



Appréciation et réduction des risques

Méthode Suva pour les machines

Guide pour l'appréciation et la réduction des risques à destination des fabricants et responsables de la mise sur le marché

suvapro

Le travail en sécurité

Cette brochure est destinée aux fabricants et responsables de la mise sur le marché. Vous y trouverez des conseils utiles concernant la sécurité et la conformité des machines.

Vous y trouverez également la description d'une procédure pratique d'appréciation et de réduction des risques. La directive européenne relative aux machines exige la réalisation de cette double procédure avant la mise sur le marché des machines neuves.

Sommaire

1	Mettre sur le marché des machines sûres	4	8	Appréciation des risques	20
2	Pourquoi et quand apprécier le risque?	5	8.1	Détermination des limites de la machine	20
3	Termes et définitions	6	8.2	Identification des phénomènes dangereux et situations dangereuses, dommages et causes	24
3.1	Utilisation normale	6	8.3	Estimation des risques	30
3.2	Mauvais usage raisonnablement prévisible	6	8.4	Evaluation des risques	43
3.3	Phénomène dangereux	7	9	Réduction des risques	45
3.4	Zone dangereuse (zone de danger)	7	9.1	Mesures de prévention intrinsèque (étape 1)	45
3.5	Situation dangereuse	8	9.2	Protection et mesures de prévention complémentaires (étape 2)	46
3.6	Événement dangereux	8	9.3	Informations pour l'utilisation (étape 3)	47
3.7	Dommmage	9	9.4	Déroulement de la méthode en trois étapes	48
3.8	Causes	9	9.5	Documentation des mesures de protection	50
3.9	Risque et éléments de risque	9	Annexe A	Normes contenant des informations relatives à l'appréciation des risques dans le cas de phénomènes dangereux définis	67
3.10	Risque résiduel	10	Annexe B	Tableaux relatifs à la documentation	68
3.11	Normes harmonisées, présomption de conformité	10	Annexe C	Exemples de phénomènes dangereux	70
4	Comment se produit un dommage?	11	Annexe D	De l'appréciation des risques aux exigences de performance des fonctions de sécurité pour les commandes (PLr ou SIL)	73
5	Préparation	13			
5.1	Organisation	13			
5.2	Éléments d'information	13			
6	Documentation et moyens auxiliaires	15			
7	Récapitulatif de la procédure	16			
7.1	Procédure sans prise en compte d'une norme de type C répertoriée	16			
7.2	Procédure avec prise en compte d'une norme de type C répertoriée	18			

1 Mettre sur le marché des machines sûres

Toute personne qui souhaite mettre une machine neuve sur le marché dans l'Union européenne, dans l'Espace économique européen, en Suisse et dans d'autres pays, comme la Turquie, doit satisfaire aux **exigences essentielles de santé et de sécurité** de la directive relative aux machines (2006/42/CE, Annexe I).

La directive susmentionnée exige du fabricant qu'il procède à une **appréciation** et à une **réduction des risques de la machine à construire**. L'appréciation et la réduction des risques doivent être documentées, et cette documentation doit être tenue à disposition en tant que partie intégrante du dossier technique du fabricant.

Un guide sur la méthode Suva

La présente brochure explique comment satisfaire en pratique aux exigences de la directive relative aux machines. Il est pour cela possible d'utiliser la procédure d'appréciation et de réduction des risques décrite ici. Cette procédure convient aux machines et aux quasi-machines, et peut être également appliquée lors du développement de produits techniques. La procédure satisfait aux exigences des normes et rapports techniques suivants:

- EN ISO 12100:2010 Sécurité des machines – Principes généraux de conception – Appréciation du risque et réduction du risque
- ISO/TR 14121-2:2012 Sécurité des machines – Appréciation du risque – Partie 2: Lignes directrices pratiques et exemples de méthodes
- ISO/TR 22100-1:2015 Sécurité des machines – Relation avec l'ISO 12100 – Partie 1: Relation entre l'ISO 12100 et les normes de type B et type C

Pour appliquer la procédure, il faut connaître les chap. 1 à 9 du présent document. Les annexes fournissent de plus amples informations pour l'appréciation et la réduction des risques. En fonction des phénomènes dangereux identifiés, des informations supplémentaires concernant l'appréciation des risques figurant dans d'autres normes doivent être prises en compte. Ces informations ne sont pas fournies ici (exemples: voir Annexe A).

Exemple d'illustration pratique

Pour illustrer la théorie au travers des différents chapitres, une scie circulaire à métaux à tête basculante et avance manuelle sert d'exemple pratique pour l'appréciation des risques. Vous trouverez les informations nécessaires à la documentation de cet exemple dans les tableaux dont l'intitulé commence par «Documentation», directement au niveau de l'étape concernée de la procédure.

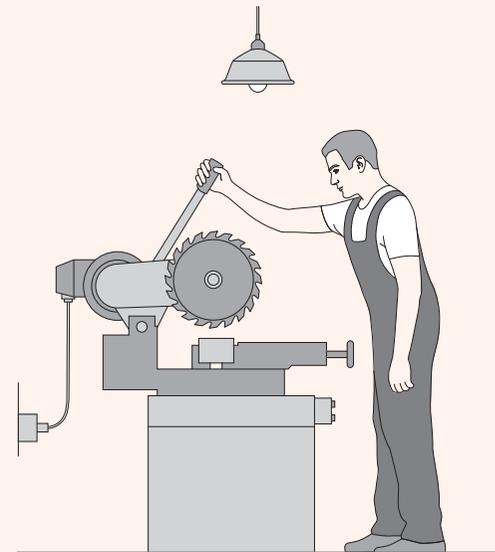


Fig. 1

Modèle fonctionnel de scie circulaire sans dispositifs de protection

2 Pourquoi et quand apprécier le risque?

Les **exigences essentielles de sécurité et de santé** visées à l'Annexe I de la directive relative aux machines sont décrites ci-dessous.

La machine doit être conçue et construite pour être apte à assurer sa fonction et pour qu'on puisse la faire fonctionner, la régler et l'entretenir sans exposer quiconque à un risque lorsque ces opérations sont effectuées dans les conditions prévues par le fabricant, mais en tenant également compte de tout mauvais usage raisonnablement prévisible.

Les mesures prises doivent avoir pour objectif de supprimer tout risque durant la durée de vie prévisible de la machine, y compris les phases de transport, montage, démontage, mise hors service et mise au rebut.

Pour que le fabricant puisse satisfaire à ces exigences essentielles, une appréciation systématique de la machine pendant sa durée d'existence prévisible s'avère indispensable. L'Annexe I de la directive relative aux machines énonce à cet égard un certain nombre d'exigences.

Le fabricant d'une machine ou son mandataire doit veiller à ce qu'une évaluation des risques soit effectuée afin de déterminer les exigences de santé et de sécurité qui s'appliquent à la machine. La machine doit ensuite être conçue et construite en prenant en compte les résultats de l'appréciation et de la réduction des risques.

Le moment opportun pour l'appréciation et la réduction des risques se situe au cours de la phase de conception de la machine, après avoir déterminé sa fonction. A ce stade, la structure de la machine est définie et les mesures de protection requises peuvent encore être intégrées à peu de frais à la construction de la machine.

Il est judicieux de procéder ultérieurement à l'appréciation et à la réduction des risques dans les cas ci-après:

- pour les machines en série, à l'issue des expériences acquises dans le cadre de l'utilisation des premières machines
- après un accident ou un incident
- en cas de modification de la machine
- en cas de modification de l'utilisation normale de la machine

3 Termes et définitions

Ce chapitre traite des principaux termes utilisés dans le cadre de l'appréciation et de la réduction des risques, tels qu'ils sont définis dans les normes. Il est important de préciser que ces définitions ne correspondent pas toujours à l'usage courant.

3.1 Utilisation normale

L'utilisation normale (EN ISO 12100, 3.23) désigne **l'utilisation d'une machine conformément aux consignes d'utilisation fournies par le fabricant.**



Fig. 2

L'utilisation normale d'un chariot élévateur correspond au levage et au transport de charges en respectant une taille maximale et un poids maximum.

3.2 Mauvais usage raisonnablement prévisible

Un mauvais usage raisonnablement prévisible (EN ISO 12100, 3.24) désigne **l'utilisation d'une machine non conformément aux intentions du concepteur, mais pouvant résulter d'un comportement humain aisément prévisible.**

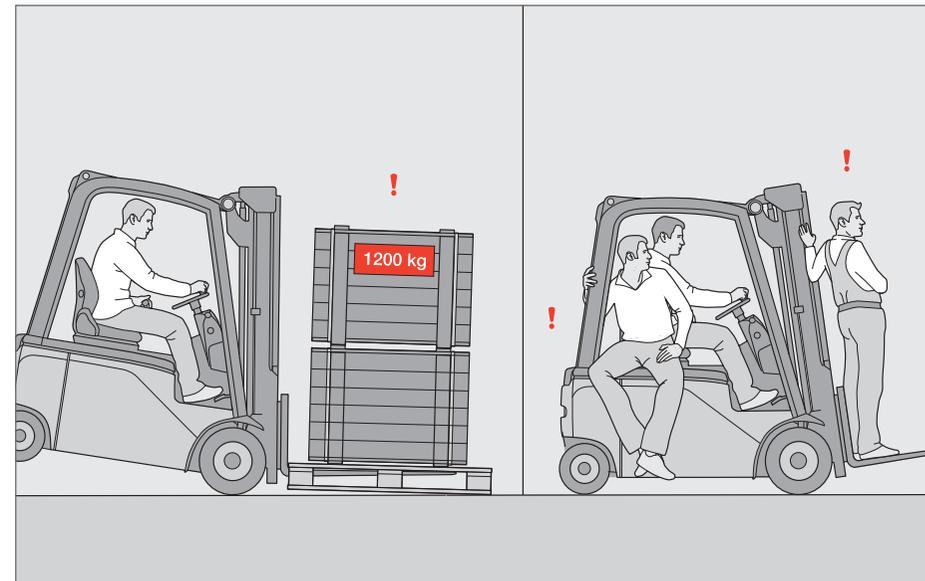


Fig. 3

Exemples de mauvais usages raisonnablement prévisibles d'un chariot élévateur: surcharge, transport de personnes

3.3 Phénomène dangereux

Le terme phénomène dangereux (EN ISO 12100, 3.6) désigne une **source potentielle de dommage** (ou «danger» dans le langage courant). Un phénomène dangereux peut être qualifié plus précisément de manière à faire apparaître l'origine (p. ex. phénomène dangereux mécanique, phénomène dangereux électrique) ou la nature du dommage potentiel (p. ex. phénomène dangereux de coupure, phénomène dangereux de choc électrique).

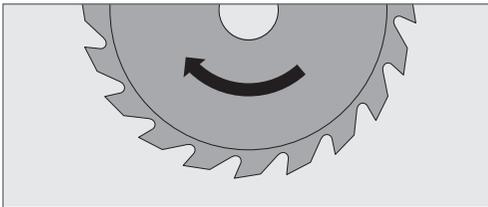


Fig. 4

Phénomène dangereux de coupure dû à des dents de scie en mouvement

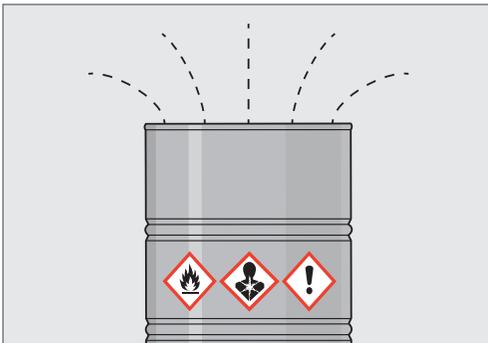


Fig. 5

Phénomène dangereux affectant les voies respiratoires causé par des émanations de vapeurs nocives



Le phénomène dangereux peut être soit présent en permanence pendant l'utilisation de la machine (p. ex. rotation de la lame de scie), soit apparaître de manière inattendue (p. ex. explosion).

3.4 Zone dangereuse (zone de danger)

La zone dangereuse (EN ISO 12100, 3.11) désigne **tout espace dans lequel une personne peut être exposée à un phénomène dangereux.**

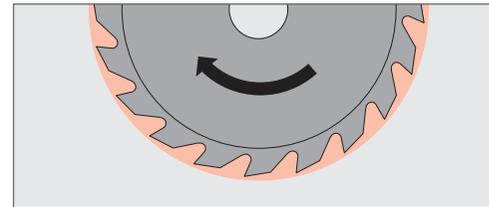


Fig. 6

Zone dangereuse des dents de scie en mouvement



Fig. 7

Zone dangereuse des émanations de vapeur

3.5 Situation dangereuse

Une situation dangereuse (EN ISO 12100, 3.10) est une **situation dans laquelle une personne est exposée à au moins un phénomène dangereux**. L'exposition peut entraîner un dommage, immédiatement ou à plus long terme.

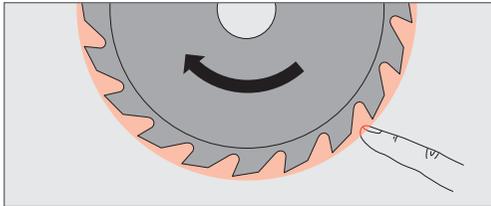


Fig. 8

Situation dangereuse: le doigt est exposé au phénomène dangereux représenté par les dents de scie en mouvement.

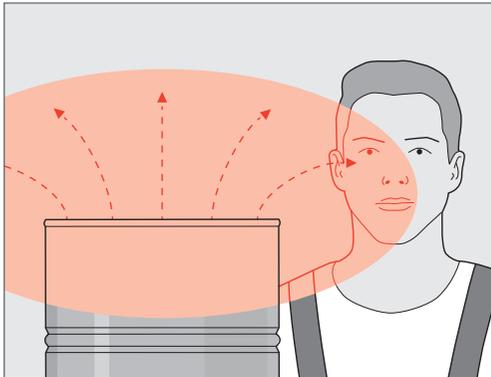


Fig. 9

Situation dangereuse: les voies respiratoires sont exposées au phénomène dangereux représenté par des émanations de vapeurs nocives.

3.6 Événement dangereux

Le terme événement dangereux (EN ISO 12100, 3.9) désigne un **événement susceptible de causer un dommage**. Un événement dangereux peut survenir à court ou à long terme.

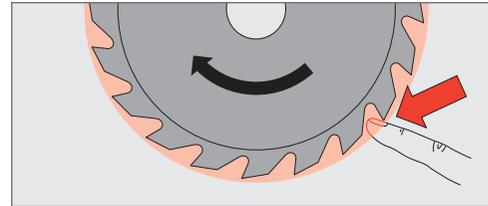


Fig. 10

Événement dangereux: une dent de scie en mouvement entre en contact avec le doigt.

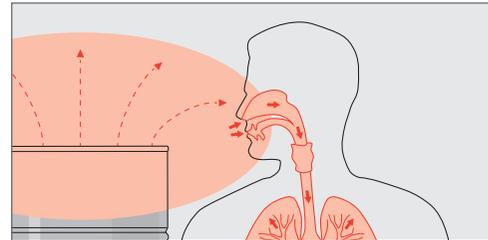


Fig. 11

Événement dangereux: les vapeurs nocives pénètrent dans les voies respiratoires et les poumons par inhalation.

3.7 Dommage

On entend toujours par dommage (EN ISO 12100, 3.5) **une blessure physique ou une atteinte à la santé.**

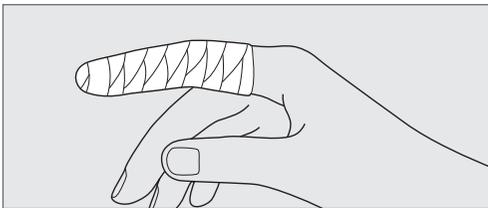


Fig. 12

Blessure physique: doigt coupé

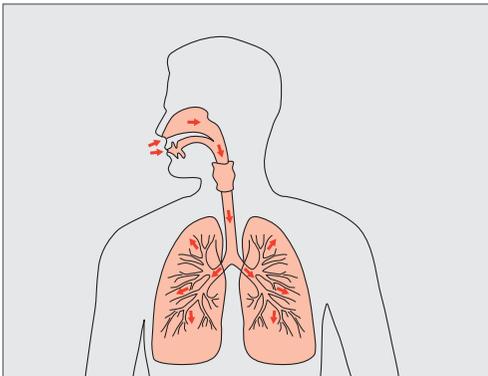


Fig. 13

Affection des voies respiratoires et des poumons

3.8 Causes

Les causes sont (selon la norme EN ISO 12100, Annexe B 4) les **raisons pour lesquelles un phénomène dangereux se produit, une zone dangereuse est accessible et l'apparition d'un dommage suite à un événement dangereux ne peut être évitée.**

3.9 Risque et éléments de risque

Le risque (EN ISO 12100, 3.12) désigne la **combinaison de la probabilité d'un dommage et de la gravité de ce dommage** (ces deux grandeurs sont aussi appelées éléments de risque).

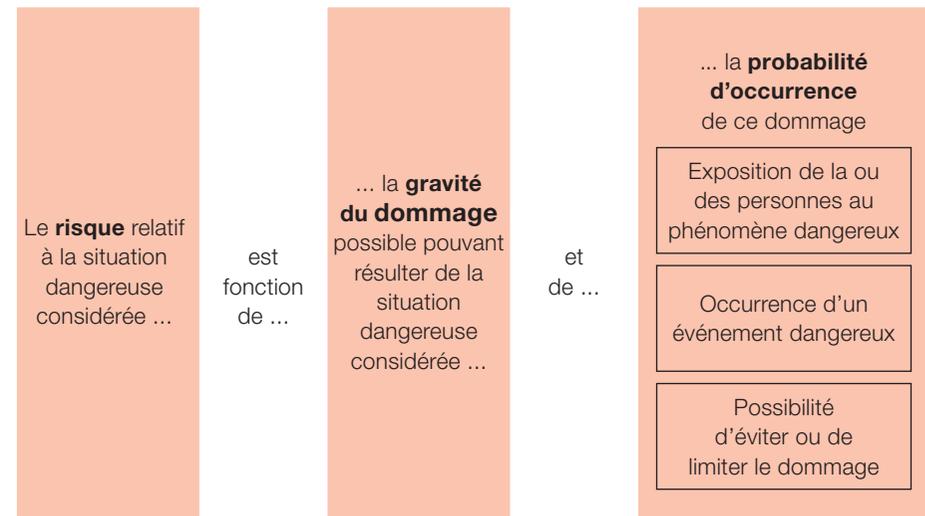


Fig. 14

Éléments de risque

3.10 Risque résiduel

Le risque résiduel (EN ISO 12100, 3.13) est **le risque subsistant après que des mesures de prévention (mesures de protection) ont été appliquées.**

La norme susmentionnée distingue:

- le risque résiduel après que des mesures de prévention ont été appliquées par le concepteur, et
- le risque résiduel demeurant après que toutes les mesures de prévention ont été appliquées

3.11 Normes harmonisées, présomption de conformité

Les normes harmonisées (directive relative aux machines 2006/42/CE, art. 2 let. I, art. 7 al. 2) sont des **spécifications techniques élaborées par voie de consensus par un organisme de normalisation européen dans le cadre d'un mandat délivré par la Commission européenne et dépourvues de caractère obligatoire.** Une machine construite conformément à une norme harmonisée, dont les références ont fait l'objet d'une publication au Journal officiel de l'Union européenne, est présumée conforme aux exigences essentielles de santé et de sécurité couvertes par cette norme harmonisée (présomption de conformité).

Les normes harmonisées peuvent être classées selon la structure décrite dans les paragraphes ci-dessous.

Normes de type A (EN ISO 12100)

Les normes de type A définissent des notions fondamentales, la terminologie et les **principes de conception applicables à toutes les catégories de machines.** La seule application des normes de type A ne suffit toutefois pas

à garantir la conformité aux exigences essentielles de santé et de sécurité de la directive relative aux machines.

Normes de type B

Les normes de type B traitent d'**aspects particuliers de la sécurité des machines valables pour une large gamme de machines ou de types particuliers de dispositifs de protection utilisables pour de nombreuses catégories de machines.**

L'application des spécifications des normes de type B confère une présomption de conformité aux exigences essentielles de la directive relative aux machines qu'elles couvrent. Cela n'est toutefois possible que si une norme de type C ou l'appréciation des risques indiquent qu'une solution technique définie par ladite norme de type B convient pour la catégorie concernée ou le modèle correspondant de la machine.

L'application des normes de type B contenant des spécifications relatives à des composants de sécurité mis isolément sur le marché ne confère une présomption de conformité que pour les composants de sécurité concernés.

Normes de type C

Les normes de type C contiennent des spécifications pour une catégorie particulière de machines. Les différents types de machines de cette catégorie présentent une destination et des phénomènes dangereux similaires. Les spécifications des normes de type C sont prioritaires par rapport aux spécifications des normes de type A et B.

L'application par le fabricant de spécifications d'une norme de type C, en se fondant sur l'appréciation des risques, confère toujours une présomption de conformité aux exigences essentielles de santé et de sécurité de la directive relative aux machines couvertes par la norme.

4 Comment se produit un dommage?

Lorsqu'un phénomène dangereux apparaît et qu'une personne accède entièrement ou partiellement dans la zone dangereuse, on est alors en présence d'une situation dangereuse. La personne se trouve ainsi exposée au phénomène dangereux, ce qui aboutit à un événement dangereux. Si la personne est dans l'impossibilité d'arrêter l'événement dangereux (éliminer le phénomène dangereux ou quitter la zone dangereuse), un dommage (blessure physique) peut se produire.

Les causes du dommage comprennent les raisons qui ont conduit:

- à l'apparition du phénomène dangereux
- à l'accessibilité de la zone dangereuse
- à l'impossibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Une situation dangereuse s'accompagne d'une certaine gravité de dommage et d'une probabilité d'occurrence donnée. La combinaison de la gravité du dommage et de la probabilité d'occurrence représente le risque de la situation dangereuse.

La probabilité d'occurrence dépend:

- de l'exposition de la personne au phénomène dangereux (personne dans la zone dangereuse)
- de l'apparition du phénomène dangereux (événement dangereux)
- de la possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Exemple d'une scie circulaire

Coupure due à la rotation de la lame de scie

Si la scie est en marche lorsqu'un doigt d'une personne se trouve dans la zone dangereuse des dents de la lame, on est en présence d'une situation dangereuse.

Dans cette situation, le doigt est exposé aux dents de la lame en mouvement, ce qui aboutit à un événement dangereux. Les dents de la lame entrent en contact avec le doigt.

