

Méthode Suva d'appréciation des risques liés aux installations et appareils techniques

suva**Pro**

Le travail en sécurité

Cette publication s'adresse aux fabricants et personnes mettant des machines en circulation. Elle présente une méthode d'analyse et d'appréciation du risque lié aux installations et appareils techniques. Elle comprend également des aides pour l'élaboration d'un dossier technique conformément à la directive «Machines» 98/37/CE.

Suva
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents
Sécurité au travail
Case postale, 6002 Lucerne
Tél. 041 419 51 11
Fax 041 419 59 17 (pour commander)
Internet www.suva.ch

**Méthode Suva d'appréciation des risques
liés aux installations et appareils techniques**

Auteurs: Mauritius Bollier, Fritz Meyer, Secteur technique

Reproduction autorisée avec indication des sources

1^{re} édition – juillet 1990

Révision – août 2002

Référence: 66037.f

Sommaire

1	Introduction	
2	Récapitulatif de la procédure	
3	Définitions	
4	Comment se produit un événement?	
5	Causes	
6	Exemple d'une scie circulaire	
7	Représentation des données relatives à l'appréciation et à la réduction du risque	
8	Détermination des limites de la machine	
8.1	Limites de la machine	
8.2	Recensement et description des cycles et des modes de fonctionnement	
8.3	Définition des domaines d'application	
8.4	Personnes concernées	
9	Identification des situations dangereuses	
9.1	Détermination des dangers	
9.2	Liste des situations dangereuses	
9.3	Identification des événements et de leurs causes	
10	Qu'est-ce que le «risque»?	
11	Estimation du risque	
12	Evaluation du risque	
12.1	Définir les objectifs de protection	
12.2	Déterminer le risque acceptable	
12.3	Classification du risque	
13	Réduction du risque	
13.1	Choix des mesures de protection	
13.2	Evaluation des mesures de protection	
14	Documents nécessaires à l'élaboration d'un dossier technique	
14.1	Description des solutions	
15	Bibliographie	

1 Introduction

D'après l'article 3 de la Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT), les exigences suivantes s'appliquent à la mise en circulation d'installations et d'appareils techniques:

ils ne doivent pas mettre en danger la vie et la santé des travailleurs et des tiers, s'ils sont utilisés avec soin et conformément à leur destination, et doivent satisfaire aux exigences essentielles de sécurité et de santé.

A défaut de telles exigences, ils doivent être conçus selon les règles de la technique reconnues en la matière.

Les exigences essentielles de sécurité et de santé applicables aux machines sont indiquées dans l'annexe 1 de la directive «Machines» 98/37/CE (anciennement 89/392/CEE). Dans les remarques préliminaires de ladite annexe 1, point 3, il est stipulé:

«Le fabricant a l'obligation d'effectuer une analyse des risques afin de rechercher tous ceux qui s'appliquent à sa machine; il doit ensuite la concevoir et la construire en prenant en compte son analyse.»

En outre, la directive «Machines» impose que des mesures soient prises en vue de prévenir les risques d'accident liés à la machine.

La personne qui met en circulation la machine doit constituer un dossier technique pour prouver que l'installation ou l'appareil technique satisfait aux exigences essentielles de sécurité et de santé. Ce dossier doit contenir, entre autres, une description des solutions choisies pour éliminer ou limiter les dangers inhérents à la machine.

La présente publication indique comment réaliser une appréciation systématique du risque. La procédure se réfère aux différentes étapes décrites dans la norme EN 1050 «Sécurité des machines – Principes pour l'appréciation du risque».

Les données pouvant être utilisées pour le dossier technique y sont également mentionnées.

Pour être efficace, une appréciation du risque doit avant tout être complète. Seule la collaboration de spécialistes connaissant le produit permettra d'atteindre le plus possible l'objectif fixé. Ainsi, la participation de personnes chargées de la construction, du montage, de l'achat, de la vente et de la sécurité, par exemple, est vivement recommandée. Les utilisateurs devraient également prendre part à cette appréciation du risque.

2 Récapitulatif de la procédure

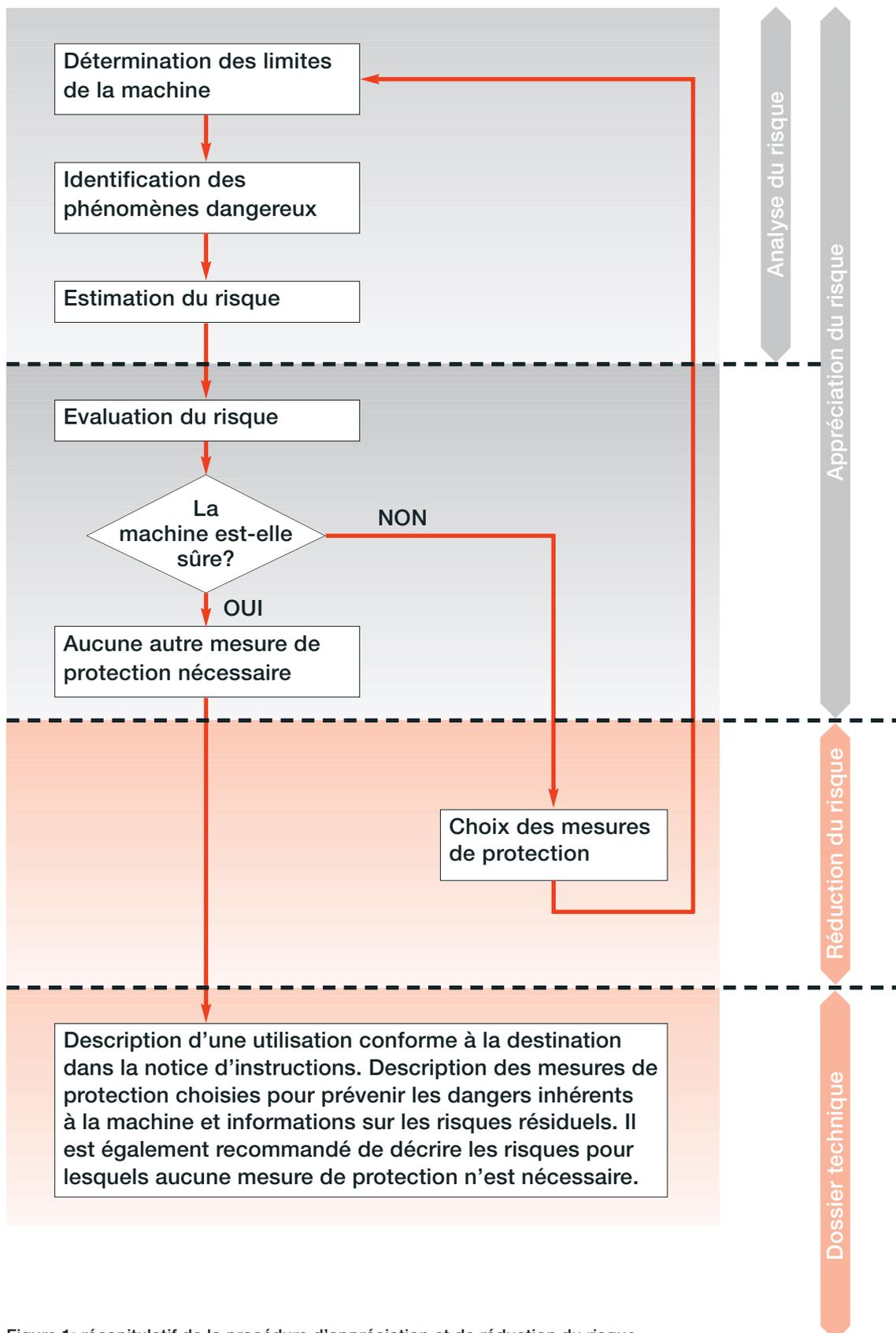
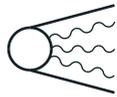


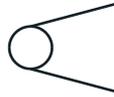
Figure 1: récapitulatif de la procédure d'appréciation et de réduction du risque

3 Définitions

Danger: origine d'un effet dommageable. Le danger peut être, selon son effet momentané, **actif** ou **latent**.

