
**Engins de terrassement et exploitation
minière — Sécurité de système de
machine autonome et semi-autonome**

Earth-moving machinery and mining — Autonomous and semi-autonomous machine system safety

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO 17757:2019](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/83b063e6-ac4f-41e5-905e-863bbc181247/iso-17757-2019)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/83b063e6-ac4f-41e5-905e-863bbc181247/iso-17757-2019>



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

[ISO 17757:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/83b063e6-ac4f-41e5-905e-863bbc181247/iso-17757-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/83b063e6-ac4f-41e5-905e-863bbc181247/iso-17757-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et termes abrégés	2
3.1 Termes et définitions.....	2
3.2 Termes abrégés.....	5
4 Exigences de sécurité et/ou mesures de protection/réduction des risques	6
4.1 Généralités.....	6
4.2 Systèmes d'arrêt.....	6
4.2.1 Généralités.....	6
4.2.2 Système d'arrêt complet.....	6
4.2.3 Système d'arrêt à distance.....	7
4.3 Dispositifs d'avertissement et signaux de sécurité.....	7
4.3.1 Indicateurs visuels.....	7
4.3.2 Alarmes sonores.....	7
4.3.3 Signes de sécurité.....	7
4.4 Protection contre le feu.....	8
4.5 Systèmes d'accès à la machine.....	8
4.6 Freinage et direction.....	8
4.6.1 Généralités.....	8
4.6.2 Freinage.....	8
4.6.3 Direction.....	9
4.7 Adaptation aux conditions environnementales.....	10
4.8 Alimentation électrique embarquée.....	10
4.8.1 Généralités.....	10
4.8.2 Exigences.....	10
5 Positionnement et orientation (POSE)	11
5.1 Généralités.....	11
5.2 Risque et modes de défaillance.....	11
5.3 Exigences.....	11
6 Carte topographique numérique (DTM)	11
6.1 Généralités.....	11
6.2 Exigences.....	12
7 Détection	12
7.1 Généralités.....	12
7.2 Risque et modes de défaillance.....	12
7.2.1 Non-détection ou détection tardive d'un objet.....	12
7.2.2 Détection erronée d'un objet inexistant.....	12
7.2.3 Emplacement erroné d'un objet détecté.....	13
7.2.4 Classification impropre d'un objet.....	13
7.3 Exigences.....	13
8 Système de navigation	13
8.1 Généralités.....	13
8.2 Risques.....	14
8.3 Exigences.....	14
9 Planificateur de tâches	14
9.1 Généralités.....	14
9.2 Risques.....	14
9.3 Exigences.....	15

10	Communications et réseaux	15
10.1	Généralités.....	15
10.2	Risque et modes de défaillance.....	15
10.2.1	Risques.....	15
10.2.2	Modes de défaillance.....	16
10.2.3	Causes potentielles.....	16
10.3	Exigences du système de communication.....	16
10.3.1	Intégrité de la communication.....	16
10.3.2	Cyber sécurité.....	17
10.4	Messages de sécurité.....	17
11	Système de surveillance de l'ASAM	17
11.1	Généralités.....	17
11.2	Exigences.....	18
12	Accès à l'AOZ, autorisations et sécurité	18
12.1	Autorisations et sécurité.....	18
12.2	Accès à l'AOZ et avertissements.....	19
12.3	Risques opérationnels.....	19
12.4	Changements de mode.....	19
13	Modes opératoires de fonctionnement sur site des ASAMS	19
13.1	Généralités.....	19
13.2	Enregistrement des incidents.....	20
13.3	Mise en service.....	20
13.4	Documentation et formation.....	20
13.4.1	Documentation.....	20
13.4.2	Formation.....	20
14	Contrôles des risques opérationnels	21
15	Vérification des exigences de sécurité et/ou mesures de protection/réduction des risques	21
16	Évaluation de la conformité	21
17	Informations relatives à l'utilisation	22
17.1	Étiquettes de sécurité et marquages de la machine.....	22
17.2	Manuel d'utilisation.....	22
	Annexe A (informative) Liste des phénomènes dangereux significatifs	23
	Annexe B (informative) Sécurité et processus de management du risque	25
	Annexe C (informative) Intégration de l'ASAMS dans le processus de planification du site	29
	Annexe D (informative) Systèmes de contrôle d'accès	31
	Annexe E (informative) Gestion des changements — Exemple pour l'exploitation minière	33
	Annexe F (informative) Surveillance	35
	Annexe G (informative) Mise en service	36
	Annexe H (informative) Contrôles des risques opérationnels	38
	Annexe I (Informative) Formulaire pour vérifier la conformité aux exigences	40
	Bibliographie	50