Si la personne ne peut pas arrêter la lame à temps ou retirer son doigt de la zone dangereuse, l'événement dangereux peut engendrer un dommage. Pour ce faire, les dents de la lame doivent couper le doigt après le contact. Les dents de la lame en mouvement pourraient aussi seulement toucher le doigt au niveau de l'ongle et le repousser, sans le blesser.

Causes possibles du dommage:

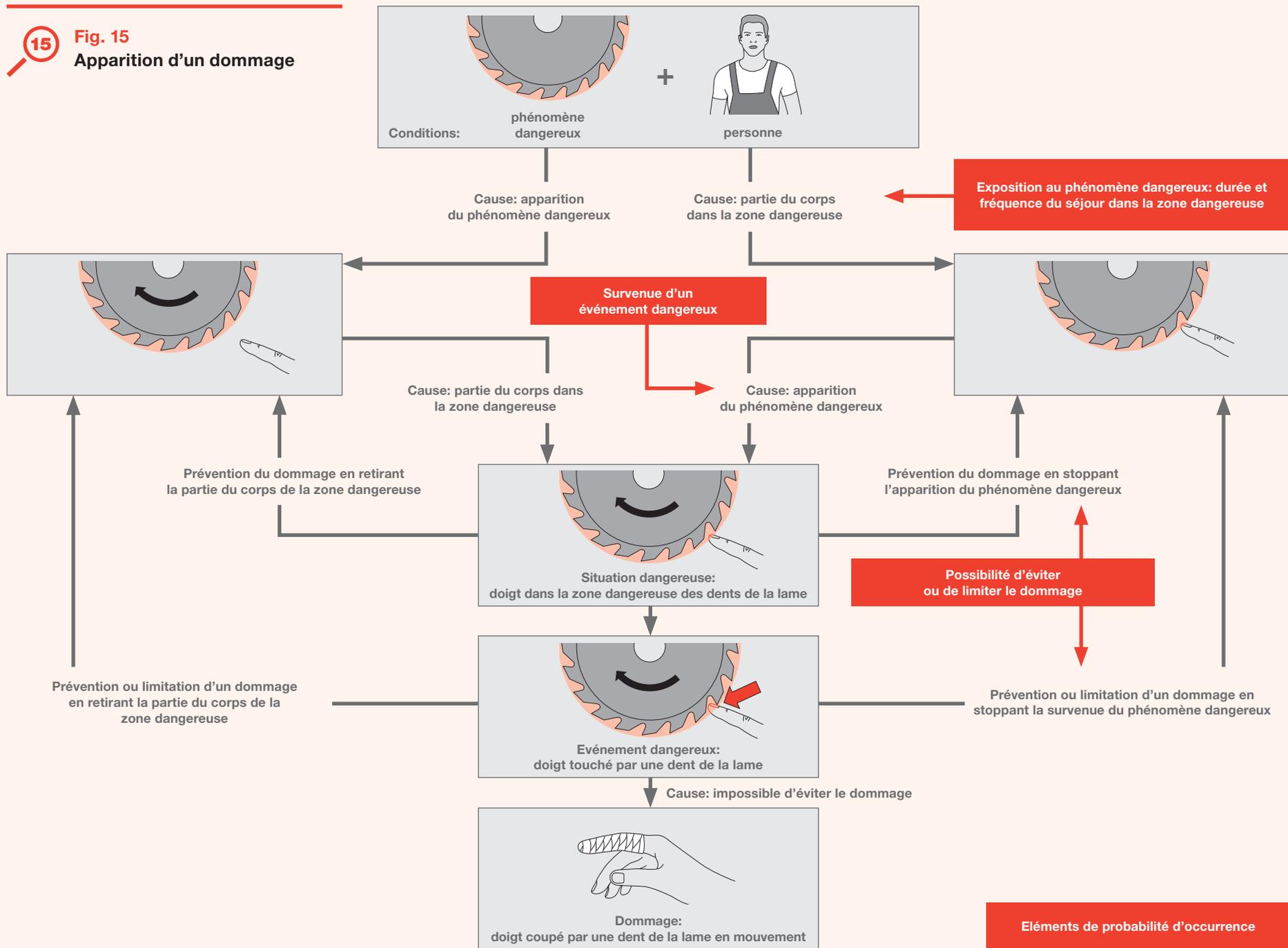
- démarrage intempestif de l'entraînement de la lame de scie (raison de l'apparition du phénomène dangereux)
- retrait d'une pièce à usiner de la zone dangereuse de la lame de scie (raison pour laquelle la personne pénètre dans la zone dangereuse)
- laps de temps court entre le contact du doigt avec les dents de la lame et la coupure au doigt (impossibilité d'éviter ou de limiter le dommage)



Apparition d'un dommage

Fig. 15 (p. 12)

15 Fig. 15
Apparition d'un dommage



5 Préparation

5.1 Organisation

En règle générale, l'appréciation et la réduction des risques sont effectuées de manière plus minutieuse et plus efficace en groupe que par une seule personne. Désignez un chef de groupe responsable. Le groupe doit être composé de membres disposant de compétences et de connaissances sur les points suivants:

- construction et fonction de la machine
- prescriptions et normes applicables à la machine
- expérience pratique de la machine (structure, fonctionnement, entretien, etc.)
- accidents et atteintes à la santé en relation avec le type de machine
- compréhension des facteurs humains (interaction de personnes avec la machine, aspects liés au stress, aspects ergonomiques, etc.)

La composition du groupe peut changer au cours de la procédure.

5.2 Eléments d'information

Les éléments d'information nécessaires à la procédure d'appréciation et de réduction des risques sont décrits dans les paragraphes ci-dessous.

Informations relatives à la description de la machine

- Plans de conception (conception fonctionnelle), schémas (électrique, pneumatique, hydraulique, etc.)
- Sources d'énergie et leur mode d'alimentation
- Description des diverses phases du cycle de vie complet de la machine
- Spécifications de l'utilisateur
- Autres informations sur la machine (voir chap. 8.1)

Les dossiers techniques de machines similaires peuvent constituer des sources d'information pour l'appréciation et la réduction des risques.

Dispositions applicables

Les prescriptions applicables (directives européennes, fiches de données de sécurité, etc.) doivent être déterminées en fonction de la structure de la machine et des substances utilisées. Vérifiez si la machine relève également du domaine d'application d'éventuels autres textes normatifs.

Si l'équipement relève de la directive machines 2006/42/CE, il faut déterminer si les exigences essentielles complémentaires de santé et de sécurité visées aux ch. 2 à 6 de l'Annexe I doivent aussi être observées conformément aux prescriptions applicables à certaines catégories de machines ou dangers particuliers.

Recherchez ensuite les normes qui transposent les prescriptions applicables à la machine. Les titres de ces normes sont répertoriés dans le Journal officiel de l'Union européenne. Un lien permettant d'y accéder se trouve sur le site Internet de la Suva: **www.suva.ch/certification-f**.

> «Exemples d'examens de type» > «Machines» > «Liens utiles»

> «Liste des normes harmonisées conférant une présomption de conformité à la directive relative aux machines 2006/42/CE»

Déterminez tout d'abord s'il existe une **norme de type C** pour la machine à construire. Dans la négative, il convient de sélectionner des mesures de protection selon la norme EN ISO 12100 dans le cadre de la procédure de réduction des risques. Si des mesures de protection sont définies, on utilisera les **normes de type B** applicables aux mesures de protection. Notez que les normes sont dépourvues de caractère obligatoire. Elles donnent toutefois des indications sur l'**état de la technique**. Il s'agit des possibilités techniques actuellement disponibles qu'il faut respecter lors de la construction de la machine (directive relative aux machines 2006/42/CE, Annexe I, Principes généraux, ch. 3).

Les différentes normes utiles peuvent être obtenues auprès des organismes nationaux de normalisation et en Suisse auprès de l'Association Suisse de Normalisation (www.snv.ch).

Expériences avec des machines similaires

Il s'agit d'expériences d'utilisation de machines similaires (p. ex. accidents, maladies, problèmes ergonomiques, incidents, dysfonctionnements).

Exemple d'une scie circulaire

Prescriptions applicables

La scie circulaire est constituée d'un ensemble de pièces reliées entre elles, dont des pièces mobiles entraînées par un moteur. Elle est en outre prévue pour une application définie: le sciage de métaux. La machine relève par conséquent du champ d'application de la directive relative aux machines 2006/42/CE (voir art. 2 de cette même directive).

D'après la conception de la scie circulaire et le matériau à usiner, il n'est pas nécessaire de respecter les exigences de santé et de sécurité visées aux chap. 2 à 6 de l'Annexe I de la directive relative aux machines.

L'équipement électrique de la scie circulaire comprend l'entraînement avec une tension nominale de 400 V et la commande (tension nominale de 24 V). Conformément à l'Annexe I, ch. 1.5.1 de la directive relative aux machines, l'équipement électrique doit satisfaire aux exigences de la directive «Basse tension» 2014/35/UE. Son champ d'application est compris entre 50 et 1000 V.

D'après la tension nominale de l'entraînement, l'équipement électrique de la scie circulaire relève par conséquent du champ d'application de la directive «Basse tension».

Dans la mesure où les courants à l'intérieur de l'équipement électrique sont susceptibles de provoquer des perturbations électromagnétiques, la scie circulaire relève également du champ d'application de l'ordonnance sur la compatibilité électromagnétique (voir art. 1 de cette même ordonnance). Dans l'Espace économique européen, il faut en outre respecter les exigences de la directive européenne sur la compatibilité électromagnétique 2014/30/UE.

Normes applicables

D'après l'extrait du Journal officiel de l'Union européenne¹, les scies circulaires destinées au sciage du métal doivent satisfaire à la norme de type C EN 13898:2003 + A1:2009 «Machines-outils – Sécurité – Machines à scier les métaux à froid»². Les informations relatives au champ d'application permettent de déterminer que la scie circulaire à construire est incluse dans cette norme. En outre, cette norme renvoie à d'autres normes applicables.

La présente publication a été rédigée quelques mois avant le remplacement de la norme EN 13898 par la nouvelle norme EN ISO 16093. Afin de fournir des informations aussi actuelles que possible concernant la scie circulaire, les auteurs se sont basés sur la norme EN ISO 16093.

La fiche de données de sécurité du fabricant du produit est disponible pour le fluide de coupe prévu, conformément aux dispositions de l'ordonnance sur les produits chimiques.

¹ Cet extrait du Journal officiel de l'Union européenne était à jour au moment de l'impression de la présente publication. Pour garantir que les normes actuelles sont utilisées, il faut toujours tenir compte du dernier extrait en date.

² En tenant compte également du rectificatif EN 13898:2003 + A1:2009/AC:2010

6 Documentation et moyens auxiliaires

L'appréciation et la réduction des risques constituent une part importante de la preuve de conformité de la machine aux dispositions de sécurité applicables. L'Annexe VII de la directive relative aux machines exige du fabricant qu'il conserve la documentation d'appréciation et de réduction des risques en tant que partie intégrante du dossier technique. Ce dossier doit, sur requête motivée, être mis à la disposition d'une autorité nationale compétente en matière de surveillance du marché.

Doivent être documentés:

- les hypothèses (dispositions applicables, limites de la machine, description des phases du cycle de vie et des modes de fonctionnement)
- les procédures (phénomènes dangereux identifiés, dommages, risques)
- les résultats (exigences de santé et de sécurité applicables, mesures de protection, références des mesures de protection)

En général, les résultats sont présentés dans des tableaux. Vous trouverez dans l'annexe B des modèles de tableaux pour documenter l'appréciation et la réduction des risques.

Pour faciliter le travail de documentation, la Suva propose une application gratuite à l'adresse www.suva.ch/appreciation-des-risques. Les tableaux de documentation illustrés pour chaque étape de la procédure décrite dans notre exemple pratique reprennent les masques de saisie de cette application. Il existe sur le marché une foule d'autres applications permettant de documenter une appréciation des risques. Avant de procéder à l'appréciation proprement dite, vérifiez les hypothèses émises par l'application choisie et assurez-vous qu'elle représente toutes les étapes de la procédure.

Pour faciliter le suivi de l'appréciation et de la réduction des risques, il peut être utile de représenter les phénomènes dangereux et la zone dangereuse dans les plans de conception ou les schémas récapitulatifs.

The screenshot shows the 'suva.pro' application interface. At the top, there is a header with the 'suva.pro' logo and a photograph of four people in a meeting. Below the header, the interface is divided into two main sections: 'Evaluation du risque' and 'Machines'. The 'Evaluation du risque' section contains a vertical list of steps: 0. Données de base, 1. Limites de la machine, 2. Activités, 3. Phénomènes dangereux, 4. Causes, 5. Mesures, and 6. Fermer. The 'Machines' section contains a form for data entry. The form has the following fields: Fabricant *, Rue, NPA, Lieu, Machine *, Série ou type, Numéro de série, Année de fabrication, Date *, and Auteur. At the bottom of the form, there is a section for 'Données / Affichage' and a 'Copie de sauvegarde *.suva' button.

Fig. 16

Masque de saisie de l'application destinée à la réalisation de l'appréciation et de la réduction des risques.

7 Récapitulatif de la procédure

Lors de l'appréciation et de la réduction des risques, il convient de faire la distinction entre la procédure avec et la procédure sans prise en compte d'une norme de type C répertoriée³.

7.1 Procédure sans prise en compte d'une norme de type C répertoriée

La procédure doit comprendre les étapes décrites ci-dessous.

1. Déterminer les limites

Les limites de la machine déterminent la zone dans laquelle les risques doivent être pris en compte.

2. Identifier les phénomènes dangereux

Tout au long du cycle de vie de la machine, toutes les situations qui surviennent doivent être recensées et les phénomènes dangereux inhérents à ces situations doivent être identifiés.

³ Le terme «norme répertoriée» est utilisé dans la présente publication pour désigner une norme harmonisée actuellement publiée au Journal officiel de l'Union européenne.

3. Estimer les risques

La définition de la gravité du dommage et de la probabilité d'occurrence permet d'estimer les risques de l'ensemble des situations dangereuses.

4. Evaluer les risques

Vérifier si une réduction des risques existants est nécessaire.

5. Réduire les risques

A l'aide de mesures de protection, les phénomènes dangereux sont, si possible, éliminés ou les risques existants sont réduits. On vérifie ensuite si ces mesures de protection ont permis d'atteindre la réduction des risques prévue et si elles n'ont pas généré de nouveaux phénomènes dangereux.



Schéma de la procédure sans prise en compte d'une norme C répertoriée

Fig. 17 (p. 17)

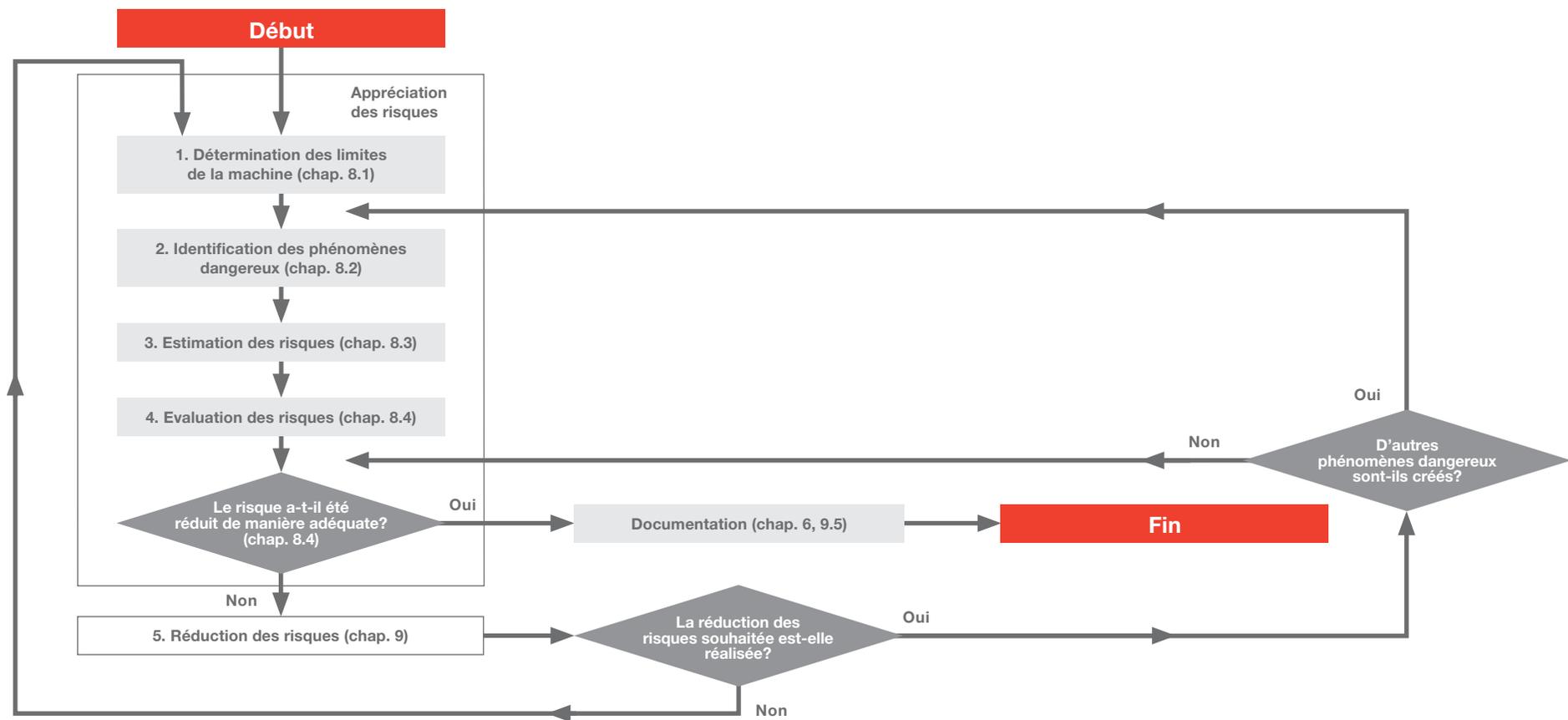


Fig. 17

Représentation schématique de la procédure avec les différentes étapes de l'appréciation des risques ainsi que les interfaces relatives à la réduction des risques. Représentation détaillée de la réduction des risques: voir chap. 9.

7.2 Procédure avec prise en compte d'une norme de type C répertoriée

Le déroulement est globalement identique à celui de la procédure sans prise en compte d'une norme de type C. Les différences se situent au niveau des différentes étapes.

1. Déterminer les limites

Il faut également examiner si les machines à construire relèvent pleinement du domaine d'application de la norme de type C.

2. Identifier les phénomènes dangereux

3. Estimer les risques

Il faut recenser les risques de l'ensemble des situations dangereuses pour lesquelles la norme de type C ne propose aucune mesure de protection.

4. Evaluer les risques

Il est possible de renoncer à l'évaluation si l'ensemble des conditions suivantes sont remplies:

- la machine relève pleinement du domaine d'application de la norme de type C
- les phénomènes dangereux identifiés sur la machine comme phénomènes dangereux significatifs sont mentionnés dans la norme de type C
- la norme de type C affecte aux phénomènes dangereux significatifs une mesure de protection spécifique ou une sélection de mesures de protection avec des critères de choix

5. Réduire les risques

Si la construction doit être conforme à une norme de type C, il faut veiller à ce que les mesures de protection affectées aux phénomènes dangereux significatifs soient entièrement mises en œuvre.



Schéma de la procédure avec prise en compte d'une norme C répertoriée

Fig. 18 (p. 19)

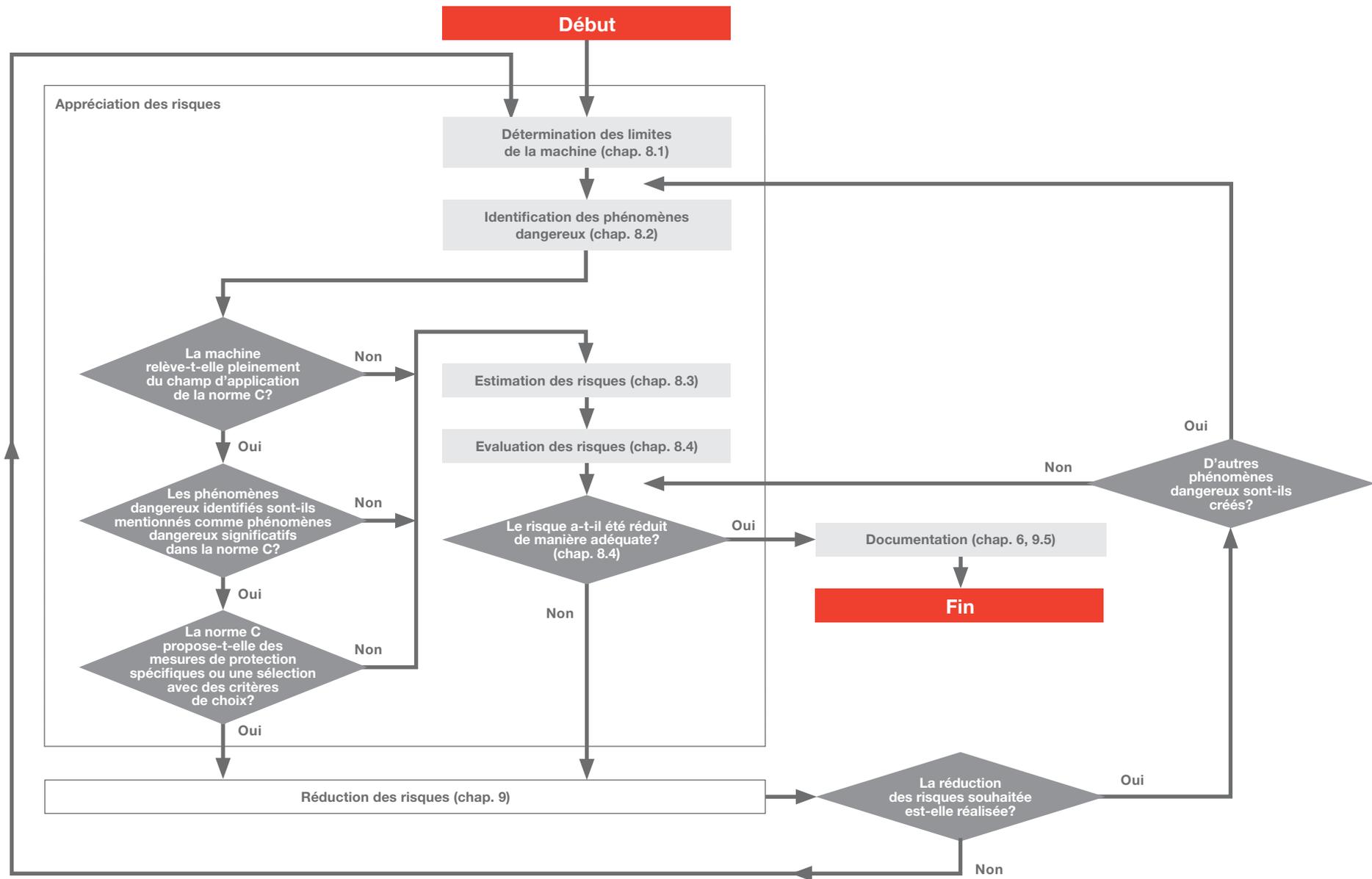


Fig. 18

Représentation schématique de la procédure lorsqu'il existe une norme de type C répertoriée.
 Représentation détaillée de la réduction des risques: voir chap. 9.