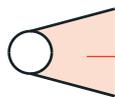


Danger actif



Danger latent

Zone dangereuse: zone dans laquelle se propage un effet dommageable.

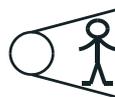


Zone dangereuse

Situation dangereuse: situation dans laquelle une personne se trouve à proximité d'un danger. Il existe trois types de situations dangereuses:



– personne à côté d'un danger latent

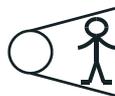


– personne dans la zone d'un danger latent



– personne à côté d'un danger actif.

Phénomène dangereux: situation dangereuse dans laquelle une personne se trouve dans la zone d'un danger latent.



Causes: facteurs pouvant modifier une situation dangereuse et entraîner un événement. Les causes modifient la position de la personne par rapport à la zone dangereuse et/ou l'activité du danger.

Événement: on parle d'événement lorsqu'une personne est exposée à un effet dommageable.



4 Comment se produit un événement?

Pour qu'un événement se produise, il faut qu'un effet dommageable et une personne se rencontrent.



L'effet dommageable provient d'un danger actif.

Si un danger et une personne se trouvent dans un même lieu, on parle alors d'une situation dangereuse. Cela ne suffit pas pour créer un événement. Des causes peuvent modifier cette situation de sorte que la personne pénètre dans la zone dangereuse d'un danger actif. Ladite personne sera alors exposée à un effet dommageable, ce qui crée un événement.

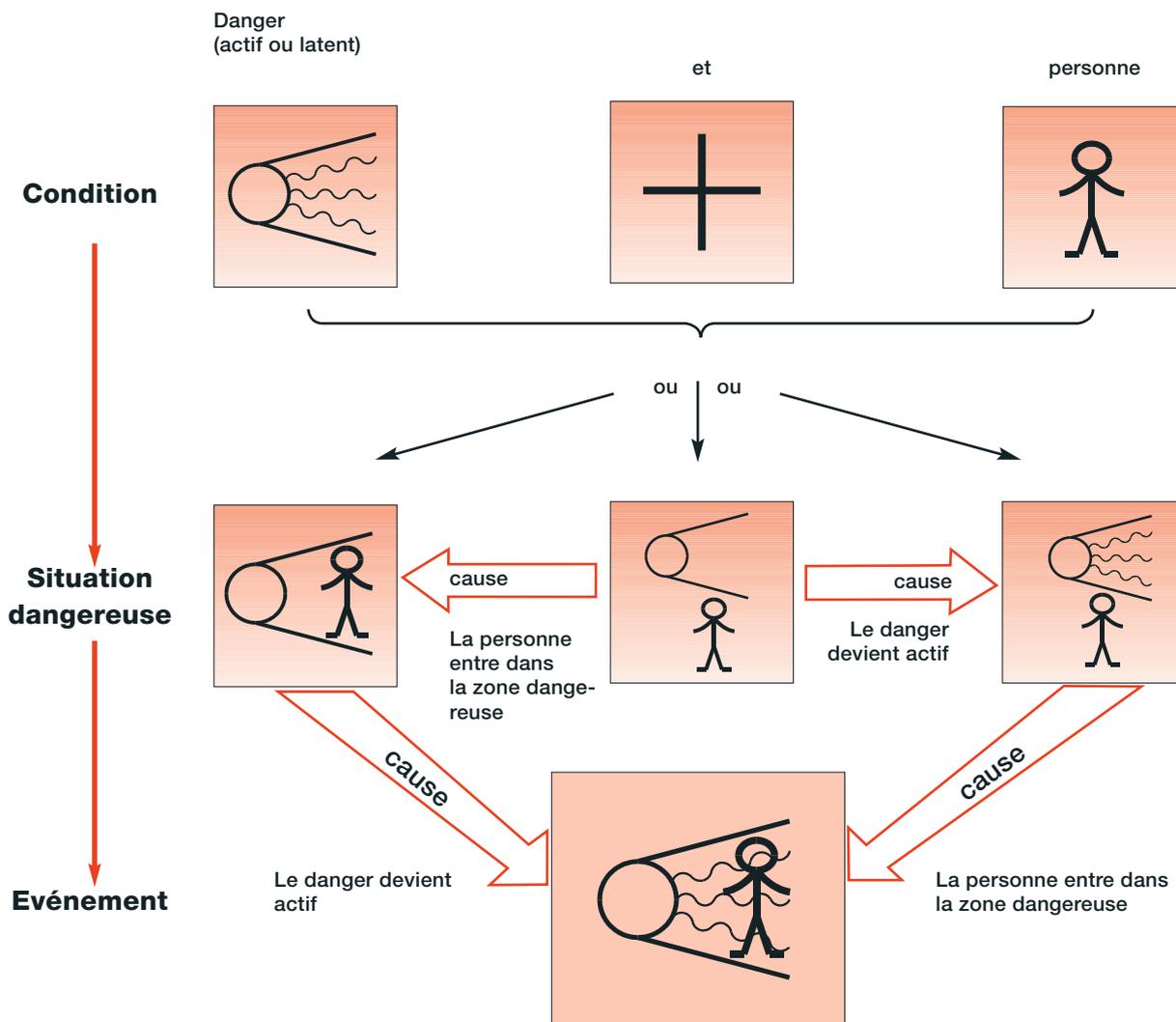


Figure 2: occurrence d'un événement dangereux

5 Causes

Deux types de causes peuvent survenir:

- ◆ changement de la nature du danger (exemple: mise en marche intempestive d'une machine)
- ◆ changement de la position de la personne par rapport au danger (exemple: la personne pénètre dans la zone dangereuse d'une lame de scie en rotation)

Lorsqu'un fabricant conçoit une machine, des risques apparaissent. Compte tenu des situations dangereuses inhérentes à ladite machine, cette dernière doit être conçue de telle sorte que l'occurrence probable d'un événement soit aussi minime que possible. En outre, la formation des personnes pouvant se trouver dans une situation dangereuse doit empêcher que surviennent d'éventuels événements résiduels. Par conséquent, toutes les causes pouvant créer un événement dépendent des capacités, des connaissances et de la volonté des individus.

