systèmes conventionnels sont remplacées dans les systèmes AUGT par des fonctions automatisées ou par d'autres mesures de prévention. L'intention de la présente norme est que cette liste de situations dangereuses soit considérée attentivement lors de l'analyse de risque qui doit être menée pour tout nouveau système AUGT.

Outre les situations dangereuses génériques, la présente norme décrit des mesures de prévention possibles et largement appliquées que l'analyse de risque spécifique peut accepter comme étant adaptées à l'application particulière.

Il convient de souligner que toutes les situations dangereuses issues du contexte de l'une ou l'autre des nombreuses applications AUGT existantes dans le monde ne pouvaient trouver place dans la présente norme. Cela n'aurait d'ailleurs pas nécessairement été utile. La présente norme ne pouvait pas non plus décrire toutes les mesures possibles de prévention nécessitées par chaque application particulière.

Il se peut que le risque associé à une situation dangereuse soit considéré comme acceptable sans mesure de prévention. C'est pourquoi la présente norme n'exige pas la mise en place d'une mesure de prévention pour chaque situation dangereuse générique identifiée. Conformément à la CEI 62278, il est de la responsabilité de la société d'exploitation ferroviaire en accord avec l'autorité de tutelle en matière de sécurité, sur la base de leurs critères d'acceptation du risque et des contraintes juridiques applicables à l'application AUGT, de décider de la tolérabilité de chaque risque et de la nécessité de la mise en oeuvre d'une mesure de prévention particulière.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – TRANSPORTS GUIDÉS URBAINS AUTOMATIQUES (AUGT) – EXIGENCES DE SÉCURITÉ

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale couvre les exigences de sécurité de haut niveau applicables aux systèmes de transports guidés urbains automatiques, utilisant des véhicules automoteurs sans conducteur ou personnel à bord, guidés sur une voie en site propre.

La présente norme traite uniquement des exigences de sécurité nécessaires pour compenser l'absence de conducteur ou de personnel à bord qui serait sinon responsable d'une partie ou de la totalité des fonctions d'exploitation du train (voir Tableau 1) selon le niveau d'automatisation du système (voir les zones ombrées du Tableau 1 et 3.1 pour une définition des différents niveaux d'automatisation).

Les exigences de cette norme sont limitées au système de transport tel que défini à l'Article 5, et aux modes DTO (exploitation des trains sans conducteurs) et UTO (exploitation sans personnel à bord des trains) tels que définis au 3.1.4 et 3.1.20, respectivement (voir aussi les zones ombrées dans le Tableau 1).

Tableau 1 – Niveaux d'automatisation

Fonctions principales de l'exploitation des trains		Exploitation en conduite à vue	Exploitation non automatisée des trains	Exploitation semi-automatisée des trains	Exploitation des trains sans conducteurs	Exploitation sans personnel à bord des trains
		TOS	NTO	STO	DTO	UTO
		GOA0	GOA1	GOA2	GOA3	GOA4
Garantir la sécurité du mouvement des trains	Garantir la sécurité des itinéraires	X (commande et contrôle des aiguillages par le système)	S	S	S	S
	Garantir en sécurité la séparation des trains	X	S	S	S	S
	Garantir en sécurité la vitesse des trains	X	X (supervision partielle par le système)	S	S	S
Conduire les trains	Contrôler l'accélération et le freinage	X	X	S	S	S
Superviser la voie	Prévenir la collision du train avec des obstacles	X	X	X	S	S
	Prévenir la collision du train avec des personnes	X	X	X	S	S
Superviser l'échange voyageurs	Contrôler les portes voyageurs	X	X	X	X ou S	S
	Prévenir toute blessure aux personnes entre deux voitures ou entre le quai et le train	X	X	X	X ou S	S
	Garantir en sécurité les conditions de départ du train à quai	X	X	X	X ou S	S
Exploiter un train	Mettre ou retirer le train de l'exploitation	X	X	X	X	S
	Superviser le statut du train	X	X	X	X	S
Garantir la détection et la gestion des situations d'urgence	Réaliser le diagnostic train, détecter feu/fumée, détecter le déraillement, gérer les situations d'urgence (appel/évacuation, supervision)	X	X	X	X	S et/ou personnel de l'PCC
NOTE						
X = responsabilité du personnel exploitant (peut être supporté par le système technique).						
S = réalisé par le système technique.						

La présente norme ne traite pas de façon spécifique des questions de sécurité publique. Cependant, certains aspects des exigences de sécurité technique peuvent s'appliquer à la sécurité publique à l'intérieur du système de transport.

NOTE Les définitions de « sécurité publique » et de « sécurité technique » figurent dans la CEI 62278.

L'application de la présente norme est soumise à la responsabilité des autorités en charge du transport, à l'autorité de tutelle (« autorité de tutelle en matière de sécurité » dans la CEI 62278) ainsi qu'aux lois et décrets spécifiques s'appliquant dans l'environnement économique, social, politique, etc. du système de transport, en tenant compte:

- de l'acceptation du risque social dans les différentes cultures ou selon les réglementations nationales (par exemple SHOREI, BOStrab) ou principes nationaux (ex. GAME, ALARP);
- des lois et des décrets des différents états;
- des exigences spéciales ou différentes spécifiées par l'autorité de tutelle ou par un expert indépendant chargé d'évaluer la sécurité de l'application particulière;
- le fait que l'autorité en charge du transport est responsable de l'exploitation du système en sécurité.

Sauf spécification contraire de l'autorité en charge du transport, la présente norme ne s'applique pas aux systèmes de transport suivants:

- systèmes APM (Automated People Movers), qui fonctionnent uniquement à l'intérieur d'un environnement privilégié tel qu'aéroport, centre commercial ou complexe de loisirs;
- manèges et montages russes, qui comprennent généralement un seul arrêt de telle sorte les voyageurs montent et descendent au même endroit;
- les trains régionaux et grandes lignes, qui fonctionnent généralement dans un environnement rural sur une partie du parcours;
- systèmes de transport tractés par câble;
- systèmes comprenant des véhicules guidés électroniquement à l'aide de capteurs optiques ou magnétiques, ou systèmes ou dispositifs similaires.

La présente norme ne traite pas des risques venant des travaux de construction, d'installation, de modification et de désinstallation du système.

Elle ne traite pas non plus des systèmes DTO ou UTO (voir définitions en 3.1) qui ont été conçus avant que la présente norme n'ait pris effet.

Dans le cas d'une transformation d'un système de transport existant en un système DTO ou UTO, les risques associés au système existant sont en dehors du domaine d'application de la présente norme. Cependant, la présente norme et l'analyse de risque décrite sont adaptées aux nouveaux sous-systèmes et peuvent éventuellement convenir pour le processus de transition lui-même. L'application de la norme se fait donc dans ce cas suivant la décision de l'autorité de tutelle.

Dans le cas d'une extension ou d'une modification d'un système DTO ou UTO déjà en exploitation, la présente norme s'applique uniquement si la modification est considérée comme significative par l'autorité de tutelle. Toutefois, les risques induits par l'interaction entre les parties non modifiées du système (ex. matériel roulant, système d'alimentation du courant traction, signalisation et quais) doivent être pris en compte.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 62278:2002, *Applications ferroviaires – Spécification et démonstration de la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS)*

CEI 62290-1, *Applications ferroviaires – Systèmes de contrôle/commande et de gestion des transports guidés urbains – Partie 1: Principes système et concepts fondamentaux*

CEI 62425, *Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunications et de traitement – Systèmes électroniques de sécurité pour la signalisation*

3 Termes, définitions et abréviations

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1

Transports Guidés Urbains Automatiques

AUGT

système caractérisé par une exploitation de véhicules sans conducteurs et sans personnel à bord (comme défini ci-dessous), automoteurs et guidés sur une voie en site propre

3.1.2

système conventionnel

système exploité en mode TOS, NTO ou STO

3.1.3

portes fermées et verrouillées

les portes sont considérées comme étant dans un état fermé et verrouillé lorsqu'elles ne peuvent pas être ouvertes par les voyageurs

3.1.4

exploitation des trains sans conducteurs

DTO

mode d'exploitation du train avec du personnel exploitant présent à bord mais le personnel exploitant n'accélère pas et ne freine pas et n'est responsable ni de la surveillance de la voie ni d'arrêter le train en cas de situation dangereuse. Le départ en sécurité du train à quai, y compris la fermeture des portes, peut être de la responsabilité soit du personnel exploitant, soit du système technique

3.1.5

voie en site propre

voie prévue pour être utilisée par un seul système de transport sans interférence avec d'autres types de systèmes de transport

3.1.6

niveau d'automatisation

niveau d'automatisation de l'exploitation du train, fonction de la répartition de la responsabilité des fonctions principales du train entre le personnel exploitant et le système technique

3.1.7

gabarit de la voie

espace prédéfini autour de la voie, déterminé par rapport à la voie et tel que les trains en mouvement ne peuvent pas, dans des conditions normales d'exploitation, entrer en contact avec des personnes ou des biens se trouvant entièrement en dehors de cet espace

3.1.8

exploitation non automatisée des trains

NTO

mode d'exploitation du train dans lequel le personnel exploitant (le conducteur) est dans la cabine à l'avant du train pour surveiller la voie et stopper le train en cas de situation dangereuse. L'accélération et le freinage sont commandés par le conducteur conformément aux signaux en voie ou à la signalisation en cabine. Le système de signalisation supervise les activités du conducteur. Cette supervision peut être ponctuelle, semi continue ou continue. Le départ en sécurité du train à quai, y compris la fermeture des portes, est pris en charge par le personnel exploitant, soit à bord du train soit sur le quai

3.1.9

exploitation en conduite à vue

TOS

mode d'exploitation du train dans lequel le conducteur est entièrement responsable et aucun système technique n'est utilisé pour superviser ses activités. Cependant, les aiguilles (appareils d'aiguillage) et les voies uniques peuvent être supervisées en partie par le système

3.1.10

Poste de Commande Centralisée

PCC

le poste de commande à partir duquel l'exploitation d'une ligne ou d'un réseau de transport est supervisée et gérée

3.1.11

compartiment voyageurs

partie du train utilisée pour le transport des voyageurs

3.1.12

zone d'échange voyageurs

zone d'un quai directement adjacente au gabarit de la voie et prévue pour le passage des voyageurs lors de leur transfert entre la zone d'attente du quai et le train

3.1.13

porte échange voyageurs

porte du train permettant le transfert des voyageurs entre le compartiment voyageur et le quai en station; elle peut également servir d'issue de secours en cas de situation dangereuse (ex. en cas d'incendie, de fumées dangereuses)

3.1.14

voie à quai

zone de la voie située devant le quai en station (voir Figure 2)

3.1.15

zone d'attente du quai

zone du quai où les voyageurs attendent le train en approche et séparée du gabarit de la voie par la zone d'échange voyageurs

3.1.16

refuge en voie

zone située hors du gabarit de la voie et où il est possible de s'abriter sans être mis en danger par le mouvement des trains

3.1.17

exploitation semi automatisée des trains

STO

mode d'exploitation du train dans lequel le personnel exploitant est situé dans la cabine à l'avant du train pour surveiller la voie et stopper le train en cas de situation dangereuse. L'accélération et le freinage sont automatisés et la vitesse est contrôlée de façon continue

par le système. Le départ en sécurité du train à quai est assuré par le personnel exploitant soit à bord du train soit sur le quai en station

3.1.18

zone de transfert

zone où le transfert d'un train entre zones automatisées et non automatisées s'effectue

3.1.19

autorité en charge du transport

entité responsable de l'exploitation en sécurité et en bon ordre du système transport

NOTE Pour les aspects relatifs à la sécurité, l'expression « autorités en charge du transport » est équivalente à l'expression « société d'exploitation ferroviaire » telle qu'utilisée dans la CEI 62278.

3.1.20

exploitation sans personnel à bord des trains

UTO

mode d'exploitation du train sans personnel exploitant à bord (toutes les fonctions sont prises en charge par le système technique)

3.1.21

statut de vitesse nulle

information de sécurité indiquant que la vitesse du train est inférieure à une limite prédéfinie en dessous de laquelle le train est considéré à l'arrêt par le système

3.2 Abréviations

ALARP	As Low As Reasonably Practicable (aussi bas que raisonnablement praticable)
AUGT	Automated Urban Guided Transport (transport guidé urbain automatique)
DTO	Driverless Train Operation (exploitation des trains sans conducteurs)
GAME	Globalement Au Moins Equivalent
GOA	Grade Of Automation (niveau d'automatisation)
NTO	Non-automated Train Operation (exploitation non automatisée des trains)
PCC	Poste de Commande Centralisée
SRA	Safety Regulatory Authority (l'autorité de tutelle en matière de sécurité)
STO	Semi-automated Train Operation (exploitation semi automatisée des trains)
TA	Transport Authority (l'autorité en charge du transport)
TOS	On-sight Train Operation (exploitation en conduite à vue)
UTO	Unattended Train Operation (exploitation sans personnel à bord des trains)

4 Méthodologie

La méthodologie utilisée pour élaborer les exigences génériques de sécurité indiquées dans la présente norme est fondée sur le principe des phases de cycle de vie décrit dans la CEI 62278. La Figure 1 ci-dessous est la représentation en V du cycle de vie du système et identifie les activités associées à la méthodologie.

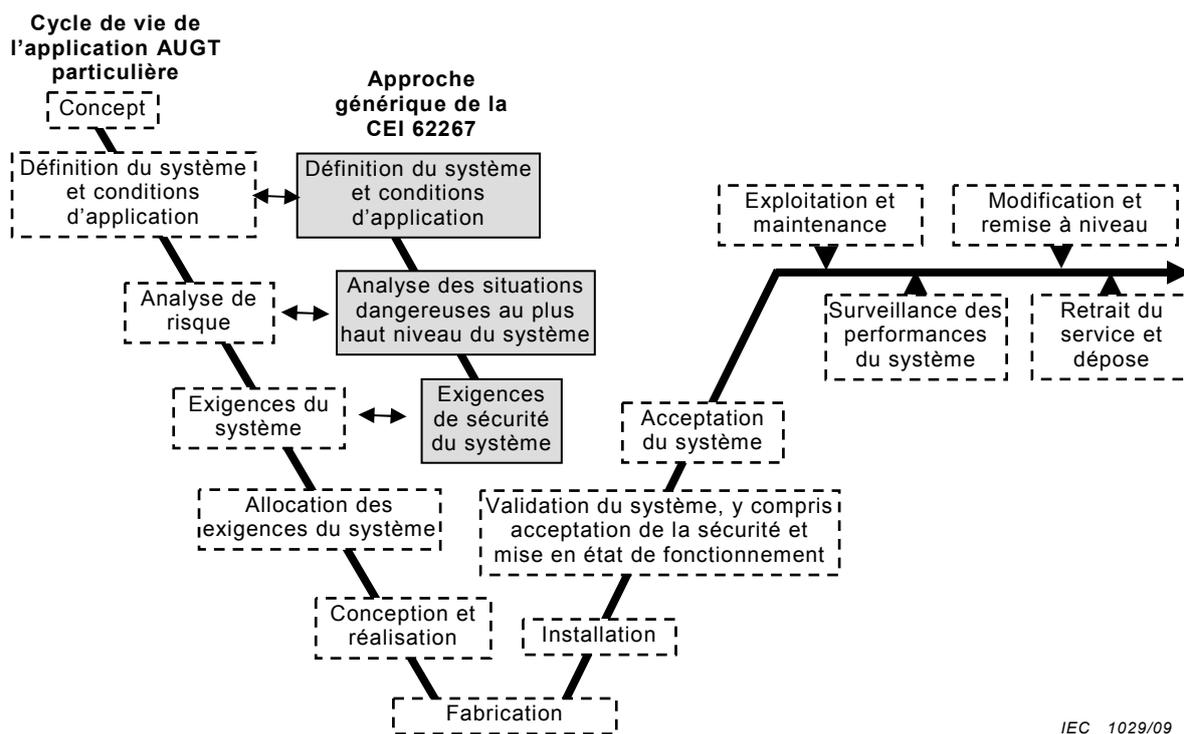


Figure 1 – Phases du cycle de vie couvertes par la présente norme (voir Figure 10 de la CEI 62278)

La méthodologie comporte les activités suivantes (indiquées par les zones ombrées dans la Figure 1):

- définition d'un système AUGT générique et de ses conditions d'application;
- réalisation d'une analyse de risque au niveau du système le plus élevé;
- élaboration des exigences de sécurité.

Une description sommaire de ces activités est donnée ci-dessous.

4.1 Définition du système et conditions d'application

L'Article 5 définit un système AUGT générique, ses sous-systèmes, leurs frontières et les conditions d'application. Les fonctions principales pour l'exploitation du train qui sont considérées sont uniquement celles des modes DTO et UTO comme indiquées par les zones ombrées dans le Tableau 1. La définition du système clarifie les conditions d'application comme base pour l'analyse générique des dangers et permet d'établir une comparaison avec les applications particulières.

4.2 Analyse des dangers au niveau le plus élevé du système

Une analyse des dangers au niveau le plus élevé du système a été réalisée pour le système générique défini à l'Article 5.

Au sens de la présente norme, une analyse des dangers comprend:

- l'identification des situations dangereuses;
- l'identification des causes possibles des situations dangereuses identifiées;
- la définition des mesures de prévention possible correspondantes.

Les situations dangereuses considérées sont celles qui se présentent dans un système AUGT:

- sans conducteur dans la cabine à l'avant du train (DTO);
- sans personnel exploitant à bord (UTO).

4.3 Exigences de sécurité

Les mesures de prévention possibles qui permettent de compenser l'absence de conducteur dans la cabine à l'avant du train, ou de personnel exploitant à bord, ont été identifiées par l'analyse des dangers au niveau le plus élevé du système et sont répertoriées à l'Article 7. Pour chaque mesure de prévention indiquée dans les Tableaux 2 à 9, l'Article 8 donne les exigences de sécurité correspondantes. Les mesures de prévention et les exigences de sécurité tiennent également compte du consensus basé sur l'expérience opérationnelle acquise à partir des différents systèmes automatisés actuellement en fonctionnement.

La présente norme n'impose pas le choix des mesures de prévention ni le niveau de risque résiduel acceptable, qui peuvent varier selon la culture locale de la sécurité. Les tâches permettant d'établir une politique de sécurité ou des objectifs de sécurité, ou de définir l'acceptation de la sécurité ou des critères de tolérance du risque sont de la responsabilité de l'autorité de tutelle, juridiquement compétente pour l'application. Les exigences de sécurité qui en résultent peuvent induire des niveaux différents de risque résiduel, et la solution choisie dépend donc des décisions de l'autorité de tutelle en matière d'acceptation du risque.

5 Description du système

Un transport guidé urbain automatique (AUGT) peut être défini comme un système qui

- transporte les voyageurs entre les stations,
- utilise des trains automoteurs automatiques,
- circule sur une voie en site propre,
- permet l'exploitation des trains indépendamment des autres modes de transports,
- garantit en sécurité le mouvement des trains.

Les sous-systèmes (stations, trains et voie entre stations) et leurs frontières, représentées dans les figures ci-dessous par des lignes pointillées, sont décrits dans les paragraphes suivants.

5.1 Station

Lieu permettant aux voyageurs d'accéder au système par échange entre l'espace public et les trains (embarquement et débarquement).

Le sous-système station est divisé en plusieurs zones telles qu'indiquées dans la Figure 2 et définies ci-dessous:

- la zone d'attente du quai, qui pour les besoins de la présente norme est considérée comme une zone sûre, où les personnes ne sont pas mise en danger par le mouvement des trains. La zone d'attente du quai est par définition en dehors du domaine d'application de la présente norme;
- la zone d'échange voyageurs (zone de bord du quai), où se fait l'échange des voyageurs entre le quai et le train mais où, en dehors de l'échange, ils seraient en danger du fait des mouvements des trains ou d'une chute sur la voie;
- la voie à quai utilisée par les trains en mouvement pour assurer le transport.