8 Appréciation des risques

8.1 Détermination des limites de la machine

Pour procéder à l'appréciation des risques, vous devez tout d'abord définir les limites du cycle de vie de la machine.

Pour ce faire, il convient de répertorier l'ensemble des phases du cycle de vie, telles que transport, mise en service, utilisation, mise hors service et élimination, ainsi que les modes de fonctionnement nécessaires à l'utilisation normale, tels que configuration, nettoyage et maintenance.

Limites d'utilisation

Pour l'utilisation, les limites incluent aussi bien l'utilisation normale que le mauvais usage raisonnablement prévisible⁴.

Saisissez ensuite toutes les personnes qui procèdent à des interventions sur la machine ou qui entrent en contact avec la machine lors des différentes phases du cycle de vie ou des différents modes de fonctionnement. Toutes les caractéristiques pertinentes telles que sexe, âge, main dominante, capacités physiques limitées (p. ex. handicap visuel ou auditif, taille, force) doivent être consignées. La formation requise des opérateurs et des éventuels spécialistes doit être définie.

Tenez également compte du fait que des personnes n'ayant aucune interaction avec la machine (tiers) peuvent aussi être exposées, par exemple au bruit des machines dans un atelier de production.

Définissez le domaine d'application de la machine. Ce dernier détermine le lieu d'utilisation prévu de la machine, par exemple une utilisation industrielle, une utilisation professionnelle ou une utilisation domestique.

⁴ Définitions: voir chap. 3

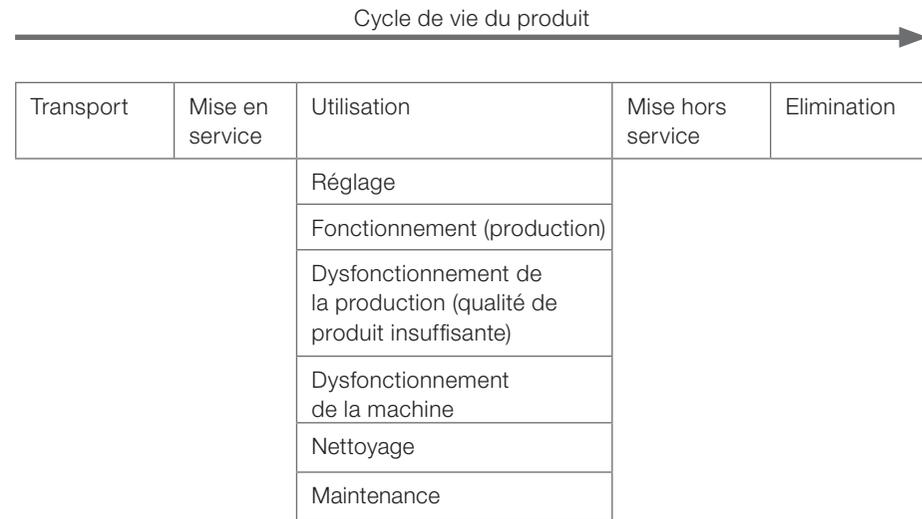


Fig. 19

Exemple de phases de cycle de vie et de modes de fonctionnement d'une machine de production fixe

Limites dans l'espace

Indiquez les limites dans l'espace sur un plan de conception. Les aspects à prendre en compte dans ce cadre sont les suivants:

- amplitude des mouvements de la machine
- espace nécessaire pour les personnes ayant une interaction avec la machine, par exemple pour l'exploitation et la maintenance
- interaction humaine, par exemple l'interface opérateur-machine
- interface machine-sources d'énergie et autres sources d'alimentation possibles (eau chaude, etc.)

Il est judicieux d'examiner dans le cadre d'une seule et même appréciation des risques plusieurs machines dont les fonctions interfèrent directement entre elles. Autrement dit, il faut définir une limite unique autour de ces machines.

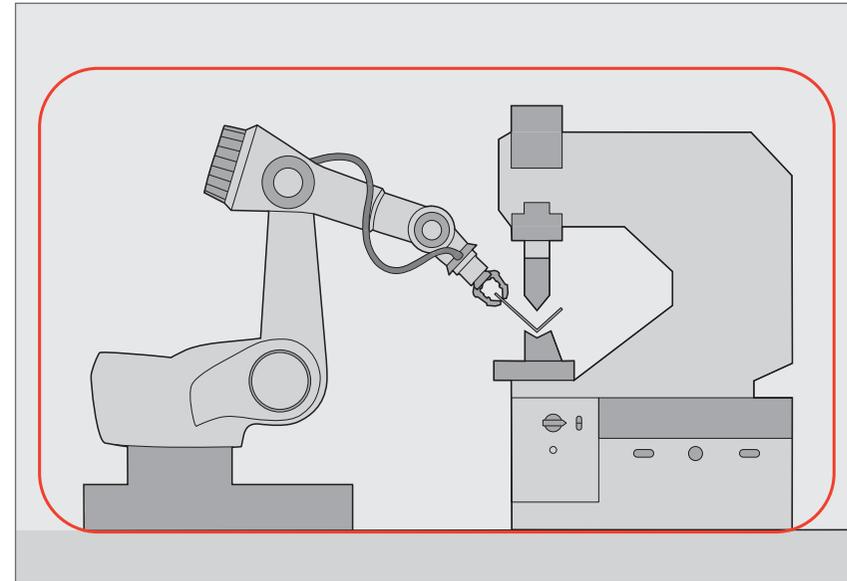


Fig. 20

Limite du système autour d'une combinaison de deux machines, robot et presse-plier

Limites dans le temps

Définissez tout d'abord la « limite de la durée de vie » de la machine. Définissez ensuite la durée de vie des éléments de la machine dont la durée de vie n'atteint pas celle de la machine, par exemple outils, pièces d'usure, composants électriques. Ici aussi, il convient de prendre en compte l'utilisation normale et un mauvais usage raisonnablement prévisible.

Les fréquences d'entretien recommandées doivent être déterminées sur cette base.

Ces données permettent de définir quels éléments de la machine doivent être remplacés dans le cadre de la maintenance pour garantir le bon état de fonctionnement et la sécurité de la machine pendant toute sa durée de vie.

Autres limites (exemples)

- Propriétés des matériaux traités (poussières, vapeurs, éclats, etc.)
- Niveau de propreté requis (p. ex. pour la transformation des aliments et des produits pharmaceutiques)
- Influences de l'environnement: utilisation à l'intérieur (chaleur, bruit, poussière, etc.), utilisation à l'extérieur (pluie, chute de pierres, gel, etc.)

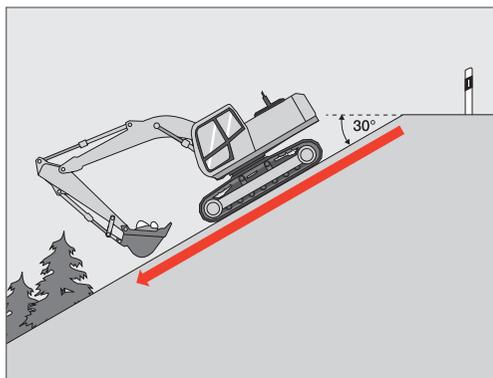


Fig. 21

Exemple d'influence de l'environnement: pelle mécanique sur un terrain en pente

Exemple d'une scie circulaire

Détermination des limites de la machine

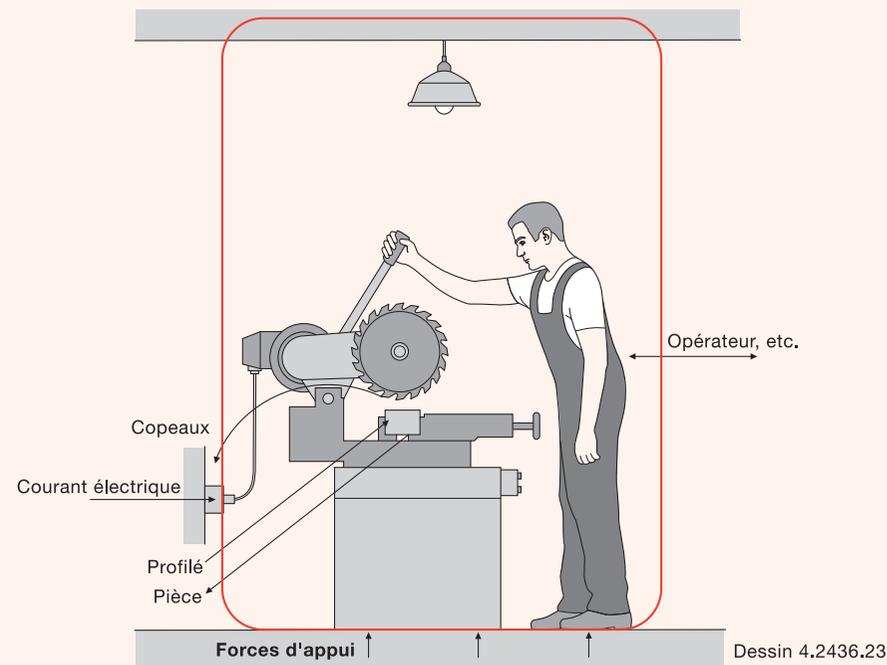


Fig. 22

Représentation des limites dans l'espace sur le plan du modèle fonctionnel de la scie circulaire. Les limites dans l'espace ainsi que les influences agissant au-delà des limites sont représentées sur la figure.



Documentation: limites de la machine
Tableau 1 (p. 23)



Tableau 1
Documentation: limites de la machine

Désignation de la machine	Scie circulaire	
Utilisation normale, limites d'utilisation	Scies à métaux ferreux et non ferreux qui ne libèrent aucune substance nocive lors du sciage	
Mauvais usage raisonnablement prévisible	Scies à plomb et autres matériaux qui libèrent des substances nocives lors du sciage	
Limites dans le temps, durée de vie	20 ans	
Durée de vie des pièces d'usure	Courroies	5 ans
	Lame de scie circulaire en acier rapide	20 heures
	Lame de scie circulaire à dents en métal dur	60 heures
Limites dans l'espace	Dessin 4.2436.23	
Sous-ensembles	Toute la machine	

Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement	Personnes concernées						
	Utilisateur	Tiers	Mécanicien	Electricien	Transporteur	Eliminateur	
Transport		•			•		
Mise en service		•	•	•			
Fonctionnement (production)	•	•					
Dysfonctionnement de la production	•	•					
Dysfonctionnement de la machine		•	•	•			
Nettoyage	•	•					
Maintenance		•	•				
Mise hors service		•					
Elimination		•	•			•	

Formation de l'utilisateur	Aucune formation nécessaire, connaître les informations pour l'utilisateur figurant dans la notice d'instructions
Domaine d'application	Locaux industriels ou professionnels
Exigences essentielles supplémentaires	Aucune
Date	15.11.2016
Auteur	Hans Muster

8.2 Identification des phénomènes dangereux et situations dangereuses, dommages et causes

Identifiez systématiquement l'ensemble des phénomènes dangereux, des situations dangereuses et des événements dangereux pour chacune des phases du cycle de vie de la machine. Cette étape est indispensable pour pouvoir réduire les risques associés.

Procédez tout d'abord à l'identification de toutes les situations susceptibles d'apparaître pendant la durée de vie de la machine. Pour ce faire, décrivez toutes les phases du cycle de vie et tous les modes de fonctionnement de la machine en respectant précisément l'ordre des différentes activités et étapes de travail exécutées par les personnes ou la machine.

Utilisez également ce travail comme base pour la notice d'instructions. Vous aurez ainsi la garantie que la machine sera utilisée ultérieurement comme supposé lors de l'appréciation et de la réduction des risques.

Exemple d'une scie circulaire



Description des phases de cycle de vie et des modes de fonctionnement

Documentation: description de la phase de cycle de vie «Transport» et du mode de fonctionnement «Production»
Tableau 2 (p. 25)

Si des phénomènes dangereux apparaissent dans certaines situations, consignez-les en les affectant à l'étape de travail correspondante. Si ces mêmes phénomènes dangereux apparaissent dans le cadre d'autres étapes de travail du même mode de fonctionnement, vous n'avez pas besoin de les consigner une seconde fois dès lors que la situation dangereuse est identique. Par principe, un phénomène dangereux peut être consigné en décrivant l'origine du phénomène dangereux (p. ex. rotation de la lame de scie) et (ou) le dommage (p. ex. phénomène dangereux de coupure).

Pour identifier les phénomènes dangereux, vous pouvez vous aider de la liste des phénomènes dangereux possibles figurant à l'Annexe C.

Citation tirée de la norme EN ISO 12100

Il est admis que, si aucune mesure de prévention n'est appliquée, la présence d'un phénomène dangereux sur une machine entraînera tôt ou tard un dommage.

Définition du dommage

A l'étape suivante, vous allez décrire le dommage le plus grave susceptible de résulter de chaque situation dangereuse identifiée.

Exemple d'une scie circulaire



Identification des phénomènes dangereux, détermination des dommages

Documentation: phénomènes dangereux et dommages lors des activités «Levage de la machine» et «Poser le profilé sur le support»
Tableau 3 (p. 26)



Tableau 2

Documentation: description de la phase de cycle de vie «Transport» et du mode de fonctionnement «Production»

Machine: scie circulaire		Série (type): KS 250		N° de série: 001		Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23			Auteur: Hans Muster						
									Date: 15.11.2016						
N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommages	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Transport								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Relier la scie circulaire à l'équipement de levage au moyen d'une élingue														
2	Lever la scie circulaire														
3	Déplacer la scie circulaire														
4	Poser la scie circulaire sur le sol														
5	Retirer l'élingue														
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support														
2	Positionner le profilé														
3	Fixer le profilé														
4	Enclencher la scie														
5	Le moteur d'entraînement est raccordé à l'alimentation électrique														
6	Le moteur d'entraînement fait tourner la lame de scie														
7	Le moteur de la pompe à fluide de coupe est raccordé à l'alimentation électrique.														
8	Le fluide de coupe est acheminé vers la lame de scie														
9	...														



Tableau 3

Documentation: phénomènes dangereux et dommages lors des activités «Levage de la machine» et «Poser le profilé sur le support»

Machine: scie circulaire	Série (type): KS 250	N° de série: 001	Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23	Auteur: Hans Muster
				Date: 15.11.2016

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Transport								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Relier la scie circulaire à l'équipement de levage au moyen d'une élingue														
2	Lever la scie circulaire	2.1	Chute d'objets	Blessure au tronc											
		2.2	Manque de stabilité	Blessure aux jambes											
3	...														
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support	1.1	Eléments coupants	Blessure aux mains											
		1.2	Décharge électrique	Décès											
		1.3	Effort	Blessure au dos											
2	...														

Causes du phénomène dangereux et du dommage

La norme EN ISO 12100 n'exige pas que les causes d'un phénomène dangereux soient définies dans le cadre de l'appréciation des risques. Il est toutefois recommandé d'identifier les causes du phénomène dangereux et du dommage afin de faciliter l'estimation du risque et la définition des mesures de protection requises.

Pour identifier les causes, vous pouvez vous aider des questions suivantes.

- a) Pourquoi y a-t-il une personne dans la zone dangereuse?
- b) Pourquoi un événement dangereux se produit-il?
- c) Pourquoi le dommage ne peut-il pas être évité?

Exemple d'une scie circulaire

Causes de la coupure à la main due à la situation dangereuse «Contact avec la lame de scie en rotation»

- a) Pourquoi y a-t-il une personne dans la zone dangereuse?
 - La zone dangereuse est accessible.
 - La lame de scie a happé les vêtements de la personne.
- b) Pourquoi un événement dangereux se produit-il?
 - L'entraînement de la scie a été enclenché.
 - La lame de scie ne s'immobilise pas immédiatement lors du débranchement de la scie, mais continue de tourner.
- c) Pourquoi le dommage ne peut-il pas être évité?
 - La partie du corps est coupée immédiatement après son entrée en contact avec la lame de scie.

Une autre méthode pour définir les causes est l'analyse de l'arbre de défaillances⁵. Si le dommage qui résulte d'une situation dangereuse est connu, il est possible de déterminer systématiquement les faits qui en constituent la condition préalable. Si l'apparition de la situation dangereuse nécessite la conjonction de plusieurs faits, ces derniers sont liés par un «et». Si, parmi plusieurs faits, un seul peut constituer l'unique condition préalable, ces faits sont liés par un «ou».

5 Selon la norme DIN 25424-1 «Analyse des pannes au moyen d'un arbre causal des anomalies»

Exemple d'une scie circulaire

Détermination des causes



Analyse de l'arbre des défaillances dans le cas d'une blessure à la main due à la lame de scie en rotation
Fig. 23 (p. 28)



Documentation: causes des événements dangereux «Chute de la scie circulaire» et «Coupure par la lame de scie en rotation»
Tableau 4 (p. 29)



Fig. 23

Analyse de l'arbre des défaillances dans le cas d'une blessure à la main due à la rotation de la lame de scie

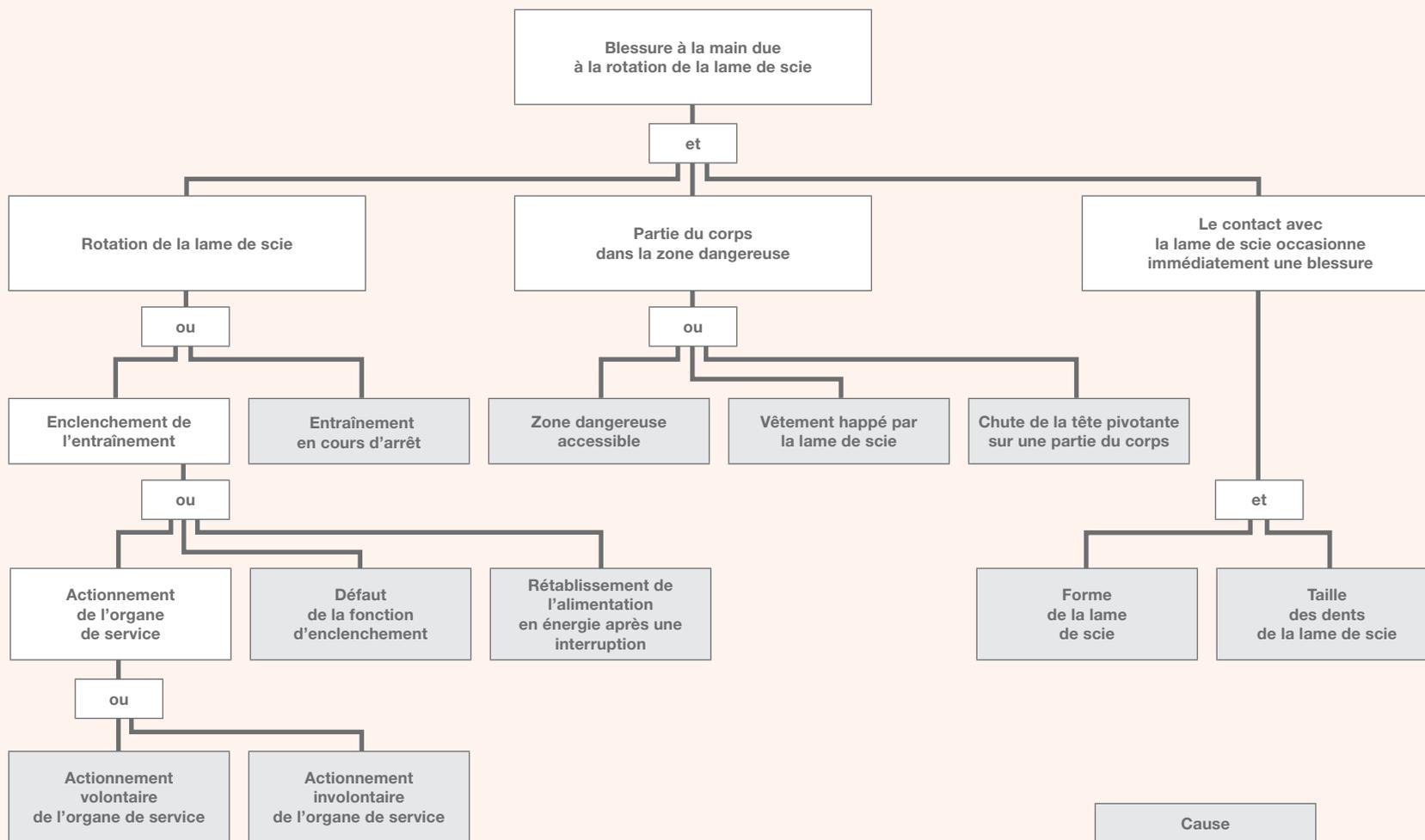




Tableau 4

Documentation: causes des événements dangereux «Chute de la scie circulaire» et «Coupure par la lame de scie en rotation»

Machine: scie circulaire	Série (type): KS 250	N° de série: 001	Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23	Auteur: Hans Muster
				Date: 15.11.2016

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommages	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Transport								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Relier la scie circulaire à l'équipement de levage au moyen d'une élingue														
2	Lever la scie circulaire	2.1	Chute d'objets	Blessure au tronc				<ul style="list-style-type: none"> • Résistance insuffisante des points d'ancrage • Points d'ancrage inappropriés • Résistance insuffisante de l'élingue • Résistance insuffisante de l'équipement de levage 							
		2.2	Manque de stabilité	Blessure aux jambes				...							
3	...														
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support	1.1	Éléments coupants	Blessure aux mains				<ul style="list-style-type: none"> • Le contact avec la lame de scie en rotation occasionne immédiatement une blessure (forme, effort de coupe) • Chute de la tête pivotante sur une partie du corps • Mise en marche intempestive due au rétablissement de l'alimentation en énergie après une interruption • Mise en marche intempestive due à un défaut de la fonction d'enclenchement • Mise en marche intempestive due à l'actionnement volontaire de l'organe de service • Vêtement happé par la lame de scie • Entraînement désactivé en cours d'arrêt • La zone dangereuse de la lame de scie est accessible 							

8.3 Estimation des risques

L'estimation des risques consiste à déterminer le **risque le plus important pour chaque situation** dangereuse. Pour ce faire, il faut définir la gravité du dommage et la probabilité d'occurrence. Les différentes possibilités de mécanisme pouvant être à l'origine d'un dommage doivent également être prises en compte. Une situation dangereuse peut occasionner un dommage sous la forme d'une blessure (mécanisme accidentel) ou d'une atteinte à la santé (mécanisme chronique).