Causes				
	Instructions d'utilisation incomplètes ou incorrectes	Produit défectueux	Utilisation peu précautionneuse ou non conforme à la destination	
Responsabilité	Construction	Production	Utilisateur	Elimination
Capacités humaines:				
- ne pas pouvoir	Surestimation de ses capacités, manque de temps . . .	Manque d'expérience dans la fabrication et le montage . . .	Taille, concentration, réflexes . . .	Manque d'équipement, . . .
- ne pas savoir	Formation insuffisante, situations imprévisibles . . .	Mauvaise connaissance du matériel, . . .	Mauvaise connaissance du produit, . . .	Mauvaise connaissance du produit, . . .
- ne pas vouloir	Faire à l'économie, . . .	Faire à l'économie, . . .	Non-respect des instructions d'utilisation, culture insuffisante de la sécurité, . . .	Commodité, . . .
Cycles de vie d'un produit	Développement	Fabrication	Utilisation	Elimination

Figure 3: récapitulatif des causes

6 Exemple d'une scie circulaire

L'exemple suivant met clairement en évidence les différentes interactions.

Un opérateur (**personne**) travaille avec une scie circulaire à onglet (**danger**: p. ex. énergie cinétique et denture de la lame de scie). Une **situation dangereuse** survient chaque fois que l'opérateur est à proximité de la lame de scie.

Si, en déplaçant le profilé à usiner, l'opérateur touche les dents de la lame de scie en rotation, un **événement** (dommage corporel) se produit. **Cause** possible: la cape prévue par le fabricant est insuffisante.

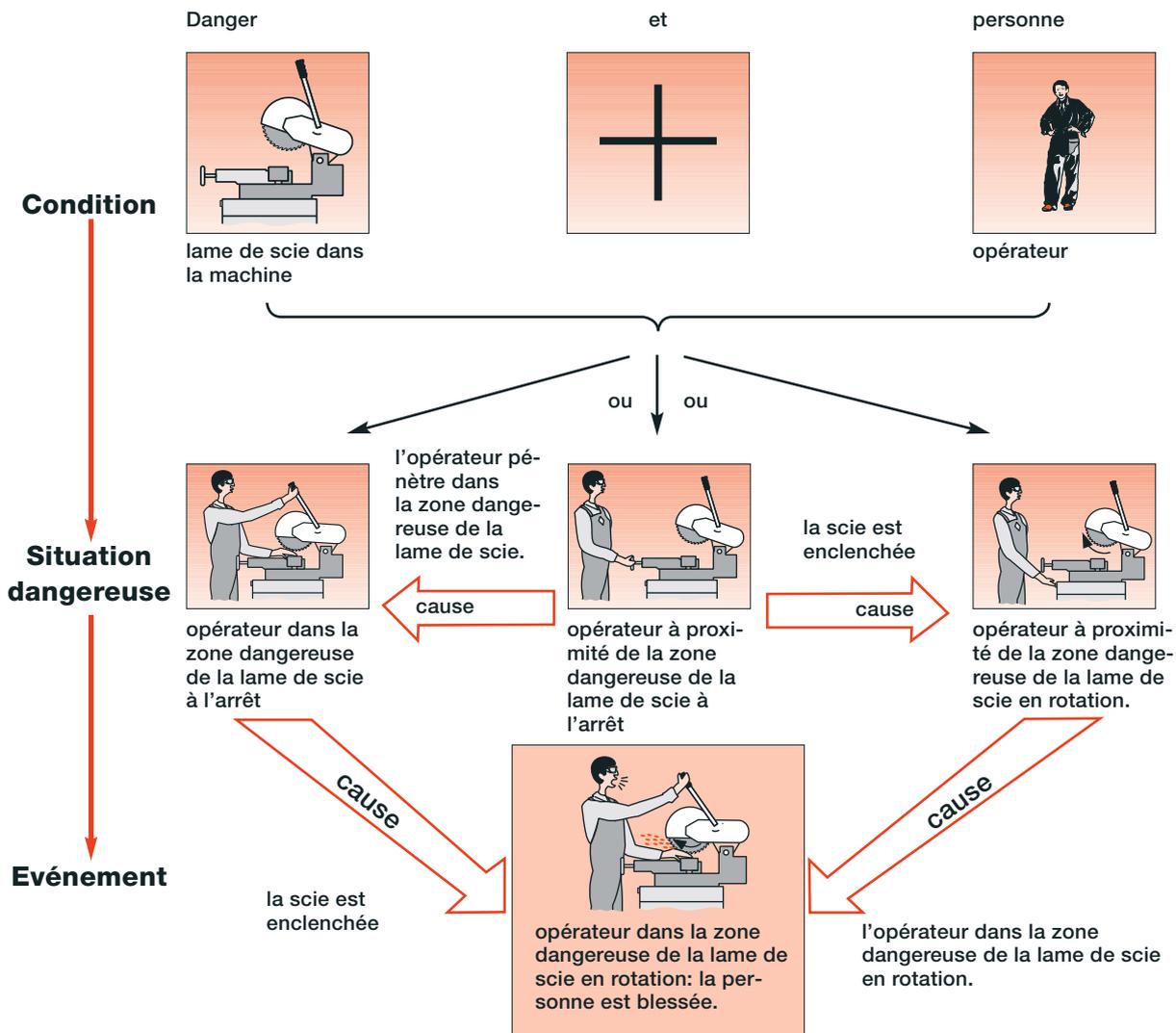


Figure 4: occurrence d'un événement dangereux, exemple d'une scie circulaire.

7 Représentation des données relatives à l'appréciation et à la réduction du risque

Afin de comprendre facilement les différentes étapes de l'appréciation et de la réduction du risque, il est utile d'utiliser les tableaux des pages 32 et 33.

Ainsi, on dispose d'un récapitulatif des connaissances. Il peut aussi s'avérer judicieux de créer et de compléter les tableaux sur un support informatique.

8 Détermination des limites de la machine

Pour pouvoir apprécier le risque, il est indispensable de déterminer toutes les situations dangereuses liées à une utilisation du produit conforme à sa destination.

8.1 Limites de la machine

Limites d'utilisation

On décrira tout d'abord l'utilisation de la machine conforme à sa destination, c'est-à-dire tous les usages pour lesquels elle a été conçue. On tiendra également compte d'une mauvaise utilisation pouvant être raisonnablement attendue.

Points à observer:

- comportement incorrect prévisible suite à une inattention normale
- comportement spontané en cas de dysfonctionnement
- comportement contraire aux règles de sécurité car l'utilisateur choisit la solution de facilité
- utilisation de la machine dans un cadre non-professionnel

Une mauvaise utilisation intentionnelle de la machine n'est pas prise en considération.

Limites dans l'espace

Délimitation du système, formation de systèmes partiels

L'étendue du système à apprécier doit être définie clairement à l'aide de dessins ou de descriptions. Il faut fixer les limites de façon à examiner la machine dans son ensemble (y compris les câbles, les fiches, etc.) et à pouvoir réellement effectuer une évaluation. Les systèmes doivent être divisés en systèmes partiels restreints afin d'observer des sous-groupes étendus, des unités fonctionnelles, des éléments individuels ou des composants.

Mise en évidence des interfaces

Après avoir délimité le système, il faut indiquer et décrire les interfaces d'autres systèmes. On obtient alors, par exemple, des

interfaces des bâtiments, d'autres systèmes techniques, des fournisseurs d'énergie ainsi que l'environnement. Pour chaque système partiel formé, les interfaces avec le système partiel voisin doivent être mentionnées. Comme les systèmes partiels peuvent s'influencer mutuellement, il faut en tirer les conclusions qui s'imposent.

Limites temporelles

La durée de vie de toute la machine ou, au besoin, de parties de la machine (outils, pièces résistantes à l'usure, composants électriques, etc.) est précisée sur la base d'une utilisation conforme à leur destination.