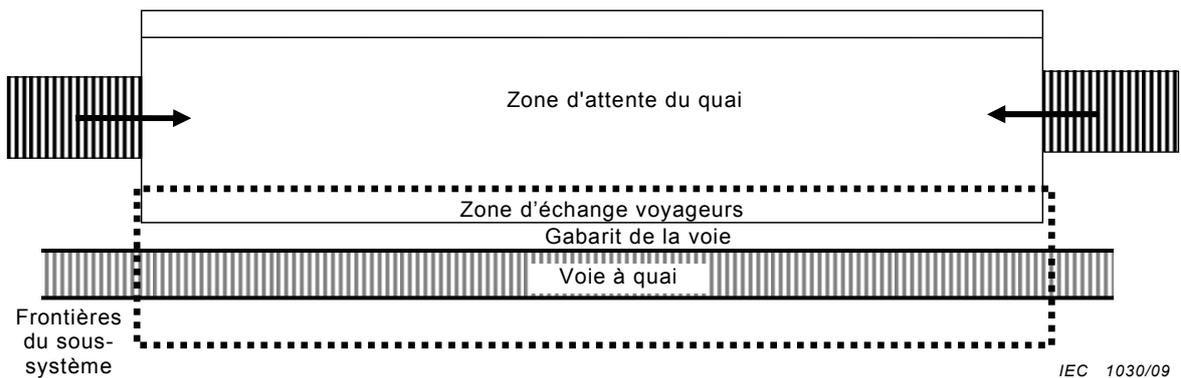


Figure 2 – Frontières du sous-système station

5.2 Train

Sous-système qui fonctionne en voie et qui dans les conditions normales se déplace sur la voie et s'arrête en stations pour permettre l'échange des voyageurs.

Il peut s'agir

- d'un véhicule simple,
- de véhicules simples accouplés formant une unité et qui en exploitation normale ne peuvent pas être découplés,
- de véhicules simples ou d'unités accouplés qui en exploitation normale peuvent être découplés.

Le sous-système train est divisé comme suit:

- le compartiment voyageurs, qui est défini comme une zone sans danger si le mouvement du train est assuré en sécurité et si les mesures de prévention appropriées sont assurées contre les événements extérieurs pouvant avoir un impact sur le train (ex. un obstacle sur la voie) ou sur les voyageurs (ex. un incendie);
- le cas échéant, la cabine pour le personnel exploitant (conducteur);
- les portes servant à l'échange voyageurs;
- le cas échéant, les autres portes du train ou les sorties de secours supplémentaires.

Le train lui-même avec ses unités de traction, ses bogies et ses compartiments voyageurs est défini comme sans danger si les exigences générales de construction mécanique et électrique sont satisfaites et si un guidage des roues est assuré en sécurité. Ces aspects sont en dehors du domaine d'application de la présente norme.

Sont en dehors du domaine d'application de la présente norme les sous-ensembles du train, y compris le système de propulsion et de freinage, les bogies et équipements de guidage, le système de signalisation, les éléments mécaniques et électriques des compartiments voyageurs et les systèmes de communication, et tout autre élément du sous-système train qui sont traités par d'autres normes de sécurité de la CEI. Cependant, des exigences en matière de conception fonctionnelle relatives aux sous-ensembles du train peuvent être dictées ou influencées par les exigences de sécurité contenues dans la présente norme.

La fonction principale « Garantir la sécurité du mouvement des trains » (voir Tableau 1) est caractéristique de tous les niveaux d'automatisation de NTO à UTO indépendamment de la présence de personnel exploitant à bord des trains (voir CEI 62290-1) et est donc en dehors du domaine d'application de la présente norme.

5.3 Voie entre stations

Le sous-système de la voie entre stations (Figures 3 à 5) est divisé comme suit:

- éléments d'infrastructure (ex. pont, tunnel, viaduc, voie), qui sont considérés comme sans danger uniquement si les exigences de sécurité relatives aux bâtiments (système statique), au guidage des roues, etc., sont satisfaites. Par définition, ces éléments sont en dehors du domaine d'application de la présente norme;
- gabarit de la voie;
- si ils sont aménagés pour des raisons spécifiques, les refuges en voie, y compris les issues de secours.

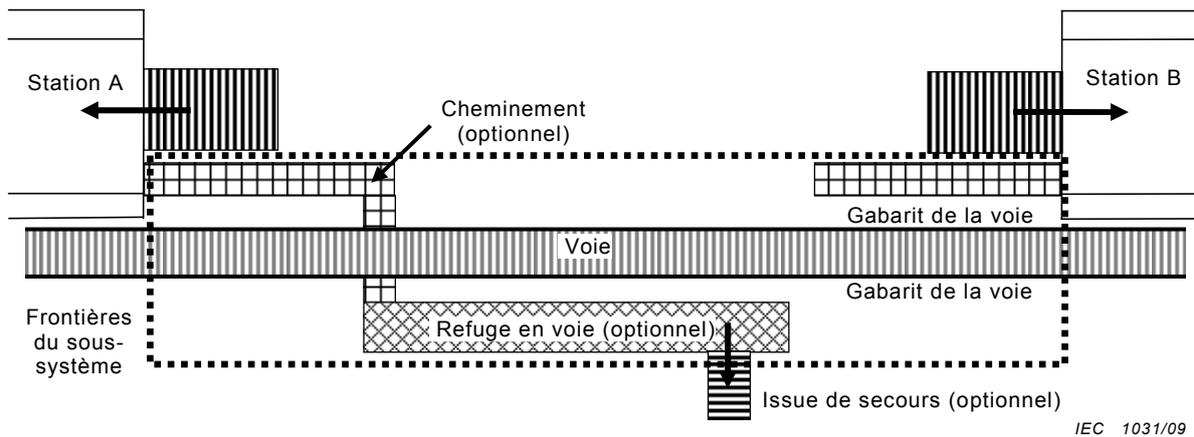


Figure 3 – Frontières du sous-système « voie entre stations »

Les passages à niveau sont considérés dans la présente norme comme partie de la voie entre stations.

Les passages à niveau sont dans le domaine d'application de la présente norme (Figure 4).

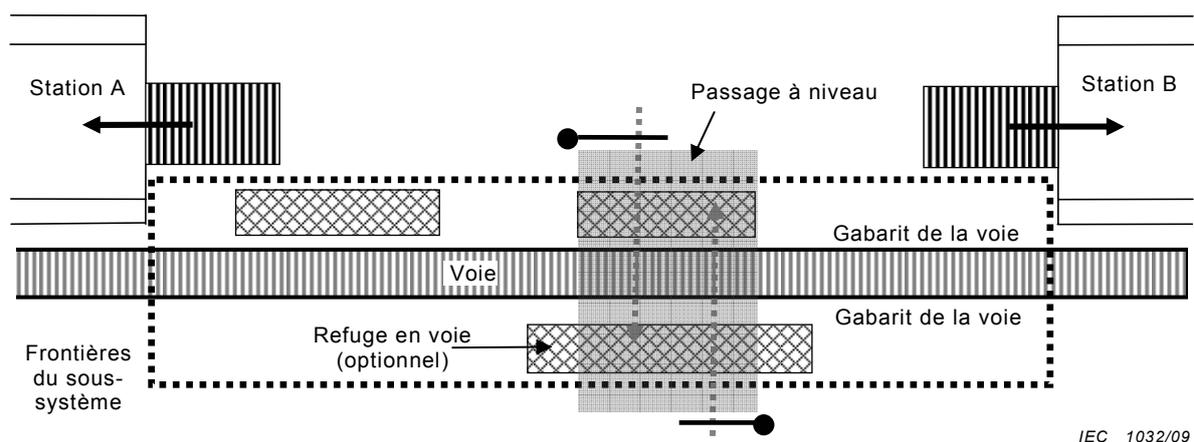


Figure 4 – Frontières du sous-système « voie entre stations » avec passage à niveau

Les voies secondaires (voir Figure 5) sont des sections de la voie qui sont utilisées de façon spécifique:

- pour garer les trains, quand ils ne sont pas utilisés pour le transport des voyageurs; ou
- pour recevoir les trains retirés du service et pour les remettre en service;

- pour effectuer des demi tours pendant l'exploitation.

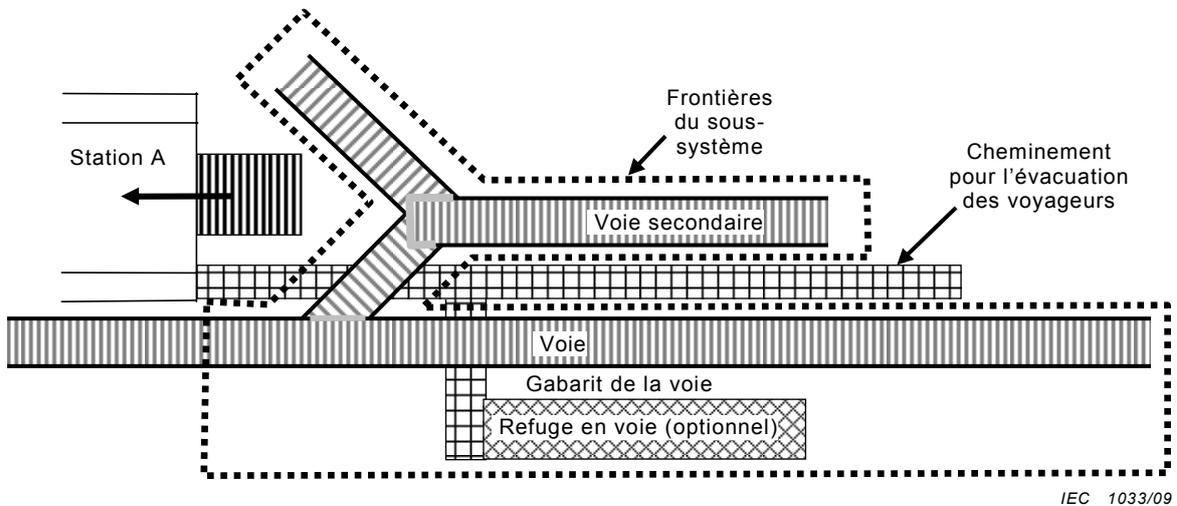


Figure 5 – Frontières du sous-système « voie entre stations » avec voies secondaires

5.4 Frontières du système

Le système inclut également les éléments suivants:

- les trains de service,
- les zones automatiques dans les dépôts,
- l'interface entre les zones automatiques et les zones non automatiques,
- le PCC,
- les éléments de l'alimentation en courant traction situés en voie.

Les éléments suivants en particulier sont exclus:

- stations (sauf les zones d'échange voyageurs),
- les ascenseurs, escaliers mécaniques, etc.,
- les tunnels, ponts et autres éléments de l'infrastructure,
- les zones où les trains ne peuvent être exploités de façon automatique (ex. l'atelier),
- les éléments du système de distribution du courant traction à l'exception des éléments situés en voie.

6 Entités à protéger

Les personnes et les biens suivants doivent être pris en compte pour l'identification des dangers effectuée dans le cadre de l'analyse de risque menée pour une application particulière.

6.1 Personnes

Les personnes à l'intérieur du système sont classées en tant que voyageurs, personnes extérieures et membres du personnel, cette dernière catégorie incluant les services d'urgence externes.

6.1.1 Voyageurs

Personnes utilisant le système pour voyager d'une station à une autre et autorisées (ex. en s'acquittant du tarif) ou habilitées (ex. par l'autorité en charge du transport concernée) à

utiliser le système. Les personnes qui utilisent le système à n'importe quel moment (utilisateurs) sont supposées le faire de leur propre gré.

Les voyageurs peuvent présenter différents niveaux de perception, de mobilité et de capacité de réaction face à une situation dangereuse. Les utilisateurs peuvent:

- transporter des objets de formes et d'encombrement variés (ex. des bicyclettes, des bagages);
- être accompagnés par des enfants ou les transporter (y compris par exemple en landaus, etc.);
- être des enfants;
- être des personnes à mobilité réduite (personnes âgées, handicapés physiques);
- avoir une perception limitée (ne comprenant pas la langue locale, sous l'influence d'alcool ou de drogues);
- avoir un handicap mental;
- être déficient auditif et/ou visuel;
- être accompagné d'un animal ou le transporter.

Les différents niveaux de perception du voyageur et quels enfants/bagages/biens sont à prendre en considération pour l'analyse de risque sont de la responsabilité de l'autorité en charge du transport, en accord avec l'autorité de tutelle.

6.1.2 Personnel

Personnes impliquées dans le processus d'exploitation du système en tant qu'employés de l'autorité en charge du transport ou d'autres entités impliquées.

Les différents types de personnel sont par exemple:

- le personnel exploitant;
- le personnel de maintenance;
- le personnel des services d'urgence;
- le personnel externe (ex. société de maintenance, de nettoyage).

6.1.3 Services d'urgence externes

Services externes qui peuvent être amenés à intervenir en urgence, ce qui inclut entre autres les services de police, les sapeurs pompiers et les services médicaux d'urgence.

6.1.4 Public

Personnes se trouvant dans les limites du système AUGT mais ne faisant partie ni du personnel ni des voyageurs.

6.2 Biens

Il s'agit de tout le système, infrastructure, trains, et équipements faisant partie du système AUGT, des biens situés dans le voisinage du système, de son environnement, et des biens transportés par les voyageurs. Les biens à prendre en considération lors de l'analyse de risque doivent être déterminés par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

7 Identification des situations dangereuses et mesures de prévention possibles

Les principales fonctions d'exploitation du train pour les différents niveaux d'automatisation sont indiquées dans le Tableau 1. La présente norme prend comme hypothèse de base que ces fonctions, même quand elles sont en dehors du domaine d'application de la présente norme, sont satisfaites en tant qu'exigences de base pour assurer en sécurité l'exploitation du système.

Le présent article répertorie pour chaque fonction principale incluse dans le domaine d'application de la présente norme, comme indiqué par les zones ombrées dans le Tableau 1, les situations dangereuses et les mesures de prévention possibles contre ces situations dangereuses, et fournit une référence croisée avec la description à l'Article 8 des exigences de sécurité qui s'y rapportent.

Il adresse une liste des mesures de prévention possibles pouvant compenser l'absence de conducteur ou de personnel exploitant à bord des trains, sur la base d'une méthodologie appliquée au travers d'une analyse des dangers générique au niveau le plus élevé du système (voir 4.2) et de l'expérience acquise des applications AUGT particulières existantes.

Les mesures de prévention et les exigences de sécurité proposées dans la présente norme s'ajoutent aux exigences de sécurité qui s'appliquent pour un système conventionnel.

Les situations dangereuses et les mesures de prévention identifiées dans les tableaux ci-dessous qui ne sont pas spécifiques aux modes DTO et UTO sont considérées comme étant en dehors du domaine d'application de la présente norme. En conséquence, elles portent la mention « hors domaine d'application » dans la colonne référence des tableaux et ne sont pas décrites à l'Article 8. Cependant, certaines mesures de prévention qui peuvent également être utilisées dans les systèmes conventionnels doivent être prises en considération car en l'absence de conducteur et de personnel, elles contribuent à la sécurité et à la disponibilité des systèmes UTO/DTO. En conséquence, elles sont décrites à l'Article 8 et sont référencées aux Tableaux 2 à 9.

Le choix d'une mesure de prévention ou d'une combinaison de mesures de prévention ou le choix de n'utiliser aucune mesure de prévention parmi les mesures listées pour supprimer ou limiter un danger spécifique d'une application particulière dépend de la tolérabilité du risque, qui doit être évaluée sous la responsabilité de l'autorité en charge du transport et de l'autorité de tutelle. Cependant, pour garantir que tous les risques générés par une application particulière ont été pris en compte, une analyse de risque doit être menée pour cette application.

Sans préférence ou priorité prédéfinie, on peut identifier les catégories suivantes de mesures de prévention contre les situations dangereuses:

- les mesures de prévention par la mise en oeuvre de procédures d'exploitation établies à partir des règles d'exploitation qui ont été définies;
- les mesures de prévention reposant sur des avertissements aux voyageurs ou à d'autres personnes (ex. des avertissements visuels, sonores ou tactiles, telle que l'annonce « attention à la lacune »);
- les mesures de prévention par détection des situations dangereuses et par réaction pour réduire la probabilité des accidents ou en atténuer les conséquences;
- les mesures de prévention par la mise en place d'équipements et de structures conçus pour empêcher les situations dangereuses (ex. une façade de quai).

Cependant, il faut souligner qu'indépendamment du niveau d'automatisation, il y a des dangers au niveau le plus élevé du système contre lesquels il est nécessaire de se protéger:

- en appliquant des règles de conception et autres règles relatives aux trains et aux infrastructures, et
- en satisfaisant la fonction principale « Garantir la sécurité du mouvement des trains ».

Les deux points ci-dessus s'appliquent également à un système conventionnel et ne sont pas spécifiques aux modes d'exploitation DTO et UTO. Ainsi, ils se trouvent en dehors du domaine d'application de la présente norme et portent la mention « hors domaine d'application » dans la colonne référence des Tableaux 2 à 9.

7.1 Superviser la voie

7.1.1 Prévenir la collision du train avec des obstacles

Etant donné que le personnel exploitant est absent de la cabine à l'avant du train dans les modes DTO et UTO, des dispositions doivent être mises en oeuvre pour réduire le risque de collision avec des obstacles dans le gabarit de la voie. Le Tableau 2 liste des mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant dans la cabine à l'avant du train.

Tableau 2 – Prévenir la collision du train avec des obstacles

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un obstacle extérieur au système pénètre le gabarit de la voie à l'intérieur du tunnel, par exemple un trépan	Règles externes	Hors domaine d'application
Un obstacle extérieur au système est tombé dans le gabarit de la voie (ex. un arbre, une grue, une voiture, y compris les actes de vandalisme)	Règles relatives au contrôle du gabarit de la voie	8.3.4
	Barrières physiques au niveau les ponts	8.7.4
	Barrières physiques le long de la voie	8.7.3
	Dispositif en voie de détection des obstacles	8.7.7
Obstacle venant de l'intérieur du système, par exemple objets tel que outils ou matériaux laissés dans le gabarit de la voie après des opérations de maintenance	Dispositif à bord du train de détection des obstacles	8.5.5
	Règles relatives contrôle du gabarit de la voie	8.3.4
	Règles pour la remise en ordre de la voie après les opérations de maintenance	8.1.3.6
Obstacle venant de l'intérieur du système et tombé dans le gabarit de la voie pendant l'exploitation (parties d'un train, de l'infrastructure ou d'un équipement en voie)	Règles relatives contrôle du gabarit de la voie	8.3.4
	Dispositif à bord du train de détection des obstacles	8.5.5
	Règles de conception des trains	Hors domaine d'application
	Règles de conception des infrastructures	Hors domaine d'application
	Règles de conception pour les équipements en voie	Hors domaine d'application
Un obstacle s'engage dans un passage à niveau fermé	Supervision du passage à niveau	8.7.12.2
	Barrières du passage à niveau	8.7.12.1

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un obstacle s'engage dans le passage à niveau alors que la fermeture est demandée	Supervision du passage à niveau	8.7.12.2
Un obstacle (ex. voiture) venant du passage à niveau pénètre le gabarit de la voie entre stations	Prévention et détection de l'intrusion en voie depuis le passage à niveau	8.7.12.3

7.1.2 Prévenir la collision du train avec des personnes

Etant donné que le personnel exploitant est absent de la cabine à l'avant du train dans les modes DTO et UTO, des dispositions doivent être mises en œuvre pour réduire le risque de collision avec des personnes sur la voie. Le Tableau 3 liste des mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant dans la cabine à l'avant du train.