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 127, *Engins de terrassement*, sous-comité SC 2, *Sécurité, ergonomie et exigences générales*, en collaboration avec le comité technique ISO/TC 82 *Exploitation minière*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 17757:2017), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- ajout d'exigences CEM;
- méthodes d'essais de freinage et de direction adaptées aux opérations autonomes;
- fourniture des renseignements sur les restrictions possibles concernant l'équipement radio;
- fourniture d'informations supplémentaires pour la cybersécurité;
- fourniture d'un exemple de formulaire qui peut être utilisé pour démontrer la conformité aux exigences individuelles.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le présent document est une norme de type C tel que mentionné dans l'ISO 12100.

Le présent document concerne, en particulier, les groupes de parties prenantes suivants représentant les acteurs du marché en ce qui concerne la sécurité des machines:

- fabricants de machines (petites, moyennes et grandes entreprises);
- les organismes de santé et de sécurité (autorités réglementaires, organismes de prévention des risques professionnels, surveillance du marché, etc.).

D'autres partenaires peuvent être concernés par le niveau de sécurité des machines atteint à l'aide du document par les groupes de parties prenantes mentionnés ci-dessus:

- utilisateurs de machines/employeurs (petites, moyennes et grandes entreprises);
- utilisateurs de machines/salariés (par exemple: syndicats de salariés, organisations représentant des personnes ayant des besoins particuliers);
- prestataires de services, par exemple pour la maintenance (petites, moyennes et grandes entreprises);
- consommateurs (dans le cas de machines destinées à être utilisées par des consommateurs).

Les groupes de parties prenantes mentionnés ci-dessus ont eu la possibilité de participer à l'élaboration du présent document.

Les machines concernées et l'étendue des phénomènes dangereux, des situations dangereuses ou des événements dangereux couverts sont indiquées dans le Domaine d'application du présent document.

Lorsque des exigences de la présente norme de type C sont différentes de celles mentionnées dans les normes de type A ou B, les exigences de la présente norme de type C prévalent sur les exigences des autres normes pour les machines qui ont été conçues et fabriquées conformément aux exigences de la présente norme de type C.

Les informations relatives à l'exploitation minière du présent document ont été obtenues auprès du groupe GMG (Global Mining Guidelines group) et du Western Australia Mobile Autonomous Machine Systems Working Group.

Engins de terrassement et exploitation minière — Sécurité de système de machine autonome et semi-autonome

1 Domaine d'application

Le présent document fournit les exigences de sécurité relatives aux machines autonomes et semi-autonomes (ASAM) utilisées dans les opérations de terrassement et d'exploitation minière, et à leurs systèmes de machine autonome et semi-autonome (ASAMS). Elle spécifie les critères de sécurité des machines et de leurs systèmes et leur infrastructure associés, y compris le matériel et les logiciels, et fournit des lignes directrices sur la sécurité d'utilisation dans leurs environnements fonctionnels définis pendant le cycle de vie de la machine et du système. Elle définit également les termes et définitions relatifs aux ASAMS.

Elle s'applique aux versions autonomes et semi-autonomes des engins de terrassement (EMM) définis dans l'ISO 6165 et des machines d'exploitation minière utilisées dans les applications en surface ou souterraines. Ses principes et la plupart de ses dispositions peuvent être appliqués à d'autres types d'ASAM utilisés sur les chantiers.

Les exigences de sécurité relatives aux engins de terrassement mobiles et aux machines d'exploitation minière mobiles en général, ainsi qu'aux opérateurs, formateurs ou passagers sur la machine, sont données par d'autres Normes internationales (ISO 20474, ISO 19296, par exemple). Le présent document porte sur les phénomènes dangereux supplémentaires et concerne les ASAMS utilisés normalement.

Il ne s'applique pas à la fonction de commande à distance (couverte par l'ISO 15817) ni aux dispositifs automatisés spécifiques à la fonction, sauf celles dont les fonctionnalités sont utilisées dans le cadre des ASAMS.