8.2 Recensement et description des cycles de vie et des modes de fonctionnement

La Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques exige, dans son article 3, que les installations et les appareils techniques «ne mettent pas en danger, s'ils sont utilisés avec soin et conformément à leur destination, la vie et la santé des travailleurs et des tiers.»

On décrira tous les modes de fonctionnement nécessaires à une utilisation conforme à la destination, tout en considérant les cycles de vie de la machine, depuis sa construction jusqu'à son élimination. Cette description des modes de fonctionnement pourra servir ultérieurement à la rédaction de la notice d'instructions.

Fonctionnement normal

En fonctionnement normal, le système satisfait à l'usage pour lequel il a été construit (p. ex. fonctionnement normal d'une scie circulaire: mise en longueur de profilés).



Figure 5: fonctionnement normal d'une scie circulaire

Fonctionnement particulier

Cette expression désigne tous les modes de fonctionnement nécessaires pour assurer un fonctionnement normal.

En font partie, par exemple:

- le montage,
- le transport,
- les essais de fonctionnement,
- les réparations en cas d'incidents de production,
- les réparations en cas de panne de la machine,
- la maintenance,
- le démontage,
- l'élimination.

Cette énumération n'est pas exhaustive. Le fabricant peut cependant déterminer précisément des fonctionnements particuliers de la machine.

8.3 Définir les domaines d'application

Il convient de déterminer les domaines d'application (p. ex. industrie, artisanat, foyer) dans lesquels la machine peut être utilisée de façon prévisible.

8.4 Personnes concernées

Personnes travaillant en mode de fonctionnement normal

Sont concernées par le mode de fonctionnement normal les personnes travaillant avec la machine lors d'une utilisation conforme à sa destination. Il s'agit, en l'occurrence, des utilisateurs et des opérateurs.

Personnes travaillant en mode de fonctionnement particulier

Pendant le fonctionnement particulier, sont concernées par le système les personnes

veillant à ce qu'il puisse répondre à l'usage prévu. Cela englobe toutes celles chargées des différents travaux à effectuer en mode de fonctionnement particulier (p. ex. personnel de maintenance).

Tiers

On entend par tiers toute personne indirectement concernée par le système. Il peut s'agir, par exemple, d'autres membres du personnel de l'entreprise, de visiteurs ou de personnes présentes par hasard.

Le tableau 1, page 13, et la figure 6, page 14, présentent les limites d'une machine en prenant pour exemple une scie circulaire. Les différentes étapes du travail par mode de fonctionnement sont décrites dans la deuxième colonne du tableau 2, page 15.

Appréciation du risque: détermination des limites de la machine

Machine: scie circulaire

Utilisation conforme à la destination, limites de l'utilisation:

- scier un profilé, fixé, avec une lame de scie en rotation
- déplacement, fixation du profilé et abaissement de la scie effectués à la main
- coupe transversale de profilés de 80 x 100 mm maximum en métaux ferreux non trempés, métaux non ferreux et matières synthétiques

Limites dans l'espace:

Les systèmes ainsi que les facteurs dépassant les limite des systèmes sont indiqués dans le dessin SN0.

Limites temporelles:

Durée de vie de la machine: 20 ans

Pièces soumises à l'usure:

- lame de scie en métal dur
- lame de scie HSS (outil acier-rapide)
- éléments de transmission

Durée de vie:

- 60 h (dépend de la matière à travailler)
- 25 h (dépend de la matière à travailler)
- 5 ans

Cycles, modes de fonctionnement:	Personnes concernées						
	Utilisateur*	Tiers	Opérateur	Electricien	Transporteur	Eliminateur
Construction		X	X	X			
Transport		X	X	X	X		
Mise en service	X	X		X			
Utilisation							
Fonctionnement normal	X	X					
Problème de production	X	X					
Panne de la machine	X	X	X	X			
Nettoyage	X	X					
Maintenance	X	X					
.....							
Mise hors service	X	X					
Elimination		X			X	X	
.....							

* Formation de l'utilisateur: aucune formation présumposée

Domaine d'application: artisanat, industrie à l'intérieur des locaux avec une alimentation électrique de 10 ampères et une tension de 400 volts

Date: 15.02.00

Visa: ay

Page: 1 sur 1

Tableau 1: détermination des limites de la machine, exemple d'une scie circulaire