Tableau 3 – Prévenir la collision du train avec des personnes

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Une personne se tient au bord du quai et une partie du train à l'approche déborde sur la zone du quai	Le train est conforme au gabarit de la voie	Hors domaine d'application
Une personne au bord du quai, ou une partie de son corps, s'insère dans le gabarit de la voie au moment alors que le train s'approche	Avertissements relatifs au bord du quai	8.4.1.2
	Action du personnel exploitant	8.2.2
	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Barrières de quai	8.4.1.3
	Façade de quai mi-hauteur	8.4.2.2
Une personne se tient au bord du quai et le passage du train provoque une impulsion de pression	Façade de quai pleine hauteur	8.4.2.1
	Avertissements relatifs au bord du quai	8.4.1.2
	Vitesse réduite en station	Hors domaine d'application
	Façade de quai mi-hauteur	8.4.2.2
Une personne tombée sur la voie depuis le quai – accidentellement ou en descendant délibérément sur la voie (entrée non autorisée) au moment alors que le train s'approche. Le suicide n'est pas considéré	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Action du personnel exploitant	8.2.2
	Coupage du courant traction pour la voie à quai	8.4.1.6
	Façade de quai mi-hauteur	8.4.2.2
	Façade de quai pleine hauteur	8.4.2.1
	Refuge entre les rails ou sous le quai	8.4.1.4
Quais ouverts équipés de système de détection	8.4.3	

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Une personne pénètre sur la voie à quai depuis l'extérieur alors qu'un train s'approche	Voie séparée par voie légale	8.7.1.2
	Signalisation en bordure de la voie	8.7.2
	Quais ouverts équipés de systèmes de détection	8.4.3
	Barrières physiques le long de la voie	8.7.3
	Coupure du courant traction pour la voie à quai	8.4.1.6
	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Action du personnel exploitant	8.2.2
Personne pénétrant depuis la voie à quai dans le gabarit de la voie entre deux stations	Dispositif de détection des intrusions entre voies à quai et voies entre stations	8.7.5
Membre du public, membres du personnel ou voyageurs secourus pénétrant depuis l'extérieur dans le gabarit de la voie entre deux stations	Barrières physiques le long de la voie	8.7.3
	Dispositif de détection des intrusions en voie	8.7.6
	Séparation physique de la voie	8.7.1.1
	Séparation de la voie par voie légale	8.7.1.2
Voyageur ou membre du personnel pénétrant depuis le train dans le gabarit de la voie entre deux stations	Règles relatives au secours des voyageurs	8.3.1
	Maintien des portes fermées entre deux stations	Hors domaine d'application
	Contrôle de fermeture des portes	8.5.1
Une personne pénètre dans le gabarit de la voie depuis le passage à niveau	Prévention et détection de l'intrusion en voie depuis le passage à niveau	8.7.12.3
Personnel se trouvant sur la voie pour des opérations de maintenance	Zones de travaux	8.7.13
Personnel se trouvant dans un refuge en voie (venant de l'extrémité du quai, de l'extérieur du système ou d'un train – évacuation organisée) et saillie dans le refuge de parties du train à l'approche	Le train est conforme au gabarit de la voie	Hors domaine d'application
Personnel se trouvant dans un refuge en voie (venant de l'extrémité du quai, de l'extérieur du système ou d'un train – évacuation organisée) dépassant sur dans gabarit de la voie alors que le train est à l'approche	Formation du personnel	Hors domaine d'application
Personnel se trouvant dans un refuge en voie (venant de l'extrémité du quai, de l'extérieur du système ou d'un train – évacuation organisée) et le train en circulation provoque une impulsion de pression	Formation du personnel	Hors domaine d'application
Personne non autorisée (voyageur, membre du public venant de l'extrémité du quai) dans un refuge en voie	Règles interdisant d'entrer dans le refuge en voie, sauf en cas d'urgence	Hors domaine d'application
	Porte à l'extrémité du quai avec accès contrôlé	8.7.8
	Dispositif de détection des intrusions entre voies à quai et voies entre stations	8.7.5
	Signalisation en bordure de la voie	8.7.2

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Personne entrant dans le refuge depuis l'extérieur du système	Dispositif de détection des intrusions en voie	8.7.6
	Barrières physiques le long de la voie	8.7.3
	Séparation physique de la voie	8.7.1.1
	Séparation de la voie par voie légale	8.7.1.2
Personne non autorisée entrant dans un refuge en voie depuis un train (évacuation spontanée) et entrant en contact avec un conducteur sous tension exposé (ex. le rail traction)	Dispositifs d'avertissement dans le train en vue de l'évacuation	8.5.17
	Coupure du courant traction	8.1.3.5
	Maintien des portes fermées entre deux stations	Hors domaine d'application
	Contrôle de fermeture des portes	8.5.1
Personne entrant dans le passage à niveau réservé pour le passage du train	Supervision du passage à niveau	8.7.12.2
	Barrières du passage à niveau	8.7.12.1
Personne déjà présente sur le passage à niveau réservé pour le passage du train	Supervision du passage à niveau	8.7.12.2
Personnel dans la zone de transfert et mouvement automatique inattendu du train	Règles relatives à l'exploitation du train en dépôt	8.3.6
	Mesures de prévention pour les zones de transfert et les dépôts	8.8

7.2 Superviser l'échange voyageurs

7.2.1 Contrôler les portes voyageurs

Etant donné que dans le mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant dans le train ou dans la station pour superviser l'échange voyageurs, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque de blessures causées aux voyageurs par la fermeture et l'ouverture des portes pour l'échange voyageurs. Le Tableau 4 liste les mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant chargé de superviser l'échange voyageurs. Il convient de souligner que les mesures de prévention identifiées sont quelquefois utilisées également pour les systèmes NTO et STO.

Tableau 4 – Prévention les blessures aux personnes associées à l'ouverture et la fermeture des portes pour l'échange des voyageurs

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un voyageur se trouve à côté d'une porte du train et la porte s'ouvre ou est libérée pour l'ouverture alors que le train est en mouvement entre deux stations	Maintien des portes fermées entre deux stations	Hors domaine d'application
Un train est à l'arrêt et un voyageur se trouve à côté d'une porte du train du côté opposé au quai ou en dehors de la zone du quai et la porte est ouverte ou libérée pour ouverture	Libération des portes pour l'échange voyageurs	8.5.2
Voyageur peut entrer dans l'espace entre la façade de quai et le train parce que les portes du train s'ouvrent ou sont libérées pour ouverture mais non les portes palières, ou vice versa	Libération des portes pour l'échange voyageurs	8.5.2
	Alignement des portes du train avec les portes palières	8.4.2.1 a)
	Alignement des portes du train avec les portes palières	8.4.2.2
	Mesures de conception afin de réduire la distance entre le train et la façade quai	8.6.8.1
La main (ou une autre partie du corps) du voyageur se trouve dans le logement de porte et est coincée lors de l'ouverture ou de la fermeture	Conception permettant de limiter au maximum les risques de se retrouver coincé par une porte qui s'ouvre (peut inclure des autocollants ou des mesures d'avertissement optique et/ou sonore)	Hors domaine d'application
Porte se fermant de manière inattendue au cours de l'échange voyageurs avec une puissance de fermeture élevée	Conception limitant la pression des vantaux (force de fermeture)	8.6.3.2
	Signal visuel et sonore avertissant de la fermeture des portes	8.6.3.1

7.2.2 Prévenir toute blessure aux personnes entre deux voitures ou entre le quai et le train

Etant donné que dans le mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant dans le train ni en station pour superviser l'échange voyageurs, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque de blessures causées aux voyageurs par une chute dans l'espace se trouvant entre la caisse du train et le bord du quai ou dans la zone d'accouplement entre les voitures. Le Tableau 5 liste des mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant chargé de superviser l'échange voyageurs. Il convient de souligner que les mesures de prévention identifiées sont quelquefois utilisées également pour les systèmes NTO et STO.

Tableau 5 – Prévenir toute blessure aux personnes entre deux voitures ou entre le quai et le train

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Chute d'un voyageur lors de l'échange voyageurs, ou voyageur se retrouvant coincé dans l'espace situé entre le train et le bord du quai et mis en danger par un conducteur sous tension exposé (ex. le rail) ou par le départ du train	Marquage de l'emplacement des portes du train sur le quai	8.6.4
	Système de sonorisation publique (sur le quai) – (ex. annonce « attention à la lacune »)	8.4.1.9
	Système de sonorisation publique (train)	8.5.8
	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Demande d'arrêt d'urgence des voyageurs à bord du train	8.5.10
	Dispositif d'appel d'urgence sur le quai	8.4.1.8
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Moyens sur le quai de signalisation de la lacune	8.6.6.2
	Surveillance par le personnel exploitant	8.6.5
	Dispositif à bord ou sur le quai permettant de couvrir la lacune	8.6.6.4
	Dispositif à bord ou sur le quai pour surveiller la lacune	8.6.6.5
	Réduction de la lacune horizontale entre le bord du quai et la caisse des voitures	8.6.6.1
	Moyens dans le train de signalisation de la lacune	8.6.6.3
	Mesures de prévention relatives aux risques d'électrocution pour un voyageur tombé dans la lacune	8.6.9
Lors de l'échange voyageurs, un voyageur (ex. une personne avec un handicap visuel) tombe dans une zone d'accouplement entre deux voitures et est mis en danger par un conducteur sous tension et exposé (ex. rail) ou par le départ du train	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Demande d'arrêt d'urgence à bord du train	8.5.10
	Dispositif d'appel d'urgence sur le quai	8.4.1.8
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Moyens sur le quai de signalisation de la lacune	8.6.6.2
	Surveillance par le personnel	8.6.5
	Dispositif à bord du train fermant la zone d'accouplement entre voitures	8.6.7.1
	Barrières partielles sur le quai en regard des zones d'accouplement entre les voitures du train à quai	8.6.7.2
	Dispositif de surveillance de la zone d'accouplement	8.6.7.3
Mesures de prévention relatives aux risques d'électrocution pour un voyageur tombé dans lacune	8.6.9	

7.2.3 Garantir les conditions de départ en sécurité du train

Etant donné que dans le mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant dans le train ni en station pour superviser l'échange voyageurs et assurer des conditions de départ du train en sécurité, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque de blessures causées aux voyageurs par un départ inattendu du train alors qu'une ou plusieurs portes sont ouvertes ou qu'une partie du corps d'un voyageur ou de ses bagages est coincé entre les portes du train ou, le cas échéant, de la façade de quai. Le Tableau 6 liste les mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant chargé de superviser l'échange voyageurs. Il convient de souligner que les mesures de prévention identifiées sont généralement utilisées également pour les systèmes NTO et STO.

Tableau 6 – Prévenir les blessures de voyageurs au départ du train

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Lors de l'échange voyageurs, voyageur se trouvant à proximité des portes ouvertes du train au moment où le train entre en mouvement de manière inattendue	Immobilisation du train lors de l'échange voyageurs	8.6.1
	Contrôle de fermeture des portes	8.5.1
	Réaction à un mouvement inattendu du train	8.5.16
Lors de l'échange voyageurs, présence d'un voyageur à proximité des portes ouvertes du train au moment où le train entre en mouvement de manière inattendue et continue de se déplacer avec les portes ouvertes, provoquant la chute du voyageur	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Demande d'arrêt d'urgence à bord	8.5.10
Voyageur sur le quai: un voyageur ou un de ses effets personnels (sa ceinture, la laisse de son chien, etc.) sont coincés entre les vantaux des portes fermées après l'échange voyageurs au moment où le train entre en mouvement	Contrôle de fermeture des portes	8.5.1
	Détection des obstacles lors de la fermeture des portes	8.6.3.3
	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Demande d'arrêt d'urgence à bord	8.5.10
	Détection d'objets coincés après la fermeture des portes	8.6.3.4
	Façade de quai pleine hauteur	8.4.2.1
	Façade de quai mi-hauteur	8.4.2.2
Libération manuelle des objets coincés	8.6.3.5	

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Voyageur coincé entre le train et la façade de quai au moment où le train entre en mouvement	Demande d'arrêt d'urgence à bord	8.5.10
	Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai	8.4.1.5
	Garantie que les portes palières du quai ne peuvent pas se fermer lorsqu'un voyageur se trouve entre le train et la façade de quai	8.4.2.1 8.4.2.2
	Détection des obstacles lors de la fermeture des portes	8.6.3.3
	Mesures de conception afin de réduire le plus possible la distance entre le train et la façade de quai	8.6.8.1
	Dispositif à bord ou sur le quai pour surveiller l'espace latéral entre le train et la façade de quai	8.6.8.2

7.3 Exploiter un train

7.3.1 Mettre en service ou retirer le train

Etant donné que dans le mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant dans le train ni en station pour préparer les trains devant être mis en service ou retirés de l'exploitation, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque pour les voyageurs qui peuvent avoir besoin d'aide et pourraient rester à l'intérieur du train devant être retiré de l'exploitation. Le Tableau 7 liste les mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant chargé de superviser le retrait d'un train de l'exploitation ou la mise en service d'un train.

Tableau 7 – Prévenir les blessures aux voyageurs liées à la mise en service ou au retrait d'un train

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un voyageur est à bord d'un train lors de son retrait (prévu ou non prévu) et le voyageur est captif d'un train non supervisé ou quitte le train dans des conditions dangereuses	Action du personnel exploitant (vérification visuelle par le personnel)	8.2.2
	Règles pour le retrait d'un train	8.3.7.2
	Surveillance vidéo à bord	8.5.7
	Annonce à bord d'un train pour son retrait de l'exploitation	8.5.9
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
Un voyageur endormi ou malade à bord d'un train retiré de l'exploitation et n'est pas conscient des mesures de prévention en place et se retrouve captif d'un train non supervisé	Règles pour le retrait d'un train	8.3.7.2
	Action du personnel exploitant (vérification visuelle par le personnel)	8.2.2
Un train avec une défaillance technique est mis en service	Supervision du statut des équipements embarqués et tests train	8.5.13

7.3.2 Superviser les états du train

Etant donné que dans le mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant ni à bord du train ni en station pour superviser le train et détecter les défaillances, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque de blessures causées aux voyageurs par des

défaillances du train non identifiées entraînant, directement ou indirectement, un accident. Le Tableau 8 liste les mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant en cas de défaillance d'un train. Il convient de souligner que les mesures de prévention identifiées sont quelquefois utilisées également pour les systèmes NTO et STO.

Tableau 8 – Prévenir les blessures causées aux personnes par les défaillances du train

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un voyageur est dans un train immobilisé entre deux stations et le train ne peut pas se déplacer en mode automatique	Mode de conduite en manuel	8.5.14
Une personne est à bord d'un train en mouvement, le train est découplé sans autorisation et la personne reste dans une partie non supervisée du train	Contrôler l'intégrité du train	Hors domaine d'application
Perte de la composition du train (en dehors de l'accouplement d'unités), personne exposée aux extrémités ouvertes ou à des parties non contrôlées du train	Garantir l'intégrité de la composition du train	Hors domaine d'application
	Contrôler l'intégrité du train	Hors domaine d'application
Réaction inappropriée ou incorrecte aux défaillances pouvant altérer la sécurité de l'exploitation du système	Composition du train entraînant un état sécurisé	Hors domaine d'application
	Supervision du statut des équipements embarqués et tests train	8.5.13
Départ du train en mode de conduite erroné (ex. en mode entièrement automatisé au lieu du mode contrôlé par le personnel)	Garantir en sécurité des modes de conduite	Hors domaine d'application
	Verrouillage du commutateur de mode de conduite	8.5.14.1
	Enclenchement entre les modes de conduite automatique et manuelle	8.5.14.2
Départ du train dans la mauvaise direction de conduite alors qu'une personne ou un obstacle se trouve devant le train	Garantir en sécurité la direction de conduite	Hors domaine d'application
Survitesse lors de l'accouplement du train	Contrôle de la vitesse en sécurité lors de l'accouplement automatique	8.5.15

7.4 Garantir la détection et la gestion des situations d'urgence

Etant donné qu'en mode UTO il n'y a pas de personnel exploitant ni à bord du train ni en station pour reconnaître les situations d'urgence se présentant à bord des trains ou en stations, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de réduire le risque de blessures causées aux voyageurs par des situations d'urgence non identifiées. Le Tableau 9 liste les mesures de prévention contre les situations dangereuses identifiées qui peuvent compenser l'absence de personnel exploitant lors des situations d'urgence. Il convient de souligner que les mesures de prévention identifiées sont quelquefois utilisées également pour les systèmes NTO et STO.

Tableau 9 – Prévenir les blessures aux personnes liées aux situations d’urgence

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Une personne se trouve à bord d’un train et un incendie se déclare à bord (causé par la défaillance d’un composant, une imprudence ou un acte de vandalisme)	Mesures de prévention contre les incendies (mesures permettant de lutter contre la propagation des flammes)	8.1.2
	Extincteurs	8.1.2
	Règles relatives au comportement des voyageurs	8.1.4
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives aux incendies	8.3.2
Une personne se trouve à bord d’un train et un incendie progresse à bord, et les fumées et les gaz toxiques se propagent à l’intérieur du train	Extincteurs	8.1.2
	Mesures de prévention contre les incendies (mesures permettant de réduire la propagation du feu, de la fumée et des gaz toxiques)	8.1.2
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives aux incendies	8.3.2
	Dispositif d’appel d’urgence à bord	8.5.11
	Détection d’un feu ou de la fumée (train)	8.5.12
Incendie dans un train immobilisé sur la voie entre deux stations	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives aux incendies	8.3.2
	Libération de la porte permettant l’ouverture d’urgence	8.5.3
	Dispositif d’appel d’urgence à bord	8.5.11
	Détection d’un feu ou de la fumée (train)	8.5.12
Incendie à l’intérieur d’un train et le voyageur n’est pas informé de la ligne de conduite à adopter	Règles relatives au comportement des voyageurs (train)	8.1.4
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Système de sonorisation publique (train)	8.5.8
Train à l’approche d’une station alors qu’un incendie est déclaré	Mesures de prévention contre les incendies (station)	8.1.2
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Détection d’un feu ou de la fumée (station)	8.4.1.10
Train se trouvant dans une section où un incendie est déclaré entre deux stations	Mesures de prévention contre les incendies (voie entre stations)	8.1.2
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Détection d’un feu ou de la fumée (voie entre stations)	8.7.10

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Une personne se trouve dans la station alors qu'un incendie démarre dans la station ou sur la voie	Mesures de prévention contre les incendies (mesure permettant de lutter contre la propagation des flammes dans la station et sur la voie entre deux stations)	8.1.2
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives aux incendies	8.3.2
	Dispositif d'appel d'urgence sur le quai	8.4.1.8
	Détection d'un feu ou de la fumée (station)	8.4.1.10
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Détection d'un feu ou de la fumée (train)	8.5.12
	Détection d'un feu ou de la fumée (voie entre stations)	8.7.10
	Système de ventilation permettant d'orienter la direction de la fumée	Hors domaine d'application
	Sorties de secours de la station	Hors domaine d'application
Une personne est à bord du train et le train déraile	Règles de conception (guidage du train en sécurité sur la voie)	8.1.3.1
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
Le déraillement n'est pas détecté et le train n'est pas stoppé occasionnant des blessures aux personnes dues, à la suite du déraillement, à une collision avec un autre train ou avec un élément de l'infrastructure, etc.	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives aux secours des voyageurs	8.3.1
	Dispositif de détection des déraillements	8.5.6
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
Une personne dans le train est gravement malade, blessée ou menacée par un comportement agressif et a besoin d'aide	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
Un individu non habilité prend le contrôle du train en mode manuel, menant à des conditions instables ou dangereuses	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives au vandalisme prévisible	8.3.3
	Surveillance vidéo à bord	8.5.7
	Verrouillage du commutateur de mode de conduite	8.5.14.1
Un tremblement de terre a lieu, et induit un risque de déraillement du train ou de collision avec des infrastructures	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Dispositif de détection des tremblements de terre	Hors domaine d'application
Inondation de la voie et risque d'inondation des trains et des stations	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Mesures de prévention contre les inondations	8.7.11

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un vent violent entraîne un risque de déraillement du train ou de collision avec des infrastructures	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Observation des vents	Hors domaine d'application
Importantes chutes de neige risquant de bloquer un train à cause de la neige recouvrant les rails	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Observation des conditions climatiques par le personnel	Hors domaine d'application
Rails glissants en raison du gel ou de la pluie (notamment de la bruine) allongeant la distance d'arrêt avec un risque de collision avec un autre train	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Assurer une séparation sécurisée du train au moyen de rails chauffés ou d'un profil de protection de train spécifique pour les mauvaises conditions climatiques	Hors domaine d'application
Un voyageur se trouve dans un train immobilisé et le train peut accueillir des secours	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Règles relatives au secours d'un train en panne	8.3.8
Un voyageur se trouve dans un train immobilisé et a besoin d'être évacué	Coupure du courant traction	8.1.3.5
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Systèmes de communication	8.2.3
	Règles relatives au secours des voyageurs	8.3.1
	Arrêt de la circulation des trains en amont de la zone d'évacuation	8.5.3
	Libération d'urgence des portes	8.5.3
	Sorties de secours (du train)	8.5.4
	Système de sonorisation publique (train)	8.5.8
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Dispositifs d'avertissement dans le train en vue de l'évacuation	8.5.17
	Mettre à disposition des moyens appropriés pour descendre sur la voie (ex. des marchepieds, des échelles, des sangles)	Hors domaine d'application
	Passage pour l'évacuation d'urgence	Hors domaine d'application
	Eclairage des voies	Hors domaine d'application

Situation dangereuse	Mesures de prévention possibles	Référence
Un voyageur se trouve dans un train immobilisé et sort lui-même du train	Coupure du courant traction	8.1.3.5
	Règles de comportement des voyageurs (train)	8.1.4
	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Systèmes de communication	8.2.3
	Règles relatives au secours des voyageurs	8.3.1
	Contrôle de fermeture des portes	8.5.1
	Libération de la porte permettant l'ouverture d'urgence	8.5.3
	Arrêt de la circulation des trains en amont de la zone d'évacuation	8.5.3
	Sorties de secours (du train)	8.5.4
	Système de sonorisation publique (train)	8.5.8
	Dispositif d'appel d'urgence à bord	8.5.11
	Dispositifs d'avertissement dans le train en vue de l'évacuation	8.5.17
	Mettre à disposition des moyens appropriés pour descendre sur la voie (ex. des marchepieds, des échelles, des sangles)	Hors domaine d'application
Passage pour l'évacuation d'urgence	Hors domaine d'application	
Eclairage des voies	Hors domaine d'application	
Une personne se trouvant entre deux stations ne peut pas s'échapper de la voie après l'évacuation du train	Surveillance par le personnel du PCC	8.2.1
	Portes à l'extrémité du quai	8.4.1.1
	Façade de quai pleine hauteur	8.4.2.1 point m)
	Issue de secours lorsque la voie séparée physiquement	8.7.9

8 Exigences de sécurité

Le présent article spécifie les exigences de sécurité génériques applicables aux mesures de prévention identifiées telles que listées à l'Article 7 et dérivées des résultats de l'analyse de risque. La description des mesures de prévention identifiées tient compte des applications AUGT existantes et de leurs cadres réglementaires correspondants (voir bibliographie).