2 Références normatives

[ISO 17757:2019](https://standards.iteh.ai/Document-Preview/ISO-17757:2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/83b063e6-ac4f-41e5-905e-863bbc181247/iso-17757-2019>

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 2867, *Engins de terrassement — Moyens d'accès*

ISO 3450:2011, *Engins de terrassement — Engins sur pneumatiques ou sur chenilles en caoutchouc à grande vitesse — Exigences de performance et modes opératoires d'essai des systèmes de freinage*

ISO 5010:2007, *Engins de terrassement — Engins équipés de pneumatiques — Systèmes de direction*

ISO 6165, *Engins de terrassement — Principaux types — Identification et termes et définitions*

ISO 9533, *Engins de terrassement — Avertisseurs sonores de déplacement et de recul montés sur engins — Méthodes d'essai et critères de performance*

ISO 10265:2008, *Engins de terrassement — Engins à chenilles — Exigences de performance et modes opératoires d'essai des dispositifs de freinage*

ISO 12100:2010, *Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque*

ISO 13766-1, *Engins de terrassement et machines pour la construction des bâtiments — Compatibilité électromagnétique (CEM) des machines équipées de réseaux électriques de distribution interne — Partie 1: Exigences CEM générales dans des conditions électromagnétiques environnementales typiques*

ISO 13766-2, *Engins de terrassement et machines pour la construction des bâtiments — Compatibilité électromagnétique (CEM) des machines équipées de réseaux électriques de distribution interne — Partie 2: Exigences CEM supplémentaires pour les fonctions de sécurité*

ISO 19296, *Exploitation minière — Engins mobiles d'exploitation souterraine — Sécurité des machines*

ISO 20474-1, *Engins de terrassement — Sécurité — Partie 1: Sécurité*

3 Termes, définitions et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6165 et l'ISO 12100 ainsi que les termes, définitions et abréviations suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

3.1.1 systèmes de machine autonome et semi-autonome ASAMS

machine, système de maintien et *infrastructure* (3.1.11) permettant à la machine de fonctionner en *mode autonome* (3.1.3)

Note 1 à l'article: un exemple de composants représentatifs d'un ASAMS est présenté à la [Figure 1](#). Toutefois, le présent document ne décrit pas ni ne fournit les détails pour tous les composants particuliers identifiés à la [Figure 1](#).

