

NORME
INTERNATIONALE

ISO/ASTM
52931

Première édition
2023-01

**Fabrication additive de métaux —
Environnement, santé et sécurité —
Principes généraux pour l'utilisation
de matériaux métalliques**

*Additive manufacturing of metals — Environment, health and safety
— General principles for use of metallic materials*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52931:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023>



Numéro de référence
ISO/ASTM 52931:2023(F)

© ISO/ASTM International 2023

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52931:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482e-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482e-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/ASTM International 2023

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 un intranet, sans autorisation écrite soit de l'ISO à l'adresse ci-après, soit d'un organisme membre de l'ISO dans le pays du demandeur. Aux États-Unis, les demandes doivent être adressées à ASTM International.

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

ASTM International
100 Barr Harbor Drive, PO Box C700
West Conshohocken, PA 19428-2959, USA
Tél.: +610 832 9634
Fax: +610 832 9635
E-mail: khooper@astm.org
Web: www.astm.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Abréviations	2
5 Méthodologie	2
5.1 Généralités	2
5.2 Méthodologie applicable aux phénomènes dangereux chimiques	4
6 Données sources	4
6.1 Généralités	4
6.2 Intrants de produits et sous-produits	5
6.2.1 Fiche de données de sécurité	5
6.2.2 Fiche de données techniques de produit	5
6.3 Procédé	5
6.3.1 Généralités	5
6.3.2 Moyens de stockage et de mise en œuvre	5
6.4 Retours d'expérience	6
6.4.1 Rapports d'incident	6
6.4.2 Veille technique et normative	6
6.4.3 Rapports de mesurage et analyses	6
7 Appréciation du risque	7
7.1 Identification des phénomènes dangereux	7
7.2 Documentation sur les phénomènes dangereux	7
7.2.1 Généralités	7
7.2.2 Identification des phénomènes dangereux liés aux intrants	7
7.2.3 Phénomènes dangereux liés aux substances générées pendant la fabrication additive	12
7.2.4 Phénomènes dangereux liés à un incendie et à une explosion	12
7.3 Identification des situations d'exposition	12
7.4 Caractérisation et évaluation des risques	17
7.4.1 Généralités	17
7.4.2 Évaluation des risques liés à la contamination, à l'inhalation ou au contact de la peau	17
7.4.3 Évaluation des risques liés à l'explosion	18
8 Mesures de prévention et de protection	19
8.1 Généralités	19
8.2 Lieux de travail	19
8.2.1 Sols et murs	19
8.2.2 Débit d'air	20
8.2.3 Incendie	20
8.2.4 Électricité	21
8.2.5 Stockage des poudres	21
8.2.6 Meilleures pratiques pour les lieux de travail pour le personnel	22
8.3 Procédé	23
8.4 Organisation	23
8.4.1 Généralités	23
8.4.2 Formation du personnel	23
8.4.3 Informations pour le personnel	23
8.4.4 Limitation du personnel exposé	24
8.4.5 Réduction de l'exposition	24

ISO/ASTM 52931:2023(F)

8.4.6	Équipements de protection individuelle.....	24
8.5	Gestion des déchets.....	26
8.5.1	Généralités.....	26
8.5.2	Filtres contaminés.....	27
8.5.3	Déchets d'aspirateurs avec filtres à immersion et de systèmes de nettoyage.....	27
8.5.4	Génération de déchets de poudre sèche.....	27
Annexe A (informative) Fiche de données de sécurité.....		28
Annexe B (informative) Définition de valeurs limites.....		30
Annexe C (informative) Phénomènes dangereux liés à un incendie et à une explosion.....		31
Annexe D (informative) Vue d'ensemble des LEP pour les substances.....		33
Bibliographie.....		37

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52931:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023>

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 (CEI) 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 appelée 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/patents).

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/foreword.html.