Le présent article est structuré suivant les différentes parties du système AUGT où il est prévu que les mesures de prévention soient mises en place. Il convient de souligner que chaque mesure de prévention peut couvrir plusieurs situations dangereuses.

Il faut noter que des aspects d'ordre juridique, social, environnemental ou topographique de l'application particulière peuvent générer des exigences de sécurité supplémentaires.

Les mesures de prévention ou les combinaisons de mesures de prévention choisies pour concevoir et implémenter un système AUGT particulier dépendent de la tolérabilité du risque. Ainsi, pour garantir que tous les risques provenant d'une application particulière ont été pris

en compte, une analyse de risque menée pour cette application doit prendre en considération toutes les situations dangereuses pouvant être générées par les combinaisons possibles des niveaux d'automatisation DTO et UTO avec les conditions propres au site et les modes de défaillance du système particulier. Le jugement qui doit déterminer parmi toutes les exigences décrites pour une mesure de prévention donnée quelles sont les exigences appropriées au système AUGT particulier dépend également de l'analyse de risque spécifique. L'analyse de risque peut même aboutir à la conclusion qu'un danger spécifique est tolérable sans qu'aucune mesure de prévention ne soit nécessaire. Le postulat de base est qu'un système AUGT offre au moins le même niveau de sécurité que celui d'un système conventionnel équivalent. Cependant, accepter le niveau de tolérabilité des risques ou déterminer les critères de tolérabilité des risques est de la responsabilité de l'autorité de tutelle compétente pour l'application AUGT particulière.

Les voyageurs peuvent généralement être considérés aptes à contribuer positivement à tous les facteurs de disponibilité et de sécurité du système de transport public. Il peut être normalement supposé que les voyageurs respectent les signes et les moyens d'avertissement. Il peut être également supposé que le comportement des voyageurs sera conforme aux règles d'utilisation du système et aux modèles de comportements habituels. Cependant, compte tenu des spécificités culturelles de l'endroit, il est souhaitable que l'analyse de risque spécifique tienne compte du comportement réel des voyageurs, y compris les comportements malveillants ou négligents.

Les mesures de prévention listées dans la présente norme couvrent les risques causés par les comportements négligents des voyageurs qui sont prévisibles. Les mesures de prévention ne peuvent pas couvrir les situations dangereuses résultant d'un usage abusif volontaire du système de transport. Lors de l'analyse de risque spécifique, compte tenu du critère de la disponibilité de l'exploitation et des cultures de sécurité différentes qui apparaissent dans les différents cadres juridiques, le comportement attendu des personnes constitue un paramètre important pour choisir les mesures de prévention. Une utilisation normale des mesures de prévention listées par la présente norme, un comportement positif et la volonté de ne pas se mettre en danger soi-même sont des comportements attendus des voyageurs.

8.1 Exigences générales

Les exigences associées aux fonctions principales « garantir la sécurité du mouvement des trains » et « conduire les trains » du Tableau 1 doivent être satisfaites avec des mesures de prévention appropriées. Ces exigences sont en dehors du domaine d'application de la présente norme. En conséquence, les exigences de sécurité décrites dans la présente norme s'ajoutent aux exigences de sécurité pour des systèmes conventionnels et aux exigences inhérentes aux fonctions principales « garantir la sécurité du mouvement des trains » et « conduire les trains ».

8.1.1 Protection de la voie par des règlements portant sur les travaux dans le domaine public

Comme c'est le cas pour tous les systèmes de transport guidés urbains, des conventions de réglementation doivent être recherchées. Ces conventions doivent protéger la voie lorsque des travaux publics sont effectués à proximité.

De plus, l'autorité en charge du transport doit s'assurer qu'il y a des procédures et des activités d'inspection pour contrôler l'application de ces conventions et qu'elles sont régulièrement appliquées.

8.1.2 Mesure de prévention contre les incendies

Pour les sections de la voie où les personnes peuvent être mises en danger par un incendie, ou par des fumées ou des gaz toxiques générés par un incendie (ex. dans un tunnel), des mesures doivent être mises en oeuvre telles que l'installation d'équipements d'extraction de la fumée (système de ventilation), d'équipements d'alerte incendie, d'un système de gestion des équipements incendie, d'un plan d'évacuation et de la signalétique associée (installation de

passages et d'issues de secours et indication de leur emplacement), d'équipements pour éteindre les incendies, et la mise en place d'un système complet de contrôle et de prévention des incendies et des fumées.

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains et les infrastructures doivent être conçus conformément aux règles de protection contre les risques d'incendie pour les véhicules et les infrastructures ferroviaires, par exemple prévenir la combustion, la propagation du feu et des fumées, et la production de gaz toxiques, et installer des extincteurs ou d'autres systèmes ou dispositifs adaptés à de lutte contre le feu (voir également le 8.3.2).

8.1.3 Systèmes et équipements

Généralement, le temps de réaction du système ne doit pas dépasser le temps de réaction équivalent des systèmes NTO et STO. De plus, tout message et réaction d'une mesure de prévention automatique induits par la fonction de sécurité décrite au 8.1.3.5 doivent rester actifs jusqu'à ce que la cause de la situation dangereuse ait disparu.

8.1.3.1 Règles de conception

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les règles et les critères relatifs à la conception, à la fabrication et à l'installation permettant de garantir la sécurité des trains et des infrastructures et le guidage en sécurité des trains sur les voies, quel que soit leur niveau d'automatisation, doivent être établies conformément aux normes et aux directives applicables.

Comme également requis pour les systèmes NTO et STO et en conformité avec les normes et les directives applicables, des mesures doivent être établies et mises en oeuvre pour protéger les voyageurs contre les tensions électriques dangereuses entre les trains et le quai ou tout équipement du quai.

8.1.3.2 Disponibilité

Comme les systèmes UTO fonctionnent sans personnel à bord du train, le rétablissement de l'exploitation après défaillance prend plus de temps, ce qui potentiellement peut aggraver les conséquences d'un accident C'est pourquoi la disponibilité de ce type de systèmes doit toujours être considérée comme pouvant avoir un impact sur la sécurité.

8.1.3.3 Alimentation auxiliaire

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, il se peut qu'il soit nécessaire d'installer, en plus de la source normale d'alimentation, une alimentation de secours fournie par une source indépendante pour les équipements à bord des trains, en voie et au PCC qui sont essentiels au maintien de la sécurité. Dans l'éventualité d'une défaillance de l'alimentation principale, l'alimentation de secours doit pouvoir continuer à alimenter ces équipements pendant une période suffisante pour que le train atteigne un lieu où les voyageurs puissent être évacués si nécessaire. L'alimentation de secours doit disposer d'une commutation automatique. Les équipements qui en cas de défaillance de l'alimentation pourraient empêcher un train d'entrer en station doivent également être raccordés à l'alimentation de secours.

8.1.3.4 Réinitialisation d'un état de sécurité

Après confirmation par le personnel exploitant ou par le système lui-même que la situation dangereuse n'existe plus, le message ou la réaction peuvent être réinitialisés localement ou à distance par du personnel habilité. Toutefois, ils ne peuvent être réinitialisés automatiquement que si l'analyse de risque spécifique a démontré que la réinitialisation automatique ne comporte aucun risque.

8.1.3.5 Coupure du courant traction

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, des dispositions doivent être considérées pour couper le courant traction dans les zones où existe un risque d'électrocution.

La coupure peut être effectuée automatiquement ou par intervention du personnel sur place ou au PCC selon les situations. Pour les cas particuliers, voir 8.4.1.6 et 8.5.3.

8.1.3.6 Maintenance

Le processus de maintenance pour les systèmes AUGT est essentiel pour satisfaire les exigences FDMS aux niveaux spécifiés pour l'application particulière (voir 6.11.1 de la CEI 62278).

8.1.4 Règles relatives au comportement des voyageurs

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, l'autorité en charge du transport doit établir et publier des règles sur le comportement attendu des voyageurs pour leur sécurité lors de l'utilisation du système. Ces règles peuvent inclure les dispositions suivantes:

- il est interdit de se trouver dans la zone d'échange voyageurs quand il n'y a pas de train à quai;
- il est interdit de franchir la zone de bord du quai au moment où la fermeture des portes est annoncée;
- le système d'appel d'urgence est strictement réservé aux appels d'urgence. Quelles que soient les circonstances, il ne doit pas être utilisé pour demander des informations;
- Il est interdit aux voyageurs de quitter un train arrêté en dehors des quais à moins d'y avoir été invité par le personnel exploitant;
- fumer et transporter des matériaux inflammables est interdit à l'intérieur du système (pour réduire le risque d'incendie).

Les règles de ce type doivent être communiquées aux voyageurs par les moyens visuels ou sonores appropriés dans les stations et dans les trains.

8.2 Surveillance du système AUGT

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

8.2.1 Surveillance par le personnel du PCC

En exploitation normale, le personnel du PCC doit surveiller continuellement le système afin de détecter les conditions d'exploitation anormales et répondre aux situations dangereuses aussi rapidement que possible. En particulier, la localisation et le statut opérationnel des trains doivent être envoyés au PCC pour permettre au personnel du PCC de rapidement mettre en oeuvre les actions appropriées. En particulier, le personnel du PCC doit pouvoir empêcher les trains de pénétrer dans la zone affectée.

Si la vidéosurveillance est disponible, (voir 8.4.1.7 et 8.5.7), des systèmes d'enregistrement vidéo peuvent être utilisés pour améliorer l'analyse des incidents.

8.2.1.1 Généralités

Les défaillances, les perturbations et les alarmes générées par les équipements automatiques qui peuvent influencer la sécurité de l'exploitation (blessures aux personnes ou dégâts matériels), doivent être signalés par une alarme au PCC.

Etant donné que le PCC reçoit et doit gérer un grand nombre d'alarmes et de messages, ces alarmes et messages doivent être classés en fonction de leur criticité. Une attention particulière doit être accordée à la quantité d'information à afficher en situation d'urgence de façon à prendre le facteur humain en considération.

Des dispositions doivent être mises en oeuvre pour assurer la communication entre les voyageurs se trouvant dans les trains et sur les quais et le personnel exploitant au PCC.

Les commandes et les équipements du PCC doivent permettre au personnel exploitant de suspendre l'exploitation et de restaurer les conditions normales l'exploitation.

Les mesures décrites précédemment doivent permettre de porter secours aux personnes dans des trains immobilisés ou en cas d'urgence, conformément aux règles relatives au secours aux voyageurs (voir 8.3.1 et 8.3.2).

Les images vidéo affichées au PCC doivent être présentées de manière à permettre au personnel du PCC d'identifier clairement le lieu montré par l'image (voir également 8.4.1.7).

8.2.1.2 Fonctions et responsabilités

Les fonctions qui peuvent être surveillées par le PCC sont indiquées à l'Annexe A (informative).

Les fonctions de surveillance du système et les exigences s'appliquant au PCC correspondent au choix des mesures de prévention identifiées par l'analyse de risque menée pour l'application AUGT particulière.

Si, conformément à des procédures spécifiées, la présence du personnel du PCC s'avère nécessaire pour réinitialiser un appareil de sécurité, des dispositions doivent être mise en oeuvre pour assurer que le personnel du PCC puisse estimer que la situation d'urgence n'existe plus.

8.2.1.3 Réaction en cas d'indisponibilité du PCC

Quand l'une quelconque des fonctions décrites en 8.2.1.1, à l'exception de l'exigence relative à la présentation des affichages vidéo, n'est pas disponible, y compris au moyen d'installations de secours, le système doit éviter de laisser des trains immobilisés entre les stations. Les conditions pour la poursuite des opérations doivent être définies par l'analyse de risque spécifique.

8.2.2 Action du personnel exploitant

Du personnel exploitant peut contribuer aux conditions normales d'exploitation par la surveillance d'opérations spécifiques de l'exploitation (ex. surveillance permanente des quais) ou par des contrôles visuels à la demande (ex. contrôle visuel de l'absence de voyageurs dans les trains avant les retraits d'exploitation, contrôle visuel des installations servant à l'exploitation). Ces activités effectuées par le personnel peuvent servir d'alternative aux mesures de prévention techniques, en accord avec l'analyse de risque spécifique.

Dans les systèmes UTO, du personnel exploitant itinérant supplémentaire peut contribuer aux conditions normales d'exploitation en cas de défaillances techniques, de perturbations de l'exploitation ou de situations d'urgence.

Les membres du personnel itinérant doivent au moins être capables

- de s'assurer par contrôle visuel des conditions techniques et d'exploitation qu'il n'existe plus de conditions dangereuses avant la réinitialisation de dispositifs de détection,

- de réaliser des tâches temporaires de sécurité (ex. la surveillance temporaire des quais) dans les cas où des défaillances techniques ont entraîné la désactivation de mesures de prévention,
- de procéder à l'évacuation des voyageurs des trains immobilisés en conduisant le train en mode manuel jusqu'à la station suivante ou en guidant les voyageurs à pied jusqu'à la station suivante,
- d'assister les opérations de secours des voyageurs dans les situations d'urgence.

Les actions du personnel exploitant doivent être définies au moyen de règles d'exploitation tel que décrit au 8.3.

8.2.3 Systèmes de communication

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, des dispositions doivent être mises en oeuvre pour la communication entre

- les voyageurs se trouvant dans les stations et dans les trains et le personnel du PCC en cas d'urgence (dispositif d'appel d'urgence sur le quai – 8.4.1.8; dispositif d'appel d'urgence à bord – 8.5.11),
- le personnel du PCC et les voyageurs se trouvant dans les stations et dans les trains pour les annonces en situation d'exploitation perturbée ou pour les instructions en situations d'urgence (système de sonorisation publique sur les quais – 8.4.1.9; système de sonorisation publique dans les trains – 8.5.8),
- le personnel du PCC et le personnel exploitant et de maintenance, itinérant ou dans les installations locales.

Comme l'exploitation des systèmes DTO et UTO est centralisé et que la supervision s'effectue à distance, ces moyens de communication sont essentiels pour assurer la sécurité, la disponibilité et la fiabilité de l'exploitation en permettant une réponse rapide, coordonnée et efficace du personnel concerné.

Tous les équipements de communication audio et d'information visuelle doivent fonctionner indépendamment de l'alimentation traction. Tous les équipements de communication audio et vidéo doivent être alimentés par des systèmes d'alimentation électrique non interruptible pendant une période déterminée par l'analyse de risque menée pour l'application AUGT particulière.

En cas d'urgence, les communications soumises aux règles d'exploitation avec le personnel des services d'urgence externes doivent être assurées.

8.3 Règles d'exploitation

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

Ainsi qu'il est exigé pour tous les niveaux d'automatisation, les tâches et les procédures du personnel exploitant doivent être décrites dans cet article. Le personnel exploitant doit être régulièrement entraîné à mettre ces règles en oeuvre.

Les règles d'exploitation suivantes sont particulièrement pertinentes dans le contexte d'une exploitation en mode UTO et DTO.

8.3.1 Règles relatives au secours des voyageurs

Il est fondamental de secourir les voyageurs dans des trains immobilisés ou en cas d'urgence. Un plan de secours est donc nécessaire qui définit notamment

- a) les mesures pour localiser l'urgence,
- b) les mesures nécessaires, compte tenu des conditions d'exploitation prévalant à l'endroit et au moment concerné,
- c) l'entité à l'intérieur de la société de transport qui a la responsabilité de déclencher et de coordonner les opérations.

Le plan de secours doit être déclenché aussitôt qu'une situation d'urgence a été identifiée. Le secours aux voyageurs doit commencer sans délai injustifié, compte tenu de l'urgence et des circonstances et conformément aux règlements locaux.

8.3.2 Règles relatives aux incendies

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, un plan d'ensemble pour les situations d'incendie doit être établi décrivant les stratégies et les règles à suivre en cas d'incendie. Les règles doivent notamment indiquer

- l'organisation et les responsabilités du personnel exploitant,
- comment le personnel exploitant (6.1.2) et les services d'urgence externes (6.1.3) doivent communiquer et coopérer,
- comment les voyageurs doivent être secourus (8.3.1) en cas d'incendie et/ou de fumées,
- l'utilisation des dispositifs pour contenir et/ou éteindre les incendies, arrêter la propagation des fumées et gaz toxiques ainsi que l'utilisation des équipements de secours,
- les mesures et les procédures requises en fonction des conditions d'exploitation spécifiques, de l'environnement local et des exigences de l'autorité de tutelle,
- un programme d'exercices périodiques.

8.3.3 Règles relatives au vandalisme prévisible

Une stratégie pour traiter les situations qui peuvent résulter des actes prévisibles de vandalisme doit être établie sur la base du contexte social et politique.

8.3.4 Règles relatives au contrôle du gabarit de la voie

Des règles d'exploitation doivent être établies de manière à assurer, par des contrôles périodiques, qu'aucune personne ni aucun obstacle ne se trouve dans le gabarit de la voie.

Le gabarit de la voie doit être contrôlé

- selon une périodicité devant être définie par l'autorité en charge du transport en collaboration avec l'autorité de tutelle (ex. une fois par jour) et/ou après des interruptions de l'exploitation (ex. la nuit),
- après des événements pouvant remettre en cause l'intégrité du gabarit de la voie (ex. les conditions climatiques ou des travaux sur la voie ou dans les zones adjacentes).

Le contrôle peut être effectué par une inspection conduite par le personnel exploitant depuis la cabine à l'avant d'un train se déplaçant à vitesse suffisamment réduite. Les conditions doivent garantir que le personnel est en mesure de détecter les obstacles dans le gabarit de la voie.

Le personnel doit être en mesure d'arrêter le train quand nécessaire.

Des voyageurs peuvent se trouver à bord lors de la mission d'inspection.

Les règles à établir doivent indiquer:

- la périodicité, la vitesse autorisée, les évènements qui doivent déclencher une inspection, le personnel responsable de la décision d'effectuer une inspection;
- les tâches du personnel exploitant lors de l'inspection et la zone à inspecter, qui doit inclure les zones en limite du gabarit de la voie afin d'être en mesure d'identifier les situations susceptibles d'avoir à terme des conséquences sur le gabarit de la voie;
- la procédure à suivre par le personnel après détection d'un obstacle.

8.3.5 Règles relatives au démarrage et à l'arrêt de l'exploitation

8.3.5.1 Exploitation normale

Les règles d'exploitation doivent être établies décrivant:

- les vérifications devant être réalisées par le personnel du PCC pour garantir l'absence de problèmes non résolus affectant la sécurité avant d'autoriser le démarrage de l'exploitation dans des conditions normales,
- les annonces et vérifications qui sont nécessaires préalablement au retrait d'un train de l'exploitation pour garantir qu'aucun voyageur ne reste à bord d'un train non supervisé et soit ainsi exposé à des situations dangereuses (ex. le voyageur sort du train et risque l'électrocution, ou est exposé à des basses températures).

8.3.5.2 Reprise de l'exploitation après remise en état à la suite d'une défaillance du système

Des règles d'exploitation doivent être établies décrivant

- le redémarrage, si nécessaire, d'une partie ou de l'ensemble du système technique,
- les vérifications devant être réalisées par le personnel du PCC pour garantir l'absence de problèmes non résolus affectant la sécurité avant d'autoriser la reprise de l'exploitation dans des conditions normales.

Les vérifications doivent inclure la localisation et le statut de tous les trains.

8.3.6 Règles relatives à l'exploitation du train en dépôt

Quand une partie du dépôt est automatisée, un plan d'exploitation du dépôt doit être établi qui décrit l'exploitation du dépôt et le contrôle de l'accès en vue de garantir la sécurité du personnel et des biens à l'intérieur du dépôt.