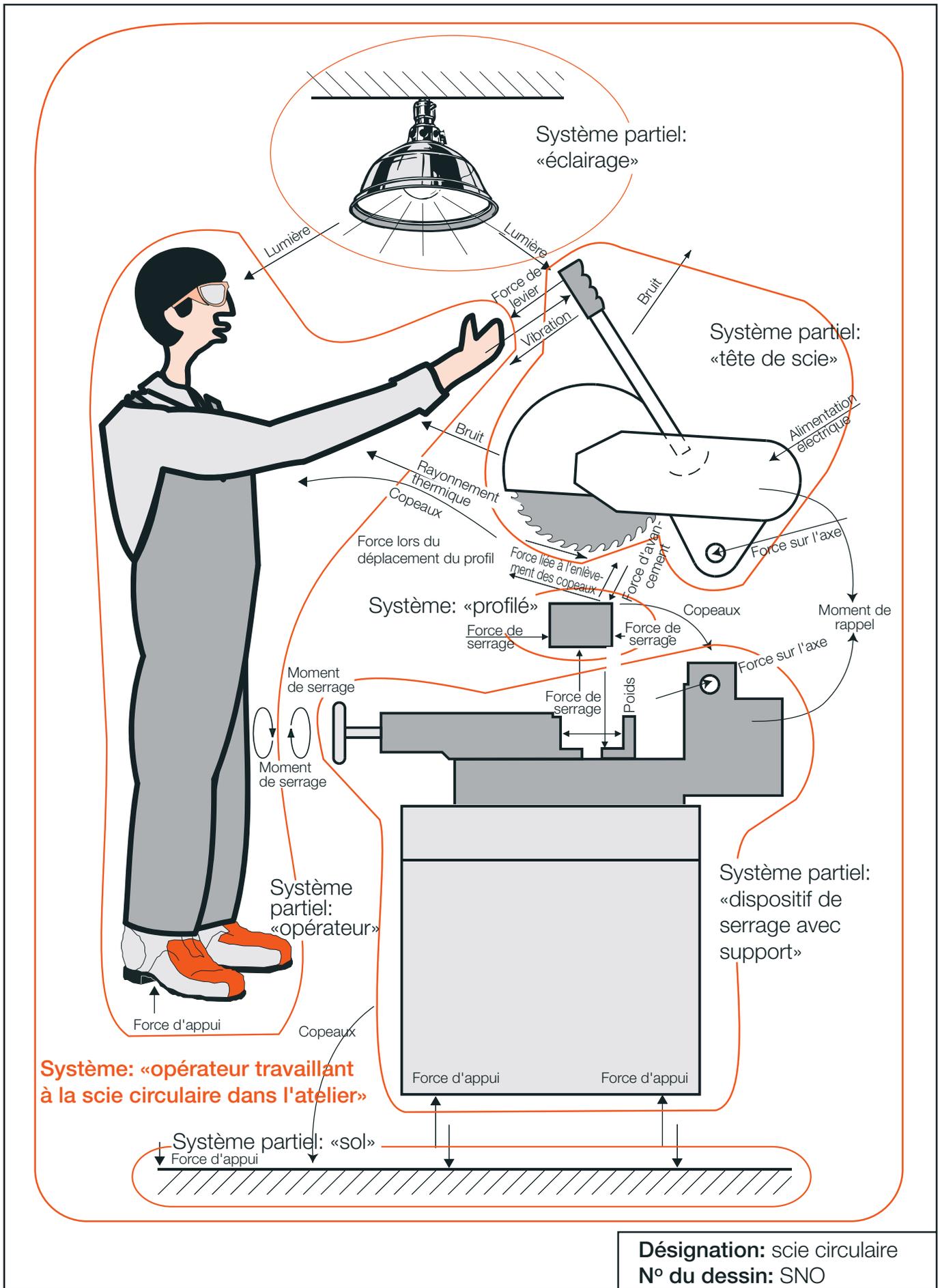


Figure 6: systèmes et interfaces, exemple d'une scie circulaire

Appréciation du risque		Machine: scie circulaire		Gravité des dommages (G)		Probabilité (P)		Page 1 sur							
Mode de fonctionnement: normal		Système partiel:		I Décès II Grave atteinte permanente à la santé III Légère atteinte permanente à la santé IV Blessure guérissable avec arrêt de travail V Blessure guérissable sans arrêt de travail		A fréquente B occasionnelle C rare D improbable E presque impossible		Visa: ay Date: 15.02.00							
N°	Description du mode de fonctionnement	N°	Situation dangereuse		N°	Causes	Evé- nement	Risque		Objectif de protection	N°	Mesures	Risque résiduel		Remarques
			Danger	Personne dans/près de la zone dangereuse				G	P				G	P	
1.	Poser le profilé sur le support														
2.	Positionner le profilé														
3.	Fixer le profilé														
4.	Enclencher la scie														
5.	Abaisser la tête de scie														
6.	Débuter la découpe														
7.	Replacer la tête de scie dans sa position initiale														
8.	Déclencher la scie														
9.	Retirer le morceau coupé														
10.	Desserrer le profilé														
11.	Retirer le profilé du support														
12.	Nettoyer le support														

Tableau 2: description du fonctionnement normal dans l'exemple d'une scie circulaire

9 Identification des situations dangereuses

9.1 Détermination des dangers

On localisera et répertoriera par écrit tous les dangers liés à une utilisation de la machine conforme à sa destination et pouvant se produire au sein des différents systèmes partiels ainsi que dans leurs interfaces.

On procédera de même pour ceux auxquels on peut raisonnablement s'attendre lors d'un emploi prévisible de la machine.

On observera les points suivants lors de la recherche des dangers:

- ◆ tout danger a un effet dommageable,
- ◆ ce dernier se propage dans la zone dangereuse,
- ◆ l'effet dommageable peut être permanent ou survenir de façon temporaire (p. ex. mise en marche intempestive).

La liste suivante présente des dangers éventuels, à compléter selon le produit. Vous trouverez d'autres indications sur les dangers dans la norme EN 1050, annexe 1.

Exemples de dangers liés aux machines

1. Dangers mécaniques

- écrasement
- cisaillement
- coupure, sectionnement
- happement, enroulement
- entraînement, emprisonnement
- choc
- perforation, piqûre
- frottement, abrasion
- éjection de fluides sous haute pression

2. Dangers électriques

- contact avec des parties sous tension
- contact avec des pièces mises sous tension à la suite d'un événement extraordinaire
- rapprochement des personnes avec des pièces sous haute tension
- phénomènes électrostatiques
- effets de court-circuits

3. Dangers thermiques

- contact avec des matières, fluides ou gaz extrêmement froids ou chauds
- incendie, explosions, rayonnement de sources thermiques
- environnement de travail froid ou chaud

4. Dangers dus au bruit

- effet sur l'ouïe, l'équilibre, l'attention
- effet sur la communication orale, la perception des signaux acoustiques

5. Dangers dus aux vibrations

- effets sur les nerfs et les tissus (avec des outils tenus à la main)
- effets sur tout le corps (vibrations transmises à l'ensemble du corps, en particulier lors de mauvaises postures)

6. Dangers dus au rayonnement

- rayonnement de basse fréquence, de fréquence radio, micro-ondes
- lumière infrarouge, visible et ultraviolette
- rayons X et gamma
- rayons alpha et bêta, faisceaux d'ions ou d'électrons, de neutrons
- rayons laser

7. Dangers dus à des matériaux (et à leurs composants)

- contact avec des liquides dangereux pour la santé
- inhalation de gaz, brouillards, fumées et poussières
- incendie et explosions
- contact avec des substances biologiques et microbiologiques (virus ou bactéries) nocives

8. Dangers dus au non-respect des principes ergonomiques lors de la conception de la machine

- postures inappropriées, efforts excessifs
- prise en considération insuffisante de l'anatomie humaine
- mauvaise utilisation des équipements de protection individuelle
- éclairage local inadapté
- sollicitation mentale trop ou pas assez importante, stress
- erreurs humaines, comportement humain
- conception, emplacement et signalisation inadéquats des organes de commande
- conception ou emplacement des dispositifs d'affichage inadéquats

9. Danger dû à la combinaison de dangers

10. Danger dû à une mise en marche intempestive

11. Danger dû à l'impossibilité d'arrêter la machine dans les meilleures conditions possibles

12. Danger dû à des variations de la vitesse de rotation des outils

13. Danger dû à une défaillance de l'alimentation en énergie

14. Danger dû à une défaillance du circuit de commande ou de régulation

15. Danger dû à une erreur de montage

16. Danger dû à une rupture pendant le fonctionnement

17. Danger dû à la chute ou à la projection d'objets ou de liquides

18. Danger dû à la perte de stabilité/au retournement de la machine

19. Danger dû à des glissades, pertes d'équilibre et chutes

20. Dangers liés à des catégories spéciales de machines

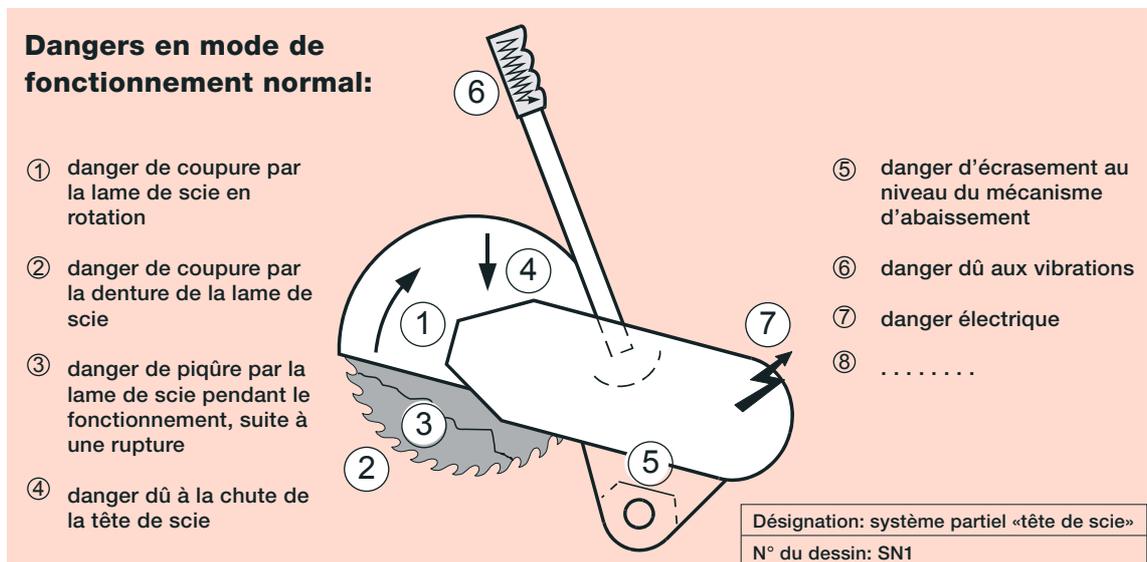


Figure 7: système partiel «tête de scie» en fonctionnement normal, dangers (sélection)

9.2 Liste des situations dangereuses

On étudiera si un danger existant peut avoir des effets négatifs sur une personne afin de déterminer les situations dangereuses éventuelles. Le danger et la personne sont enregistrés dans le tableau, sous un numéro.