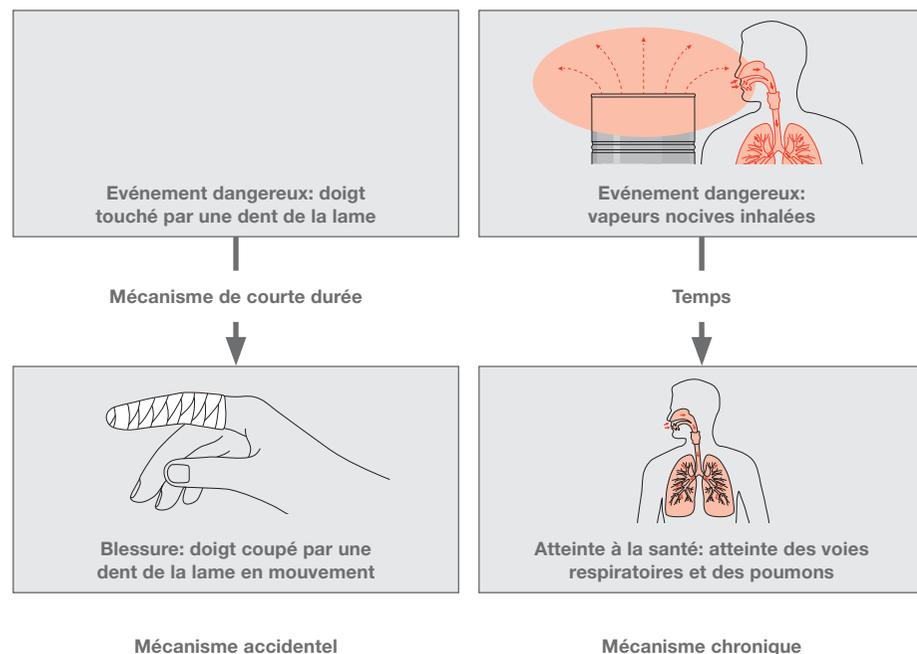


Fig. 24

Probabilité d'occurrence d'un dommage

Une atteinte à la santé (p. ex. perte auditive) résulte d'une exposition cumulée supérieure au niveau préjudiciable sur une période donnée. La gravité du dommage et la probabilité d'occurrence dépendent de la dose totale en fonction du temps. Vous trouverez des informations sur l'estimation des risques liés aux atteintes à la santé dans les normes de type B pertinentes (voir Annexe A).

Comme le mentionne le chap. 7.2, il n'est pas nécessaire de réaliser une estimation des risques si la machine est construite selon une norme de type C répertoriée.

Exemple d'une scie circulaire

Estimation des risques nécessaire ou non?

Comme indiqué dans la préparation à l'appréciation et à la réduction des risques, la présente publication repose sur la norme EN ISO 16093:2017. Par conséquent, il convient d'appliquer la procédure d'appréciation des risques décrite au chap. 7.2. L'utilisation normale de la machine et sa structure (voir Détermination des limites) permettent d'établir que la scie circulaire relève pleinement du domaine d'application de la norme EN ISO 16093.

Dans la norme EN ISO 16093, le phénomène dangereux ayant pour origine la rotation de la lame de scie est classé comme significatif et des mesures de protection définies lui sont affectées. Si ces mesures sont pleinement réalisées sur la machine, on peut supposer que les exigences essentielles de santé et de sécurité de la directive relative aux machines sont satisfaites et renoncer à une estimation des risques. Le phénomène dangereux ayant pour origine «Chute de la scie circulaire lors du levage pendant le transport» est classé comme non significatif dans la norme EN ISO 16093. Pour réduire le risque de ce phénomène dangereux, il convient tout d'abord d'estimer le risque.

L'estimation des risques peut être réalisée selon différentes approches. La méthode Suva utilise la procédure avec une matrice de risques. Pour chaque situation dangereuse, le risque est classé selon une gradation simple et claire en fonction de la gravité du dommage et de la probabilité d'occurrence. Connaître les causes vous aide à estimer le risque.

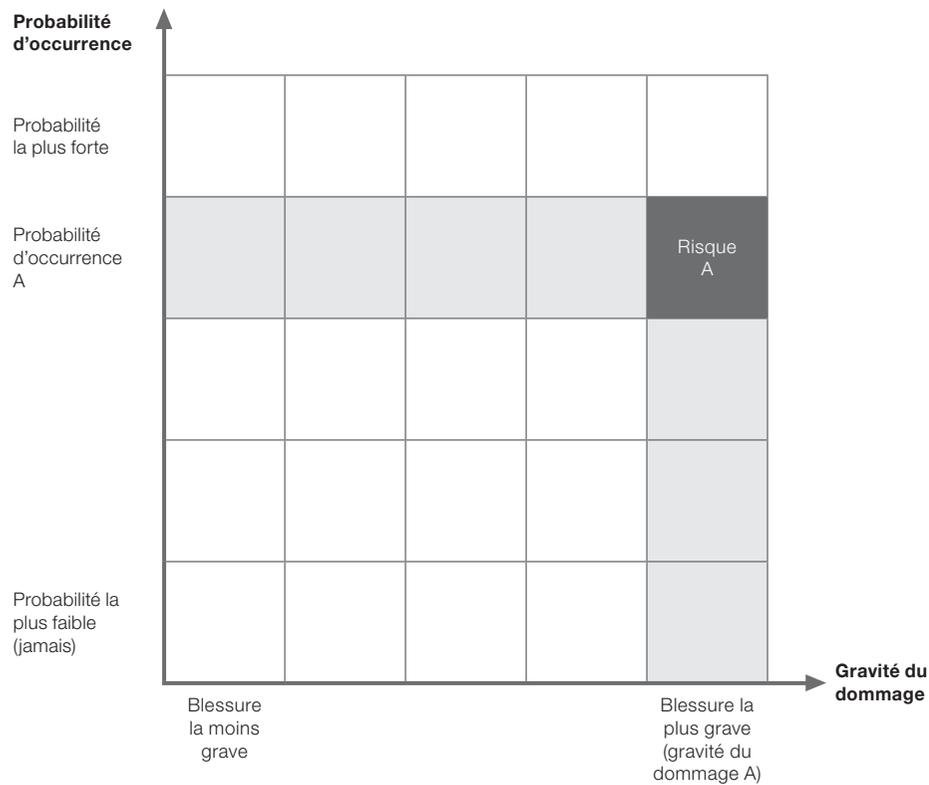


Fig. 25

Matrice de risques avec gradations de la probabilité d'occurrence et de la gravité du dommage

Estimation de la gravité du dommage

La méthode Suva subdivise la gravité du dommage en cinq catégories.

I Décès

II Dommage (invalidité) grave = blessure ou atteinte à la santé grave entraînant une incapacité de travail

III Dommage (invalidité) léger = blessure ou atteinte à la santé importante, possibilité de retour au même poste de travail après guérison

IV Dommage réversible (blessure) avec arrêt de travail = nécessitant plus que des premiers secours

V Dommage réversible (blessure) sans arrêt de travail = premiers secours suffisants

En général, la gravité du dommage dépend de l'énergie qui agit sur la partie du corps concernée au travers du phénomène dangereux, et de la sensibilité de celle-ci. Par exemple, si lors du sciage un profilé mal serré ou mal fixé est éjecté, la gravité du dommage engendré par l'énergie cinétique peut être plus importante que lors de l'éjection d'un simple copeau. Toutefois, si le copeau touche un œil, malgré la faible énergie cinétique, la gravité du dommage peut être considérable en raison de la sensibilité de l'œil.

En règle générale, il y a atteinte dès lors que l'exposition admissible d'une partie du corps à un phénomène dangereux (force, pression superficielle, vibration, etc.) est dépassée. Les valeurs d'exposition admissibles figurent, par exemple, dans les normes ou les fiches de données de sécurité.

La gravité possible du dommage peut fortement varier pour une même situation dangereuse. Par conséquent, il peut s'avérer utile d'estimer le risque pour une zone représentative. On examinera ensuite le dommage le plus grave susceptible de se produire de manière réaliste (préjudice probable le plus grave).

Exemple d'une scie circulaire

Situation dangereuse «Machine soulevée»

Estimation de la gravité du dommage

Si la scie circulaire soulevée tombe sur le sol pendant le transport, elle risque de blesser une partie du corps. La probabilité d'être tué par la chute de la scie circulaire est certes plus faible, mais réaliste. C'est la raison pour laquelle le décès est considéré comme la gravité de dommage la plus élevée pour la situation dangereuse «Machine soulevée».



Personne dans la zone dangereuse de la scie circulaire soulevée
Fig. 26 (p. 33)

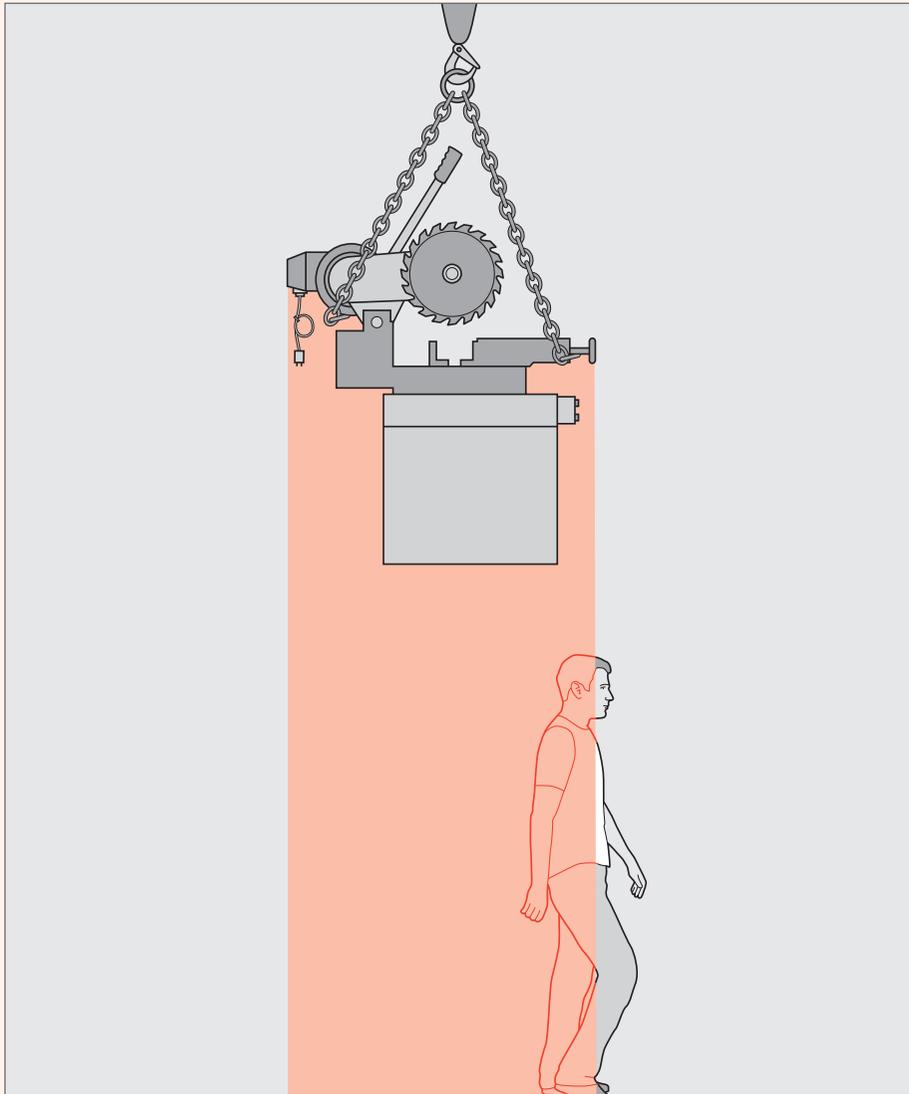


Localisation de la gravité du dommage sur la matrice de risques
Fig. 27 (p. 33)

26

Fig. 26

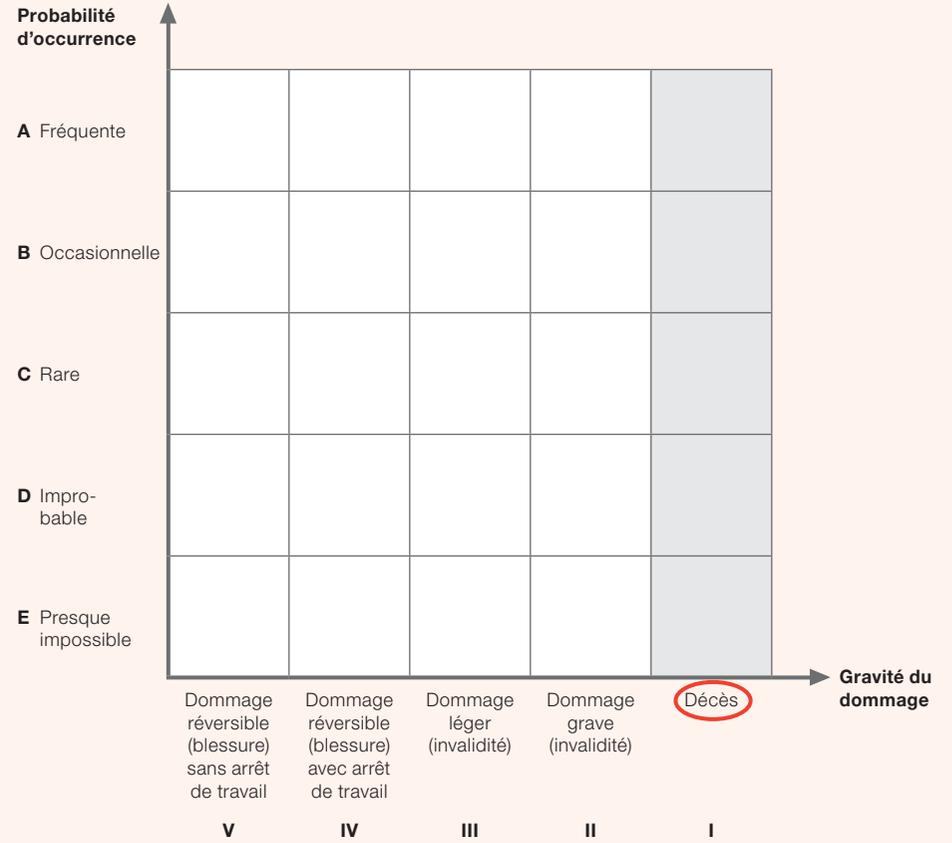
Personne dans la zone dangereuse de la scie circulaire soulevée



27

Fig. 27

Localisation de la gravité du dommage sur la matrice de risques



Probabilité d'occurrence du dommage

Selon la méthode Suva, la probabilité d'occurrence est subdivisée dans les catégories ci-après.

- A Fréquente** = occurrence sûre à brève échéance
- B Occasionnelle** = occurrence sûre après un certain temps
- C Rare** = occurrence possible
- D Improbable** = occurrence peu probable
- E Presque impossible** = tellement improbable que la probabilité est pratiquement nulle

La probabilité se rapporte toujours à une unité de temps, en général la durée de vie de la machine. Pour estimer la probabilité d'occurrence, on se base d'une part sur les expériences avec des machines similaires déjà en service (historiques des accidents et incidents). Cette estimation est d'autre part possible en déterminant ses trois éléments:

- exposition des personnes au phénomène dangereux (e)
- probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (po)
- possibilité d'éviter ou de limiter le dommage (L)

Exposition des personnes au phénomène dangereux (e)

L'exposition au phénomène dangereux s'obtient en déterminant la fréquence et la durée du séjour des personnes dans la zone dangereuse. En pratique, l'intervalle de temps t moyen entre les expositions au phénomène dangereux est observé et classé en cinq catégories. Chaque catégorie se voit affecter une valeur de pondération qui servira à déterminer ultérieurement la probabilité d'occurrence.

Séjour d'une partie du corps

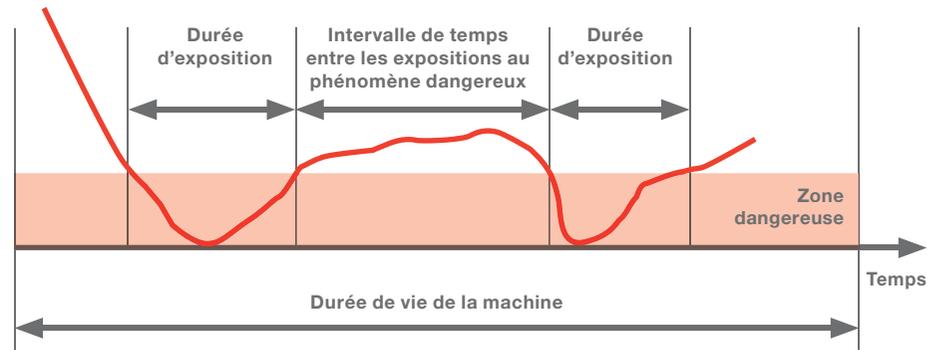


Fig. 28

Illustration de l'intervalle de temps t moyen entre les expositions pertinent pour l'observation

Intervalle de temps t moyen entre les expositions au phénomène dangereux	Pondération de la catégorie
t ≤ 1 heure	5
1 heure < t ≤ 1 jour	5
1 jour < t ≤ 2 semaines	4
2 semaines < t ≤ 1 an	3
t > 1 an	2

Lorsque la durée d'exposition est inférieure à 10 min, la pondération de la catégorie directement inférieure peut être utilisée.

Tableau 5

Catégories et pondération de l'exposition des personnes au phénomène dangereux

Les facteurs à prendre en compte pour la détermination de l'exposition au phénomène dangereux sont les suivants:

- la nécessité d'accéder à la zone dangereuse (pour la marche normale, la correction d'un dysfonctionnement, la maintenance ou la réparation, etc.)
- la nature de l'accès (alimentation manuelle des matériaux, observation du processus, correction de dysfonctionnements, etc.)
- le nombre de personnes devant pouvoir y accéder
- la fiabilité des mesures de protection
- la possibilité de neutraliser ou de contourner les mesures de protection (incitation lorsque les mesures de protection compromettent exagérément le fonctionnement ou la facilité d'utilisation de la machine)
- les informations pour l'utilisation relatives à l'emplacement des zones dangereuses, le type de phénomène dangereux et les conséquences des risques résiduels

Probabilité d'occurrence d'un événement dangereux (po)

Pour obtenir la probabilité d'occurrence des événements dangereux, vous devez déterminer la fréquence et la durée pendant laquelle le phénomène dangereux est actif. Un phénomène dangereux peut, par exemple, apparaître de manière continue (substance dangereuse) ou fréquente (c'est-à-dire nécessaire au fonctionnement, comme le courant, pour le moteur d'entraînement). Il se peut également que le phénomène dangereux ne soit actif qu'en cas de défaut (éclatement d'une meule, mise en marche intempestive suite à un défaut de la fonction de démarrage).

Vous devez par ailleurs apprécier dans quelle mesure l'activité du phénomène dangereux coïncide avec la présence d'une personne dans sa zone dangereuse. Ce sont en particulier les mesures de protection et les mesures de prévention complémentaires qui permettent d'éviter qu'une personne ou éventuellement une partie du corps ne puissent se trouver dans la zone d'un phénomène dangereux actif (voir également chap. 9.2).

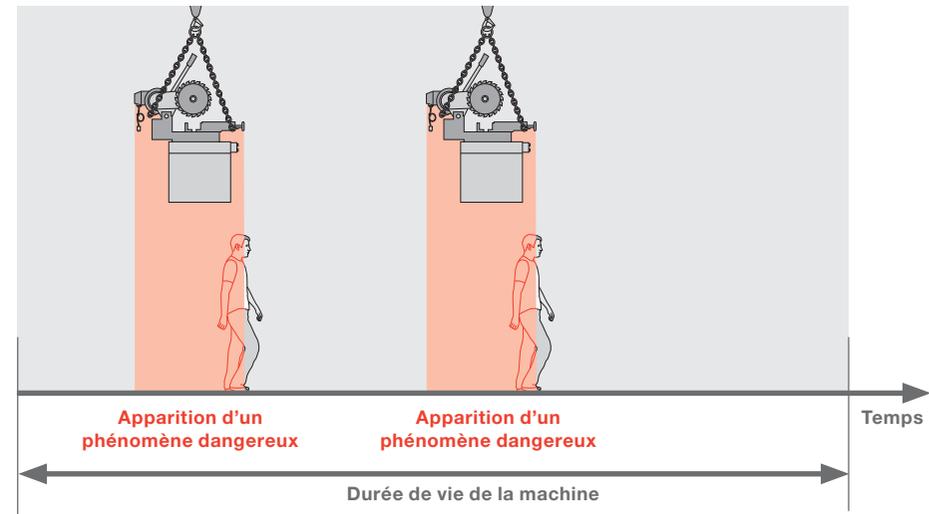


Fig. 29

Apparition d'un phénomène dangereux non actif en continu pendant la durée de vie de la machine

La méthode Suva classe la probabilité d'occurrence d'un événement dangereux en cinq catégories. La catégorie correspond ici à la valeur de pondération nécessaire à la détermination de la probabilité d'occurrence du dommage.

Probabilité d'un événement dangereux	Négligeable	Rare	Possible	Probable	Très probable
Pondération de la catégorie	1	2	3	4	5

Tableau 6

Les cinq catégories de probabilité d'un événement dangereux et leur pondération

Les différents aspects permettant de déterminer la probabilité d'un événement dangereux sont les suivants:

- conception ergonomique de la machine (impact sur les activités telles que l'alimentation, l'utilisation, les interventions sur la machine en respectant les contraintes liées aux équipements de protection individuelle)
- particularités humaines ayant un impact sur la fatigue (sexe, âge, handicaps, etc.)
- historiques d'accidents, événements dangereux connus des machines occasionnant des situations dangereuses qui présentent un risque comparable

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage (L)

La méthode Suva distingue trois indices dont les valeurs de pondération sont affectées conformément au tableau 7.

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage	Pondération de la catégorie
Impossible	5
Possible	3
Probable	1

Tableau 7

Catégories et pondération de la possibilité d'éviter ou de limiter un dommage.