Les règles pour l'exploitation des trains à l'intérieur du dépôt doivent inclure des dispositions concernant la séparation dans les zones de transfert entre le personnel et les trains en mouvement, l'identification des zones où le personnel et les trains peuvent être présents et la manière dont les accès seront contrôlés.

Tous les mouvements de trains entre les zones de conduite automatique et les zones de conduite manuelle dans un dépôt sont toujours sous la responsabilité du personnel.

8.3.7 Règles relatives à la mise en service ou au retrait des trains

8.3.7.1 Règles pour la mise en service d'un train suite à la reprise de l'exploitation après une défaillance du système

Les règles d'exploitation doivent être établies décrivant:

- le redémarrage, si nécessaire, des équipements embarqués du train,
- l'initialisation, si nécessaire, de la localisation du train avant sa remise en service.

L'utilisation du dispositif de redémarrage doit être limitée aux situations dans lesquelles elle est explicitement requise. En particulier, le dispositif de redémarrage ne doit pas être utilisé

par le personnel pour remédier à l'absence de fonctions pas encore opérationnelles ou pas encore implémentées.

8.3.7.2 Règles pour le retrait d'un train

Des règles d'exploitation doivent décrire les annonces et les vérifications nécessaires avant le retrait d'un train pour garantir qu'aucun voyageur ne se trouve dans une situation dangereuse à l'intérieur du système.

8.3.7.3 Règles pour les transitions entre modes d'exploitation d'un train

En cas de retrait d'un train de l'exploitation, le processus de transition entre modes d'exploitation du train ne doit pas dépendre de règles d'exploitation mais doit être géré automatiquement par le système.

Des règles d'exploitation doivent être établies décrivant les conditions et la procédure dans lesquelles le passage du mode automatique au mode manuel est autorisé.

8.3.8 Règles relatives au secours d'un train en panne

Dans le cas d'un train immobilisé en voie par une défaillance, le déplacement du train peut être effectué par un train de secours conduit en mode manuel ou en mode automatique. Des règles d'exploitation doivent être établies qui décrivent les mesures appropriées pour effectuer en sécurité le secours du train immobilisé.

8.4 Mesures de prévention sur les quais

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

Une des fonctions principales des quais est d'empêcher qu'une personne ne soit heurtée par un train. Dans un système non DTO/UTO, les fonctions principales doivent être effectuées par le conducteur du train dans les limites de sa capacité à réagir.

En conséquence, pour les systèmes DTO/UTO, les stations doivent être équipées des moyens spécifiques permettant d'assurer que les trains en mouvement ne mettent pas en danger les personnes. Suivant le niveau de sécurité requis, cet objectif est considéré comme atteint quand:

- a) soit le quai est fermé par une façade de quai et des portes palières intégrées, tel que décrit au 8.4.2,
- b) soit le quai est ouvert (sans façade de quai) mais est équipé d'un système de détection qui réagit automatiquement à la présence d'une personne se trouvant dans une situation dangereuse, tel que décrit au 8.4.3,
- c) soit le quai est ouvert (sans façade de quai) et sans système de détection, mais est équipé d'une partie ou de l'ensemble des mesures de prévention communes (voir 8.4.1 pour les mesures de prévention communes aux quais fermés et ouverts).

Indépendamment de la décision générale de retenir l'une ou l'autre de ces approches, les mesures de prévention communes, notamment le système de communication installé sur les quais des stations tel que décrit au 8.4.1.8, doivent être considérées dans tous les cas. Les mesures de prévention spécifiques aux quais fermés ou aux quais ouverts équipés de systèmes de détection doivent être considérées comme s'ajoutant aux mesures de prévention communes.

Les mesures pour assurer la sécurité des personnes entrant sur la voie entre deux stations depuis l'extrémité du quai sont décrites en 8.4.1.1. Les mesures pour assurer la sécurité des

personnes entrant sur la voie entre deux stations depuis la voie à quai sont indiquées en 8.7.5.

8.4.1 Mesures de prévention communes aux quais fermés et ouverts

8.4.1.1 Portes d'extrémité de quai

Les portes d'extrémité de quai doivent permettre:

- l'accès du personnel exploitant et de maintenance aux voies entre stations, aux voies secondaires et aux voies à quai,
- l'accès au quai depuis la voie pour les voyageurs après évacuation d'un train, en situation d'urgence ou dans le cas d'un train immobilisé en voie.

Toute ouverture non autorisée d'une porte d'extrémité de quai doit être détectée et signalée au PCC. En fonction de l'analyse de risque, les trains se trouvant dans une voie à quai adjacente doivent être empêchés de démarrer et/ou les trains en approche de la zone doivent être stoppés.

Afin d'empêcher les utilisations abusives par les voyageurs, les portes d'extrémité de quai doivent être verrouillées. Les voyageurs doivent pouvoir ouvrir les portes depuis une voie à quai pour sortir de la voie en cas d'évacuation d'un train.

L'accès du personnel depuis le quai par une porte d'extrémité de quai doit être autorisé par le PCC. La demande d'accès doit être émise par le personnel par l'intermédiaire du système de communication ou d'un système spécifique directement associé à la porte. Avant d'autoriser l'accès, le personnel du PCC doit prendre toutes les mesures appropriées conformément aux règles d'exploitation (ex. prévention de l'exploitation automatique dans la zone) et maintenir ces mesures jusqu'à ce qu'il ait été informé que le personnel concerné a atteint un lieu sûr.

Si d'autres accès à la voie sont aménagés, la même fonctionnalité doit être disponible et la même procédure doit être appliquée.

8.4.1.2 Avertissements relatifs au bord du quai

Selon les circonstances, au moins une des mesures suivantes peut être mise en œuvre:

- a) une signalisation telle qu'une bande tactile et/ou de couleur contrastée le long du quai ou tout autre moyen approprié doit être utilisé pour indiquer la zone du quai dans laquelle les personnes ne doivent se trouver lorsque les trains sont en mouvement;
- b) un avertissement actif doit se déclencher par un système détectant une personne qui s'introduit dans le gabarit de la voie depuis le quai;
- c) un train à l'approche doit être signalé par des moyens sonores et/ou visuels.

Des avertissements adaptés aux besoins des personnes déficientes visuelles ou auditives doivent également être mis en œuvre conformément aux règlements locaux.

8.4.1.3 Barrières de quai

Pour empêcher les personnes de tomber du quai sur la voie, des barrières physiques doivent être installées au bord du quai en dehors des emplacements en face desquels les portes du train se trouvent lorsqu'un train est à l'arrêt à quai. Ces barrières physiques peuvent prendre la forme de palissades, d'une façade de quai ou mur de pleine ou mi-hauteur (comme dans les quais fermés, voir 8.4.2.1 et 8.4.2.2).

8.4.1.4 Refuge entre les rails ou sous le quai

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, un renforcement (ou fosse) doit être aménagé avec un espace suffisant pour qu'une personne tombée sur la voie

puisse s'y réfugier et éviter d'être heurtée par un train qui entre en station ou déjà à quai. Le renforcement (ou fosse) peut être aménagé entre les rails et/ou sous le quai.

8.4.1.5 Bouton d'arrêt d'urgence sur le quai

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, des boutons d'arrêt d'urgence doivent être installés sur le quai. Un voyageur doit pouvoir les activer s'il identifie une situation dangereuse sur le quai, en voie à quai, au cours de l'échange voyageurs ou si les conditions pour un départ en sécurité du train à quai ne sont pas présentes.

Lorsqu'il est activé, le bouton d'arrêt d'urgence doit

- empêcher les trains se trouvant en dehors de la zone dangereuse prédéfinie d'y pénétrer,
- arrêter les trains se trouvant déjà à l'intérieur de la zone dangereuse prédéfinie,
- empêcher les trains se trouvant à l'intérieur de la zone dangereuse prédéfinie de démarrer.

Les boutons d'arrêt d'urgence doivent être clairement visibles et leur fonction clairement indiquée. L'indication et l'emplacement des boutons d'arrêt d'urgence doivent être uniformes dans tout le système.

8.4.1.6 Coupure du courant traction pour la voie à quai

Un dispositif de coupure du courant traction doit être installé pour les zones de la voie où il y a un risque qu'une personne touche par inadvertance un élément en voie alimenté par le courant traction. Le dispositif doit couper le courant traction lorsqu'il est activé:

- automatiquement par le système quand une intrusion en voie est détectée (8.4.3),
- manuellement par les voyageurs ou le personnel activant une poignée installée sur le quai,
- depuis le PCC.

Si la nécessité d'un dispositif activé manuellement depuis le quai est identifiée, cette fonction doit être combinée de manière judicieuse avec bouton d'arrêt d'urgence décrit au 8.4.1.5 afin d'éviter tout malentendu pour l'utilisateur. L'indication et l'emplacement des dispositifs activés manuellement doivent être uniformes dans tout le système.

8.4.1.7 Vidéosurveillance

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, l'installation de caméras sur le quai doit permettre à un personnel exploitant spécifiquement affecté à cette tâche, typiquement au PCC, de surveiller l'ensemble de la zone d'échange voyageurs et, dans le cas de quais ouverts (8.4.3) de surveiller également la voie à quai.

Afin de faciliter la surveillance par le personnel exploitant, il est recommandé qu'il y ait une activation automatique des caméras visualisant un emplacement pour lequel une alarme ou une demande d'un voyageur a été activée.

8.4.1.8 Dispositif d'appel d'urgence sur le quai

Le système de communication vocale entre les voyageurs sur le quai et le PCC doit permettre les communications audio bidirectionnelles.

Le dispositif d'appel d'urgence doit être clairement visible et sa fonction clairement indiquée.

Chaque dispositif d'appel d'urgence doit appeler automatiquement le PCC lorsqu'il est activé. Un affichage au PCC doit identifier le dispositif d'appel d'urgence activé et indiquer s'il y a

d'autres dispositifs d'appel d'urgence également activés. Le dispositif d'appel d'urgence peut être relié au système de vidéosurveillance.

Les appels du dispositif d'appel d'urgence sur le quai doivent avoir la priorité sur toutes les autres communications audio.

La personne activant le dispositif d'appel d'urgence doit recevoir un signal sonore que le dispositif est en train d'appeler. Le signal doit rester audible malgré la situation d'urgence.

8.4.1.9 Système de sonorisation publique (sur le quai)

Un système de sonorisation publique doit être installé sur chaque quai pour permettre les annonces vocales depuis le PCC ou additionnellement depuis les installations locales de la station.

Un système de sonorisation publique dans la station doit permettre d'informer les voyageurs des situations dangereuses au moyen d'annonces en direct ou préenregistrées. Les messages en direct doivent être prioritaires sur les messages préenregistrés.

Le même système peut être utilisé pour les annonces concernant l'exploitation à destination des voyageurs.

Le système doit couvrir la totalité de chaque quai.

8.4.1.10 Détection d'un feu ou de la fumée (station)

Une alarme doit être envoyée automatiquement au PCC en cas de feu ou de fumée de sorte que le personnel puisse mettre en oeuvre les actions conformes aux règles d'exploitation (8.3.2) (ex. laisser continuer vers la station suivante les trains se trouvant à une station où du feu ou de la fumée ont été détectés, empêcher les trains de pénétrer dans la zone affectée, empêcher les trains se trouvant à une station en amont de la zone affectée de quitter la station, etc.). Toute restriction appliquée à l'exploitation des trains doit être maintenue jusqu'à ce que l'alarme soit réinitialisée ou inhibée par le personnel, conformément aux règles d'exploitation.

Il doit être décidé sur la base de l'analyse de risque spécifique si en cas d'incendie une action peut-être mise en oeuvre automatiquement par le système.

8.4.2 Quais fermés

Un quai est regardé comme fermé lorsque des façades de quai équipées de portes palières intégrées sont installées au bord du quai de manière à former un mur continu créant une zone fermée et sans danger sur le quai.

Un quai fermé permet d'éviter les situations dangereuses où un voyageur ou un objet sur le quai pénètre sur la voie et permet un échange voyageurs en sécurité entre le quai et un train lorsque le train est arrêté à quai et que les portes du train et celles de la façade de quai sont alignées et ouvertes.

8.4.2.1 Façade de quai pleine hauteur

Les façades de quai pleine hauteur doivent former un mur dont la hauteur est égale ou supérieure à celle des portes du train. Les portes palières doivent s'ouvrir en dégagant une hauteur égale ou supérieure à celle des portes du train. Les passagers ne doivent pas être mis en danger par le mouvement des portes palières.

Les exigences relatives aux façades de quai pleine hauteur et aux portes palières pleine hauteur sont les suivantes:

- a) Les portes palières doivent être coordonnées avec les portes du train de manière à s'ouvrir et se fermer automatiquement pour l'échange voyageurs lorsque le train s'arrête à l'endroit où les portes du train sont alignées avec les portes palières. Dans tous les autres cas, les portes doivent rester fermées et verrouillées. Pour les systèmes avec des longueurs de trains variables, seules les portes palières alignées avec une porte train doivent s'ouvrir.
- b) Afin d'offrir un passage libre sur la totalité de l'espace ménagé par l'ouverture des portes du train, les portes palières doivent être plus larges que les portes du train en prenant en compte une marge de tolérance dans la position du train à l'arrêt en fonction de la précision d'arrêt des trains.
- c) Les portes palières doivent rester fermées et verrouillées jusqu'à ce que le train ait atteint son point d'arrêt prévu. Il doit être décidé par l'analyse de risque spécifique si les portes palières peuvent être déverrouillées un peu avant que le train n'atteigne son point d'arrêt de façon à réduire le temps de réponse du système lorsque l'intervalle d'exploitation est court. Les portes palières ne doivent alors s'ouvrir que si les voyageurs disposent de la largeur de passage minimale appropriée.
- d) Le contrôle de fermeture et verrouillage des portes palières doit être continu (ex. en utilisant le principe du maintien en continu d'un courant en circuit fermé). Si un train est en approche de la station alors que le contrôle de fermeture et verrouillage d'une porte palière est perdu, l'arrêt du train doit être immédiatement commandé.
- e) Le contrôle/commande des portes palières doit être conçu de telle sorte qu'il soit possible de mettre les portes hors service soit par télécommande, soit depuis un panneau de contrôle local installé près de l'emplacement des portes si toutefois il a été vérifié par le personnel que les portes sont fermées et verrouillées. Cependant, que la mise hors service soit effectuée à distance ou localement au niveau des portes, des dispositions doivent être mises en oeuvre pour que les voyageurs puissent se rendre compte facilement que les portes ont été mises hors service.
- f) Les portes palières faisant face à des portes du train qui ont été mises hors service doivent rester fermées et verrouillées. Il doit être décidé par l'analyse de risque spécifique combien de portes peuvent être mises hors service tout en continuant l'exploitation en mode automatique.
- g) L'espace latéral entre le train et les façades de quai doit être assez réduit pour qu'une personne ne puisse pas être coincée entre le véhicule et la façade de quai. L'espace latéral maximal toléré entre les portes du train et les portes palières, mesuré à hauteur appropriée au dessus du niveau du quai, doit être spécifié en conformité avec les normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.
- h) Conception en forme de L des portes palières: Quand l'espace entre le train et la façade de quai ne peut pas être suffisamment réduit, les portes palières doivent être équipées de plaques de protection (ex. en forme de L) afin d'empêcher les voyageurs de se retrouver piégés entre le train et la façade de quai.
- i) A défaut, et si l'espace entre le train et la façade de quai est suffisant pour qu'une personne puisse y pénétrer et s'y trouver piégée, la présence d'une personne à cet endroit doit être détectée et le départ du train doit être empêché. Des mesures doivent être mises en place pour garantir qu'un voyageur piégé peut, en sécurité, soit sortir de lui-même, soit être extrait d'entre un train à l'arrêt et la façade de quai.
- j) Les portes palières doivent être équipées de dispositifs de protection qui empêchent qu'un voyageur ne soit blessé s'il est coincé entre les deux vantaux de la porte lors de sa fermeture (voir également le 8.6.3).
- k) Si un train ne parvient pas à s'aligner correctement avec les portes palières lorsqu'il s'arrête à quai, de sorte que l'ouverture automatique des portes n'est pas autorisée par le système de contrôle/commande et qu'il est nécessaire d'évacuer le train, des dispositions doivent permettre aux voyageurs d'évacuer le train et d'atteindre le quai.
- l) Afin de répondre à l'exigence du point k) ci-dessus, une procédure d'évacuation du train doit être mise en oeuvre (voir 8.5.4), et les voyageurs doivent être en mesure d'ouvrir manuellement les portes palières, les portes de secours installées dans la façade de quai ou les portes d'extrémité de quai.

- m) Les façades de quai, les portes palières et les vantaux de portes doivent être conçus, construits et installés conformément aux normes et aux directives applicables.

8.4.2.2 Façade de quai mi-hauteur

Les façades de quai mi-hauteur doivent former un mur dont la hauteur n'est pas inférieure aux exigences constructives locales applicables aux barrières et autres mesures de prévention pour accès piétonniers.

De façon générale et plus particulièrement pour le point f), les exigences décrites en 8.4.2.1 pour les façades de quai pleine hauteur doivent également être appliquées aux façades de quai mi-hauteur.

En outre, les quais équipés de façades de quai mi-hauteur peuvent également être équipés d'un bouton arrêt d'urgence et d'un dispositif de coupure du courant traction, tel que décrit au 8.4.1.5 et 8.4.1.6, s'ils sont considérés comme nécessaires à la suite de l'analyse de risque menée pour l'application AUGT particulière.

8.4.3 Quais ouverts équipés de systèmes de détection

Les dispositions doivent être mises en oeuvre pour détecter immédiatement des personnes se trouvant dans la zone de la voie qui peut être atteinte depuis le quai.

Quand l'entrée en voie d'un voyageur venant du quai est détectée, le système doit arrêter les trains qui se trouvent dans la voie à quai et doit empêcher les autres trains de pénétrer dans cette zone.

Si la voie peut être atteinte depuis le quai, et qu'il y a une possibilité pour les personnes d'entrer par inadvertance en contact avec les éléments fournissant le courant traction, des dispositions doivent également être mises en oeuvre pour couper le courant traction dans cette zone.

Si une personne est détectée sur la voie, une alarme doit être envoyée automatiquement au PCC.

La zone de détection est la zone de la voie pouvant être atteinte depuis le quai telle que déterminée par l'analyse de risque spécifique.

Au minimum, une personne est considérée en danger si elle pénètre dans la zone de détection, au moins à hauteur de la surface de roulement.

Si le principe de détection est celui d'une surface sensible au poids, il est raisonnable de faire l'hypothèse qu'une personne tombée sur la voie ne repose pas entièrement sur les rails de roulement.

La fonction de détection est considérée comme remplie si un corps de test est détecté. Le corps de test doit être défini pour chaque application particulière par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

Le système de détection peut être réinitialisé par commande sécurisée depuis le PCC après que le personnel du PCC ait vérifié qu'il n'existe plus de situation dangereuse (ex. contrôle visuel de la voie à quai, voir également 8.1.3.4).

Il peut être judicieux de combiner ce système de détection pour la voie à quai avec un système de détection des intrusions tel que décrit au 8.7.5. Le cas échéant, ceci doit être pris en compte dans l'analyse de risque menée pour l'application AUGT particulière. Comme ces deux fonctions sont très proches, il est possible qu'elles puissent être intégrées dans un système commun.

8.5 Mesures de prévention à bord des trains

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

Le présent paragraphe traite des exigences de sécurité relatives aux mesures de prévention à bord des trains. Elles concernent l'exploitation des portes du train, la prévention de leur ouverture inopinée, la garantie des conditions de départ du train en sécurité après l'échange voyageurs, ainsi que de l'évacuation des voyageurs en cas d'urgence. En outre, il faut noter que ces exigences ne sont pas spécifiques aux systèmes DTO/UTO. Certaines mesures de prévention sont nécessaires du fait que le train et la voie devant le train ne sont pas supervisés de manière continue par le personnel exploitant.

Le principe fondamental de la sécurité des voyageurs à bord de trains est de garantir que le train atteigne la prochaine station, sauf lorsque doit être prise en compte la présence de conditions liées à la sécurité s'y opposant.

8.5.1 Contrôle de fermeture des portes

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les portes servant à l'échange voyageurs doivent être maintenues fermées. Les portes sont considérées comme maintenues fermées si elles ne peuvent pas être ouvertes par les voyageurs.

Ceci peut être obtenu par les moyens suivants:

- des forces appropriées exerçant une poussée sur les vantaux de portes et les maintenant en position fermée,
- un mécanisme de verrouillage des portes fermées.