9.3 Identification des événements et de leurs causes

Les causes peuvent être déterminées en recherchant les facteurs qui modifient une situation dangereuse de manière qu'une personne se trouve simultanément dans une zone dangereuse et en présence d'un danger actif. Les événements résultants dépendront des causes trouvées.

Ces considérations doivent être effectuées pour tous les systèmes et toutes leurs interfaces, dans tous les modes de fonctionnement.

La liste suivante présente quelques exemples de causes:

Ne pas pouvoir:

- ◆ corpulence
- ◆ handicap
- ◆ défaut de fabrication
- ◆ mauvaise ergonomie
- ◆ manque de temps
- ◆ compréhension insuffisante

Ne pas savoir:

- ◆ information insuffisante
- ◆ manque d'expérience
- ◆ notice d'instructions incomplète

Ne pas vouloir:

- ◆ surestimation
- ◆ travaux compliqués
- ◆ économie

Vous trouverez un exemple de liste d'événements éventuels et de leurs causes dans le tableau 3.

Appréciation du risque		Machine: scie circulaire		Gravité des dommages (G)		Probabilité (P)		Page 1 sur							
Mode de fonctionnement: normal		Système partiel:		I Décès II Grave atteinte permanente à la santé III Légère atteinte permanente à la santé IV Blessure guérissable avec arrêt de travail V Blessure guérissable sans arrêt de travail		A fréquente B occasionnelle C rare D improbable E presque impossible		Visa: ay Date: 15.02.00							
N°	Description du mode de fonctionnement	N°	Situation dangereuse		N°	Causes	Événement	Risque		Objectif de protection	N°	Mesures	Risque résiduel		Remarques
			Danger	Personne dans/près de la zone dangereuse				G	P				G	P	
1.	Poser le profilé sur le support	1.1	Coupure par la lame de scie en rotation	Main ou bras de l'opérateur dans la zone de la lame de scie	1.1.1	Mise en marche intempes- tive après une coupure de courant; vêtements de l'opérateur happés par la lame de scie	Blessure au bras et/ou à la main								
					1.1.2	Mise en marche intempes- tive après une coupure de courant; l'opérateur change la position du profilé	Blessure au bras et/ou à la main								

Tableau 3: recherche des événements dans l'exemple d'une scie circulaire

Procédure de recherche des causes

Si un événement est connu ou présumé pour une situation dangereuse donnée, «l'arbre des défaillances» peut permettre d'examiner, étape par étape, les modifications intervenues dans la situation dangereuse, jusqu'à la découverte de son origine, de la cause proprement dite.

L'application de cette méthode est décrite dans la brochure Suva «Beispiel einer Risikobeurteilung für technische Einrichtungen und Geräte» (réf. 66025.d), disponible en allemand uniquement.

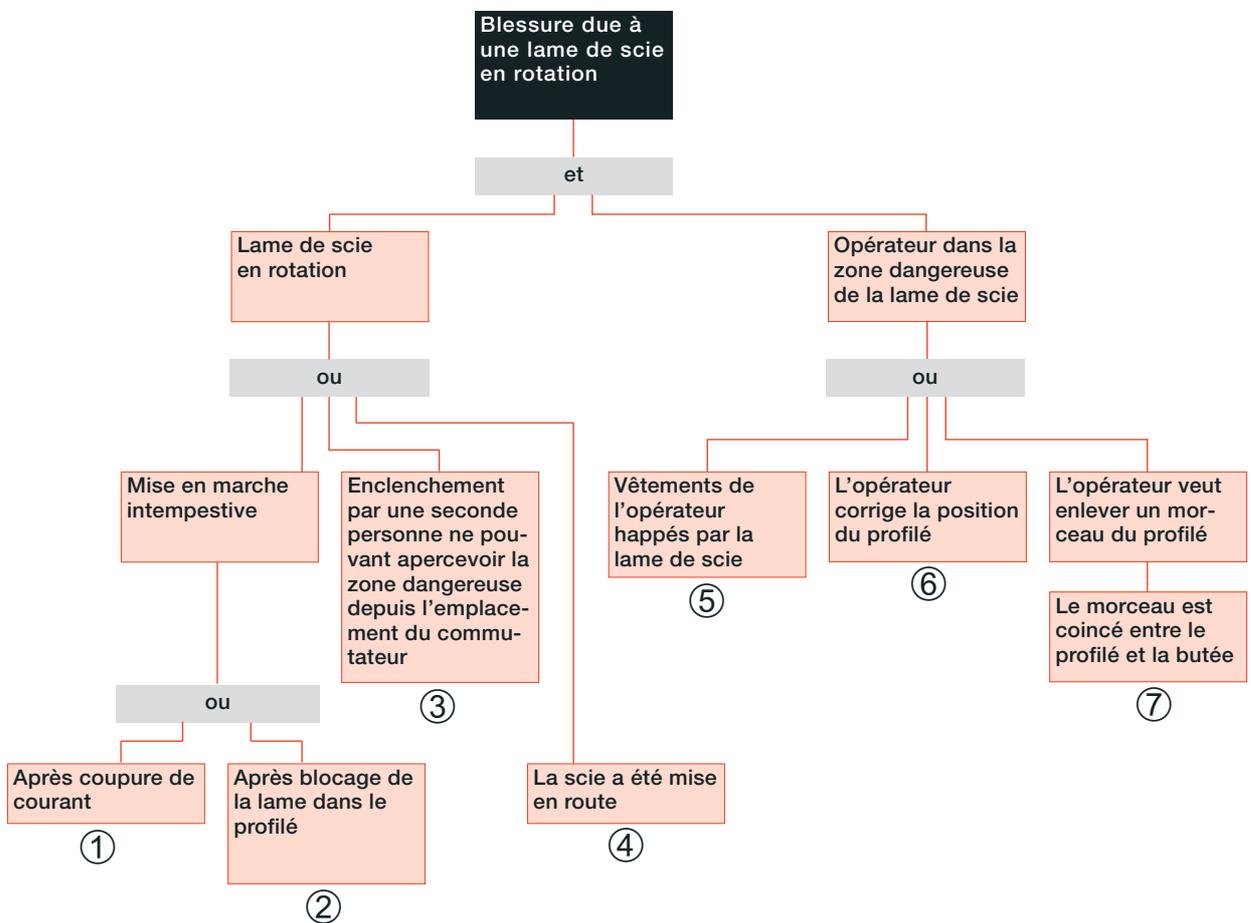


Figure 8: arbre des défaillances relatif à l'événement «utilisateur blessé par la lame de scie en rotation»

10 Qu'est-ce que le «risque»?

Toute situation dangereuse spécifique implique une certaine probabilité qu'un événement se produise.