Le comité responsable du présent document est l'ISO/TC 261, *Fabrication additive*, en coopération avec le Comité ASTM F42, *Technologies de fabrication additive*, dans le cadre d'un accord de partenariat entre l'ISO et ASTM International dans le but de créer un ensemble commun de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive et en collaboration avec le Comité Européen de Normalisation (CEN), Comité technique CEN/TC 438, *Fabrication additive*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Il convient que tout retour d'information ou questions sur le présent document soit adressé à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste complète de ces organismes peut être consultée à l'adresse www.iso.org/members.html.

Introduction

L'utilisation de procédés de fabrication additive (FA) avec des matières premières métalliques entraîne un certain nombre de phénomènes dangereux. Il est donc important, dans un premier temps, de mettre en œuvre un haut niveau de protection pendant la fabrication et l'installation de la machine ou de l'équipement de fabrication additive. À cet effet, l'ISO/ASTM 52938-1 traitant de la sécurité des machines PBF-LB est en préparation.

De plus, les utilisateurs d'équipements de fabrication additive ont le devoir de réduire les risques pour les opérateurs restant après l'installation pour qu'ils respectent les réglementations nationales ou régionalement pertinentes pour la santé et la sécurité au travail. Ces dernières sont très différentes à l'échelle mondiale, si bien que les exigences d'une norme ne peuvent pas entièrement les refléter. Pour les utilisateurs d'équipements de fabrication additive, les lignes directrices et les exigences du présent document sont, par conséquent, particulièrement pertinentes concernant des aspects non suffisamment couverts par les réglementations nationales ou régionalement pertinentes pour la santé et la sécurité au travail.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52931:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-astm-52931-2023>

Fabrication additive de métaux — Environnement, santé et sécurité — Principes généraux pour l'utilisation de matériaux métalliques

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des conseils et des exigences pour l'appréciation du risque et la mise en œuvre de mesures de prévention et de protection relatives à la fabrication additive avec des poudres métalliques.

Les risques couverts par le présent document concernent tous les sous-procédés composant le procédé de fabrication, y compris la gestion des déchets.

Le présent document ne spécifie pas d'exigences pour la conception des machines et des équipements utilisés pour la fabrication additive.

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 11611, *Vêtements de protection utilisés pendant le soudage et les techniques connexes*

ISO 16321-1, *Protection des yeux et du visage à usage professionnel — Partie 1: Exigences générales*

ISO 16321-3, *Protection des yeux et du visage à usage professionnel — Partie 3: Exigences complémentaires relatives aux protecteurs grillagés*

ISO/ASTM 52900, *Fabrication additive — Principes généraux — Fondamentaux et vocabulaire*

ISO/ASTM 52907:2019, *Fabrication additive — Matières premières — Méthodes pour caractériser les poudres métalliques*

IEC 60079-10-1, *Atmosphères explosives — Partie 10-1: Classement des emplacements — Atmosphères explosives gazeuses*

IEC 60079-10-2, *Atmosphères explosives — Partie 10-2: Classement des emplacements — Atmosphères explosives poussiéreuses*

ANSI Z87.1, *Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO/ASTM 52900 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 <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

4 Abréviations

Les abréviations et les acronymes utilisés dans le présent document sont recensés dans le [Tableau 1](#).

Tableau 1 — Abréviations et acronymes

Abréviation	Signification
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
UTA	unité de traitement d'air
ATEX	atmosphères explosives
CLP	classification, labelling, packaging (classification, étiquetage, emballage)
CMR	cancérogène, mutagène ou reprotoxique
AEPC	Agence Européenne des Produits Chimiques
ESS	environnement -santé-sécurité
SGH	système général harmonisé
TMS	trouble musculo-squelettique
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
LEP	limite d'exposition professionnelle
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
EPI	équipement de protection individuelle
SDS	fiche de données de sécurité
REACH	registration, evaluation and authorisation of chemicals (enregistrement, évaluation et autorisation des substances chimiques)
CEE-ONU	Commission Economique pour l'Europe de l'Organisation des Nations Unies

5 Méthodologie

5.1 Généralités

La méthode décrite dans le présent document permet à l'utilisateur d'évaluer le risque ESS en prenant en considération les éléments suivants:

- poudres métalliques utilisées;
- procédé de FA;
- conditions d'installation du système de FA;
- bonnes pratiques applicables;
- retours d'expérience.