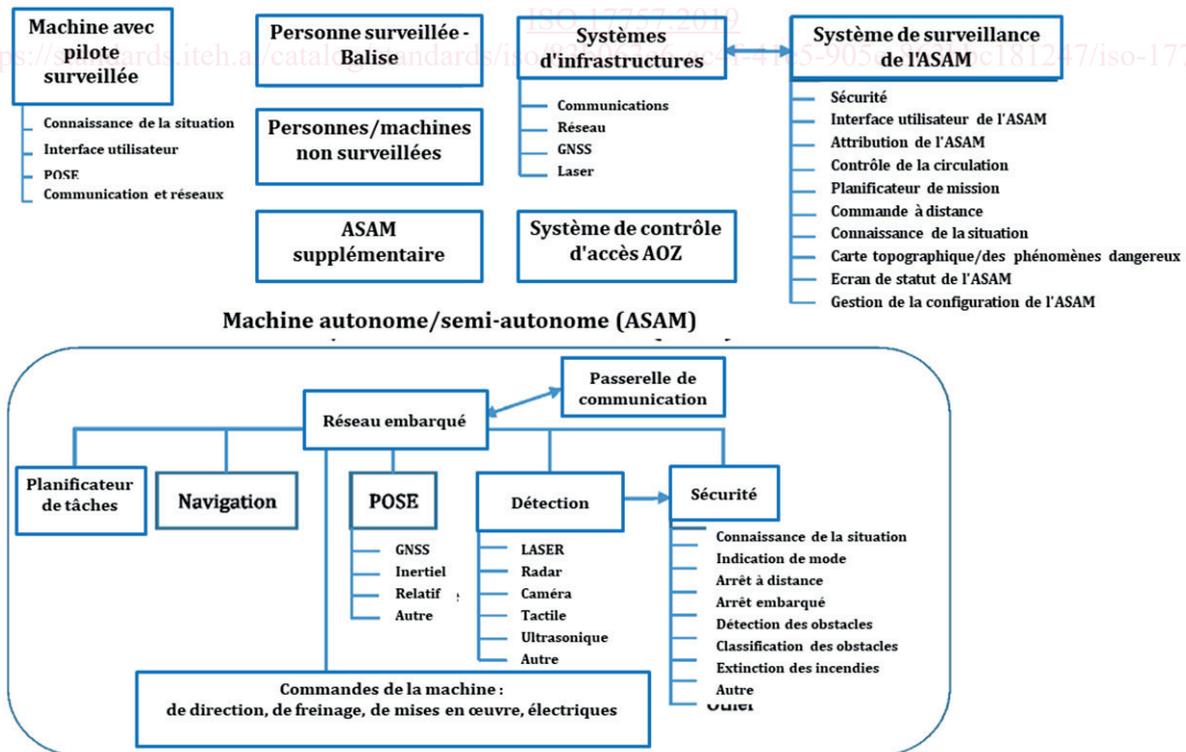


Figure 1 — Composants représentatifs de l'ASAMS

3.1.2**système de surveillance des machines autonomes et semi-autonomes**
système de surveillance de l'ASAM

système faisant office d'interface utilisateur principale et de «centre de commande et de contrôle» pour le fonctionnement en *mode autonome* (3.1.3)

3.1.3**mode autonome**

mode de fonctionnement dans lequel une machine mobile assure toutes les fonctions essentielles pour la sécurité et les fonctions de terrassement et d'exploitation minière liées à ses opérations définies sans interaction de l'opérateur (3.1.10)

Note 1 à l'article: l'opérateur peut préciser l'entrée de destination ou de navigation, mais il n'est pas nécessaire qu'il garde le contrôle pendant l'opération définie.

3.1.3.1**machine autonome**

machine mobile destinée à fonctionner en *mode autonome* (3.1.3) pendant son cycle de fonctionnement normal

Note 1 à l'article: l'abréviation «ASAM» est utilisée tout au long du présent document pour faire référence tant aux machines autonomes qu'aux *machines semi-autonomes* (3.1.3.2) fonctionnant en mode autonome.

3.1.3.2**machine semi-autonome**

machine mobile destinée à fonctionner en *mode autonome* (3.1.3) pendant une partie de son cycle de fonctionnement, et qui exige un contrôle actif par un opérateur pour exécuter certaines des tâches attribuées à la machine

Note 1 à l'article: l'abréviation «ASAM» est utilisée tout au long du présent document pour faire référence tant aux machines semi-autonomes fonctionnant en mode autonome qu'aux *machines autonomes* (3.1.3.1).

3.1.4**zone de fonctionnement autonome****AOZ****zone autonome**

zone dans laquelle les machines sont autorisées à fonctionner en *mode autonome* (3.1.3)

3.1.5**système de contrôle d'accès AOZ**

barrière physique ou système virtuel ou électronique qui surveille, autorise et contrôle les accès, les sorties et le passage des personnes et des équipements entre des *zones de fonctionnement autonomes* (3.1.4) et d'autres zones

3.1.6**personne compétente**

personne qui, en fonction du travail réalisé, dispose des connaissances, des compétences, de la formation et de l'expérience nécessaires à l'exécution du travail de manière satisfaisante et sans mettre en danger ni blesser les personnes

[SOURCE: ISO 7240-19:2007, 3.1.5, modifiée – Le mot «formation» a été ajouté]

3.1.7**carte topographique numérique****DTM**

description topographique du site au format numérique

3.1.8

dispositif automatisé spécifique à la fonction

dispositif automatisé ayant une fonction de contrôle particulière par laquelle l'opérateur a le contrôle total et est le seul responsable de la sécurité de fonctionnement, mais peut concéder une autorité limitée sur le contrôle manuel

EXEMPLE Contrôle de teneur, fouille automatique, freins antiblocage, contrôle de traction.

Note 1 à l'article: le dispositif peut automatiquement prendre une autorité limitée sur une fonction de la machine (le contrôle de stabilité électronique, par exemple).