La perte inattendue du statut de porte contrôlée fermée doit être signalée automatiquement au PCC. Des dispositions doivent également être mises en œuvre pour que, lors d'un tel signalement, le personnel du PCC soit en mesure d'évaluer la situation et mettre en œuvre des mesures pour garantir la sécurité (ex. arrêt de la circulation de trains en approche, coupure du courant traction, etc.).

Si une porte est détectée ouverte et que le statut de vitesse nulle est détecté, le départ du train doit être empêché.

Il doit être décidé par l'analyse de risque spécifique si en cas de perte anormale du contrôle de fermeture d'une porte alors que le train est en mouvement, le train doit être stoppé ou doit continuer jusqu'à la prochaine station.

8.5.2 Libération des portes pour l'échange voyageurs

Les portes pour l'échange voyageurs doivent être libérées pour l'ouverture dans les conditions normales dans les zones désignées pour l'échange voyageurs si

- une présélection du côté du train requis pour l'ouverture des portes a été effectuée,
- le statut de vitesse nulle est détecté,
- le train est dans toute sa longueur à l'intérieur de la zone de quai.

Et si de plus pour les quais fermés:

- les portes du train pour l'échange voyageurs et les portes palières sont alignées et synchronisées pour l'ouverture;
- les portes du train faisant face à des portes palières qui ont été mises hors service doivent rester fermées et verrouillées. Il doit être décidé par l'analyse de risque

spécifique combien de portes peuvent être mises hors service tout en continuant l'exploitation en mode automatique.

Dans des conditions normales, les portes qui sont libérées pour l'ouverture peuvent être ouvertes

- automatiquement,
- automatiquement si la demande d'un voyageur a été préalablement enregistrée,
- à la demande d'un voyageur.

8.5.3 Libération d'urgence des portes

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO où l'évacuation par des cheminements et refuges en voie est disponible, dans les systèmes UTO et DTO les voyageurs doivent pouvoir en cas d'urgence ouvrir les portes du train. En conséquence, les portes servant à l'échange voyageurs doivent être libérées à la suite d'une demande d'évacuation si le train est à l'arrêt. Les voyageurs doivent pouvoir ouvrir les portes dès lors qu'elles ont été libérées.

L'analyse de risque spécifique doit décider si, dans le cas où une demande d'évacuation est faite à bord alors que le train est en mouvement, le train doit freiner et s'arrêter ou doit continuer jusqu'à la prochaine station ou la zone d'évacuation désignée. Après un arrêt non programmé entre deux stations, si les portes du train ne sont plus ni ouvertes ni libérées, le train doit pouvoir repartir pour atteindre la prochaine station. Dans le cas où une demande d'évacuation est faite à bord, le départ du train vers la prochaine station ou la zone d'évacuation désignée doit être empêché jusqu'à ce que la demande d'évacuation soit réinitialisée par commande sécurisée du PCC ou par une réinitialisation manuelle par le personnel exploitant.

La libération d'urgence des portes pour répondre à une demande d'évacuation à bord du train doit être signalée au PCC avant d'être déclenchée. Des dispositions doivent être mises en oeuvre pour permettre au personnel du PCC, dans le cas d'un tel signallement, d'évaluer la situation et de prendre les mesures nécessaires pour garantir la sécurité (ex. arrêt de la circulation des trains en approche de la zone d'évacuation, coupure du courant traction).

S'il y a à la fois une demande d'évacuation et une porte ouverte alors que le train est à l'arrêt entre deux stations, le train doit être maintenu à l'arrêt.

Si une demande d'évacuation entraîne l'arrêt d'un train au moins partiellement en dehors du quai et que les portes du train sont ouvertes, il doit être garanti que le courant traction est coupé sur la zone concernée s'il existe un risque d'électrocution (voir 8.1.3.5).

8.5.4 Sorties de secours

Si d'autres sorties de secours sont prévues pour permettre de secourir les voyageurs, elles doivent être contrôlées et libérées pour ouverture d'urgence comme décrit pour les portes servant à échange voyageurs.

8.5.5 Dispositif à bord du train de détection des obstacles

Un dispositif de détection des obstacles installé à bord du train permet de limiter les conséquences préjudiciables pour les voyageurs et les biens d'éventuelles collisions avec des obstacles en voie.

Le dispositif de détection des obstacles doit détecter les obstacles se trouvant devant le train au plus tard lorsque l'obstacle entre en contact avec le dispositif. La spécification des obstacles à détecter doit être définie pour chaque application particulière par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle. Si un obstacle est détecté, le train doit appliquer un freinage d'urgence.

La détection d'un obstacle doit être signalée au PCC en tant que signalement urgent.

L'exploitation normale ne doit reprendre qu'après qu'il est vérifié que toutes les situations dangereuses ont été résolues.

8.5.6 Dispositif de détection d'un déraillement du train

Un dispositif de détection du déraillement du train permet de réduire l'escalade des conséquences pour les voyageurs et les biens d'un accident, même dans les cas d'un déraillement partiel du train.

Le dispositif de détection du déraillement doit surveiller au moins l'axe de roulement principal et doit quand il est activé déclencher un freinage d'urgence du train. La spécification des déraillements à détecter et donc la conception requise du dispositif de détection doivent être cohérentes avec les conceptions spécifiques de la voie et du train.

Une détection du déraillement doit être signalée automatiquement au PCC en tant que signalement urgent. Des dispositions doivent être mises en oeuvre pour permettre au personnel du PCC d'évaluer la situation et de prendre les mesures appropriées prévues par les règles et les procédures pour garantir la sécurité de l'exploitation (ex. arrêt des trains en approche du lieu du déraillement, coupure du courant traction).

8.5.7 Vidéosurveillance à bord du train

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, la vidéosurveillance à bord du train doit permettre l'évaluation de la situation à l'intérieur des compartiments voyageurs en cas d'alarmes ou de demandes émises depuis le train. Si la vidéosurveillance est également utilisée pour s'assurer depuis le PCC qu'au terminus tous les voyageurs ont quitté le train, il doit être garanti que toutes les zones des compartiments voyageurs sont clairement visibles et que le train ne puisse poursuivre son trajet que si autorisé par une commande spécifique du PCC passée sur la base de la procédure d'évaluation.

8.5.8 Système de sonorisation publique (train)

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains doivent être équipés d'un système de sonorisation publique, qui doit être connecté, au moins pour les systèmes UTO, directement au PCC.

Le système de sonorisation publique est considéré comme un système support qui aide à gérer certaines situations (ex. les procédures d'évacuation). Le système de sonorisation publique sert à diffuser les informations liées à l'exploitation et à la circulation des trains telles que:

- les instructions aux voyageurs sur le comportement à suivre en situation d'urgence,
- les annonces relatives à la mission du train, quand l'affectation des missions est effectuée directement par le PCC,
- les informations sur les retards des trains, les correspondances, etc. fournies par le PCC,
- les annonces automatiques telles que « prochaine station »,
- d'autres annonces.

Les annonces urgentes faites par le PCC doivent interrompre automatiquement les annonces en cours ayant une priorité moindre.

Tous les équipements de communication audio et vidéo doivent fonctionner indépendamment du courant traction et doivent être entièrement fonctionnels dans les conditions ambiantes auxquelles ils sont susceptibles d'être exposés. Tous les équipements de communication audio et vidéo requis par la présente norme doivent être raccordés à une alimentation

d'urgence pouvant être maintenue au minimum pendant la durée requise pour une évacuation.

8.5.9 Annonce à bord d'un train pour son retrait de l'exploitation

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, une annonce doit être faite à bord d'un train pour informer les voyageurs que le train est retiré de l'exploitation, par exemple au quai terminus. L'annonce doit être sonore et visuelle. En cas de matériel roulant existant, l'exigence d'une annonce visuelle n'est applicable que si elle est compatible avec ce matériel.

De plus, en fonction du niveau de sécurité requis par l'autorité en charge du transport, différentes mesures de contrôle peuvent être mises en oeuvre afin de s'assurer qu'il ne reste aucun voyageur à bord du train, par exemple par des contrôles visuels effectués par le personnel (voir 8.4.1.9 pour les annonces correspondantes sur le quai).

8.5.10 Demande d'arrêt d'urgence des voyageurs à bord du train

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains doivent être équipés d'un bouton de demande d'arrêt d'urgence (poignée d'évacuation) à l'usage des voyageurs à bord des trains.

Au moins pour les systèmes UTO, l'activation de la demande d'arrêt d'urgence doit être signalée au PCC.

L'activation du bouton de demande d'arrêt d'urgence doit déclencher une procédure d'urgence pour arrêter le train qui ne doit pas entraîner l'arrêt en dehors entre les stations, du moins ni dans les tunnels ni dans une zone ne disposant pas de refuge de voie. Une fois que le train est arrêté dans une station, il ne doit pas pouvoir repartir sans y être autorisé par une commande du PCC.

Si pour une raison quelconque le train s'arrête entre deux stations et que les portes restent fermées, le train doit pouvoir repartir jusqu'à la prochaine station. Si au moins une porte est ouverte alors que le train est à l'arrêt, le train ne doit pas pouvoir repartir, une évacuation spontanée étant alors assumée.

L'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle peuvent spécifier des emplacements supplémentaires où stopper le train en dehors des stations où les voyageurs peuvent être évacués du train en sécurité, par exemple les refuges en voie.

8.5.11 Dispositif d'appel d'urgence à bord

Comme généralement aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains doivent être équipés d'un dispositif d'appel d'urgence. Au moins pour les systèmes UTO, ce dispositif doit permettre la communication entre les voyageurs et le PCC. Les messages d'urgence doivent recevoir une priorité élevée. Un équipement doit être installé pour permettre au personnel du PCC d'évaluer la situation et de mettre en oeuvre une réponse rapide et appropriée (ex. interrompre immédiatement l'exploitation et déclencher les procédures d'exploitation applicables).

L'emplacement dans le train du dispositif d'appel d'urgence doit être choisi en cohérence avec les autres dispositifs liés aux situations d'urgence (bouton de demande d'arrêt d'urgence etc.). Le dispositif d'appel d'urgence doit être clairement visible et sa fonction clairement indiquée. L'indication et l'emplacement des dispositifs d'appel d'urgence doivent être uniformes dans tout le système.

Tous les équipements de communication audio et vidéo doivent fonctionner indépendamment du courant traction et doivent être entièrement fonctionnels dans les conditions ambiantes auxquelles ils sont susceptibles d'être exposés. Tous les équipements de communication

audio et vidéo requis par la présente norme doivent être raccordés à une alimentation d'urgence pouvant être maintenue au minimum pendant la durée nécessaire à une évacuation.

8.5.12 Détection d'un feu ou et de la fumée (train)

Une alarme de détection de feu ou de fumée doit être automatiquement signalée au PCC. Le train en alarme feu ou fumée doit continuer son trajet jusqu'à la prochaine station, et s'y arrêter. Il ne pas être autorisé à continuer au delà. Si le train est à l'arrêt dans une station lorsque son alarme feu ou fumée est déclenchée, il doit être empêché de quitter la station.

8.5.13 Supervision du statut des équipements embarqués et tests train

L'analyse de sécurité spécifique doit identifier tous les équipements de sécurité embarqués qui doivent être testés pour garantir leur niveau de sécurité. L'intervalle et les conditions de test doivent également être définis.

La défaillance d'un équipement du train qui pourrait résulter dans une situation dangereuse si le train continuait son trajet doit être détectée. Selon la défaillance détectée, le train doit être arrêté immédiatement ou autorisé à continuer jusqu'à la prochaine station où il ne sera pas autorisé à poursuivre son trajet. Si une défaillance est détectée avant que le train ne soit mis en service, la mise en service du train doit être empêchée.

Le train doit également être retenu en station si une défaillance détectée crée un risque que le train se trouve ensuite immobilisé en voie s'il était autorisé à poursuivre son trajet.

Une classification des défaillances qui sont compatible avec le maintien du train en exploitation doit être établie conformément à l'impact des défaillances sur l'exploitation. Des règles d'exploitation relatives à ces défaillances doivent également être établies.

Les défaillances et leur classification doivent être signalées au PCC (voir 8.2.1).

8.5.14 Mode de conduite en manuel

Un mode de conduite manuelle, pour un conducteur à bord du train, doit être disponible pour chaque train afin de permettre de déplacer un train ne pouvant pas se déplacer en mode automatique. Pour l'exploitation en mode manuel du train, les mesures de prévention suivantes doivent être appliquées.

8.5.14.1 Verrouillage du commutateur de mode de conduite

Un train est commuté du mode automatique au mode manuel soit en voie principale quand le train est défaillant et doit être conduit manuellement ou dans une zone de transfert entre une zone automatique et une zone non automatique de la voie.

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains doivent être conçus de telle sorte que la mise en oeuvre du mode manuel par des personnes non habilitées est empêchée (ex. par verrouillage du panneau de protection et des commandes du conducteur).

Quand le train est en mode automatique, si le déverrouillage du panneau de protection et des commandes conducteur est détecté sans raison liée à l'exploitation, une alarme doit être envoyée au PCC. Dans ce cas, les procédures appropriées doivent être appliquées, par exemple le train peut être arrêté à son arrivée dans la prochaine station.

Le passage d'un train du mode automatique au mode manuel ou inversement doit satisfaire aux procédures d'exploitation.

8.5.14.2 Enclenchement entre les modes de conduite automatique et manuelle

L'exploitation du train en mode automatique doit être prévenu tant que le mode automatique n'est pas sélectionné.

La séparation en sécurité des trains en mode automatique et les trains en mode manuel doit être assurée en toutes circonstances. Dans les systèmes qui ne sont pas conçus pour une exploitation mixte, le mode automatique doit être suspendu au moins dans une zone spécifique de la ligne avant que le mode manuel de conduite du train n'y soit autorisé.

8.5.15 Contrôle de la vitesse en sécurité lors de l'accouplement automatique

Si l'accouplement automatique des trains avec des voyageurs à bord est disponible pour le secours de trains immobilisés ou pour la reconfiguration des trains, le système qui garantit une séparation en sécurité des trains doit, pour ce mouvement spécifique:

- passer outre les conditions définies pour la fonction « Garantir en sécurité la séparation des trains »,
- commander une vitesse qui doit être préalablement spécifiée.

La vitesse d'accouplement doit être spécifiée en conformité avec les normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle de telle sorte que les voyageurs à bord du ou des trains ne soient pas mis en danger par une secousse excessive lors de l'accouplement.

NOTE Cependant, il convient que la vitesse d'accouplement spécifiée soit suffisamment élevée pour garantir une disponibilité suffisante à la fonction accouplement automatique.

8.5.16 Réaction en cas de mouvement non prévu du train

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, un mouvement non prévu du train à tout moment doit conduire à l'application immédiate du freinage d'urgence.

8.5.17 Moyen d'avertissement dans le train en vue de l'évacuation

Un avertissement doit être délivré aux voyageurs, en utilisant un moyen approprié, pour leur interdire de quitter le train entre les stations (voir également 8.1.4).

8.6 Mesures de prévention pour la zone d'échange voyageurs

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

Le présent paragraphe traite des exigences de sécurité relatives aux mesures de prévention concernant la zone d'échange voyageurs pouvant être mises en œuvre à bord des trains ou sur les quais. Ces exigences portent sur les mesures de prévention qui répondent à l'exigence fondamentale de prévention des blessures causées aux voyageurs (chute, coincement, entraînement, etc.) entre les voitures accouplées d'un train ou entre le quai et le train, au cours de l'échange voyageurs entre le quai et un train. Ces exigences ne sont pas spécifiques aux systèmes DTO/UTO et peuvent être également requises pour les systèmes NTO et STO.

L'échange voyageurs commence

- pour les quais ouverts, lorsque le train a atteint le point d'arrêt prévu à quai et que les portes du train sont libérées pour l'ouverture,
- pour les quais fermés, lorsque le train a atteint le point d'arrêt prévu à quai et que les portes du train et les portes palières sont libérées pour l'ouverture.

L'échange voyageurs se termine quand toutes les conditions nécessaires au départ du train sont satisfaites.

8.6.1 Immobilisation du train lors de l'échange voyageurs

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, le train doit rester immobilisé au cours de l'échange voyageurs. Tant que toutes les portes du train, ainsi que toutes les portes palières d'un quai fermé, ne sont pas détectées fermées et verrouillées (voir 8.6.3.3), le départ du train ne doit pas être autorisé.

8.6.2 Mesures de prévention relatives à l'ouverture des portes

Voir 8.4 et 8.5.

8.6.3 Mesures de prévention relatives à la fermeture des portes

Les mesures permettant de prévenir les risques importants de blessures pour les voyageurs lors de la fermeture des portes du train sont décrites dans les paragraphes qui suivent.

Le départ du train ne doit être autorisé que lorsque toutes les portes du train, ainsi que toutes les portes palières d'un quai fermé, sont fermées et verrouillées.

8.6.3.1 Signal visuel et sonore avertissant de la fermeture des portes

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, la fin de l'échange voyageurs doit être annoncée par un signal visuel et sonore avertissant de la fermeture des portes préalablement à leur fermeture. Cette mesure vise à améliorer la disponibilité opérationnelle en évitant que la continuation de l'échange voyageurs interfère avec la procédure de fermeture des portes.

Cette exigence s'applique aux portes du train et, le cas échéant, aux portes palières.

La séquence de fermeture des portes commence lorsque le temps alloué à l'échange voyageurs est écoulé.

Le système de sonorisation publique (voir 8.4.1.9 et 8.5.8) peut être utilisé pour l'annonce sonore de fermeture des portes.

8.6.3.2 Conception limitant la pression des vantaux (force de fermeture)

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les portes servant à l'échange voyageurs doivent disposer de mesures de prévention pour éviter que les voyageurs ne soient blessés par coincement. Cette exigence doit être satisfaite conformément aux normes et aux directives applicables.

8.6.3.3 Détection des obstacles lors de la fermeture des portes

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, le contrôle de fermeture de la porte doit détecter un obstacle se trouvant entre les vantaux lors de la fermeture et pouvant en perturber le processus et ainsi empêcher les portes d'atteindre le statut fermé et verrouillé. Les seuils de détection, en fonction de la forme et de l'encombrement de l'obstacle, doivent être spécifiés conformément aux normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle. Un train ne doit pouvoir démarrer que si toutes les portes du train, et le cas échéant les portes palières, sont contrôlées à l'état fermé et verrouillé.

Quand un obstacle est détecté, différents types de séquences de fermeture des portes peuvent être utilisés pour permettre à l'obstacle d'être retiré d'entre les vantaux. L'autorité en charge du transport doit décider de la séquence à appliquer lorsque un obstacle est détecté. Des séquences peuvent être:

- rouvrir la porte dont le cycle de fermeture est interrompu et commander une nouvelle tentative de fermeture quelques secondes plus tard,
- arrêter l'effort de fermeture pendant quelques secondes sans toutefois rouvrir la porte pour permettre la libération de l'obstacle, puis commander la reprise de la fermeture.

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les trains ne doivent pouvoir démarrer que lorsque toutes les portes servant à l'échange voyageurs sont correctement fermées et verrouillées. La spécification et la conception du dispositif de détection doivent être conformes aux normes et aux directives applicables.

Lorsque le statut fermé et verrouillé ne peut pas être obtenu dans un temps prédéfini, une alarme doit être envoyée au personnel du PCC.

8.6.3.4 Détection d'objets coincés après fermeture des portes

Pour réduire le risque qu'un voyageur soit entraîné par un train dans le cas des quais ouverts sans personnel exploitant supervisant l'échange voyageurs, il est recommandé de mettre en place un dispositif additionnel capable de détecter un objet mince coincé entre les vantaux d'une porte. La dimension (finesse) de l'objet à détecter doit être décidée par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle après l'analyse de risque spécifique. Lorsque le dispositif détecte un tel objet, il doit inhiber l'information que la porte est fermée et verrouillée. Si l'objet ne peut être détecté lorsque les portes sont fermées et verrouillées, il doit être détecté lors du départ du train. Dans ce dernier cas, le train au départ doit appliquer un freinage d'urgence et un message d'urgence doit être envoyé au PCC. Pour garantir une disponibilité opérationnelle acceptable, il est recommandé de désactiver ce dispositif après le départ du train, après un délai, une distance ou une vitesse prédéfinis.