La méthodologie est basée sur une caractérisation des phénomènes dangereux physiques (par exemple incendie et explosion), des phénomènes dangereux pour la santé de l'opérateur ou des tiers potentiellement exposés et pour l'environnement. L'approche globale d'appréciation du risque et de mise en œuvre des mesures de prévention est illustrée à la [Figure 1](#) et détaillée dans le [Tableau 2](#).

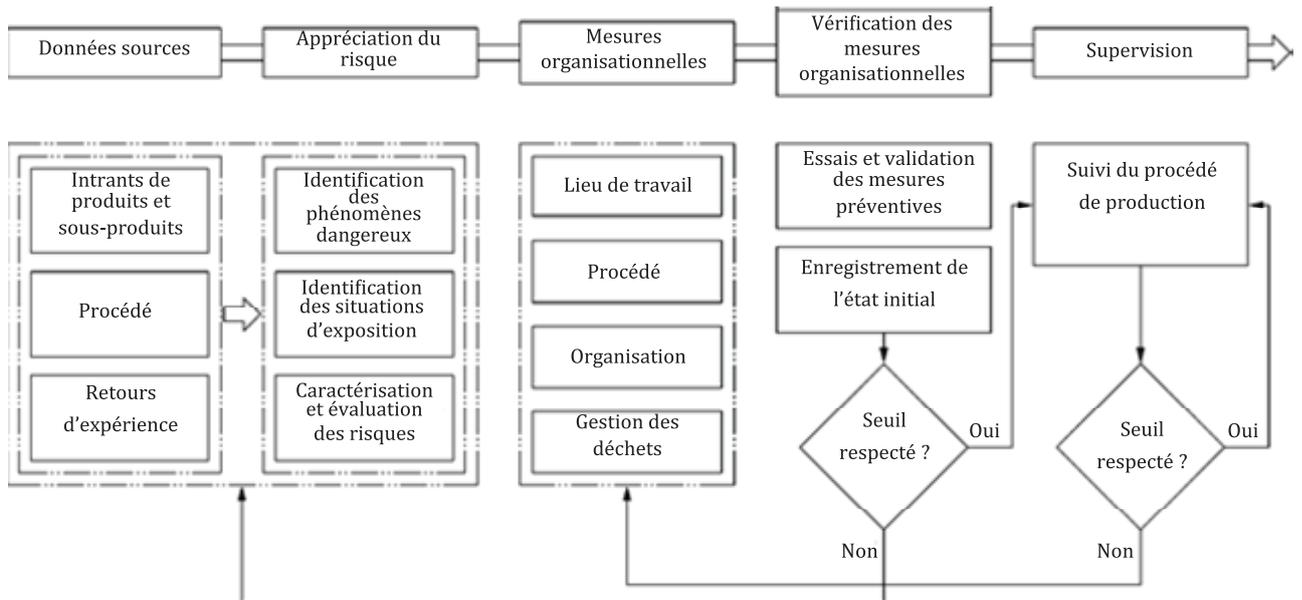


Figure 1 — Approche globale d'appréciation du risque et de mise en œuvre des mesures de prévention