Le

risque relatif au phénomène dangereux considéré

est fonction de la

gravité du dommage possible pouvant résulter du phénomène dangereux considéré

et de la

probabilité d'occurrence de ce dommage.

Les facteurs suivants déterminent la probabilité d'occurrence:

- fréquence et durée d'exposition
- probabilité d'occurrence d'un événement dangereux
- possibilité d'éviter ou de limiter le dommage

Par exemple: scie circulaire

Risque inhérent à la situation dangereuse: opérateur et lame de scie en rotation



Figure 9: utilisation d'une scie circulaire

Le

risque lors de travaux avec une lame de scie

est fonction de la

gravité de la blessure causée par la lame de scie

et de la

probabilité d'occurrence de la blessure.

Les facteurs suivants déterminent la probabilité d'occurrence:

- temps d'exposition, c'est-à-dire fréquence et durée du travail de l'opérateur avec la scie
- probabilité que l'opérateur soit blessé par la lame de scie pendant qu'il utilise la scie
- possibilités de limiter le dommage, p. ex. en retirant rapidement la main

11 Estimation du risque

Pour chaque situation dangereuse, on estime le dommage le plus important possible et la probabilité d'occurrence de ce dommage.

La représentation suivante peut être utilisée pour décrire le risque.

Représentation du risque dans une matrice

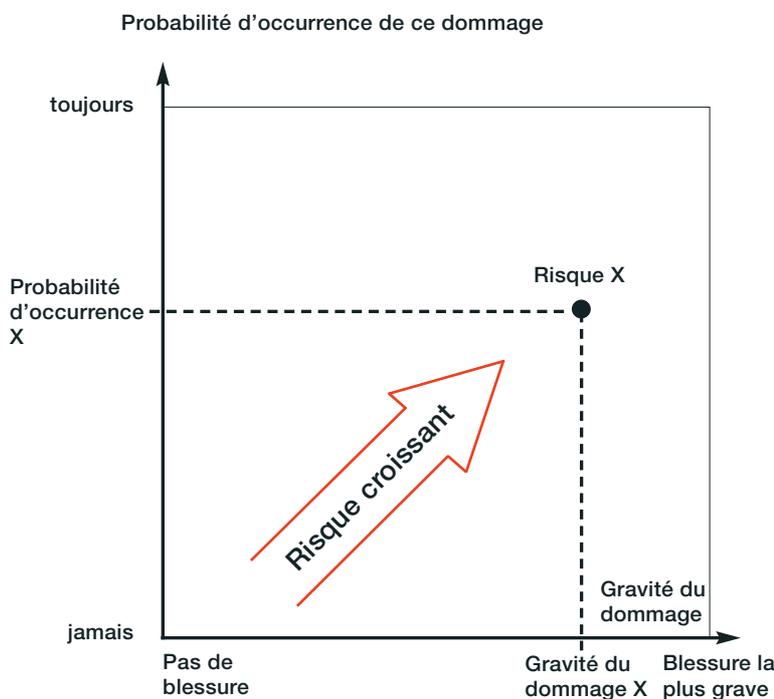


Figure 10: représentation du risque dans une matrice

Gravité du dommage

La gravité du dommage peut être classée en différentes catégories sur la base, par exemple, de la blessure ou de l'atteinte à la santé de la/des personne(s) concernée(s):

- I Décès
- II Grave atteinte permanente à la santé, guérison incomplète (irréversible), qualité de vie très diminuée
- III Légère atteinte permanente à la santé, guérison incomplète (irréversible), qualité de vie faiblement diminuée uniquement
- IV Blessure guérissable avec arrêt de travail (réversible)
- V Blessure légère sans arrêt de travail (réversible)

Probabilité d'occurrence

La probabilité d'occurrence dépend de la situation dangereuse spécifique. Le nombre d'accidents recensé (statistiques) ne peut être utilisé que si la situation dangereuse entraînant l'accident est toujours identique. En général, la probabilité d'occurrence sert donc sur le plan qualitatif. Elle peut être classée selon les catégories suivantes, par exemple:

- A fréquente
- B occasionnelle
- C rare
- D improbable
- E presque impossible

Lors de la conception d'un produit, la probabilité d'occurrence est encore trop abstraite. Il est donc recommandé d'appliquer une valeur relativement élevée. Les données sont corrigées ultérieurement lorsque les connaissances sont plus précises.

Exemple: travailler avec une scie circulaire

Risque de blessure de l'opérateur avec la lame de scie:

- ◆ dommage le plus important: blessure grave, aux doigts ou à la main
- ◆ probabilité d'occurrence: compte tenu des causes (opérateur pénétrant dans la zone dangereuse de la lame de scie, mise en marche de la lame), la probabilité d'occurrence est considérée comme «occasionnelle».

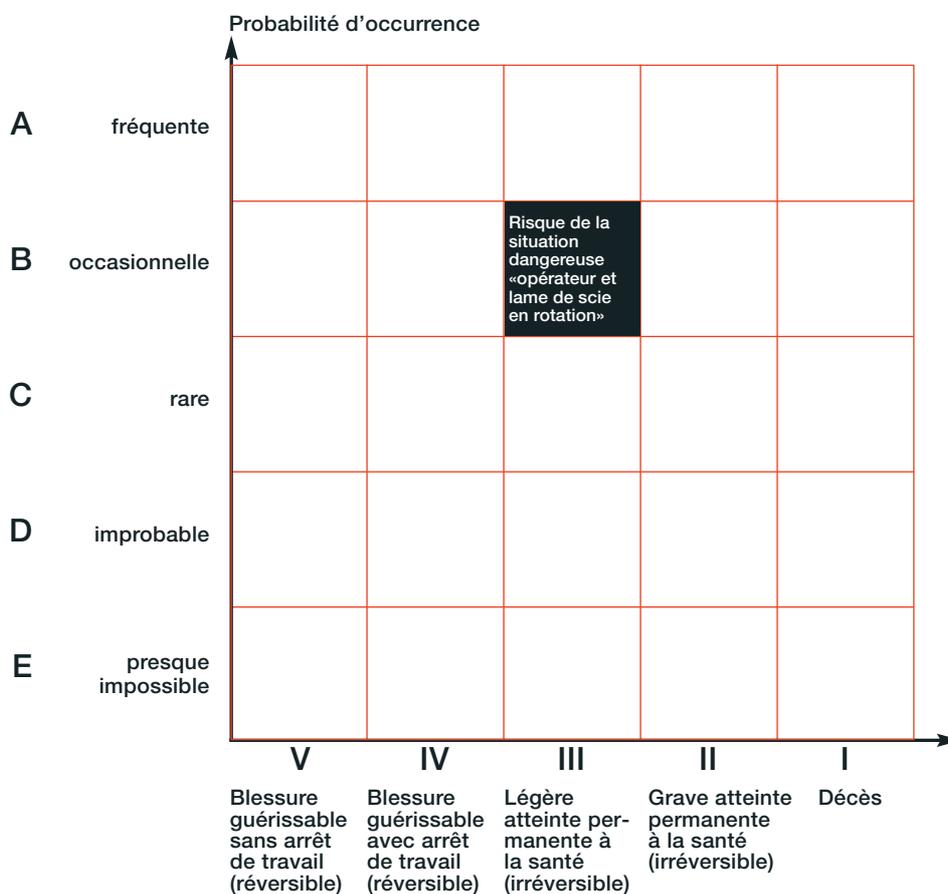


Figure 11: représentation du risque dans l'exemple d'une scie circulaire

12 Evaluation du risque

Conformément à la directive «Machines», les exigences essentielles de sécurité et de santé visées à l'annexe I de ladite directive doivent être respectées. Elles sont formulées comme des objectifs de protection ou des demandes concrètes.