Les facteurs à prendre en compte sont les suivants:

- laps de temps permettant une réaction (soudaine, rapide, lente)
- formation des personnes pouvant être exposées aux phénomènes dangereux (expérimentées, inexpérimentées)
- conscience du risque (informations pour l'utilisation, observation directe, signaux avertisseurs et dispositifs indicateurs sur la machine)
- capacité à éviter ou limiter le dommage (réflexes, agilité, possibilité de fuite)

- les expériences et connaissances pratiques (p. ex. en relation avec la machine ou le phénomène dangereux)

L'absence de données d'accident ne permet pas de garantir une plus faible probabilité d'occurrence des accidents ou des mesures de protection de moindre ampleur.

Déterminer la probabilité d'occurrence du dommage

La probabilité d'occurrence du dommage est déterminée à l'aide du tableau 10. Pour ce faire, il suffit d'additionner les valeurs de pondération des catégories précédemment définies pour les éléments e, po et L. L'affectation peut aussi être représentée dans une matrice (fig. 30).

Catégories de probabilité	Somme des pondérations
A Fréquente = occurrence sûre à brève échéance	14 à 15
B Occasionnelle = occurrence sûre après un certain temps	11 à 13
C Rare = occurrence possible	8 à 10
D Improbable = occurrence improbable	5 à 7
E Presque impossible = tellement improbable que la probabilité est pratiquement nulle	4

Tableau 8

Affectation de la probabilité d'occurrence du dommage à la somme des pondérations de l'exposition au danger, de la probabilité de l'événement dangereux et de la possibilité de limiter ou d'éviter le dommage.

Exposition des personnes au phénomène dangereux (intervalle de temps entre les expositions t)

t ≤ 1 heure	5	B	B	B	A	A
		C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
1 heure < t ≤ 1 jour	5	B	B	B	A	A
		C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
1 jour < t ≤ 2 semaines	4	C	B	B	B	A
		C	C	C	B	B
		D	D	C	C	C
2 semaines < t ≤ 1 an	3	C	C	B	B	B
		D	C	C	C	B
		D	D	D	C	C
t > 1 an	2	C	C	C	B	B
		D	D	C	C	C
		E	D	D	D	C

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

5 Impossible
3 Possible
1 Probable

Occurrence d'événements dangereux

1 Négligeable
2 Rare
3 Possible
4 Probable
5 Très probable

Fig. 30

Matrice de détermination de la probabilité d'occurrence du dommage à partir de l'exposition au phénomène dangereux, de la probabilité de l'événement dangereux et de la possibilité de limiter ou d'éviter le dommage.

Exemple d'une scie circulaire

Situation dangereuse «Machine soulevée»

Estimation de la probabilité d'occurrence

Les tableaux et matrices ci-après illustrent la procédure à suivre dans un tel cas. Le tableau 9 n'est pas nécessaire pour la documentation de l'appréciation des risques.



Détermination de la probabilité d'occurrence du dommage, situation dangereuse «Machine soulevée», sans mesures de protection
Tableau 9 (pp. 38 et 39)



Matrice de détermination de la probabilité d'occurrence du dommage pour la situation dangereuse «Machine soulevée»
Fig. 31 (p. 40)



Localisation du risque pour la situation dangereuse «Machine soulevée» dans la matrice de risques
Fig. 32 (p. 41)



Documentation: risque de la situation dangereuse dans laquelle une personne se trouve sous la scie circulaire soulevée
Tableau 10 (p. 42)

**Tableau 9****Détermination de la probabilité d'occurrence du dommage pour la situation dangereuse «Machine soulevée» sans mesures de protection**

Exposition des personnes au phénomène dangereux		
Nécessité d'accéder à la zone dangereuse (pour la marche normale, la correction d'un dysfonctionnement, la maintenance ou la réparation, etc.)	Aucun accès nécessaire	
Type d'accès (alimentation manuelle, observation du processus, correction d'un dysfonctionnement, etc.)	Accès involontaire à la zone située sous la scie circulaire suspendue	
Nombre de personnes devant pouvoir y accéder	0	
Fiabilité des mesures de protection	-	
Possibilité de neutraliser ou de contourner les mesures de protection (incitation lorsque les mesures de protection compromettent exagérément le fonctionnement ou la facilité d'emploi de la machine)	-	
Informations pour l'utilisation relatives à la situation des zones dangereuses, le type de phénomène dangereux et les conséquences des risques résiduels	-	
Catégories de l'intervalle de temps entre les expositions au phénomène dangereux		Pondération de la catégorie
$t \leq 1$ heure		5
1 heure $< t \leq 1$ jour	Lorsque la durée d'exposition est inférieure à 10 min, la pondération de la catégorie directement inférieure peut être utilisée.	5
1 jour $< t \leq 2$ semaines		4
2 semaines $< t \leq 1$ an		3
$t > 1$ an		2

Occurrence d'événements dangereux

Le phénomène dangereux est actif en continu (substance dangereuse) ou fréquemment (nécessaire au fonctionnement, p. ex. courant pour le moteur d'entraînement).	L'activité n'est présente ni fréquemment ni en continu.
Le phénomène dangereux est actif et la zone dangereuse est accessible uniquement en cas de défaut (éclatement d'une meule, mise en marche intempestive suite à un défaut de la fonction de démarrage) (défaillance d'un protecteur ou dispositif de protection ou d'un équipement de séparation de la source d'énergie, etc.).	Brève activité en cas de défaut, la résistance des points d'ancrage n'est pas vérifiée.
Conception ergonomique (alimentation, utilisation, interventions sur la machine en respectant les contraintes liées à l'équipement de protection individuelle)	–
Fatigue physique des personnes concernées (sexe, âge, handicap, etc.)	–
Historiques d'accidents, événements dangereux connus des machines occasionnant des situations dangereuses qui présentent un risque comparable	Connu
Catégories de la probabilité de l'événement dangereux	Pondération de la catégorie
Très probable	5
Probable	4
Possible	3
Rare	2
Négligeable	1

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Vitesse d'occurrence du dommage après l'apparition de la situation dangereuse (immédiate, rapide, lente)	Immédiate
Formation des personnes pouvant être exposées aux phénomènes dangereux (qualifications ou absence de qualifications)	Absence de qualifications
Conscience du risque (informations pour l'utilisation, observation directe, signaux avertisseurs et dispositifs indicateurs sur la machine)	Aucune observation directe
Habilité humaine à éviter ou limiter le dommage (p. ex. réflexes, agilité, possibilité de fuite)	La personne concernée n'a aucune possibilité de fuir.
Expériences et connaissances pratiques (p. ex. en relation avec la machine ou le phénomène dangereux, aucune expérience)	Connues
Catégories de possibilité d'éviter ou de limiter le dommage	Pondération de la catégorie
Impossible	5
Possible	3
Probable	1



Fig. 31

Matrice de détermination de la probabilité d'occurrence du dommage pour la situation dangereuse «Machine soulevée»

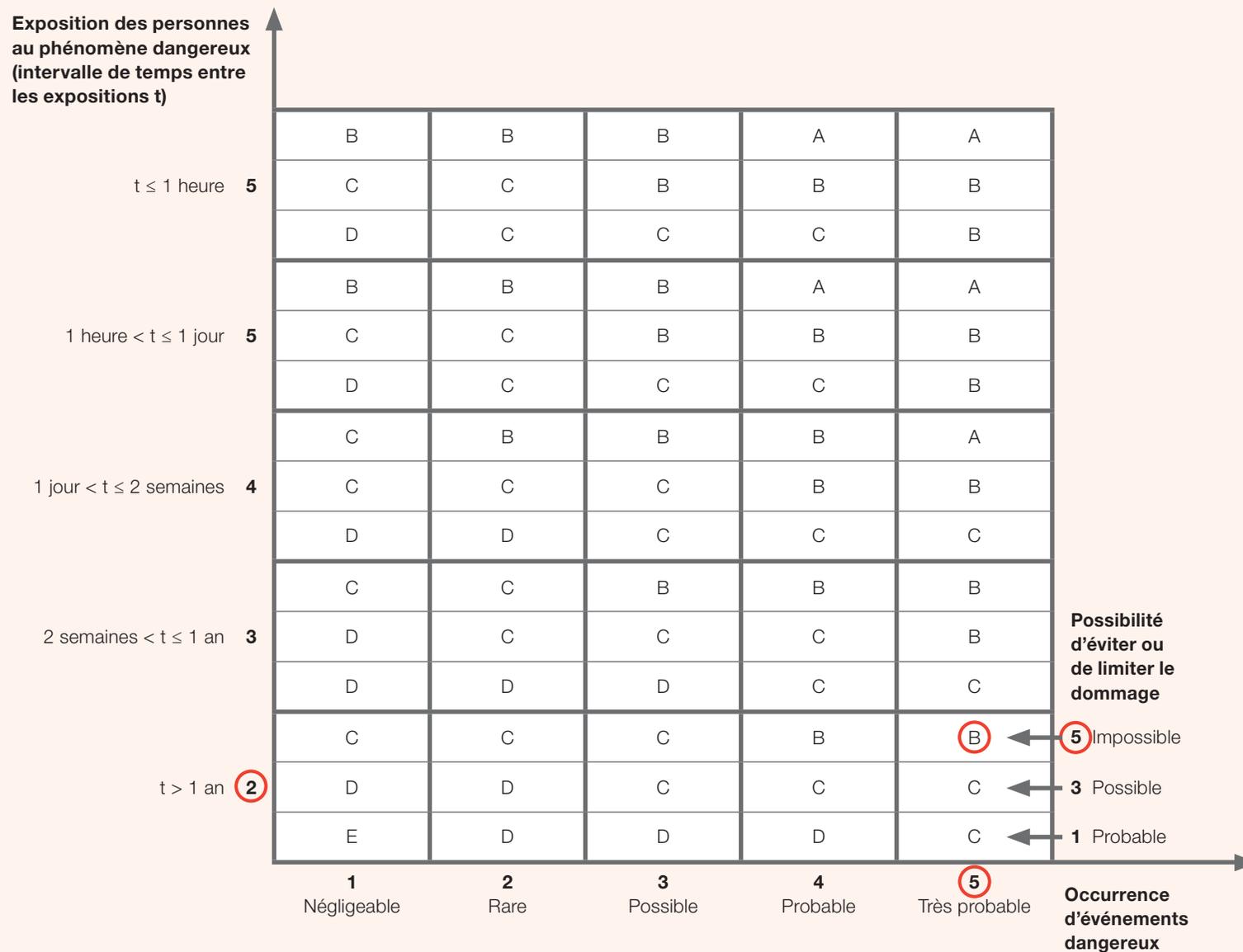




Fig. 32

Localisation du risque pour la situation dangereuse «Machine soulevée» dans la matrice de risques

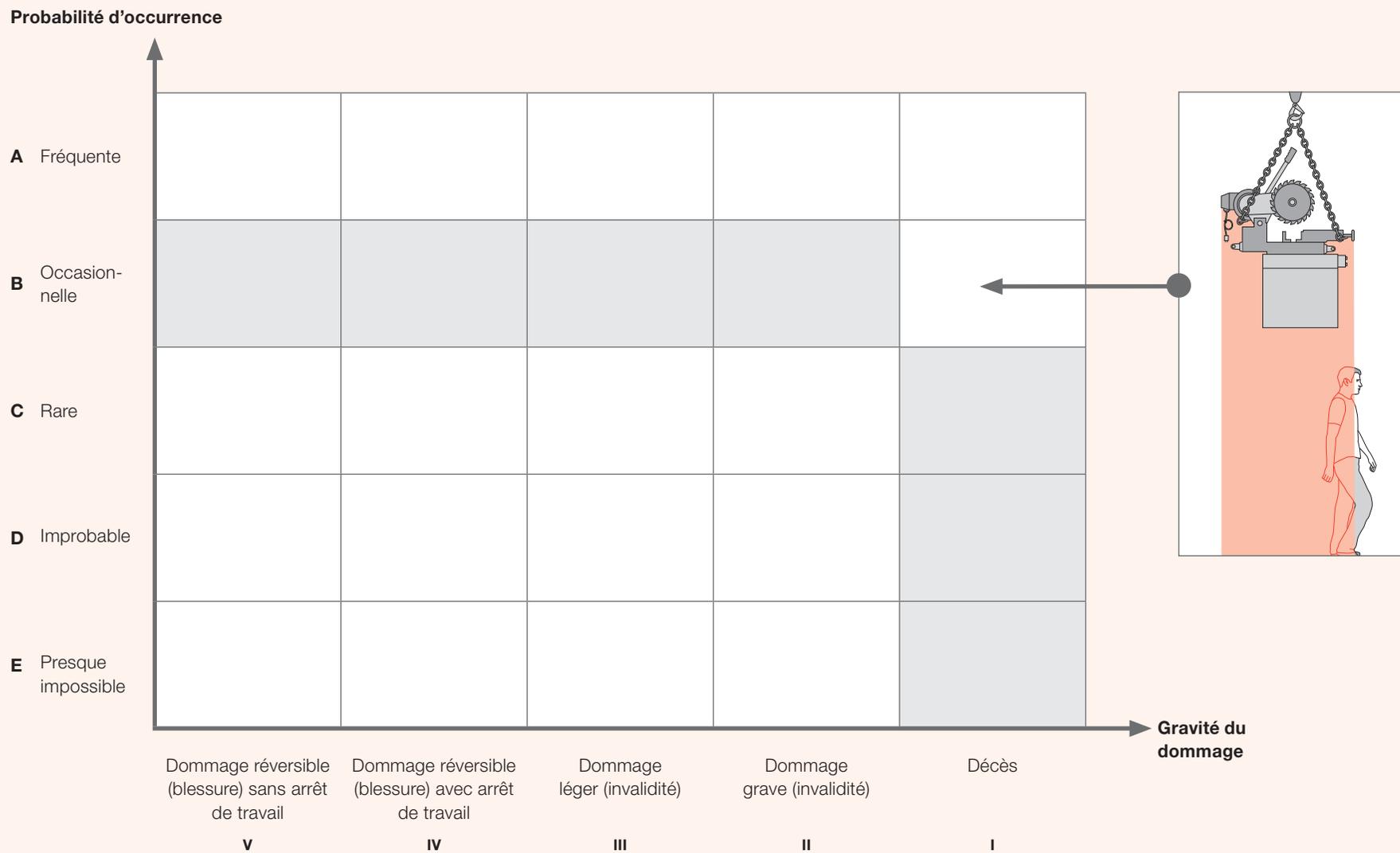




Tableau 10

Documentation: risque de la situation dangereuse dans laquelle une personne se trouve sous la scie circulaire soulevée

Machine: scie circulaire	Série (type): KS 250	N° de série: 001	Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23	Auteur: Hans Muster
				Date: 15.11.2016

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Domage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Transport								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Relier la scie circulaire à l'équipement de levage au moyen d'une élingue														
2	Lever la scie circulaire	2.1	Chute d'objets	Blessure au tronc	I	B	2 5 5	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance insuffisante des points d'ancrage • Points d'ancrage inappropriés • Résistance insuffisante de l'élingue • Résistance insuffisante de l'équipement de levage 							

Légende

Gravité du dommage G

- I Décès
- II Grave atteinte permanente à la santé
- III Légère atteinte permanente à la santé
- IV Atteinte à la santé guérissable avec arrêt de travail
- V Atteinte à la santé guérissable sans arrêt de travail

Probabilité P (e+po+L)

- A Fréquente (14, 15)
- B Occasionnelle (11 à 13)
- C Rare (8 à 10)
- D Improbable (5 à 7)
- E Presque impossible (4)

Exposition au phénomène dangereux e

- 5 t ≤ 1 heure
- 5 1 heure < t ≤ 1 jour
- 4 1 jour < t ≤ 2 semaines
- 3 2 semaines < t ≤ 1 an
- 2 t > 1 an
- t Intervalle de temps entre les expositions

Probabilité d'occurrence de l'événement dangereux po

- 1 Négligeable
- 2 Rare
- 3 Possible
- 4 Probable
- 5 Très probable

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage L

- 5 Impossible
- 3 Possible
- 1 Probable

- T Mesure de prévention intrinsèque, protection et mesure de prévention complémentaire
- N Informations fournies par la notice d'instructions: indication des risques résiduels, des équipements de protection individuelle, formation

8.4 Evaluation des risques

L'évaluation des risques vise à:

- définir les situations dangereuses qui nécessitent une réduction supplémentaire des risques, et
- déterminer si la réduction des risques requise a été réalisée, sans créer des phénomènes dangereux supplémentaires ni accroître les autres risques

Si des mesures de protection sont prévues, il faut examiner si elles abaissent le risque de manière avérée. Si un risque (risque résiduel) subsiste après la mise en œuvre des mesures de protection, il doit être documenté dans l'appréciation des risques. Dans le cas de situations dangereuses présentant un risque extrêmement faible, il n'est pas utile de réduire ce risque. Ces risques doivent toutefois être documentés (p. ex. en indiquant les températures superficielles tolérables, les valeurs limites relatives à la force et à la pression superficielle). Mentionnez les éventuelles normes applicables indiquant ces risques comme acceptables.

Présomption de conformité en vertu de normes harmonisées

L'évaluation des risques doit garantir que les normes répertoriées applicables sont respectées ou que le niveau de sécurité de ces normes est satisfait à l'aide d'autres mesures de protection. Par conséquent, vérifiez s'il existe une norme de type C pour la machine à évaluer. Dans la négative, la norme de type A EN ISO 12100 et, le cas échéant, des normes de type B supplémentaires doivent être utilisées.

L'application disponible à l'adresse www.suva.ch/appreciation-des-risques contient des tableaux indiquant les normes de type B pertinentes en fonction des phénomènes dangereux et des causes. **Afin de garantir qu'une norme actuellement répertoriée est utilisée, il faut toujours prendre en compte la publication actuelle des titres et des numéros de référence des normes harmonisées⁶ au Journal officiel de l'Union européenne.**

Quand une réduction des risques est-elle suffisante?

La réduction des risques est considérée comme étant suffisante lorsque, en tenant compte de l'état de la technique, les exigences légales ont été respectées et que les critères suivants sont satisfaits.

- Une procédure de réduction des risques en trois étapes (méthode en trois étapes) a été effectuée (1. Mesures de prévention intrinsèque, 2. Protection et mesures de prévention complémentaires, 3. Informations pour l'utilisation).
- Toutes les conditions de fonctionnement et toutes les procédures d'intervention ont été prises en compte.
- Tous les phénomènes dangereux ont été éliminés ou les risques réduits au niveau le plus bas possible.
- Les phénomènes dangereux nouveaux introduits par les mesures de protection prises ont été traités.
- Les utilisateurs sont suffisamment informés et avertis des risques résiduels. Les mesures de protection choisies sont compatibles entre elles.
- Les conséquences possibles de l'utilisation d'une machine conçue pour un usage professionnel ou industriel dans un cadre non professionnel ou non industriel ont également été prises en considération.
- Les mesures de protection choisies n'affectent pas les conditions de travail de l'opérateur ou la facilité d'emploi.

⁶ Voir lien à l'adresse www.suva.ch/certification-f (rubrique «Exemples d'examens de type»)

Comparaison des risques

S'il n'existe pas de norme de type C pour une machine, vous pouvez également procéder à une évaluation des risques en les comparant à ceux d'une machine similaire, sous réserve que les conditions suivantes soient remplies.

- La machine similaire est conforme à la norme applicable de type C.
- L'utilisation normale, le mauvais usage raisonnablement prévisible et la façon dont les deux machines sont conçues et construites sont comparables.
- Les phénomènes dangereux et les éléments de risque sont comparables.
- Les spécifications techniques sont comparables.
- Les conditions d'utilisation sont comparables.

L'évaluation du risque après l'application de mesures de protection est représentée au chap. 9.3.

Exemple d'une scie circulaire

Evaluation du risque lié à la machine soulevée avant l'application de mesures de protection

Dans la mesure où aucune mesure de protection n'est encore mise en œuvre sur le modèle fonctionnel, une réduction des risques est nécessaire.

9 Réduction des risques

Lors de la réduction des risques, tenez compte des quatre aspects suivants, dans l'ordre de priorité indiqué.

1. Sécurité de la machine pendant toutes les phases de son cycle de vie
2. Aptitude de la machine à accomplir sa fonction
3. Facilité d'emploi de la machine
4. Coût de fabrication, d'exploitation et de démontage de la machine

L'élimination du phénomène dangereux constitue la priorité absolue. Si cela n'est pas possible, il faut alors réduire les deux éléments de risque (gravité du dommage et probabilité d'occurrence).

La définition des causes et la connaissance des éléments déterminants résultant de l'estimation du risque vous permettent de définir les mesures de protection appropriées à l'aide des normes harmonisées.

Lors du choix des mesures de protection, il convient d'appliquer la méthode en trois étapes décrite dans les paragraphes suivants.

9.1 Mesures de prévention intrinsèque (étape 1)

Le terme «intrinsèque» signifie «inhérent à, indissociablement lié à». La prévention intrinsèque élimine les phénomènes dangereux ou réduit les risques par le biais des caractéristiques de conception de la machine proprement dite et (ou) du mode d'interaction entre les personnes exposées et la machine. Les mesures de prévention intrinsèque ont de bonnes chances de rester efficaces pendant toute la durée de vie de la machine.

La prévention intrinsèque constitue la première et la plus importante étape de la réduction des risques car :

- des mesures de prévention intrinsèque sont la seule possibilité d'éliminer totalement les phénomènes dangereux
- contrairement aux mesures de prévention intrinsèque, une protection, même bien conçue, peut présenter une défaillance ou être contournée, et l'information pour l'utilisation peut ne pas être suivie

Vous trouverez de nombreuses informations détaillées sur les mesures de protection correspondant à des mesures de prévention intrinsèque au chap. 6.2 de la norme EN ISO 12100.

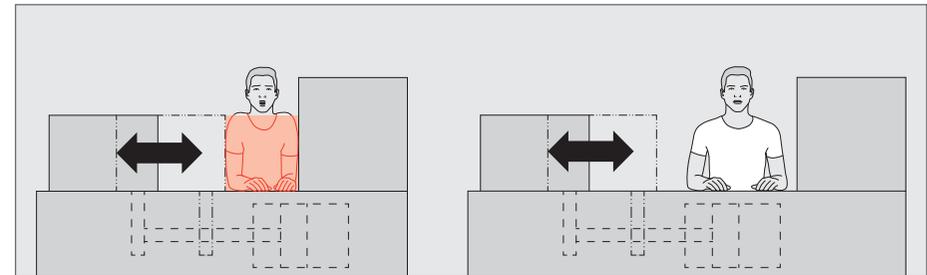


Fig. 33

Élimination d'un phénomène dangereux (point d'écrasement) par une mesure de prévention intrinsèque (caractéristique de conception: extension d'un élément de la machine)

9.2 Protection et mesures de prévention complémentaires (étape 2)

Des protecteurs et des dispositifs de protection doivent être utilisés pour protéger les personnes chaque fois que l'application de mesures de prévention intrinsèque ne permet pas d'éliminer un certain phénomène dangereux ou de réduire suffisamment le risque qui lui est lié.