Tableau 2 — Contenu des étapes d'évaluation et de prévention des risques

Étapes principales	Aspects pris en compte	Facteurs/mesures
Données sources	Intrants de produits et sous-produits	Fiches de données de sécurité, produits mis en œuvre avec classification, toxicité et granulométrie, notices d'instructions, réglementations en vigueur
	Procédé	Moyens (locaux et équipement de travail) mis en œuvre pour le stockage, le transport et le traitement des intrants
	Retours d'expérience	Mesurage, analyse, suivi médical, rapports d'incident, supervision de la technologie et de la réglementation
Appréciation du risque	Identification des phénomènes dangereux	Identification des phénomènes dangereux inhérents aux intrants et aux sous-produits générés aux différents stades du procédé, et des situations d'exposition
	Identification des situations d'exposition	Identification des tâches et des activités avec un potentiel d'expositions aux différents stades du procédé, y compris une exposition accidentelle
	Caractérisation et évaluation des risques	Caractérisation et évaluation des risques pour la santé, la sécurité et l'environnement
Vérification des mesures organisationnelles	Lieu de travail	Configuration, performance de confinement, débit d'air/ventilation, fonction de surveillance de l'air
	Procédé	Matière première, équipement de travail, performance de capture, étanchéité, propreté de filtration, niveau de fiabilité des fonctions de détection, contrôles, catégorie de risques liés à l'explosion.
	Organisation	Procédures, flux du procédé, niveau de formation, EPI, suivi médical, surveillance des locaux et de l'équipement
	Gestion des déchets	Collecte, stockage et élimination des déchets. Prévention des déversements et confinement.

Tableau 2 (suite)

Étapes principales	Aspects pris en compte	Facteurs/mesures
Vérification des mesures de prévention et de protection	Essais et validation des mesures préventives	Échantillonnage, dosimétrie atmosphérique, mesurages de surface, audit d'adéquation
	Enregistrement de l'état initial	Mesurage ambiant
Supervision	Suivi du procédé de production	Surveillance et gestion de la modification du lieu de travail/du procédé/de l'organisation, surveillance réglementaire et technologique, échantillonnage, dosimétrie atmosphérique, surface de contamination de surface

5.2 Méthodologie applicable aux phénomènes dangereux chimiques

Les étapes pour l'évaluation et le contrôle du risque d'exposition à des agents chimiques dangereux sont décrites à la [Figure 2](#):