3.1.9

état interrompu

condition dans laquelle une machine est immobile et où une action de l'opérateur est exigée pour la faire fonctionner de nouveau

3.1.10

interaction de l'opérateur

implication d'un opérateur pour donner des informations à une *ASAM* ou la contrôler (passage du *mode autonome* (3.1.3) au *mode manuel* (3.1.13), par exemple) ou pour assurer la gestion des exceptions

3.1.11

infrastructure

équipement et installations sur le chantier utilisés en complément du fonctionnement d'une machine en *mode autonome* (3.1.3)

EXEMPLE Réseaux de communication, centrales solaires, station de base GNSS, systèmes de barrières physiques.

3.1.12

couches de protection

procédés ou actions indépendant(e)s visant à empêcher ou à faire face à d'éventuels événements dangereux

3.1.13

mode manuel

mode de fonctionnement dans lequel une machine est contrôlée par un opérateur chargé de surveiller l'environnement de la machine et d'assurer la sécurité de fonctionnement de toutes ses commandes

Note 1 à l'article: les machines à commande manuelle peuvent avoir des *dispositifs automatisés spécifiques à la fonction* (3.1.8).

3.1.14

mode d'approche

mode qui permet d'accéder à l'*ASAM* (3.1.3.1 et 3.1.3.2)

3.1.15

indicateur de mode

moyen par lequel une machine indique si elle est en *mode manuel* (3.1.13), en *mode autonome* (3.1.3) ou en mode de commande à distance

3.1.16

opérateur

opérateur système

personne ayant le contrôle et la responsabilité du fonctionnement d'une *machine autonome* (3.1.3.1) ou d'une *machine semi-autonome* (3.1.3.2) et des *ASAMS* (3.1.1)

3.1.17

système d'arrêt à distance

système qui, lorsqu'il est sollicité, place toutes les *machines autonomes* (3.1.3.1) et *machines semi-autonomes* (3.1.3.2) à l'intérieur d'un ensemble défini de dispositifs mobiles d'arrêt à un *état interrompu* (3.1.9)

3.1.18**système d'arrêt complet**

système qui, lorsqu'il est sollicité, place toutes les *machines autonomes* (3.1.3.1) et *machines semi-autonomes* (3.1.3.2) surveillées par l'opérateur à un *état interrompu* (3.1.9)

3.1.19**système de détection**

système composé de capteurs utilisés pour détecter, repérer et reconnaître une éventuelle caractéristique d'intérêt

3.1.20**commande à distance****RC**

commande d'une machine par l'opérateur à partir d'un dispositif ne se trouvant pas sur la machine

3.1.21**état de sécurité**

condition dans laquelle un événement présentant un danger pour la sécurité, la santé et l'environnement est à un niveau de risque acceptable selon l'appréciation du risque, qu'une *machine autonome* (3.1.3.1) ou qu'une *machine semi-autonome* (3.1.3.2) soit en fonctionnement ou à l'arrêt

3.1.22**gestionnaire de site**

entité chargée de gérer l'ensemble du chantier et responsable de l'ensemble des opérateurs et des opérations sur site

3.1.23**connaissance de la situation**

perception des éléments dans l'environnement et compréhension de leur portée, qui peut inclure une projection de l'état futur des éléments perçus et du risque associé à cet état

3.1.24**intégrateur de système**

entité chargée de la conception, de l'installation et du montage de l'ASAM et de l'ASAMS (3.1.1)

3.1.25**appréciation du risque**

processus global comportant une analyse des risques et une évaluation du risque

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 12100.

3.2 Termes abrégés

AOZ	zone de fonctionnement autonome
ASAM	machine autonome ou semi-autonome
ASAMS	systèmes de machine autonome et semi-autonome
DTM	carte topographique numérique
ECU	unité de commande électronique
ECM	module de commande électronique
GNSS	géolocalisation et navigation par un système de satellites
IMU	centrale inertielle

POSE	positionnement et orientation
RC	commande à distance
UM	machine sans pilote

4 Exigences de sécurité et/ou mesures de protection/réduction des risques

4.1 Généralités

L'ASAMS doit satisfaire aux exigences de sécurité et/ou mesures de protection/réduction des risques du présent article.

En outre, l'ASAMS doit être conçue selon les principes de l'ISO 12100 pour les phénomènes dangereux pertinents, mais non significatifs, qui ne sont pas traités par le présent document.