Quelle est la différence entre un protecteur et un dispositif de protection?

Les protecteurs tels que capes, protecteurs associés à un dispositif de verrouillage ou protecteurs réglables forment des barrières physiques qui empêchent l'accès à la zone dangereuse. À l'inverse, les dispositifs de protection (tels que rideaux lumineux, commande bimanuelle, etc.) ne sont pas des barrières physiques. Avec ces mesures de protection, l'accès à la zone dangereuse est possible à tout moment. Par conséquent, les dispositifs de protection doivent éliminer le phénomène dangereux avant que la zone dangereuse ne soit atteinte.

Les dispositifs de protection comprennent également les mesures destinées à assurer la stabilité (p. ex. boulons d'ancrage ou limiteurs de mouvement), ainsi que les limiteurs de charge ou de moment.

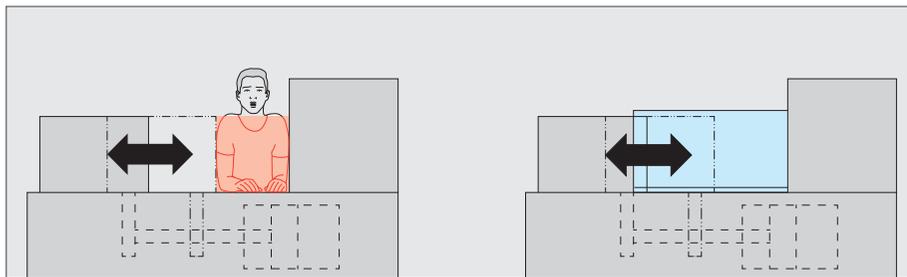


Fig. 34

Protecteur fixe (dispositif de protection technique)

Mesures de prévention complémentaires

Au besoin, des mesures de prévention complémentaires supplémentaires (p. ex. dispositifs d'arrêt d'urgence) doivent être prises. Les mesures de prévention complémentaires ne doivent toutefois jamais remplacer une protection.

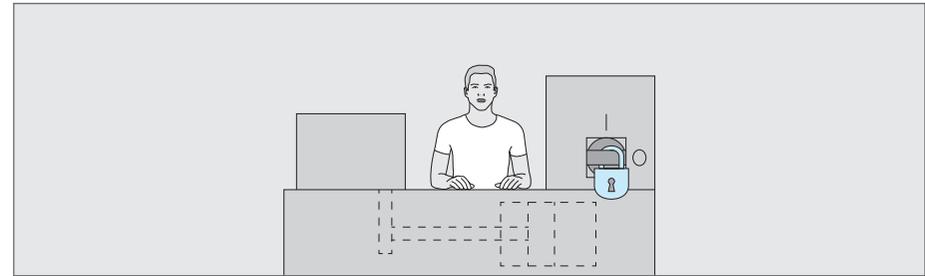


Fig. 35

Dispositif de séparation de source d'énergie verrouillable (mesure de prévention complémentaire)

Influence des mesures de protection sur la facilité d'emploi

La protection et les mesures de prévention complémentaires séparent les personnes de l'effet d'un phénomène dangereux. Par conséquent, lors du choix de la mesure de protection, il faut tenir compte des interventions nécessaires sur la machine et examiner si la mesure de protection entrave ces dernières, aussi bien pour l'utilisation normale que pour le mauvais usage raisonnablement prévisible de la machine.

Effet des mesures de protection sur le risque

La protection et les mesures de prévention complémentaires n'ont aucune influence sur le phénomène dangereux en soi. Elles empêchent seulement l'événement dangereux. Le dommage susceptible de se produire en cas de défaillance de ces mesures de protection est identique à celui qui se produirait sans ces mesures. Par conséquent, la protection et les mesures de prévention complémentaires influent uniquement sur la probabilité d'occurrence du dommage, et non pas sur la gravité du dommage.

Choix des mesures appropriées

Lors du choix et de l'élaboration de la protection et des mesures de prévention complémentaires, respectez les principes ci-dessous.

- Déterminez et tenez compte des circonstances susceptibles d'occasionner une défaillance de la mesure de protection (informations sur les défaillances des fonctions de sécurité de commandes, voir Annexe D).
- Évitez autant que possible que les mesures de protection n'entravent la production et l'utilisation.
- Empêchez la neutralisation et le contournement de la mesure de protection.
- Garantisiez une durée de vie suffisante de la mesure de protection.
- Choisissez des mesures de protection faciles à maintenir en bon état de fonctionnement. Si tel n'est pas le cas, cela pourrait constituer une incitation à neutraliser ou à contourner la mesure de protection.
- Comparez la mesure de protection prévue à des mesures de protection alternatives à l'aide de la procédure d'estimation des risques.

Vous trouverez des informations détaillées sur toutes les protections et mesures de prévention complémentaires au chap. 6.3 de la norme EN ISO 12100.

9.3 Informations pour l'utilisation (étape 3)

Lorsque des risques persistent malgré les mesures de prévention intrinsèque, la protection et les mesures de prévention complémentaires adoptées, le risque résiduel doit être identifié dans les informations pour l'utilisation. Ces informations doivent comprendre au minimum les éléments suivants:

- méthodes de travail permettant de garantir l'utilisation sûre de la machine
- formation requise pour l'opérateur et les autres personnes exposées aux phénomènes dangereux de la machine
- informations, y compris avertissements, sur les risques résiduels dans les différentes phases du cycle de vie de la machine
- description des équipements de protection individuelle recommandés avec explication détaillée des usages prévus et formation requise pour les utilisateurs

Les informations pour l'utilisation ne doivent pas être substituées à des mesures de prévention intrinsèque, des protecteurs, des dispositifs de protection ou des mesures de prévention complémentaires.

En comparaison avec les mesures de prévention intrinsèque, les protecteurs ou les dispositifs de protection et les mesures de prévention complémentaires, la fiabilité des informations pour l'utilisation est relativement basse. Cette donnée doit être prise en compte lors de l'estimation des risques.

Informations pour l'utilisation: voir chap. 6.4 de la norme EN ISO 12100.

9.4 Déroulement de la méthode en trois étapes

La méthode en trois étapes consiste à apprécier après chaque étape si les mesures de protection choisies permettent d'obtenir la réduction des risques attendue. Si tel n'est pas le cas, les mesures de protection de l'étape suivante doivent être mises en œuvre. S'il n'est pas possible d'obtenir la réduction des risques attendue même après la troisième étape, une nouvelle détermination des limites de la machine s'impose.



Schéma de la procédure de réduction des risques (processus itératif en trois étapes)

Fig. 36 (p. 49)

Il faut également examiner si les mesures de protection choisies créent de nouveaux phénomènes dangereux. Le cas échéant, les risques de ces phénomènes dangereux doivent être estimés et, au besoin, réduits.

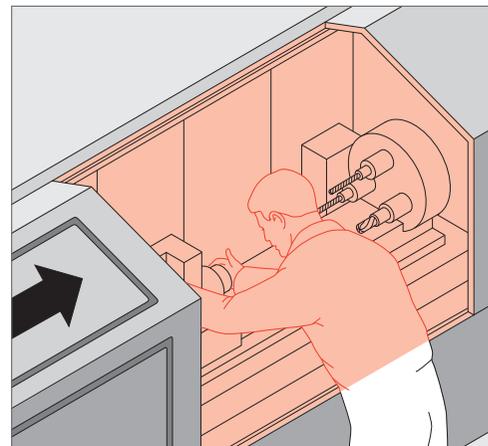


Fig. 37

Exemple de protecteur mu par un actionneur occasionnant un nouveau phénomène dangereux (point d'écrasement au niveau de l'espace de fermeture)

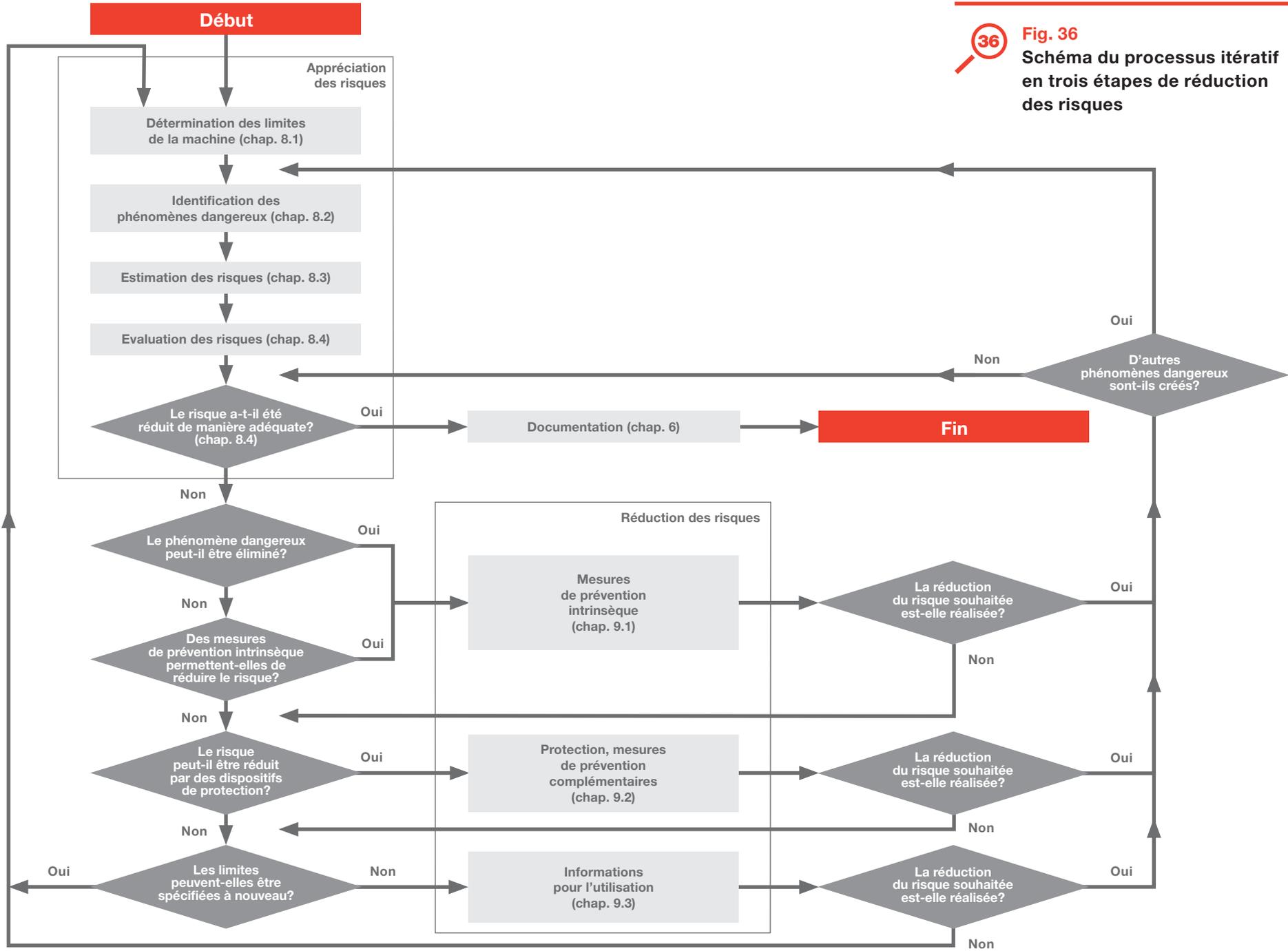
La procédure de réduction des risques est achevée lorsque l'évaluation des risques résiduels peut être jugée suffisante.

Mesures de protection et risque d'atteintes à la santé à long terme

Comme le mentionne le chap. 9.2, en cas de blessures graves, la protection et les mesures de prévention complémentaires ainsi que les informations pour l'utilisation réduisent uniquement la probabilité du dommage, et non pas sa gravité. En effet, ces mesures de protection peuvent s'avérer défailtantes. Les protecteurs réduisent l'exposition aux phénomènes dangereux. Les dispositifs de protection abaissent la probabilité de l'événement dangereux. En cas d'atteintes à la santé dues à une exposition à long terme à un phénomène dangereux, ces dispositifs de protection sont également en mesure de réduire la gravité du dommage.

36

Fig. 36 Schéma du processus itératif en trois étapes de réduction des risques



Réduction des risques en cas de mesures de protection avec fonctions de sécurité de commandes

Les mesures de protection peuvent contenir des fonctions de sécurité de commandes (p. ex. verrouillage d'un protecteur mobile). Il faut alors tenir compte de la possibilité d'apparition d'un défaut sur la fonction de sécurité. Vous trouverez des informations sur l'adéquation des fonctions de sécurité en fonction du risque existant (risque avant l'application de la mesure de protection) dans les normes EN ISO 13849-1 et EN 62061. Pour pouvoir appliquer les normes, les informations suivantes sont nécessaires:

- limites de la machine
- éléments de risque de la situation dangereuse considérée (gravité du dommage, exposition des personnes aux phénomènes dangereux, occurrence d'un événement dangereux, possibilité d'éviter ou de limiter le dommage)
- exigences de performance relatives à la mesure de protection (p. ex. arrêt de l'entraînement lorsqu'un protecteur mobile est ouvert)

Vous pouvez ainsi déterminer les exigences de performance relatives à la fonction de sécurité de la commande (niveau de performance requis PLr, niveau d'intégrité de sécurité SIL). La procédure à suivre est décrite dans l'Annexe D.

Après l'application des normes EN ISO 13849-1 et (ou) EN 62061, les informations suivantes sont disponibles:

- confirmation que la mesure de protection (y compris le système de commande) permet d'obtenir la réduction des risques escomptée
- documentation technique pour l'intégration de la mesure de protection à la construction de la machine
- informations pour l'utilisation

9.5 Documentation des mesures de protection

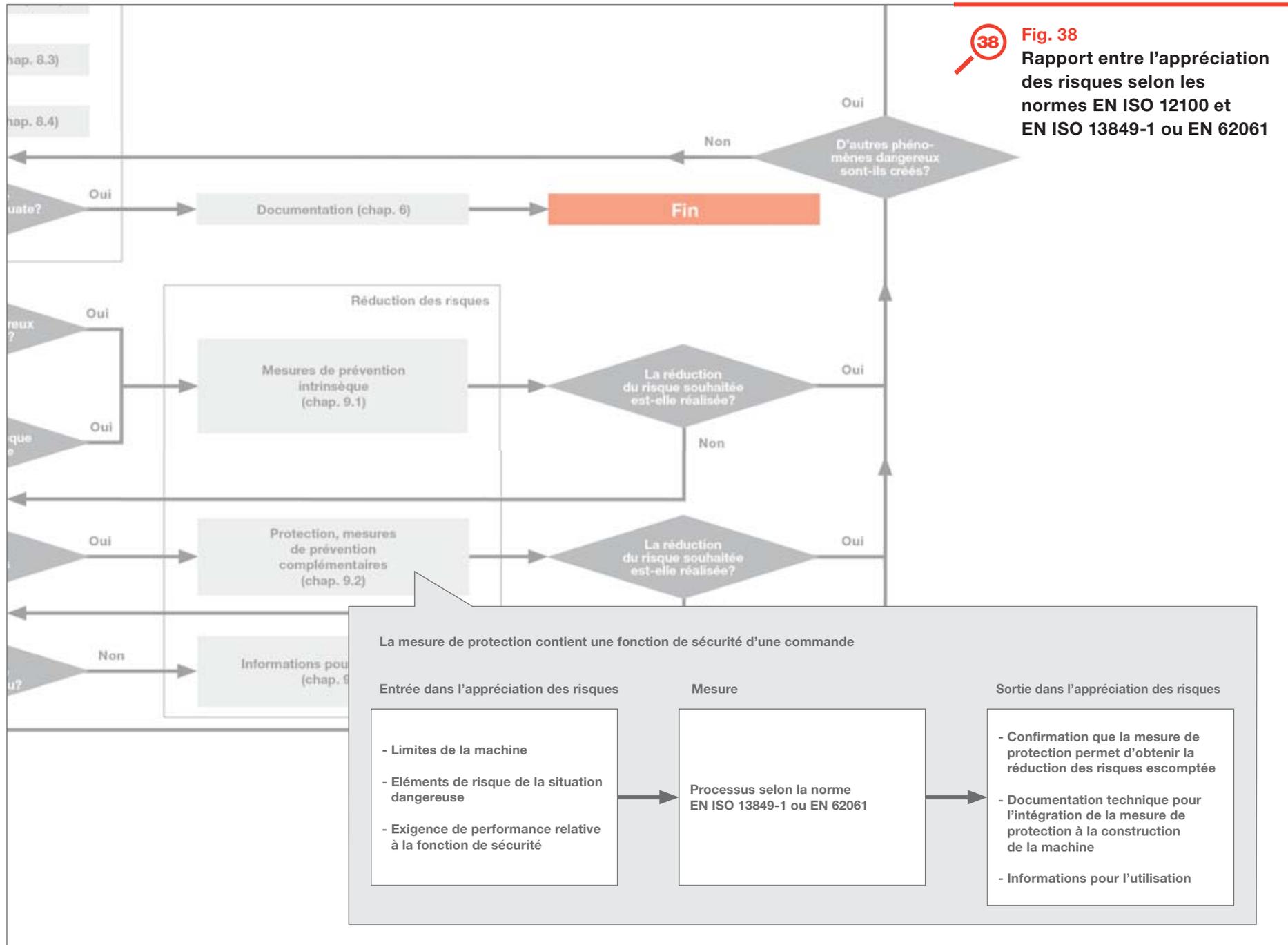
Outre la description de la mesure de protection, il faut également documenter les exigences essentielles de santé et de sécurité pertinentes pour les mesures de protection, ainsi que le titre de la norme applicable répertoriée. Vous trouverez les exigences essentielles de santé et de sécurité pertinentes dans l'Annexe I de la directive relative aux machines.

L'application de la Suva (www.suva.ch/appreciation-des-risques) contient des tableaux qui permettent également de trouver les exigences essentielles de santé et de sécurité pertinentes en fonction du phénomène dangereux, de la cause et de la mesure de protection.



Rapport entre l'appréciation des risques selon les normes EN ISO 12100 et EN ISO 13849-1 ou EN 62061

Fig. 38 (p. 51)



Exemple d'une scie circulaire
Situation dangereuse «Machine soulevée»

Réduction des risques

Des mesures de protection issues de la norme EN ISO 12100 sont appliquées pour réduire le risque, en respectant la méthode en trois étapes.

Si les causes d'un dommage sont connues, on recherchera des mesures de protection permettant d'empêcher chaque cause.

Après la mise en œuvre des mesures de protection de la première étape (mesures de prévention intrinsèque), le risque résiduel est estimé et apprécié pour déterminer s'il faut encore réaliser des mesures de protection de la deuxième étape ou de la troisième étape.

N°	Cause	Mesure de protection qui empêche ou réduit la cause	Référence de la mesure de protection
1	Mesures de prévention intrinsèque		
1.1	Résistance insuffisante des points d'ancrage	Limitation des contraintes par la mise en œuvre de méthodes de calcul en ce qui concerne les composants et les liaisons soumis à des sollicitations	EN ISO 12100, 6.2.3 a
2	Protection et mesures de prévention complémentaires		
2.1	Utilisation de points d'ancrage inappropriés	Soudage des attaches pour l'installation des élingues sur la machine	EN ISO 12100, 6.3.5.5
3	Informations pour l'utilisation		
3.1	Résistance insuffisante des points d'ancrage, résistance insuffisante de l'équipement de levage	Marquage de la masse de la scie circulaire sur la machine et indication dans la notice d'instructions	EN ISO 12100, 6.4.4; 6.4.5.1
3.2	Utilisation de points d'ancrage inappropriés	Représentation de l'élingage correct de la scie circulaire dans la notice d'instructions	EN ISO 12100, 6.4.5.1

Tableau 11

Quelles mesures de protection empêchent quelles causes lors de la situation dangereuse «Machine soulevée»?

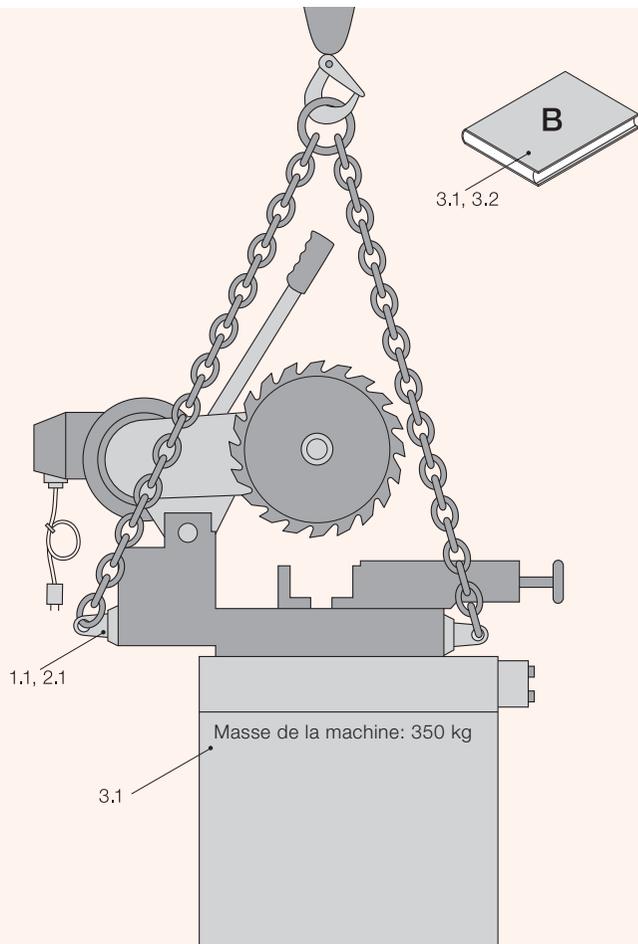


Fig. 39

Mesures de protection du tableau 11 pour réduire les risques lors du levage de la machine

Estimation des risques résiduels

Malgré les mesures choisies, une chute de la machine reste possible. Par conséquent, la gravité du dommage demeure inchangée.

- 12 Détermination de la probabilité d'occurrence du dommage avec et sans mesures de protection
Tableau 12 (pp. 54, 55 et 56)
- 40 Matrice de détermination de la probabilité d'occurrence du dommage
Fig. 40 (p. 57)
- 13 Documentation: réduction des risques et estimation du risque résiduel
Tableau 13 (p. 58)

Evaluation des risques

Le tableau 14 décrit la démarche lors de la procédure d'évaluation des risques. Il n'est pas indispensable pour la documentation de l'appréciation des risques.

