NORME INTERNATIONALE

ISO 17757

Deuxième édition
2019-07

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

Numéro de référence
ISO 17757:2019(F)

© ISO 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

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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 auxexigences** **40**

Bibliographie **50**

 © ISO 2019 – Tous droits réservés

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.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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.

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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

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 2019 – Tous droits réservés

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.

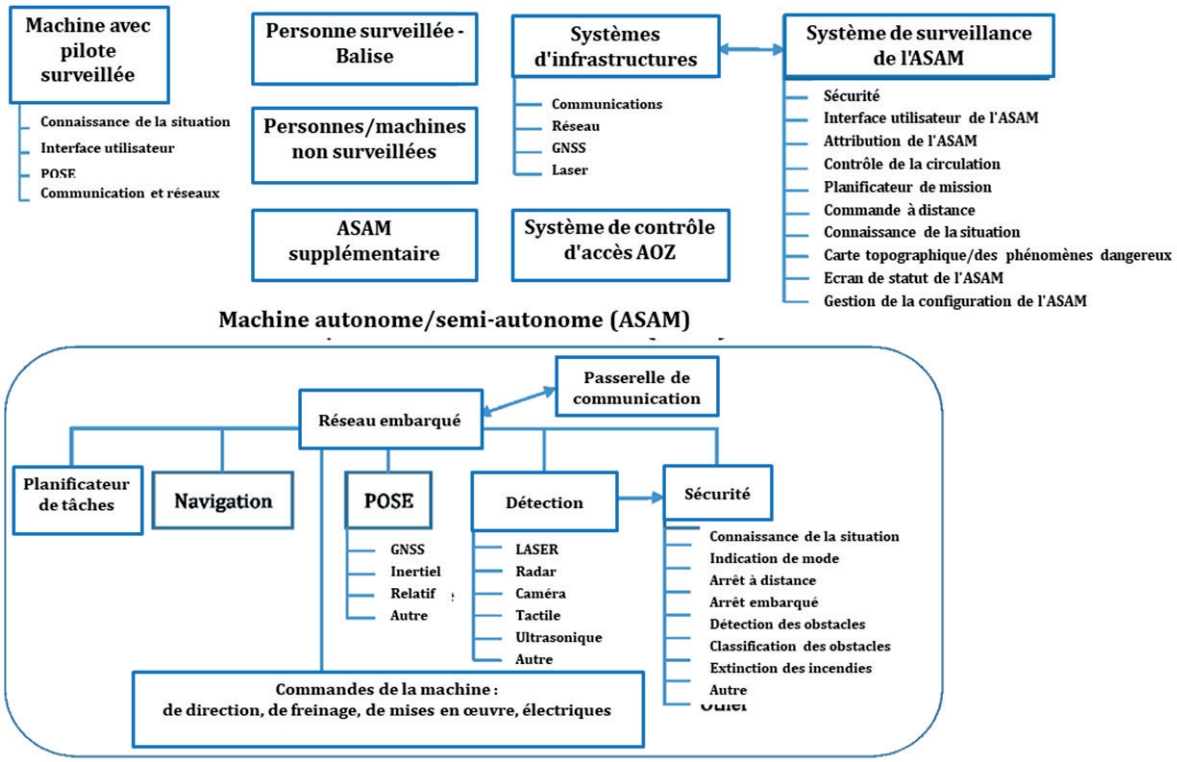


Figure 1 — Composants représentatifs de l'ASAMS

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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)

© ISO 2019 – Tous droits réservés

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

© ISO 2019 – Tous droits réservés