Un processus d'appréciation du risque lié à l'ASAMS doit être réalisé selon les principes de l'ISO 12100. Tous les risques identifiés doivent être atténués à des niveaux de risque acceptables dans le cadre du processus d'appréciation du risque. [L'Annexe B](#) donne des informations générales relatives à l'appréciation du risque lié à l'ASAMS. Les résultats de l'appréciation du risque doivent être formellement documentés.

Les éléments d'un système de commande liés à la sécurité doivent satisfaire aux exigences appropriées en matière de performances de sécurité fonctionnelle. Voir, par exemple, l'ISO 13849, l'ISO 19014, l'IEC 62061 ou l'IEC 61508.

Les exigences de sécurité générales indiquées dans l'ISO 20474 s'appliquent aux ASAM de terrassement, et celles données dans l'ISO 19296 s'appliquent aux ASAM d'exploitation minière souterraine. Les exigences relatives à un opérateur embarqué ne s'appliquent pas lorsque la machine n'est pas équipée d'un poste d'opérateur embarqué.

L'ASAMS doit satisfaire aux exigences en matière de CEM de l'ISO 13766 1 et 2, sauf pour les composants évoluant dans un environnement présentant moins d'émissions électromagnétiques (salles de serveur, bureaux, par exemple), qui doivent satisfaire aux exigences CEM appropriées de la série IEC 61000.

4.2 Systèmes d'arrêt

4.2.1 Généralités

Toutes les ASAM doivent disposer de moyens permettant de les mettre à l'état interrompu à une certaine distance de sécurité.

4.2.2 Système d'arrêt complet

Si l'ASAMS contient un système de surveillance d'ASAM à distance, ce dernier doit être équipé d'un système d'arrêt complet permettant à l'opérateur de placer toutes les ASAM dont il assure la surveillance à l'état interrompu.

Après avoir placé une ASAM à l'état interrompu, l'intervention de l'opérateur doit être exigée pour remettre la machine en mouvement.

Il convient que les critères de performances du système d'arrêt complet soient indiqués dans la documentation du fournisseur.

Il convient que les critères de performances indiquent le délai prévu et le délai maximal avant que le système de freinage ne soit activé.

4.2.3 Système d'arrêt à distance

Si l'appréciation du risque en révèle la nécessité, les ASAMS doivent être équipés d'un système d'arrêt à distance supplémentaire distinct du système d'arrêt complet spécifié en 4.2.2. Le système d'arrêt à distance doit permettre à une personne d'amener toutes les ASAM dans la plage exigée (en fonction de l'appréciation du risque) du dispositif d'arrêt à distance à un état interrompu. Par ailleurs, le dispositif d'arrêt à distance peut amener toutes les ASAM se trouvant dans une AOZ applicable à un état interrompu.

Après avoir placé une ASAM à l'état interrompu, l'intervention de l'opérateur doit être exigée pour remettre la machine en mouvement.

Il convient que les critères de performances du système d'arrêt à distance soient indiqués dans la documentation du fournisseur.

Il convient que les critères de performances indiquent le délai prévu et le délai maximal avant que le système de freinage ne soit activé.

4.3 Dispositifs d'avertissement et signaux de sécurité

4.3.1 Indicateurs visuels

Le mode de fonctionnement de la machine doit être indiqué. Les indicateurs répertoriés au [Tableau 1](#) sont recommandés. Une ASAM doit également disposer d'un moyen permettant d'indiquer qu'elle est en mode d'approche, dans lequel elle ne se déplace pas sans intervention de l'opérateur embarqué.

Tableau 1 — Références visuelles

Mode	Voyant/modèle	Description/observation
Manuel	Vert clignotant	Utilisé pour indiquer qu'une machine est en mode manuel. L'indicateur manuel est inclus pour s'assurer qu'il y a toujours au moins un indicateur sur une ASAM. Si le voyant manuel n'est pas utilisé, une méthode doit permettre de diagnostiquer les défaillances des autres indicateurs.
Autonome	Bleu clignotant	Indique qu'une ASAM fonctionne en mode autonome.

Si ces couleurs ou modèles ne sont pas prévus par les pratiques locales, il convient que toutes les machines d'un site ASAMS utilisent un modèle d'indication de mode cohérent. Si des indicateurs sont utilisés, ils doivent être clairement visibles de manière à pouvoir reconnaître le mode de fonctionnement à une certaine distance de sécurité par rapport à la machine.