8.6.3.5 Libération manuelle des objets coincés

Un train peut commencer son processus de départ même lorsqu'un objet mince est coincé entre les vantaux d'une porte lors de leur fermeture. Un objet mince est un objet qui ne peut être détecté lors de la séquence de fermeture des portes. Afin de libérer cet objet, le voyageur doit pouvoir rouvrir légèrement la porte. La réouverture ne doit permettre qu'un mouvement limité des vantaux, suffisant pour libérer de petits effets personnels mais assez petit pour éviter que les voyageurs ne soient exposés à de nouveaux risques (nouveau coincement, main ou effet personnel passant à travers la porte ou autre utilisation abusive). Les vantaux de porte entr'ouverts sont remis en place par une force suffisante. La réouverture des vantaux et leur remise en place ne modifient pas le statut fermé et verrouillé de la porte. Cette fonction est disponible à tout moment sur chaque porte fermée du train. Les limites relatives au mouvement et à la force nécessaire pour remettre les vantaux en place doivent être définies par l'autorité en charge du transport et/ou l'autorité de tutelle.

Une conception adaptée du bord des vantaux des portes peut aussi permettre à un voyageur de facilement dégager un objet mince sans rouvrir la porte.

8.6.4 Marquage de l'emplacement des portes du train sur le quai

Dans le cas des quais ouverts, les zones du quai en face desquelles viennent se placer les portes des trains lors de l'échange voyageurs doivent être marquées afin de guider les voyageurs et de réduire ainsi le risque de chute dans la zone d'accouplement entre deux voitures du train ou, hors des zones d'échange, dans la lacune entre le bord du quai et la caisse des voitures. Ce marquage doit en particulier répondre aux besoins des malvoyants tel qu'exprimé par exemple au 8.4.1.2.

8.6.5 Surveillance par le personnel exploitant

L'échange voyageurs peut faire l'objet d'une surveillance par du personnel exploitant. La portée de la surveillance et les conditions de sa mise en oeuvre doivent être clarifiées sur la base de l'analyse de risque spécifique.

Le personnel peut se trouver

- à bord des trains,
- sur les quais,
- à distance (ex. dans la station ou au PCC).

8.6.6 Mesures de prévention relatives à la lacune horizontale entre le train et le quai

8.6.6.1 Réduction de lacune horizontale entre le bord du quai et la caisse des voitures

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, une attention particulière doit être apportée à la conception et à la disposition des éléments du système de façon à ce que, dans les conditions normales d'exploitation, la lacune horizontale entre le bord du quai et la caisse des voitures soit assez petite pour éviter tout accident consécutif à la chute ou coincement au moins partiel d'un voyageur dans la lacune. Le seuil en dessous duquel la lacune est considérée comme ne présentant aucun danger en exploitation doit être défini par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

Une attention particulière doit être portée à la différence de hauteur entre le plancher des voitures et le quai dans la mesure où elle augmente la probabilité qu'un voyageur tombe et reste coincé dans la lacune horizontale.

Pour permettre un échange voyageurs confortable, en particulier pour les personnes à mobilité réduite, et éviter les chutes dans les zones de portes, il faut éviter, autant que faire se peut, de disposer des marches entre le quai et le plancher des voitures.

8.6.6.2 Moyens sur le quai de signalisation de la lacune

Des mesures spécifiques pour attirer l'attention des voyageurs sur la lacune entre le bord du quai et la caisse des voitures pendant l'échange voyageurs peuvent limiter les risques associés à celle-ci.

Au minimum, le bord du quai doit présenter un contraste très visible.

Dans toutes les stations, ou dans certaines d'entre elles, une signalisation de la lacune d'une conception non équivoque et uniforme, placée près du bord du quai, par exemple peinture du sol du quai ou signes très visibles, doit être mise en place pour servir d'avertissement permanent.

Un éclairage intense par en dessous peut également être envisagé s'il augmente la visibilité de la lacune. L'éclairage peut être réalisé par un équipement sur le quai ou dans le train. Il est possible de ne l'activer que pendant l'échange voyageur. En plus de l'éclairage, la lacune peut être signalée lorsque l'échange voyageurs est possible par un signal sonore spécifique (ex. pour prendre en compte les voyageurs malvoyants).

Pour prendre en compte les situations de forte affluence au cours desquelles les signes ne sont plus visibles et les besoins spécifiques des personnes malvoyantes, une annonce sonore telle que « attention à la lacune » synchronisée avec la séquence d'ouverture des portes, peut réduire les risques associés à la lacune. L'annonce doit être faite dans toutes les stations présentant un risque élevé. Les différentes annonces sonores concernant l'échange voyageurs doivent être synchronisées de façon à éviter l'inaudibilité ou les confusions possibles à proximité des zones d'échange voyageurs.

8.6.6.3 Moyens dans le train de signalisation de la lacune

Des mesures spécifiques pour attirer l'attention des voyageurs sur la lacune entre le bord du quai et la caisse des voitures pendant l'échange voyageurs peuvent limiter les risques associés à celle-ci.

Une signalisation très visible de la lacune, d'une conception non équivoque et uniforme, et placée à l'intérieur des trains dans la zone des portes servant à l'échange voyageurs, par exemple des marquages du bord du plancher, doit être mise en place pour servir d'avertissement permanent.

Une annonce sonore, telle que « attention à la lacune » doit être diffusée afin d'avertir les voyageurs lorsqu'ils arrivent à toute station présentant des risques élevés, par exemple les stations en courbe.

Afin d'éviter l'inaudibilité causée par une mauvaise synchronisation, l'annonce ne doit être effectuées que par des dispositifs situés soit sur le quai soit dans le train, tels que des haut-parleurs à l'extérieur du train annonçant la séquence de fermeture des portes.

8.6.6.4 Dispositif comble-lacune à bord ou sur le quai

S'il n'existe aucune possibilité de réduire la lacune située devant une porte du train, il est recommandé d'installer un dispositif comble-lacune. Un dispositif comble-lacune est une plaque passerelle qui empêche les voyageurs de tomber dans la lacune entre le bord du quai et la caisse des voitures. Chaque dispositif comble-lacune doit être en place au moins lorsque le train est correctement arrêté à quai avant le début de la séquence d'ouverture des portes et doit être retiré à la fin de la séquence de fermeture des portes. Ce dispositif peut être intégré au train ou au quai. Une porte du train ne doit pas s'ouvrir si le comble-lacune correspondant n'est pas déployé.

Le mauvais fonctionnement ou la défaillance du dispositif comble-lacune, y compris son ouverture en dehors de l'échange voyageurs, ne doit pas conduire à de situations dangereuses.

8.6.6.5 Dispositif à bord ou sur le quai pour surveiller la lacune

S'il est impossible de réduire suffisamment la lacune entre le bord du quai et la caisse des voitures, il est recommandé d'installer des dispositifs permettant de détecter un voyageur qui passe à travers la lacune ou y reste piégé.

En cas de détection, un message d'urgence doit être envoyé au personnel du PCC.

En cas de détection, le train ne doit pas redémarrer et les portes du train ne doivent pas se fermer à la fin du temps programmé de stationnement à quai. La réaction du système doit être maintenue jusqu'à son annulation par une commande émise sous la responsabilité du personnel exploitant.

Le dispositif de détection peut être un équipement installé en voie, en relation avec le bord du quai, ou installé à bord des trains, en relation avec les portes. Le dispositif de détection doit couvrir la lacune dans la zone des portes du train et doit être activé lorsque:

- le train est complètement arrêté (cas de l'équipement en voie) ou
- la porte du train concernée est ouverte (cas de équipement à bord).

Le seuil approprié pour détecter au moins un voyageur en partie piégé dans la lacune doit être spécifié en conformité avec les normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

8.6.6.6 Refuge entre les rails ou sous le quai

Voir 8.4.1.4.

8.6.7 Mesures de prévention relatives à la zone d'accouplement entre voitures

8.6.7.1 Dispositif à bord du train fermant la zone d'accouplement entre voitures

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, l'espace de la zone d'accouplement entre les voitures doit être réduit par conception ou clos par des barrières pour limiter autant que possible le risque de chute d'un voyageur dans cet espace.

8.6.7.2 Barrières partielles sur le quai en regard des zones d'accouplement entre les voitures du train à quai

Voir 8.4.1.3.

8.6.7.3 Dispositif de surveillance de la zone d'accouplement

Afin de pouvoir détecter la chute d'une personne dans une zone d'accouplement entre deux voitures d'un train, un dispositif de détection doit être utilisé. Ce dispositif peut être un équipement en voie en relation avec les zones du quai qui sont en regard des zones d'accouplement pendant les arrêts en station, ou bien il peut s'agir d'un équipement installé à bord du train. Le dispositif doit être activé au plus tard lorsque le train est à son point d'arrêt à quai (ou lorsque la vitesse nulle est détectée). En cas de détection d'une chute, le départ du train doit être interdit et un message d'urgence doit être envoyé au PCC.

8.6.8 Mesures de prévention relatives à l'espace entre le train et la façade de quai

8.6.8.1 Mesures de conception afin de réduire la distance entre le train et la façade de quai

Voir 8.4.2.1, point g).

8.6.8.2 Dispositif à bord ou sur le quai pour surveiller l'espace latéral entre le train et la façade de quai

Un dispositif de détection doit être utilisé comme requis en 8.4.2.1, point i) et en 8.4.2.2.

8.6.9 Mesures de prévention relatives au risque d'électrocution pour un voyageur tombé dans la lacune horizontale

Le risque pour un voyageur d'être électrocuté en touchant un conducteur sous tension exposé sur le train doit être limité à l'aide des mesures suivantes:

- diminuer autant que possible la lacune;
- mettre en place un dispositif comble-lacune;
- protéger tout conducteur sous tension exposé situé sur le train (ex. protéger les frotteurs).

8.7 Mesures de prévention relatives à la voie entre stations

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées parmi celles données dans les paragraphes suivants par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

En premier lieu, des mesures doivent être mises en oeuvre afin d'empêcher l'apparition de situations dangereuses, comme suit:

La voie doit être protégée des intrusions provenant de l'extérieur de la voie, à l'aide des moyens suivants:

- installation de barrières physiques le long de la voie (ex. des clôtures ou des murs);
- installation de façades de quai (voir 8.4.2) ou d'autres dispositifs permettant d'empêcher l'intrusion de personnes et/ou d'objets en voie depuis le quai;
- verrouillage et protection par des alarmes et une signalisation d'avertissement des portes d'extrémité de quai et des autres portes menant à la voie;
- les réglementations légales ou contractuelles doivent être appliquées afin d'empêcher le voisinage de la voie de violer le gabarit de la voie.

Des règles et des procédures doivent exister pour un contrôle régulier du gabarit de la voie comme décrit au 8.3.4.

8.7.1 Séparation de la voie

Une voie prévue pour une utilisation en site propre peut être séparée physiquement ou légalement, tel que décrit ci-après.

8.7.1.1 Séparation physique de la voie

La voie située entre les stations doit être munie de barrières physiques (murs d'enceinte, superstructures ou autres mesures) protégeant contre l'entrée du public en voie. Lorsque ces structures sont équipées d'issues pour l'évacuation en cas d'urgence ou la maintenance, leurs portes doivent être verrouillées et contrôlées.

8.7.1.2 Séparation de la voie par voie légale

La séparation de la voie par disposition légale doit être considérée comme suffisante à moins que l'autorité de tutelle ne juge les risques résiduels inacceptables.

8.7.2 Signalisation en bordure de la voie

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, une signalisation (ex. information, signes et marquage) doit être prévue d'une part à l'extrémité du quai afin d'attirer l'attention des voyageurs sur les dangers spécifiques de pénétrer en voie, et d'autre part le long des voies afin d'attirer l'attention du public sur les dangers spécifiques de pénétrer en voie depuis l'extérieur.

8.7.3 Barrières physiques le long de la voie

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, des barrières physiques (ex. des clôtures et murs d'enceinte) doivent être installées le long de la voie entre stations afin d'empêcher toute intrusion en voie.

Les exigences particulières relatives aux barrières doivent être spécifiées pour chaque application conformément aux normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

8.7.4 Barrières physiques au niveau des ponts

Des barrières physiques (ex. une grille, des filets et des clôtures) doivent être installées en bordure des ponts passant au dessus de la voie afin d'empêcher la chute d'objets sur la voie.

Les exigences spécifiques relatives aux barrières doivent être spécifiées pour chaque application particulière conformément aux normes applicables ou par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

8.7.5 Dispositif de détection des intrusions entre voies à quai et voies entre stations

Les dispositifs de détection des intrusions détectent des voyageurs pénétrant dans la voie entre stations depuis une voie à quai.

L'entrée de voyageurs dans la voie entre stations est moins probable lorsque le quai est fermé. Dans ce cas, les dispositifs de détection ne sont pas nécessaires.

Lorsque cela est jugé approprié par l'analyse de risque menée pour l'application AUGT particulière, des dispositifs de détection d'intrusions doivent être mis en place pour déclencher la réaction du système en cas d'accès non autorisé.

Les dispositifs utilisés pour les quais ouverts équipés d'un système de détection peuvent également remplir la fonction de détection des intrusions. Dans ce cas, les dispositions suivantes s'appliquent:

- Dans le cas de l'application la plus simple: lorsqu'une alarme est activée pour la zone de détection d'une voie à quai, la présence de personnes en danger dans les zones de la voie entre stations adjacentes doit être également présumée.
- La suspension automatique du mouvement des trains dans les zones de la voie entre stations adjacentes peut être évitée si des moyens supplémentaires pour la protection des voies à quai permettent de confirmer l'absence de pénétration dans les zones de voie entre stations adjacentes. Par exemple, lorsqu'il existe un cheminement le long de la voie pour l'évacuation des voyageurs, il est possible qu'il n'y ait personne dans la zone dangereuse.

Un message d'alarme doit être envoyé au PCC.

Les mesures visant à empêcher les voyageurs de pénétrer en voie depuis le train sont décrites au 8.5.1 et 8.5.3.

8.7.6 Dispositif de détection des intrusions en voie

Lorsque la voie située entre les stations n'est pas entièrement séparée physiquement, un dispositif de détection des intrusions en voie peut être installé. Lorsqu'une intrusion du public sur la voie est détectée, tous les trains se trouvant dans la zone ou en approche de la zone d'intrusion doivent être stoppés (voir également 8.7.1).

Des dispositions doivent être mises en oeuvre pour la voie au delà des quais et entre stations pour stopper les mouvements des trains lorsque des personnes pénétrant la voie entre stations sont détectées. Les trains se trouvant dans la zone de voie concernée mais se déplaçant en direction opposée à la zone de détection doivent être autorisés à poursuivre leur route. Il est aussi recommandé d'inhiber le départ des trains sur le point de pénétrer dans la zone concernée. Un message d'alarme doit être envoyé au PCC.

8.7.7 Dispositif en voie de détection des obstacles

Là où l'analyse de risque le juge nécessaire, il doit être mis en place une supervision permanente du gabarit de la voie contre le risque d'une intrusion par un obstacle. Cela est particulièrement nécessaire lorsque des tiers sont en situation de compromettre le gabarit de la voie, par exemple si des travaux publics sont en cours dans ou à proximité du domaine AUGT. Il peut être nécessaire qu'une surveillance permanente soit effectuée par du personnel, des systèmes de vidéosurveillance ou des systèmes de détection indépendants.

8.7.8 Extrémité de quai avec accès contrôlé

Voir 8.4.1.1.

8.7.9 Issue de secours lorsque la voie est séparée physiquement

En cas d'évacuation voyageurs entre stations, les voyageurs doivent être si possible dirigés vers la sortie via les quais des stations (voir également 8.4.1.1).

La nécessité de disposer en cas d'évacuation des voyageurs d'issues de secours spécifiques pour permettre aux voyageurs et au personnel de sortir de la voie lorsqu'elle est séparée physiquement doit être déterminée pour chaque application particulière par l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle.

Une signalisation spécifique indiquant l'issue de secours la plus proche doit être placée de façon à ce qu'au moins un signe soit visible depuis n'importe quel emplacement de la voie.

8.7.10 Détection d'un feu ou de la fumée (voie entre stations)

Une alarme de détection de feu ou de fumée doit être automatiquement envoyée au PCC. La zone considérée comme affectée par l'incendie ou les fumées doit être la totalité de la voie entre les stations concernées. Les trains se trouvant dans la zone affectée doivent poursuivre leur trajet jusqu'à la prochaine station. Les trains sur le point d'entrer cette zone doivent en être empêchés. Les trains arrêtés dans une station en amont doivent être empêchés de la quitter.

8.7.11 Mesure de prévention contre les inondations

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, dans les zones de voie en tunnel souterrain et les zones de la voie plus basses que la zone environnante et où l'eau peut pénétrer lors des inondations, des portes étanches doivent être installées en voie et aux accès des stations de façon à empêcher l'afflux de l'eau et/ou détecter une inondation de la voie. En cas de détection, une alarme doit être envoyée au PCC et le personnel du PCC doit mettre en oeuvre la procédure applicable, ce qui peut inclure l'évacuation des voyageurs.

La fermeture des portes étanches doit être coordonnée avec l'interdiction du mouvement des trains par le système de sorte que la fermeture n'intervienne qu'après que les trains ont quitté la zone affectée.

8.7.12 Passage à niveau

Si l'installation de passages à niveau est nécessaire et acceptée à la suite de l'analyse de risque spécifique, les éléments suivants s'appliquent.

Comme aussi requis pour les systèmes NTO et STO, les mouvements de trains sur un passage à niveau ne doivent être autorisés que si le passage à niveau est contrôlé dans un état interdisant à ce moment le trafic routier.

Si une défaillance du passage à niveau est détectée qui empêche le passage à niveau d'atteindre cet état, les trains ne doivent pas être autorisés à quitter les stations en amont du passage à niveau.

8.7.12.1 Barrières du passage à niveau

Des barrières escamotables doivent être installées aux passages à niveau afin de séparer physiquement le système du trafic routier. Elles doivent être fermées au trafic routier avant que le passage à niveau ne soit réservé au passage des trains. Les barrières doivent être conçues de façon à empêcher, autant que possible, que des personnes ou des véhicules ne pénètrent par négligence à l'intérieur du passage à niveau lorsque les barrières sont fermées.

Si la distance entre le gabarit de la voie et les barrières est insuffisante du point de vue de la sécurité des personnes, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de permettre aux personnes d'évacuer le passage à niveau en urgence.

Si les barrières ne sont pas contrôlées fermées, le passage des trains ne doit pas être autorisé.

8.7.12.2 Supervision du passage à niveau

Dans l'objectif de détecter:

- les personnes pouvant être mises en danger par les trains en mouvement,
- les véhicules et autres obstacles pouvant représenter un danger pour les trains en mouvement,

alors qu'elles sont emprisonnées entre les barrières fermées, des dispositions doivent être mises en oeuvre afin de superviser la totalité de la zone du passage à niveau entre les barrières, y compris le refuge en voie en limite du gabarit de la voie.

L'autorisation de franchissement d'un passage à niveau ne doit pas être délivrée après la fermeture des barrières si la zone n'est pas contrôlée comme libre d'obstacles par le dispositif de supervision. Dans ce cas, un message d'avertissement doit être envoyé au PCC et la vidéosurveillance couvrant le passage à niveau doit être activée.

L'autorisation de franchissement d'un passage à niveau doit être retirée si une intrusion dans la zone supervisée du passage à niveau est détectée alors que les barrières sont fermées. Dans ce cas, un message d'urgence doit être envoyé au PCC et la vidéosurveillance couvrant le passage à niveau doit être activée.

Les situations anormales peuvent requérir des règles spécifiques permettant la poursuite de l'exploitation sous la responsabilité du PCC.

8.7.12.3 Prévention et détection d'une intrusion en voie depuis le passage à niveau

Si une intrusion est possible, les mesures suivantes s'appliquent:

- L'accès depuis le passage à niveau au refuge en voie situé en bordure du gabarit de la voie doit être entravé autant que possible par des moyens physiques ayant une fonctionnalité similaire à celle des portes d'extrémité de quai permettant l'évacuation dans les situations d'urgence.
- L'accès direct depuis le passage à niveau au gabarit de la voie doit être entravé autant que possible par des mesures constructives dans la zone adjacente au passage à niveau.
- Des dispositions additionnelles doivent être mises en oeuvre afin de détecter l'intrusion dans le gabarit de la voie de personnes ou de véhicules, via le gabarit de la voie inscrit dans le passage à niveau, avec une fonctionnalité similaire à celle de la détection des intrusions entre voies à quai et voies entre stations. Cette fonction de détection doit être active en permanence, même lorsque le passage à niveau est réservé au passage de trains et que les barrières sont fermées.