- 14 Evaluation des risques: tous les points pour une réduction du risque adéquate sont satisfaits
Tableau 14 (p. 59)



Tableau 12

Détermination de la probabilité d'occurrence du dommage avec et sans mesures de protection

Critère	Mesure de protection choisie			
	Aucune	1. Mesures de prévention intrinsèque Limitation des contraintes par calcul préalable des sollicitations exercées sur les composants et les liaisons de la machine		
		2. Protection et mesures de prévention complémentaires Soudage d'attaches pour l'installation des élingues sur la machine		
		3. Informations pour l'utilisation <ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la masse de la scie circulaire sur la machine et indication dans la notice d'instructions • Illustration de l'élingage de la scie circulaire dans la notice d'instructions • Remarque concernant l'interdiction de séjourner sous la scie circulaire soulevée 		
Exposition des personnes au phénomène dangereux				
Nécessité d'accéder à la zone dangereuse (fonctionnement normal, correction d'un dysfonctionnement, maintenance, réparation, etc.)	Aucun accès nécessaire			
Type d'accès (alimentation manuelle, observation du processus, correction d'un dysfonctionnement, etc.)	Accès involontaire à la zone située sous la scie circulaire suspendue pendant le transport			
Nombre de personnes devant pouvoir y accéder	0			
Fiabilité des mesures de protection	Aucune	Aucune influence sur l'exposition	Influence sur l'exposition	
Possibilité de neutraliser ou de contourner les mesures de protection (incitation lorsque les mesures de protection compromettent exagérément le fonctionnement ou la facilité d'emploi de la machine)	-	Aucune incitation présente		
Informations pour l'utilisation relatives à la situation des zones dangereuses, au type de phénomène dangereux et aux conséquences des risques résiduels	Aucune		Disponibles	
Catégories d'intervalle de temps entre les expositions	Pondération des catégories			
t ≤ 1 heure	5	5	5	5
1 heure < t ≤ 1 jour	5	5	5	5
1 jour < t ≤ 2 semaines	4	4	4	4
2 semaines < t ≤ 1 an	3	3	3	3
t > 1 an	2	2	2	2

Critère	Mesure de protection choisie			
	Aucune	1. Mesures de prévention intrinsèque Limitation des contraintes par calcul préalable des sollicitations exercées sur les composants et les liaisons de la machine		
			2. Protection et mesures de prévention complémentaires Soudage d'attaches pour l'installation des élingues sur la machine	
			3. Informations pour l'utilisation <ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la masse de la scie circulaire sur la machine et indication dans la notice d'instructions • Illustration de l'élingage de la scie circulaire dans la notice d'instructions • Remarque concernant l'interdiction de séjourner sous la scie circulaire soulevée 	
Occurrence d'événements dangereux				
Le phénomène dangereux est actif en continu (substance dangereuse) ou fréquemment (nécessaire au fonctionnement, p. ex. courant pour le moteur d'entraînement).	Activité ni fréquente ni continue			
Le phénomène dangereux est actif en cas de défaut (éclatement de la meule, mise en marche intempestive suite à un défaut de la fonction de démarrage).	Brève activité en cas de défaut	Brève activité en cas de défaut improbable		
Conception ergonomique (alimentation, utilisation et interventions sur la machine possibles en respectant les contraintes liées aux EPI)	-			
Fatigue physique des personnes concernées (sexe, âge, handicap, etc.)	-			
Historiques d'accidents, événements dangereux connus des machines occasionnant des situations dangereuses qui présentent un risque comparable.	Connu			
Catégorie de probabilité de l'événement dangereux	Pondération des catégories			
Très probable	5	5	5	5
Probable	4	4	4	4
Possible	3	3	3	3
Rare	2	2	2	2
Négligeable	1	1	1	1

Critère	Mesure de protection choisie				
	Aucune	1. Mesures de prévention intrinsèque Limitation des contraintes par calcul préalable des sollicitations exercées sur les composants et les liaisons de la machine			
		2. Protection et mesures de prévention complémentaires Soudage d'attaches pour l'installation des élingues sur la machine			
		3. Informations pour l'utilisation <ul style="list-style-type: none"> • Marquage de la masse de la scie circulaire sur la machine et indication dans la notice d'instructions • Illustration de l'élingage de la scie circulaire dans la notice d'instructions • Remarque concernant l'interdiction de séjourner sous la scie circulaire soulevée 			
Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage					
Vitesse d'occurrence du dommage après l'apparition de la situation dangereuse (immédiate, rapide, lente)	Immédiateté				
Formation des personnes pouvant être exposées aux phénomènes dangereux (qualifications ou absence de qualifications)	Absence de qualifications				
Conscience du risque (informations pour l'utilisation, observation directe, signaux avertisseurs et dispositifs indicateurs sur la machine)	Aucune observation directe	Informations pour l'utilisation, aucune observation directe			
Habilité humaine à éviter ou limiter le dommage (p. ex. réflexes, agilité, possibilité de fuite)	La personne concernée n'a aucune possibilité de fuir				
Expériences et connaissances pratiques (p. ex. en relation avec la machine ou le phénomène dangereux, aucune expérience)	Connu				
Catégorie de probabilité de l'événement dangereux	Pondération des catégories				
Impossible	5	5	5	5	
Possible	3	3	3	3	
Probable	2	1	1	1	

40

Fig. 40
Matrice de détermination de la probabilité d'occurrence du dommage

- = avec mesures de prévention intrinsèque
- = avec mesures de prévention intrinsèque, protection (protecteurs et dispositifs de protection) et informations pour l'utilisation

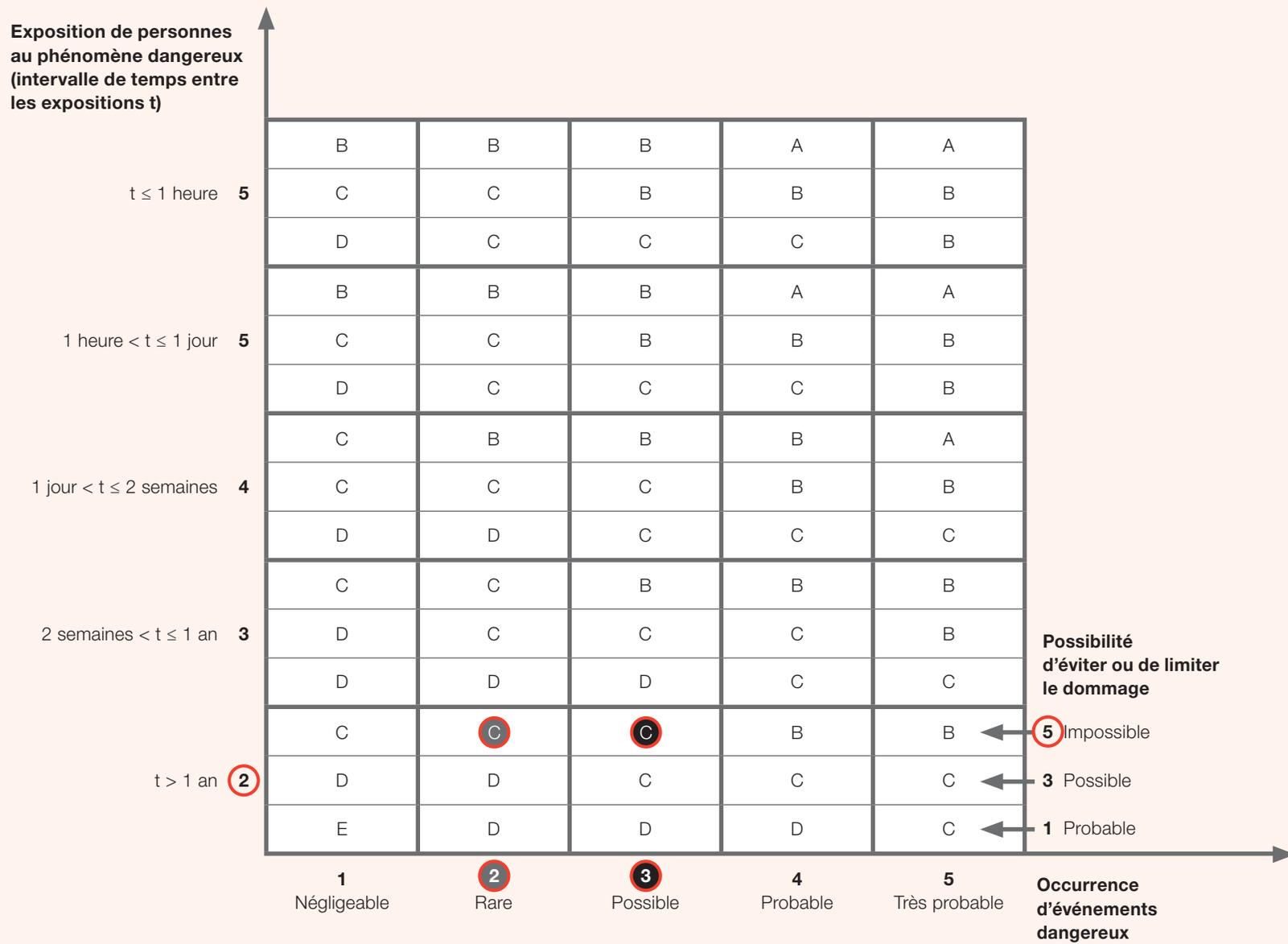




Tableau 13

Documentation: réduction des risques et estimation du risque résiduel lors de la situation dangereuse «Machine soulevée»

Machine: scie circulaire	Série (type): KS 250	N° de série: 001	Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23	Auteur: Hans Muster
				Date: 15.11.2016

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Domage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e+po+L					G	P	e+po+L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Transport								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Relier la scie circulaire à l'équipement de levage au moyen d'une élingue														
2	Lever la scie circulaire	2.1	Chute d'objets	Blessure au tronc	I	B	2 5 5	<ul style="list-style-type: none"> Résistance insuffisante des points d'ancrage Points d'ancrage inappropriés Résistance insuffisante de l'élingue Résistance insuffisante de l'équipement de levage 	2.1.1	T	Limitation des contraintes par calcul préalable des sollicitations exercées sur les composants et les liaisons de la machine	I	C	2 3 5	1.3.2 EN ISO 12100:2010 ch. 6.2.3
									2.1.2	T	Soudage d'attaches pour l'installation des élingues sur la machine	I	C	2 2 5	1.1.5 EN ISO 12100:2010 ch. 6.3.5.5
									2.1.3	N	Indication de la masse de la scie circulaire sur la machine et dans la notice d'instructions, illustration de l'élingage dans la notice d'instructions	I	C	2 2 5	1.7.3, 1.7.4.2 EN ISO 12100:2010 ch. 6.4.4, 6.4.5.1, EN ISO 16093:2017 ch. 6.1 et 6.2

Légende

Gravité du dommage G

- I Décès
- II Grave atteinte permanente à la santé
- III Légère atteinte permanente à la santé
- IV Atteinte à la santé guérissable avec arrêt de travail
- V Atteinte à la santé guérissable sans arrêt de travail

Probabilité P (e+po+L)

- A Fréquente (14, 15)
- B Occasionnelle (11 à 13)
- C Rare (8 à 10)
- D Improbable (5 à 7)
- E Presque impossible (4)

Exposition au phénomène dangereux e

- 5 t ≤ 1 heure
- 5 1 heure < t ≤ 1 jour
- 4 1 jour < t ≤ 2 semaines
- 3 2 semaines < t ≤ 1 an
- 2 t > 1 an
- t Intervalle de temps entre les expositions

Probabilité d'occurrence de l'événement dangereux po

- 1 Négligeable
- 2 Rare
- 3 Possible
- 4 Probable
- 5 Très probable

Possibilité d'éviter ou de limiter le dommage L

- 5 Impossible
- 3 Possible
- 1 Probable

- T Mesure de prévention intrinsèque, protection et mesure de prévention complémentaire
- N Informations fournies par la notice d'instructions: indication des risques résiduels, des équipements de protection individuelle, formation

**Tableau 14****Evaluation des risques: tous les points pour une réduction du risque adéquate sont satisfaits**

Réduction du risque adéquate	Appréciation
La méthode en trois étapes pour la réduction des risques a été appliquée. 1. Mesures de prévention intrinsèque 2. Protection et mesures de prévention complémentaires 3. Informations pour l'utilisation	Satisfait (voir mesures)
Toutes les conditions de fonctionnement et toutes les procédures d'intervention ont été prises en compte.	Satisfait (voir description des phases de cycle de vie et modes de fonctionnement avec étapes de travail, activités)
Les phénomènes dangereux ont été éliminés et les risques ont été réduits au niveau le plus bas possible.	Le phénomène dangereux associé à la fonction ne peut pas être entièrement éliminé. Le risque est réduit dans une mesure permettant néanmoins d'assurer la fonction prévue.
Les phénomènes dangereux générés par les mesures de protection appliquées ont été pris en compte.	Les mesures de protection choisies ne génèrent pas de phénomènes dangereux.
Les utilisateurs sont suffisamment informés et avertis des risques résiduels.	Satisfait: • marquage de la masse de la scie circulaire sur la machine et indication dans la notice d'instructions • illustration de l'élingage de la machine dans la notice d'instructions
Les mesures de protection choisies sont compatibles entre elles.	Satisfait: les mesures de protection ne s'influencent pas mutuellement.
Les conséquences possibles de l'utilisation d'une machine conçue pour un usage professionnel ou industriel dans un cadre non professionnel ou non industriel ont également été prises en considération.	Satisfait: en dehors des informations pour l'utilisation, il n'existe pas de prescriptions en matière de formation de l'utilisateur.
Les mesures de protection choisies n'affectent pas les conditions de travail de l'opérateur ni la facilité d'emploi.	Les mesures de protection facilitent la manipulation de la scie circulaire et n'affectent pas son utilisation.
Les exigences légales sont respectées et l'état de la technique est pris en considération.	2006/42/CE, Annexe I, ch. 1.1.5, 1.3.2, 1.7.3, 1.7.4; satisfait par la norme EN ISO 12100:2010, ch. 6.4.4, 6.4.5.1; EN ISO 16093:2017, ch. 6.1 et 6.2

Exemple d'une scie circulaire

Situation dangereuse «Rotation de la lame de scie»

Réduction des risques

Vous trouverez des informations sur les mesures de protection requises pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie dans la norme de type C EN ISO 16093:2017. Cette norme décrit directement les mesures nécessaires ou renvoie aux descriptions dans d'autres normes. Les tableaux décrivent la manière dont les différentes mesures de protection empêchent les causes.



Quelle mesure de protection empêche quelle cause?
Tableau 15 (pp. 61 et 62)



Mesures de protection pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie
Fig. 41 (p. 63)



Mesures de protection pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie lors de la coupe
Fig. 42 (p. 63)



Documentation: mesures de protection destinées à la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie pendant l'activité «Poser le profilé sur le support»
Tableau 16 (pp. 64, 65 et 66)

Evaluation des risques

La réduction des risques peut être considérée comme suffisante parce que:

- la scie circulaire relève du domaine d'application de la norme harmonisée EN ISO 16093:2017
- le phénomène dangereux de coupure due à la rotation de la lame de scie est considéré comme significatif dans la norme EN ISO 16093:2017
- toutes les mesures de protection que la norme affecte au phénomène dangereux significatif susmentionné sont réalisées
- la norme n'attribue aucune mesure de protection au phénomène dangereux significatif

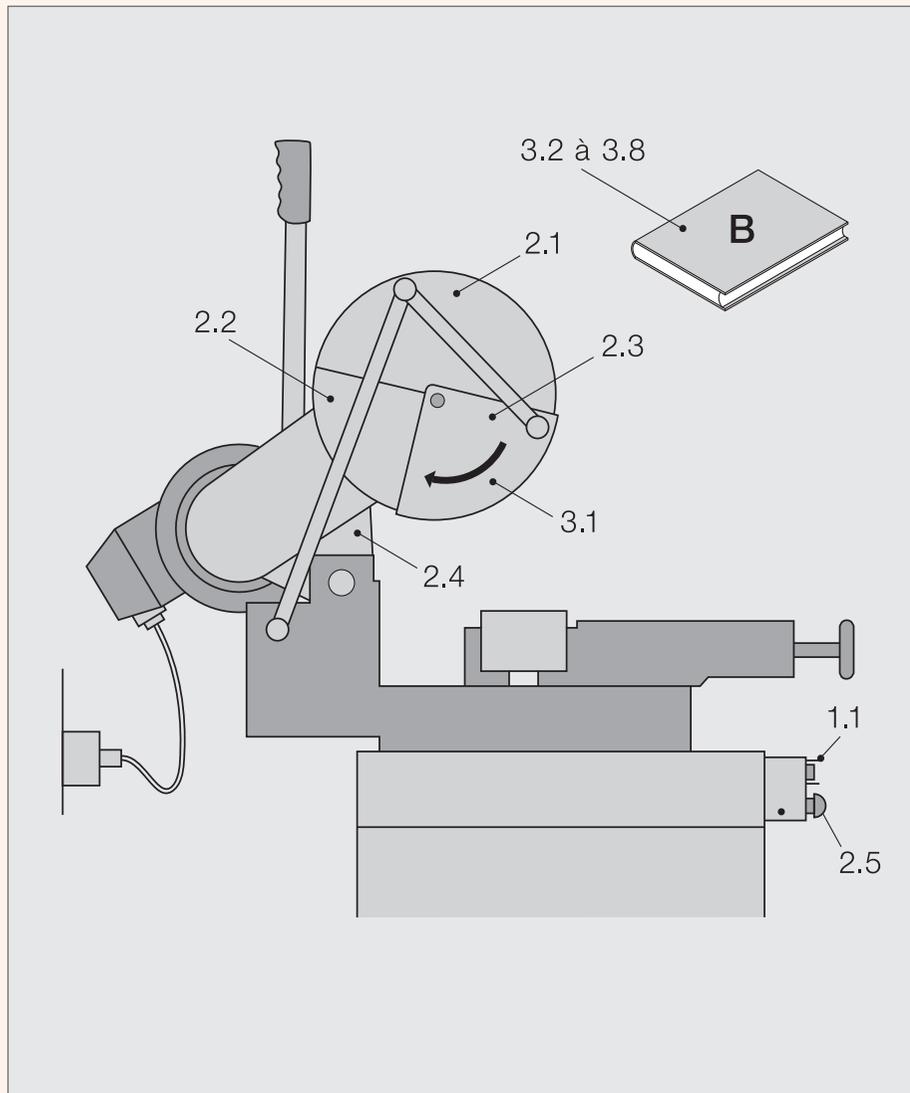
**Tableau 15****Situation dangereuse «Lame de scie en rotation»: quelle mesure de protection empêche quelle cause?**

N°	Cause	Mesure de protection qui empêche ou réduit la cause	Référence de la mesure de protection
1	Mesures de prévention intrinsèque		
1.1	L'entraînement est enclenché par actionnement involontaire de l'organe de commande de mise en marche.	Organe de commande de démarrage conçu de manière à empêcher tout actionnement involontaire	EN ISO 16093:2017; EN 894-3:2000 +A1:2008
1.2	L'entraînement est enclenché par un défaut de la fonction d'enclenchement.	Fonction de démarrage selon EN ISO 13849-1, niveau de performance c, pour empêcher qu'un défaut de la fonction de démarrage n'occasionne une mise en marche de l'entraînement	EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.3.1, 5.11.1; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 12100:2010, ch. 6.2.11; EN 60204-1:2006, ch. 9.4
1.3	L'entraînement est enclenché par le rétablissement de l'alimentation en énergie après une interruption.	Fonction de démarrage conçue pour empêcher qu'un rétablissement de l'alimentation en énergie après une interruption de courant n'occasionne une mise en marche de l'entraînement	EN ISO 16093:2017, ch. 5.11.2; EN 60204-1:2006, ch. 7.5
2	Protection et mesures de prévention complémentaires		
2.1	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Protecteur fixe pour empêcher l'accès aux zones dangereuses de la lame de scie qui ne doivent pas être accessibles pour le sciage	EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015
2.2	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Protecteur mobile avec verrouillage selon EN ISO 13849, niveau de performance c, pour les zones dangereuses de la lame de scie devant être accessibles pour le remplacement de la lame de scie	EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, ch. 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015
2.3	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Protecteur à fermeture automatique pour réduire l'intervention dans les zones dangereuses de la lame de scie devant être accessibles pour le processus de travail	EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015
2.4	Chute de la tête pivotante sur une partie du corps	Système de retenue pour empêcher la chute de la tête pivotante, la panne d'un élément du système de retenue ne doit pas engendrer la chute de la tête de scie	EN ISO 16093:2017, ch. 5.3.2.2
2.5	Tout contact avec la lame de scie occasionne immédiatement une blessure	Arrêt d'urgence selon EN ISO 13850, EN 60204-1:2006, ch. 9.2.5.4 et EN ISO 13849-1, niveau de performance c	EN ISO 16093:2017; ch. 5.1.3.1, 5.1.3.5; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 13850:2015; EN 60204-1:2006, ch. 10.7

N°	Cause	Mesure de protection qui empêche ou réduit la cause	Référence de la mesure de protection
----	-------	---	--------------------------------------

3	Informations pour l'utilisation		
		Informations pour l'utilisation sur la machine	
3.1	Mise en marche inattendue, p. ex. pour des raisons telles que soudage des contacts, zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Indication du sens de coupe de la lame de scie par un symbole de flèche	EN ISO 16093:2017, ch. 6.1
		Informations pour l'utilisation dans la notice d'instructions	
3.2	Mise en marche inattendue, p. ex. pour des raisons telles que soudage des contacts, zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Indication des marquages qui se trouvent sur la machine	EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2
3.3	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Instructions pour le contrôle des dispositifs de sécurité avant la mise en service	EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2
3.4	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Instructions pour le réglage des protecteurs	EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2
3.5	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Instructions pour l'inspection des protecteurs après le remplacement de la lame de scie	EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2
3.6	Zone dangereuse accessible, vêtement happé par la lame de scie	Prescriptions d'entretien périodique des protecteurs et dispositifs de protection	EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2

41 Fig. 41
Mesures de protection pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie figurant dans le tableau 15 (protecteur fermé)



42 Fig. 42
Mesures de protection pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie lors de la coupe (protecteur ouvert)