4.3.2 Alarmes sonores

Il convient que l'ASAM soit capable de fournir les mêmes avertissements sonores que ceux utilisés sur le chantier pour les alarmes de démarrage du moteur, de prémouvement et de mouvement sur des machines avec pilote.

EXEMPLE La machine émet un certain nombre de signaux sonores avant d'engager une action donnée, puis un modèle de signaux cyclique lorsqu'elle se déplace.

Si des dispositifs d'avertissement sont fournis, ils doivent être conformes à l'ISO 9533.

4.3.3 Signes de sécurité

L'ISO 9244 s'applique pour les signaux de sécurité et les étiquettes d'avertissement.

4.4 Protection contre le feu

Un système d'extinction des incendies doit être fourni si l'appréciation du risque l'exige. Les moyens permettant de l'activer (c'est-à-dire automatiquement ou à distance) doivent être déterminés par l'appréciation du risque.

4.5 Systèmes d'accès à la machine

Des systèmes d'accès conformes à l'ISO 2867 doivent être prévus pour toutes les zones d'une ASAM dont l'accès est exigé plus d'une fois par mois.

4.6 Freinage et direction

4.6.1 Généralités

L'aptitude à maintenir une vitesse de sécurité et un cap efficace est une nécessité fondamentale pour les ASAMS. Avec l'ASAM, les commandes électroniques du système de commande sont utilisées pour commander les freins et le système de direction de la machine.

Compte de tenu de leur complexité, des critères de sécurité supplémentaires sont nécessaires:

- a) tous les ASAMS doivent disposer d'une capacité embarquée à mettre la machine à l'arrêt;
- b) si l'ASAM fonctionne dans les limites de l'environnement de fonctionnement spécifié, les systèmes de commande doivent être en mesure de freiner la machine tout en assurant la sécurité de fonctionnement (freinage dans des conditions difficiles, par exemple);
- c) les ASAMS doivent permettre de vérifier que les températures et pressions de fonctionnement dans les systèmes de freinage et de direction ont été atteintes avant de placer la machine en mode autonome.

4.6.2 Freinage

Conformément à l'ISO 3450 ou à l'ISO 10265, les performances de freinage d'une machine avec pilote sont mesurées entre le moment où l'opérateur embarqué appuie sur la pédale de frein et le moment où la machine s'arrête.

Pour une ASAM, les performances de freinage doivent être mesurées entre le moment où le sous-système de freinage de la machine reçoit la commande embarquée et le moment où la machine s'arrête.

Les systèmes de freinage de l'ASAM sur roues doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 3450:2011, Article 4, sauf si les exigences s'appliquent de manière spécifique à un opérateur embarqué.

Les ASAMS doivent rester dans un état sûr si une perte d'énergie de freinage accumulée est détectée.

L'ISO 3450:2011, 4.12.2, qui porte sur le système de freinage et les instructions de vérification périodique, s'applique pour les ASAM sur roues, sauf que les manuels, les étiquettes ou les autres moyens d'informations relatives aux freins doivent être fournis où que se trouve l'opérateur.

L'ISO 3450:2011, Article 5 et Article 6, s'applique pour les ASAM à roues, sauf pour l'ISO 3450:2011, 6.2, qui s'applique uniquement aux machines équipées d'un poste d'opérateur embarqué. Les essais doivent être réalisés en mode manuel (opérateur embarqué, le cas échéant) et en mode autonome. Le mesurage ou la consignation des efforts aux commandes peut ne pas être nécessaire. Si l'ASAMS ne permet pas à la machine de fonctionner aux vitesses d'essai exigées selon l'ISO 3450, la vitesse maximale admise par l'ASAMS dans ces conditions peut être utilisée pour démontrer que la machine satisfait aux performances exigées de l'ISO 3450. Par exemple, si l'ASAMS empêche la vitesse de dépasser 40 km/h sur des pentes de 8 % à 10 %, la vitesse d'essai de l'ISO 3450:2011, 6.5.5 est de 40 km/h, et les distances d'arrêt maximales sont calculées à l'aide de l'ISO 3450:2011, Tableau 3 en utilisant cette vitesse de 40 km/h.