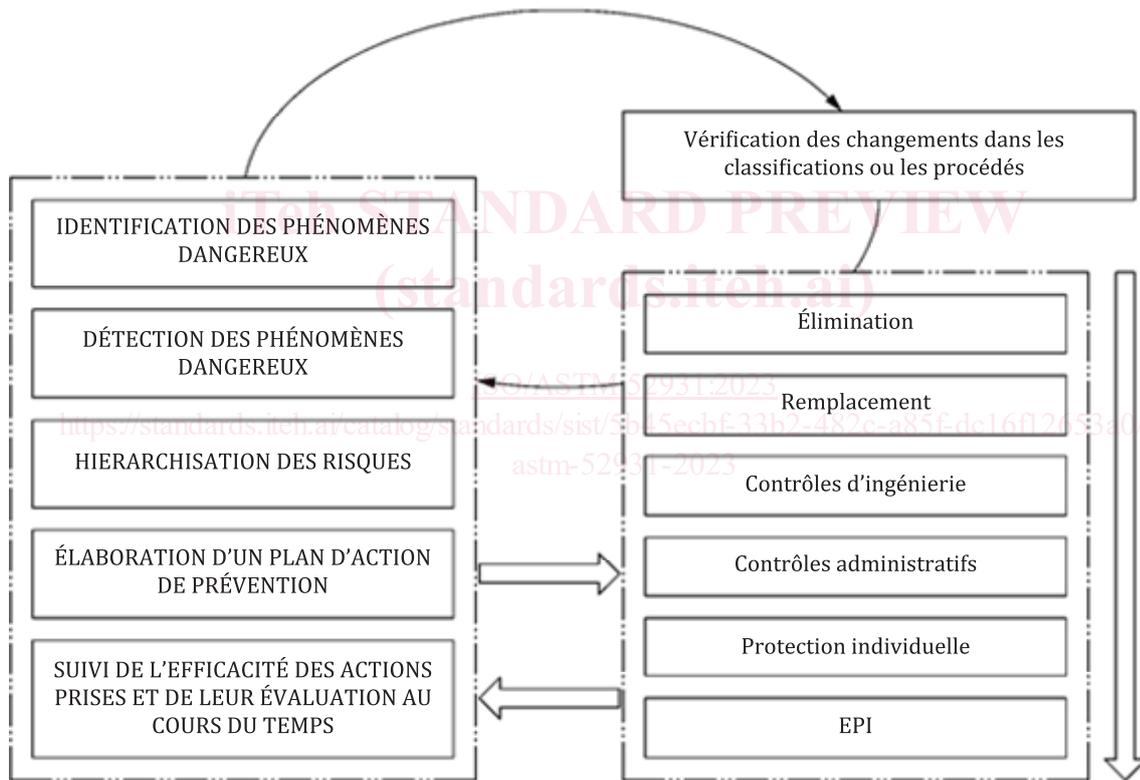


Figure 2 — Principales étapes d'un processus de prévention des risques chimiques

6 Données sources

6.1 Généralités

Il convient que les réglementations locales applicables soient prises en considération (voir la Directive 89/391/CEE, en Europe, et l'OSHA, aux États-Unis).

6.2 Intrants de produits et sous-produits

6.2.1 Fiche de données de sécurité

Voir les informations données dans l'[Annexe A](#).

6.2.2 Fiche de données techniques de produit

Il convient que la fiche de données techniques d'un produit contienne également des informations sur la distribution de taille des particules.

La spécification technique des poudres métalliques doit être fournie conformément à l'ISO/ASTM 52907:2019, Annexe A.

6.3 Procédé

6.3.1 Généralités

Les instructions pour une installation, une utilisation et une maintenance correctes de l'équipement de FA et l'équipement de post traitement doivent être suivies. Il convient que l'utilisateur s'assure que la combinaison de la matière première et de l'équipement de FA et de l'équipement de post traitement a été prise en compte. L'utilisateur doit réaliser une appréciation du risque spécifique, de préférence avec le soutien du fabricant de l'équipement de FA et de l'équipement de post traitement et du fournisseur de la (des) matière(s) première(s).

6.3.2 Moyens de stockage et de mise en œuvre

Pour l'utilisation régulière de poudres métalliques, il convient que les réglementations nationales et les politiques organisationnelles liées aux substances dangereuses soient observées. Cela inclurait l'enregistrement du matériau dans les appréciations de l'organisation et du risque pour les procédés individuels mis en œuvre avec le matériau sur la base des informations des fiches de données de sécurité. Cela fournirait un contrôle hiérarchique des éléments suivants, au minimum:

- identification de la poudre;
- emplacement de stockage;
- exigences de stockage (aspects juridiques, aspects de sécurité et aspects de qualité de la poudre);
- exigences de manutention manuelle;
- volume(s) maximal (maximaux) de poudre pour chaque procédé;
- utilisation de matériels auxiliaires (séparateurs humides, unités de tamisage, etc.);
- exigences d'entretien;
- exigences d'EPI.

6.4 Retours d'expérience

6.4.1 Rapports d'incident

Lorsqu'un incident se produit pour un opérateur d'une installation, il convient que l'entreprise fournisse un rapport analysant les causes de l'incident, ses effets et ses conséquences sur les individus et l'environnement. La description utile pour dans le rapport d'incident est:

- description du procédé et de son équipement: mise en œuvre, produits impliqués, conditions d'utilisation en fonctionnement normal, procédures, règles, opérations de commande, maintenance, nettoyage, etc.;
- mesures de sécurité (prévention, protection), procédures, qualifications, formation;
- circonstances, contexte et chronologie de l'incident:
 - contexte d'utilisation avant et pendant l'incident, état des produits, identification d'écarts par rapport à la normale, témoignages, dernières interventions (maintenance, contrôle, inspections, entretiens, travail, autres incidents...);
 - chronologie des événements et de la gestion de l'incident (intervenants présents, actions réalisées, date/heure, ...);
- conclusions diverses;
- caractérisation des conséquences:
 - caractérisation expérimentale pour éliminer les doutes (mesurage, reproduction de l'incident, caractérisation des produits);
 - caractérisation par modélisation (par exemple incendie sur un lieu de travail FA);
- recommandations: prévention, détection, protection, gestion des activités.