8.7.13 Zones de travaux

En mode DTO et UTO, le mouvement des trains ne doit pas être autorisé dans les zones où le personnel de maintenance est présent. Des zones de travaux doivent être établies et libérées par le personnel du PCC. Le passage de trains en modes DTO et UTO dans une zone de travaux ne doit être autorisé par le personnel au PCC que si le personnel de maintenance a donné son accord préalable.

8.8 Mesures de prévention pour les zones de transfert et les dépôts

Les mesures de prévention, ou combinaisons de mesures, doivent être sélectionnées, parmi celles proposées ci-dessous, par l'analyse de risque menée pour chaque application particulière.

Si le mouvement des trains en mode automatique est disponible à l'intérieur d'un dépôt, trois types de zones doivent être pris en compte:

- les zones automatisées;
- les zones de transfert entre les zones automatisées et les zones non automatisées;
- les zones non automatisées (hors domaine d'application).

S'agissant des zones automatisées, les mesures de prévention relatives au système AUGT s'appliquent. S'agissant des zones de transfert, un train en mode automatique ne doit jamais entrer dans une zone non automatisée.

Les zones de transfert sont considérées comme des zones spécifiques du système AUGT. La transition d'un train entre une zone automatisée et une zone non automatisée doit s'effectuer à l'intérieur d'une zone de transfert.

Afin d'empêcher une collision possible en zone de transfert entre un train automatisé et un train conduit manuellement, le système AUGT doit recevoir un signal pour autoriser l'entrée d'un train en mode automatique dans la zone de transfert ou pour interdire le mouvement des trains en mode automatique dans cette zone.

Des règles d'exploitation définies par l'autorité en charge du transport doivent régir l'entrée du personnel dans la zone de transfert. De façon complémentaire, des avertissements ou des barrières physiques peuvent être utilisés pour la protection du personnel.

La commutation d'un train du mode manuel au mode automatique doit être couverte par des règles d'exploitation.

9 Informations d'utilisation

Le fournisseur du système doit, avec l'assistance de l'autorité en charge du transport, fournir à l'utilisateur les informations nécessaires pour garantir l'exploitation en sécurité et en bon ordre du système de transport. Ces informations d'utilisation doivent être disponibles au plus tard à la fin de la phase 9 du cycle de vie décrit dans la CEI 62278.

Ces informations doivent comprendre, au minimum:

- les instructions d'utilisation destinées au personnel exploitant, notamment la description de toutes les commandes et de tous les écrans d'affichage pour toutes interfaces IHM disponibles en voie et à bord des trains;
- la description des conditions d'application liées à la sécurité telles qu'elles apparaissent au dossier de sécurité conformément aux normes de sécurité applicables aux applications ferroviaires (ex. CEI 62425);
- un registre des situations dangereuses conforme aux normes de sécurité applicables aux applications ferroviaires;
- les descriptions techniques, suffisamment détaillées, aux fins de maintenance et de référence en cas de modification ultérieure du système. Les opérations de maintenance et les modifications qui peuvent être effectuées sur le système sans nuire à la sécurité doivent être décidées d'un commun accord entre le fournisseur du système et l'autorité en charge du transport responsable de la maintenance.

Les informations d'utilisation doivent également couvrir les fonctions principales indiquées dans le Tableau 1, y compris celles qui ne font pas partie du domaine d'application de la présente norme.

En cas du passage d'une exploitation conventionnelle à une exploitation DTO ou UTO, les informations d'utilisation doivent également couvrir les besoins spécifiques au processus de migration (voir également Article 10).

Les informations d'utilisation doivent permettre à l'autorité en charge du transport d'établir toutes les règles d'exploitation et de maintenance qui relèvent de sa responsabilité, à condition que cette responsabilité ait été transférée à l'autorité en charge du transport avant le début de la onzième phase du cycle de vie. Les conditions d'application liées à la sécurité doivent prévoir des périodes de maintenance préventive ainsi que des spécifications de maintenance pour les situations de défaillance. A partir de la onzième phase, le registre des situations dangereuses doit être mis à jour par l'autorité en charge du transport avec les événements affectant la sécurité et les mesures prises en conséquence.

Afin de garantir le lien entre les responsabilités humaines et techniques pour parvenir à une sécurité globale de l'exploitation, toutes les règles d'exploitation et de maintenance devant être établies par l'autorité en charge du transport doivent être incluses dans le processus de vérification et de validation aboutissant à l'acceptation du système lors de la 10ème phase.

Etant donné la nature des systèmes AUGT, une attention particulière doit être portée au le contenu de la documentation relative aux éléments suivants:

- l'organisation de l'exploitation et de la maintenance pour permettre une réaction efficace et rapide, dans un court délai d'intervention, du personnel dans des situations normales, dégradées et d'urgence, le déploiement du personnel (notamment le personnel itinérant), le soutien des opérateurs du PCC par des spécialistes techniques en charge des différents sous-systèmes (ex. pilote automatique embarqué, matériel roulant, etc.), la mise à disposition en nombre suffisant du personnel habilité à conduire un train, etc.,
- la formation du personnel, particulièrement pour les modes d'exploitation dégradés et les situations d'urgence et pour les personnels polyvalents,
- maintenance: personnel polyvalent, et importance particulière des contrôles réguliers du matériel roulant, de l'infrastructure, des équipements de surveillance audio et vidéo, des systèmes de détection ou de prévention des intrusions sur les voies.

10 Exigences de sécurité spécifiques relatives à la transformation d'une ligne existante vers le mode DTO ou UTO

En règle générale, toutes les exigences de sécurité décrites dans la présente norme s'appliquent également aux applications particulières de transformation des lignes existantes vers le mode DTO ou UTO.

Les équipements et installations existantes, qui seront utilisés par la suite en modes DTO et UTO, avec leurs fonctionnalités existantes et leurs contraintes, doivent être pris en compte dans l'analyse des dangers et des risques spécifique. Par conséquent, des mesures de prévention supplémentaires et des exigences de sécurité spécifiques peuvent être requises.

Le processus de transition du mode d'exploitation existant vers le mode DTO ou UTO doit être décrit en tenant compte de la contribution des équipements existants assurant la sécurité de l'exploitation, de l'impact des équipements supplémentaires et du changement d'activité du personnel exploitant à chaque étape du processus. De ce fait, les stratégies de transition suivantes doivent être considérées en fonction des besoins de l'application:

- fermeture complète de la ligne existante et réouverture du service voyageurs après l'achèvement et l'acceptation du système (avec des équipements entièrement neufs ou des équipements existants);
- maintien du service voyageurs pendant les travaux d'installation, avec les tests et les essais effectués en dehors des horaires des services voyageurs (ex. la nuit ou le week-end) ou en dehors des zones de service voyageurs;
- maintien du service voyageurs pendant les travaux d'installation, avec les tests et les essais intercalés avec le passage des trains de voyageurs.

Les termes et conditions du processus de transition doivent être décidés d'un commun accord entre le fournisseur, l'autorité en charge du transport et l'autorité de tutelle. Il doit être garanti que les tests et les essais des trains exploités en mode automatique avant l'acceptation finale du système ne mettront pas en danger le service voyageurs en cours. Par conséquent, il doit être procédé à une analyse de risque couvrant les situations spécifiques se produisant pendant le processus de transition. Les mesures de prévention qui en découlent doivent être mises en œuvre pendant le processus de transition (ex. personnel exploitant à bord responsable du freinage d'urgence, arrêts automatiques supplémentaires). Le personnel exploitant et les mesures de prévention supplémentaires peuvent être réduits à mesure de la progression du processus d'acceptation du système.

11 Vérification de la sécurité

La présente norme traite des exigences de sécurité requises pour compenser l'absence de conducteur ou de personnel de bord tels que spécifiés à l'Article 1. Ces exigences sont répertoriées à l'Article 8.

Le présent article décrit le processus de vérification de la sécurité qui doit être mené pour chaque application particulière pour montrer que les objectifs de sécurité sont atteints. Si l'autorité de tutelle l'exige, l'autorité en charge du transport peut avoir recours à des évaluateurs indépendants pour la vérification de la sécurité.

Le processus de vérification vient en complément des différentes vérifications techniques et de procédure liées à la sécurité. Par conséquent, le processus de vérification relatif à un système UTO ou DTO est identique à celui d'un système STO ou NTO.

Par conséquent, la description du processus de vérification ne peut pas se limiter aux phases du cycle de vie traitées par la présente norme (voir la Figure 1) mais couvrir l'ensemble du cycle de vie.

La méthodologie doit se fonder sur les principes de l'analyse de risque décrits dans la CEI 62278 (norme sur la fiabilité, de la disponibilité, de la maintenabilité et de la sécurité (FDMS)). Le processus peut être dérivé du diagramme en V de la CEI 62278 et appliqué à l'application AUGT particulière. La Figure 6 donne un exemple de processus.

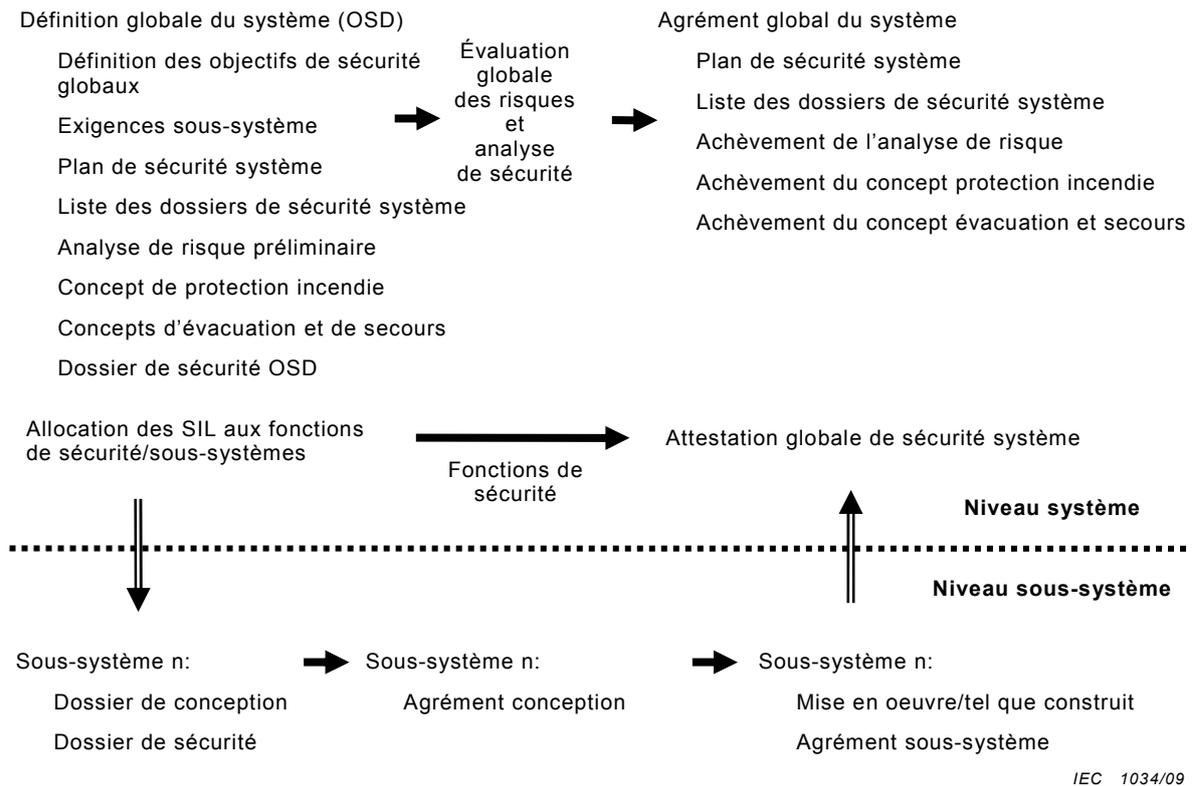


Figure 6 – Vérification de la sécurité

11.1 Documentation et responsabilités

L'organisme responsable de l'application AUGT fournit une définition globale du système (OSD) en début de projet. L'OSD comprend la définition des objectifs de sécurité globaux, et au moins les éléments suivants :

- plan de sécurité système;
- liste des dossiers de sécurité système;
- analyse préliminaire des risques;
- spécification des exigences relatives au sous-système;
- document concept de la protection contre les incendies;
- règles d'exploitation, notamment les règles de secours aux voyageurs.

Après l'analyse des risques, les risques résiduels acceptables doivent être approuvés par l'autorité en charge du transport en accord avec l'autorité de tutelle.

Il peut s'avérer pratique d'extraire le concept de protection contre les incendies dans un document unique soumis à l'approbation des autorités de lutte contre les incendies. La même remarque s'applique aux documents définissant le concept d'évacuation et de secours, en vue de l'approbation par des autorités de sécurité externes, telles que la police et les organismes de secours.

11.2 Processus de vérification

Une fois toutes les activités OSD achevées et approuvées, la conception détaillée et la mise en place de chaque sous-système défini peuvent être achevées et approuvées par l'autorité de tutelle (voir étape « Agrément conception » en Figure 6).

Tous les processus doivent être considérés, y compris les travaux de génie civil, l'ingénierie système et les règles d'exploitation.

Les règles d'exploitation doivent également faire l'objet d'une procédure de validation garantissant la sécurité globale de l'exploitation.

Lorsque un sous-système a été installé et que la documentation de sécurité a été approuvée par l'autorité de tutelle, l'étape « Agrément sous-système » est achevée. Lorsque toutes les étapes « Agrément sous-système » sont achevées, l'OSD niveau système doit être révisée et mise à jour avec les informations actualisées à la suite de l'installation des sous-systèmes. En conséquence, les documents suivants doivent être complétés et mis à jour:

- plan de sécurité système;
- liste des dossiers de sécurité système;
- analyse de risque;
- registre des situations dangereuses.

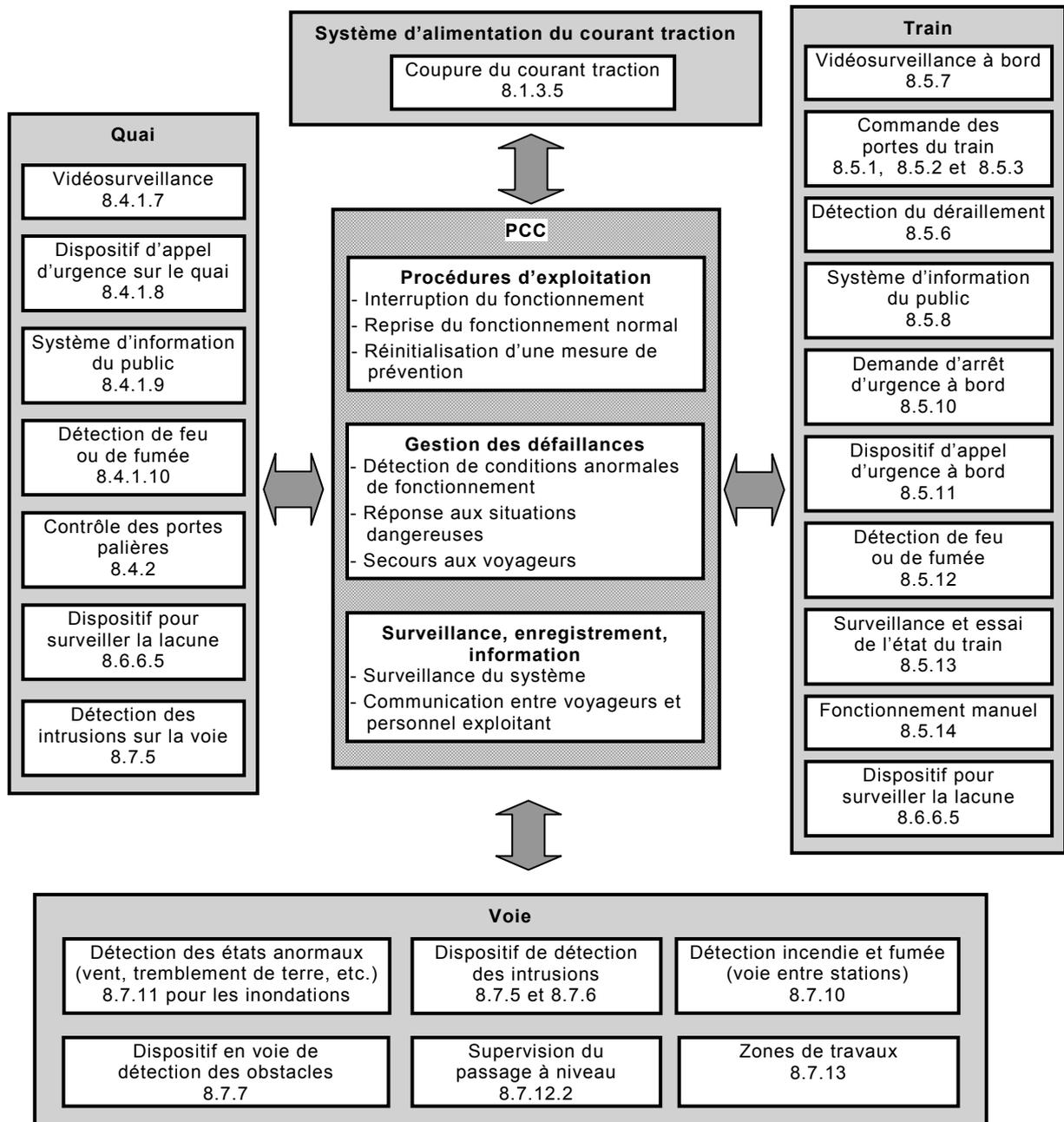
Il doit également être garanti que tous les risques sont couverts et que les risques résiduels sont acceptables. De la même façon, le concept de protection contre les incendies ainsi que les concepts d'évacuation et de secours doivent être mis à jour en tenant compte des résultats des exercices de secours et incendie.

Enfin, l'analyse de risque doit être revue afin de s'assurer que les objectifs de sécurité globaux, tels que spécifiés dans l'OSD, sont satisfaits.

Lorsque tous les éléments ci-dessus sont achevés, l'autorité en charge de transport fait une demande d'agrément du système auprès de l'autorité de tutelle, accompagnée si nécessaire d'une déclaration (rapport d'évaluation) de l'évaluateur de la sécurité indépendant.

Annexe A (informative)

Rôle du PCC



IEC 1035/09

NOTE Le choix des fonctions du PCC dépend des exigences spécifiées par l'autorité en charge du transport et/ou l'autorité de tutelle.

Figure A.1 – Rôle du PCC dans la sécurité du système

Bibliographie

CEI 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CEI 62128-1, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Partie 1: Mesures de protection relatives à la sécurité électrique et à la mise à la terre*

CEI 62236 (toutes les parties), *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*

CEI 62279, *Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunication et de traitement – Logiciels pour systèmes de commande et de protection ferroviaire*

ASCE (American Society of Civil Engineers) Standard 21, *Automated People Movers (APM)*

- Partie 1: ASCE 21-05
- Partie 2: ASCE 21.2-08
- Partie 3: ASCE 21.3-08
- Partie 4: ASCE 21.4-08

BOStrab, *Réglementations fédérales allemandes relatives à la construction et à l'exploitation des systèmes de transport ferroviaire léger*, Ministre fédéral des transports, Allemagne (1987)

EN 50129:2002, *Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunications et de traitement – Systèmes électroniques de sécurité pour la signalisation*

EN 50238, *Applications ferroviaires – Systèmes de signalisation, de télécommunications et de traitement – Compatibilité entre matériel roulant et systèmes de détection de train*

IEEE Std. 1474.1-2004, *IEEE Standard for Communications-Based Train Control Performance and Functional Requirements*

RLFoF, *Réglementations préliminaires sur le fonctionnement sans conducteur conformément aux réglementations fédérales allemandes relatives à la construction et au fonctionnement des systèmes de transport ferroviaire léger (BOStrab)*, émises par la Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV, Fédération allemande des transports publics) en collaboration avec le Ministre fédéral des transports en Allemagne.

SHOREI, *Normes techniques stipulant des règlements sur les transports ferroviaires – Règlement du Ministère de l'aménagement du territoire, des infrastructures, des transports et du tourisme n° 151 (Japon)*

KAISHAKU KIJUN, *Note circulaire concernant les Normes techniques sur les transports ferroviaires – Directeur du Bureau des transports ferroviaires, Note du Ministère de l'aménagement du territoire, des infrastructures, des transports et du tourisme n° 157 (Japon)*

Décret STPG n° 2003-425 du 9 mai 2003 portant sur la sécurité des transports publics guidés avec ses guides et supports d'application publiés par le STRMTG (Service Technique des Remontées Mécaniques et des Transports Guidés) et les décrets associés des 23 mai et 23 décembre 2003.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

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
www.iec.ch