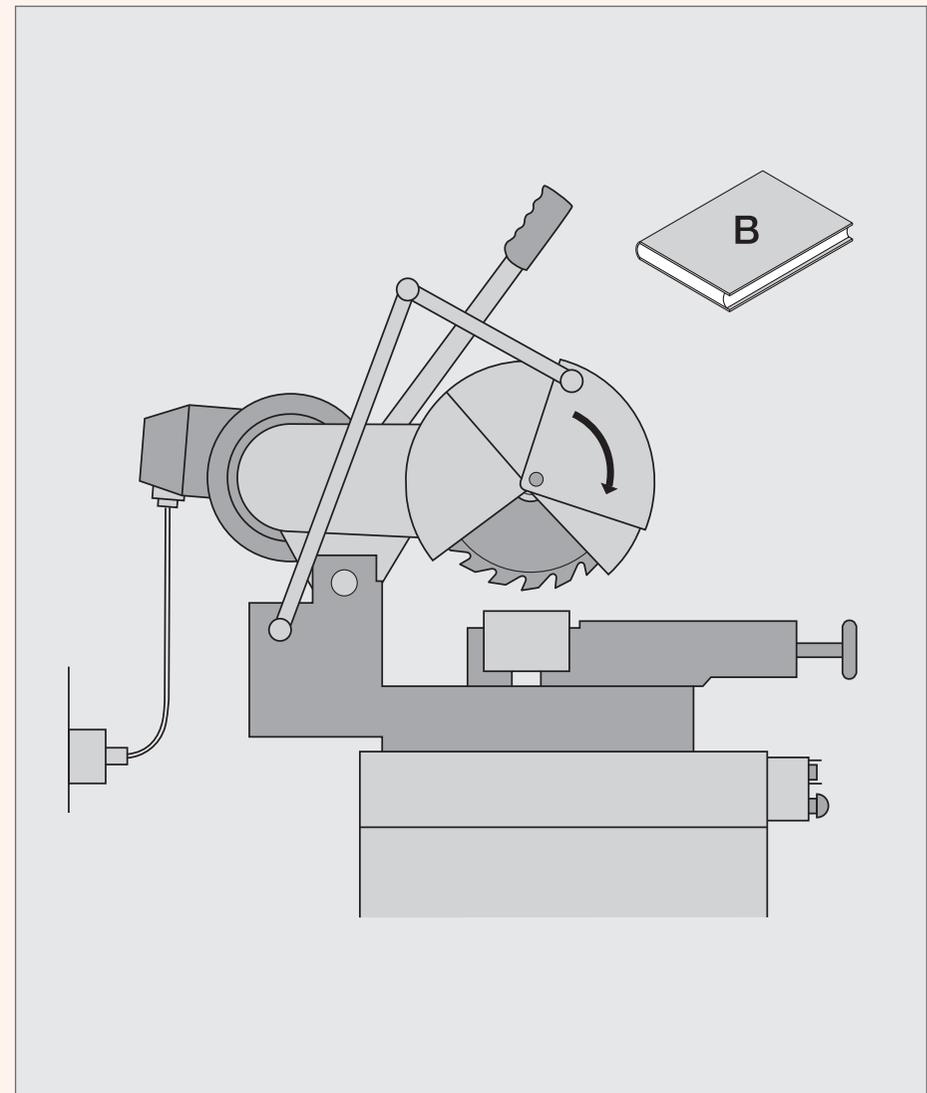




Tableau 16

Documentation: mesures de protection pour la réduction des risques dus à la rotation de la lame de scie pendant l'activité «Poser le profilé sur le support»

Machine: scie circulaire	Série (type): KS 250	N° de série: 001	Limites dans l'espace sur le dessin n°: 4.2436.23	Auteur: Hans Muster
				Date: 15.11.2016

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support	1.1	Eléments coupants	Blessure aux mains				<ul style="list-style-type: none"> • Tout contact avec la lame de scie en rotation occasionne immédiatement une blessure • Chute de la tête pivotante sur une partie du corps • Mise en marche inattendue suite au rétablissement de l'alimentation en énergie après une interruption • Mise en marche intempestive due à un défaut de la fonction d'enclenchement • Mise en marche inattendue par actionnement involontaire de l'organe de service • Vêtement happé par la lame de scie • Entraînement désactivé en cours d'arrêt • Zone dangereuse de la lame de scie accessible 	1.1.1	T	Commande de mise en marche non actionnable involontairement (collerette de protection)				1.2.3; EN ISO 16093:2017; EN 894-3:2000+A1:2008
									1.1.2	T	Fonction de démarrage selon EN ISO 13849 PLr c				1.2.1; EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, ch. 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015
									1.1.3	T	Protection contre les sous-tensions				1.2.3; EN ISO 16093:2017, ch. 5.11.2; EN 60204-1:2006, ch. 7.5
									1.1.4	T	Protecteur fixe				1.3.7; 1.3.8; 1.4.1; 1.4.2.1; EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015

T Mesure de prévention intrinsèque, protection (protecteurs et dispositifs de protection) et mesure de prévention complémentaire

N Informations fournies par la notice d'instructions: indication des risques résiduels, des équipements de protection individuelle, formation

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support	1.1	Éléments coupants	Blessure aux mains					1.1.5	T	Protecteur mobile avec verrouillage selon PLr c			1.3.7; 1.3.8; 1.4 1; 1.4.2.2; EN ISO 16093:2017 ch. 5.1.1.1, 5.1.1.4, 5.1.3.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015; EN ISO 14119:2013; EN 60204-1:2006, ch. 9.2.2; EN ISO 13849-1:2015	
									1.1.6	T	Protecteurs réglables limitant l'accès			1.3.7; 1.3.8; 1.4.1; 1.4.2.3; EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.1.1, 5.3.2.1, 5.3.2.2; EN ISO 14120:2015	
									1.1.7	T	Dispositif de maintien en position haute de la tête de scie, à sécurité intégrée			1.3.3; EN ISO 16093:2017, ch. 5.3.2.2	
									1.1.8	T	Dispositif d'arrêt d'urgence selon EN ISO 13849, PLr c			1.2.1; 1.2.4.3; EN ISO 16093:2017, ch. 5.1.3.1, 5.1.3.5; EN ISO 13849-1:2015; EN ISO 13850:2015; EN 60204-1:2006, ch. 10.7	
									1.1.9	T	Sens de coupe de la lame de scie indiqué par une flèche			1.7.3 EN ISO 16093:2017, ch. 6.1.2	

N°	Activité	N°	Phénomène dangereux	Dommage	Risque			Causes	N°	T/N	Mesure	Risque résiduel			Renvois à la directive 2006/42/CE, Annexe I, aux normes
					G	P	e po L					G	P	e po L	
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement Fonctionnement (production)								Sous-ensemble Toute la machine							
1	Poser le profilé sur le support	1.1	Eléments coupants	Blessure aux mains					1.1.10	B	Illustration du marquage (symbole de flèche)			1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2	
									1.1.11	N	Instructions pour le contrôle des dispositifs de sécurité avant la mise en service de la machine			1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2	
									1.1.12	N	Instructions pour le réglage des protecteurs			1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2	
									1.1.13	N	Instructions pour l'inspection des protecteurs après le remplacement de la lame de scie			1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2	
									1.1.14	N	Informations pour l'entretien périodique des protecteurs et dispositifs de protection			1.7.4.2; EN ISO 16093:2017, ch. 6.2.2	

T Mesure de prévention intrinsèque, protection (protecteurs et dispositifs de protection) et mesure de prévention complémentaire

N Informations fournies par la notice d'instructions: indication des risques résiduels, des équipements de protection individuelle, formation

Annexe A

Normes contenant des informations relatives à l'appréciation des risques dans le cas de phénomènes dangereux définis

Phénomènes dangereux	Informations pour l'appréciation et la réduction des risques
Phénomènes dangereux thermiques	<ul style="list-style-type: none">• EN ISO 13732-1, Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 1: Surfaces chaudes• EN ISO 13732-3, Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 3: Surfaces froides
Phénomènes dangereux engendrés par le bruit	<ul style="list-style-type: none">• EN 11688-1, Acoustique – Pratique recommandée pour la conception de machines et d'équipements à bruit réduit – Partie 1: Planification
Phénomènes dangereux engendrés par les rayonnements	<ul style="list-style-type: none">• EN 12198-1 à 9, Sécurité des machines – Estimation et réduction des risques engendrés par les rayonnements émis par les machines• EN 60825-1, Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences
Phénomènes dangereux engendrés par des matériaux et des produits	<ul style="list-style-type: none">• EN ISO 14123-1:2015, Sécurité des machines – Réduction des risques pour la santé résultant de substances dangereuses émises par des machines – Partie 1: Principes et spécifications à l'intention des constructeurs de machines• EN ISO 14123-2:2015, Sécurité des machines – Réduction des risques pour la santé résultant de substances dangereuses émises par des machines – Partie 2: Méthodologie menant à des procédures de vérification• EN 1093-1 à 9, Evaluation de l'émission de substances dangereuses véhiculées par l'air• EN 1672-2, Machines pour les produits alimentaires – Notions fondamentales – Partie 2: Prescriptions relatives à l'hygiène• EN 1127-1, Atmosphères explosives – Prévention de l'explosion et protection contre l'explosion – Partie 1: Notions fondamentales et méthodologie
Phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques	<ul style="list-style-type: none">• EN 614-1, Sécurité des machines – Principes ergonomiques de conception – Partie 1: Terminologie et principes généraux• EN 614-2, Sécurité des machines – Principes ergonomiques de conception – Partie 2: Interactions entre la conception des machines et les tâches du travail• EN 1005-1 à 4, Sécurité des machines – Performance physique humaine

Annexe B

Tableaux relatifs à la documentation

Limites de la machine								
Désignation de la machine								
Utilisation normale, limites de l'utilisation								
Mauvais usage raisonnablement prévisible								
Limites temporelles, durée de vie								
Durée de vie des pièces d'usure								
Limites dans l'espace								
Sous-ensembles								
Phase de cycle de vie, mode de fonctionnement	Personnes concernées							
	Utilisateur	Tiers	Mécanicien	Electricien	Transporteur	Eliminateur		
Transport								
Mise en service								
Fonctionnement (production)								
Dysfonctionnement de la production								
Dysfonctionnement de la machine								
Nettoyage								
Maintenance								
Mise hors service								
Elimination								
Formation de l'utilisateur								
Domaine d'application								
Exigences essentielles supplémentaires								
Date								
Auteur								

Annexe C

Exemples de phénomènes dangereux (source: EN ISO 12100, annexe B)

N°	Type ou groupe	Origine ^A	Conséquences possibles ^B
1	Phénomènes dangereux mécaniques	<ul style="list-style-type: none"> • Accélération, décélération • Pièces de forme aiguë • Rapprochement d'un élément en mouvement avec une pièce fixe • Eléments coupants • Eléments élastiques • Chute d'objets • Pesanteur • Hauteur par rapport au sol • Pression élevée • Instabilité • Energie cinétique • Mobilité de la machine • Eléments en mouvement • Eléments en rotation • Surface rugueuse, glissante • Arêtes vives • Energie accumulée • Vide 	<ul style="list-style-type: none"> • Renversement (par une machine mobile) • Ejection • Ecrasement • Coupure ou sectionnement • Entraînement ou emprisonnement • Happement, enroulement • Frottement ou abrasion • Choc • Injection • Cisaillement • Glissade, trébuchement et chute • Perforation ou piqûre • Suffocation
2	Phénomènes dangereux électriques	<ul style="list-style-type: none"> • Arc • Phénomènes électromagnétiques • Phénomènes électrostatiques • Parties actives • Distance insuffisante des parties actives sous haute tension • Surcharges • Parties devenues actives à la suite d'une défaillance • Court-circuit • Rayonnement thermique 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure • Effets chimiques • Effets sur les implants médicaux • Electrocutation • Chute, éjection • Incendie • Projection de particules en fusion • Choc
3	Phénomènes dangereux thermiques	<ul style="list-style-type: none"> • Explosion • Flamme • Objets ou matériaux à des températures élevées ou basses • Rayonnement de sources de chaleur 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure • Déshydratation • Inconfort • Gelure • Lésions par le rayonnement de sources de chaleur • Brûlure par un liquide chaud

A Une même origine de phénomène dangereux peut avoir plusieurs conséquences possibles.

B Pour chaque type ou groupe de phénomènes dangereux, certaines conséquences possibles peuvent être liées à plusieurs origines de phénomène dangereux.

N°	Type ou groupe	Origine ^A	Conséquences possibles ^B
4	Phénomènes dangereux engendrés par le bruit	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes de cavitation • Système d'échappement • Fuite de gaz à grande vitesse • Procédé de fabrication (estampage, coupage, etc.) • Pièces en mouvement • Raclage de surface • Balourd de pièces en rotation • Sifflement d'air • Pièces usées 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconfort • Baisse de la vigilance • Perte d'équilibre • Perte auditive permanente • Stress • Acouphène • Fatigue • Autres (p. ex. mécaniques ou électriques) résultant de perturbations de la communication orale ou de la perception des signaux acoustiques
5	Phénomènes dangereux engendrés par les vibrations	<ul style="list-style-type: none"> • Phénomènes de cavitation • Défaut d'alignement des pièces en mouvement • Equipement mobile • Raclage de surface • Balourd de pièces en rotation • Equipement vibrant • Pièces usées 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconfort • Lombalgies • Troubles neurologiques • Troubles ostéoarticulaires • Traumatisme vertébral • Troubles vasculaires
6	Phénomènes dangereux engendrés par les rayonnements	<ul style="list-style-type: none"> • Source de rayonnement ionisant • Rayonnement électromagnétique basse fréquence • Rayonnement optique (infrarouge, visible et ultraviolet), y compris laser • Rayonnement électromagnétique radiofréquence 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure • Lésions oculaires et cutanées • Effets sur la capacité de reproduction • Mutation génétique • Maux de tête, insomnie, etc.
7	Phénomènes dangereux engendrés par des matériaux et des produits	<ul style="list-style-type: none"> • Aérosol • Agents biologiques et microbiologiques (viraux ou bactériens) • Combustible • Poussières • Explosif • Fibre • Produit inflammable • Fluide • Fumée • Gaz • Brouillard • Oxydant 	<ul style="list-style-type: none"> • Difficultés respiratoires, suffocation • Cancer • Corrosion • Effets sur la capacité de reproduction • Explosion • Incendie • Infection • Mutation génétique • Intoxication • Sensibilisation

N°	Type ou groupe	Origine ^A	Conséquences possibles ^B
8	Phénomènes dangereux engendrés par le non-respect des principes ergonomiques	<ul style="list-style-type: none"> • Accès • Conception ou emplacement des indicateurs et des dispositifs d'affichage • Conception, emplacement ou identification des organes de service • Effort • Papillotement, éblouissement, ombre, effet stroboscopique • Eclairage local • Surcharge ou surcharge mentale • Posture • Activité répétitive • Visibilité 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconfort • Fatigue • Troubles musculo-squelettiques • Stress • Autres (p. ex. mécaniques ou électriques) résultant d'une erreur humaine
9	Phénomènes dangereux associés à l'environnement dans lequel la machine est utilisée	<ul style="list-style-type: none"> • Poussière et brouillard • Perturbation électromagnétique • Foudre • Humidité • Pollution • Neige • Température • Eau • Vent • Manque d'oxygène 	<ul style="list-style-type: none"> • Brûlure • Légère indisposition • Glissade, chute • Suffocation • Autres, résultant de l'effet des sources des phénomènes dangereux sur la machine ou des parties de la machine
10	Combinaison de phénomènes dangereux	Ex.: activité répétitive + effort + température ambiante élevée	Ex.: déshydratation, baisse de la vigilance, choc thermique

A Une même origine de phénomène dangereux peut avoir plusieurs conséquences possibles.

B Pour chaque type ou groupe de phénomènes dangereux, certaines conséquences possibles peuvent être liées à plusieurs origines de phénomène dangereux.

Annexe D

De l'appréciation des risques aux exigences de performance des fonctions de sécurité pour les commandes (PLr ou SIL)

Dans de nombreux cas, une mesure de réduction des risques repose sur une partie d'un système de commande relative à la sécurité équipant une machine. La contribution d'une telle fonction de sécurité à la réduction des risques doit être adaptée au risque à réduire et évaluée à l'aide de la norme EN ISO 13849-1 ou EN 62061. Il se pose alors souvent la question de la procédure à suivre pour parvenir au niveau de fonction de sécurité (PLr ou SIL) nécessaire à partir l'appréciation des risques.

Cas 1: norme de type C disponible

S'il existe une norme de type C pour la machine correspondante, les exigences relatives au niveau de performance requis (PLr) ou au niveau d'intégrité de sécurité (SIL) figurent généralement dans cette norme.

Cas 2: norme de type C non disponible

Dans les cas où il n'existe pas de norme de type C, le niveau de performance requis (PLr) selon la norme EN ISO 13849-1 ou le niveau d'intégrité de sécurité (SIL) selon la norme EN 62061 doivent être déterminés à partir des résultats de l'appréciation des risques. Dans la mesure où il n'existe pas de méthode universelle à cet égard, la procédure décrite ci-après s'entend comme une approche possible.

Application de la norme EN ISO 13849-1 dans le cas 2

L'annexe A de la norme EN ISO 13849-1 contient un graphique des risques permettant de déterminer le PLr sur la base des trois paramètres indiqués ci-dessous.

- S Gravité de la blessure
- F Fréquence et (ou) durée d'exposition au phénomène dangereux
- P Possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage

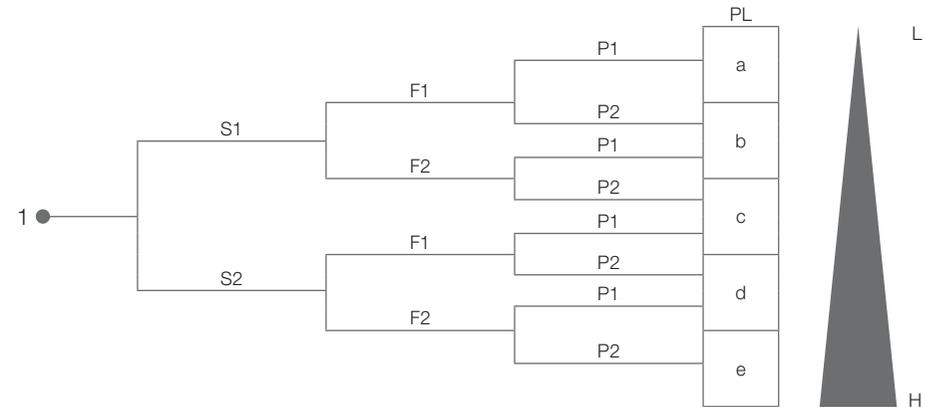


Fig. D1

Graphique des risques: niveau de performance requis (a à e) de la fonction de sécurité en fonction de S, F et P

Légende des paramètres indiqués dans le graphique des risques

- S Gravité de la blessure
 - S1 Blessure légère (normalement réversible)
 - S2 Blessure grave (normalement irréversible), y compris décès
- F Fréquence et (ou) durée d'exposition au phénomène dangereux
 - F1 Rare à assez fréquente et (ou) courte durée d'exposition
 - F2 Fréquente à continue et (ou) longue durée d'exposition
- P Possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage
 - P1 Possible sous certaines conditions
 - P2 Rarement possible

Selon la norme EN ISO 12100, la probabilité d'occurrence d'un dommage est composée des éléments suivants:

- exposition des personnes au phénomène dangereux
- probabilité d'occurrence de l'événement dangereux
- possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Dans le graphique des risques, on part du principe que l'événement dangereux surviendra dans tous les cas. L'élément «Occurrence de l'événement dangereux» n'est donc pas pris en compte et l'utilisateur peut se fier à son estimation. Affectez à présent la gravité de la blessure selon la norme EN ISO 13849-1 (S1, S2) à la gravité du dommage (V, IV, III, II, I) de la méthode Suva selon le schéma ci-dessous.

Gravité du dommage G selon la méthode Suva	Gravité de la blessure selon la norme EN ISO 13849-1
V IV	S1
III II I	S2

Tableau D1

Correspondance entre gravité de la blessure selon la norme EN ISO 13849-1 et gravité du dommage selon la méthode Suva

Pour la suite de l'examen, on part du principe que la possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage est faible (P2). C'est souvent le cas dans la pratique.

Probabilité d'occurrence P selon la méthode Suva	Catégorie selon la norme EN ISO 13849-1	
E D	F1	P2
C B A	F2	P2

Tableau D2

Correspondance entre les niveaux F/P de la norme EN ISO 13849-1 et la probabilité d'occurrence selon la méthode Suva

Sur la base de ces considérations, on obtient l'affectation du risque au niveau de performance requis PLr ci-dessous.

A					
B	PLr c		PLr e		
C					
D	PLr b		PLr d		
E					
	V	IV	III	II	I

Fig. D2

Localisation des différents niveaux de performance de la fonction de sécurité dans la matrice de risques selon la méthode Suva

La fig. D2 présente le résultat dans le cas où il est rarement possible d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage (P2). Dans le cas où cela est possible sous certaines conditions (P1), les PLr obtenus sont inférieurs d'un niveau à ceux représentés plus haut.

La norme EN ISO 13849-1 et la norme EN 62061 proposent deux méthodes différentes pour déterminer la probabilité de défaillance des fonctions de sécurité. Les résultats susmentionnés peuvent être transposés du niveau de performance requis PLr au niveau d'intégrité de sécurité SIL selon la norme EN 62061 au moyen du tableau ci-dessous (tiré de la norme EN ISO 13849-1).

PLr selon EN ISO 13849-1	SIL selon EN 62061
a	Pas de correspondance
b	1
c	1
d	2
e	3

Tableau D3

Correspondance PLr et SIL

Suva

Protection de la santé
Case postale, 6002 Lucerne

Renseignements

Case postale, 1001 Lausanne
Tél. 021 310 80 40
Fax 021 310 80 49

Téléchargement

www.suva.ch

Titre

Appréciation et réduction des risques
Méthode Suva pour les machines

Auteur

Mauritius Bollier, secteur technique

Reproduction autorisée, sauf à des fins
commerciales, avec mention de la source.
1^{re} édition: juillet 1990
Edition revue et corrigée: mars 2017

Référence

66037.f (disponible uniquement au format pdf)

Le modèle Suva

Les quatre piliers de la Suva

- La Suva est mieux qu'une assurance: elle regroupe la prévention, l'assurance et la réadaptation.
- La Suva est gérée par les partenaires sociaux. La composition équilibrée du Conseil de la Suva, constitué de représentants des employeurs, des travailleurs et de la Confédération, permet des solutions consensuelles et pragmatiques.
- Les excédents de recettes de la Suva sont restitués aux assurés sous la forme de primes plus basses.
- La Suva est financièrement autonome et ne perçoit aucune subvention de l'Etat.