6.4.2 Veille technique et normative

Il convient que des documents techniques et/ou normatifs soient disponibles et examinés, et que le procédé de FA soit actualisé si besoin dès que possible après la publication.

6.4.3 Rapports de mesurage et analyses

Tous les mesurages d'émission, que ce soit à la réception de l'équipement ou en fonctionnement normal, ainsi que l'historique des mesurages d'exposition, constituent des retours utiles pour une appréciation ou une réévaluation du risque.

Si l'appréciation du risque montre qu'il y a au moins une situation d'exposition soumise à une LEP réglementaire, les niveaux d'exposition doivent être contrôlés conformément aux réglementations.

NOTE Actuellement, il n'y a pas de cas courants connus dans le domaine de la FA avec des matériaux métalliques nécessitant l'intervention d'un organisme accrédité, mais cela ne peut pas être exclu.

7 Appréciation du risque

7.1 Identification des phénomènes dangereux

Tous les produits chimiques et matériaux dangereux doivent être identifiés. L'approche de prévention consiste à identifier systématiquement la présence de tels produits et de toute situation de travail dans laquelle les opérateurs et d'autres membres du personnel pourraient être exposés.

NOTE Les poudres réactives et non réactives ont des exigences de manutention et de stockage différentes. Se reporter à la fiche de données de sécurité (FDS) pour ces exigences.

7.2 Documentation sur les phénomènes dangereux

7.2.1 Généralités

Pour les espaces de travail FA et les emplacements de stockage de matières premières, l'utilisation de fiches de sécurité chimique (FSC) est fortement recommandée, et en fonction des réglementations locales, obligatoire. Les fiches de sécurité chimique fournissent les informations de santé et de sécurité essentielles sur les produits chimiques d'une manière claire et concise. Cela inclut les informations sur les phénomènes dangereux, l'EPI requis et les actions à prendre dans le cas d'un accident ou d'un déversement.

Les fiches de sécurité chimique applicables sont disponibles pour les substances pures uniquement dans la base de données mentionnée dans la note ci-dessous. Pour les alliages et les mélanges, il est recommandé que l'employeur compose un document similaire basé sur les informations fournies dans la fiche de données de sécurité (FDS) et structuré de la même manière qu'une fiche de sécurité chimique.

NOTE Une importante base de données de fiches prêtes à l'emploi a été composée dans le projet de fiches internationales de sécurité chimique (FISC). Ce projet est une collaboration entre l'Organisation internationale du travail (OIT) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS), avec la coopération de la Commission européenne. Pour plus d'informations, voir les références suivantes:

<https://standards.kenai.com/catalog/standards/sib/5b45ecbf-33b2-482c-a85f-dc16f12653a0/iso-52931-2023>

<https://www.who.int/publications/m/item/international-chemical-safety-cards-leaflet>

<https://www.cdc.gov/niosh/ipcs/default.html>

7.2.2 Identification des phénomènes dangereux liés aux intrants

7.2.2.1 Généralités

Les exigences suivantes doivent être satisfaites, afin d'identifier les phénomènes dangereux liés à la manutention d'alliages métalliques en poudre:

- prendre en considération les exigences réglementaires qui sont pertinentes pour le site de production et d'utilisation;
- identifier les phénomènes dangereux liés à chaque élément métallique de l'alliage et par famille d'alliages.

Des indications permettant de comprendre les fiches de données de sécurité (FDS) sont données dans l'[Annexe A](#).

Il convient que les utilisateurs recherchent régulièrement les dernières mises à jour disponibles de la FDS.