12.1 Définir les objectifs de protection

Si l'état actuel de la technique ne permet pas de satisfaire à ces exigences, la machine devra être conçue et fabriquée conformément aux exigences essentielles de sécurité et de santé dès que possible.

Un objectif de protection doit être défini pour chaque événement établi.

Cette définition d'objectifs de protection décrit les conditions que les solutions doivent remplir afin d'éviter l'occurrence d'événements éventuels.

Une définition neutre et précise des objectifs augmente le nombre de solutions possibles.

Concernant notre exemple d'une «scie circulaire», l'un des objectifs de protection pourrait être:

«Il faut empêcher tout accès à la zone dangereuse de la lame de scie en rotation».

Autre formulation plus précise:

«Il faut éviter qu'une personne soit blessée par la lame de scie».

La différence entre les deux formulations devient évidente lorsque l'on cherche les solutions possibles.

Le premier objectif de protection mentionné peut être atteint lorsque la scie est arrêtée avant de pénétrer dans la zone dangereuse. Pour ce qui est du second, l'utilisateur ne doit pas pouvoir accéder à la lame de scie même si elle est à l'arrêt: cette dernière doit donc être recouverte par une cape de protection.

Il est souvent judicieux d'empêcher l'occurrence de plusieurs événements avec un objectif de protection.

Lorsque les objectifs de protection ont été définis pour tous les événements, on peut procéder à une synthèse des objectifs de même teneur. Il faut toutefois veiller à ne pas négliger l'essentiel, notamment pour les objectifs de protection relatifs au fonctionnement particulier.

Lors de la description des solutions, il faut rechercher les objectifs pouvant être atteints grâce à une seule solution.

12.2 Déterminer le risque acceptable

Même avec la meilleure solution du moment, une machine présente toujours un certain risque, appelé risque résiduel. Le fabricant doit donc s'efforcer de le réduire à un niveau acceptable.

Il est dès lors important de définir ce qu'on entend par risque acceptable. Différents facteurs déterminent l'acceptation ou le refus d'un risque (cf. figure 12).

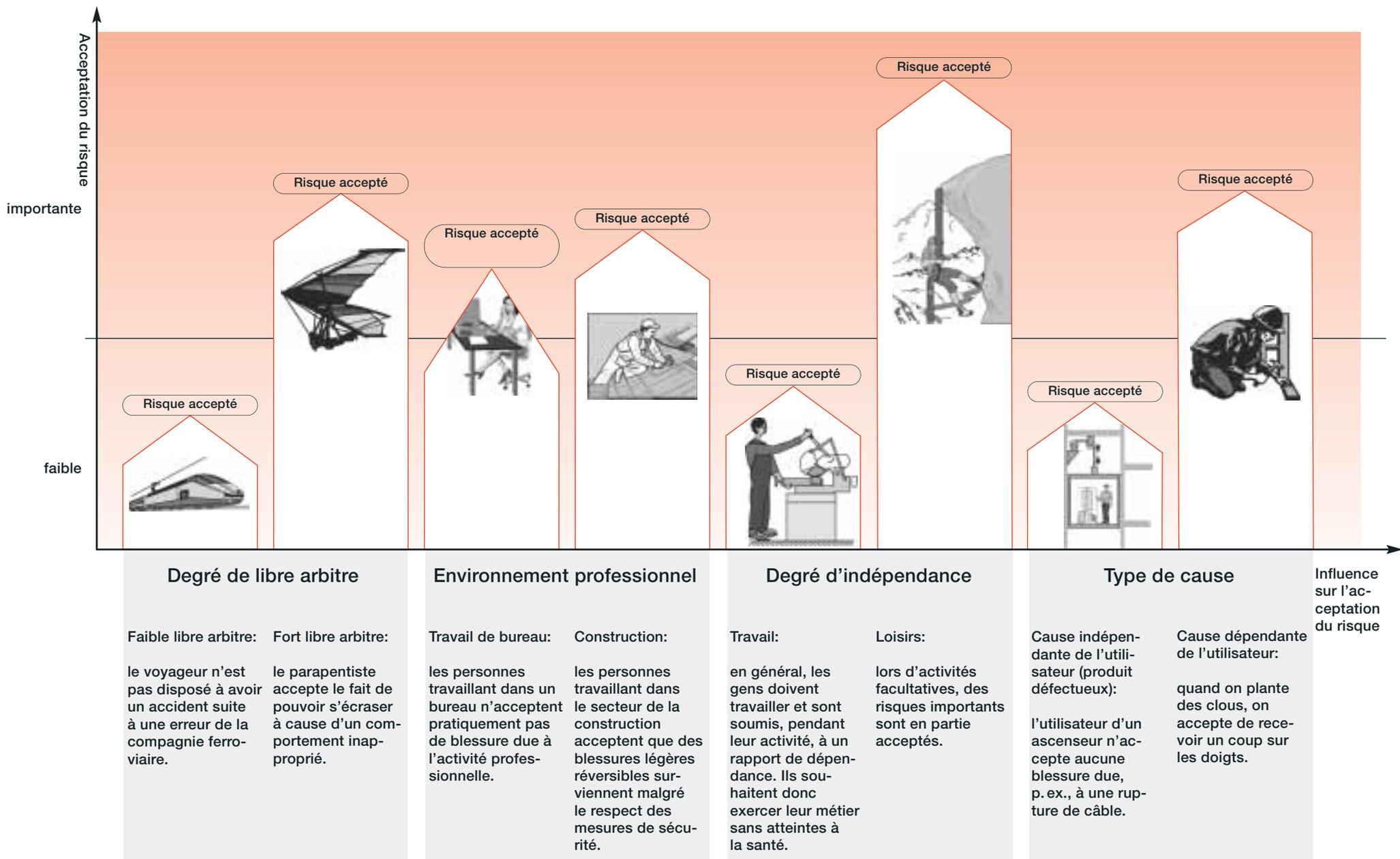


Figure 12: facteurs de risque

Pour ce qui est des machines, les facteurs d'influence suivants sont particulièrement importants:

◆ **degré d'indépendance:**

les personnes travaillant avec la machine doivent gagner leur vie et sont donc soumises, pendant leur travail, à un rapport de dépendance. Par conséquent, elles s'attendent à pouvoir exercer leur métier sans nuire à leur santé.

◆ **causes:**

la loi (Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques, directive «Machines», Loi sur la responsabilité du fait des produits) et l'opinion publique ne tolèrent aucune blessure due à un produit défectueux.

La matrice suivante fixe les limites entre un risque «acceptable» et «inacceptable», sur la base des facteurs d'influence susmentionnés.

Limité entre le risque «acceptable» et «inacceptable»

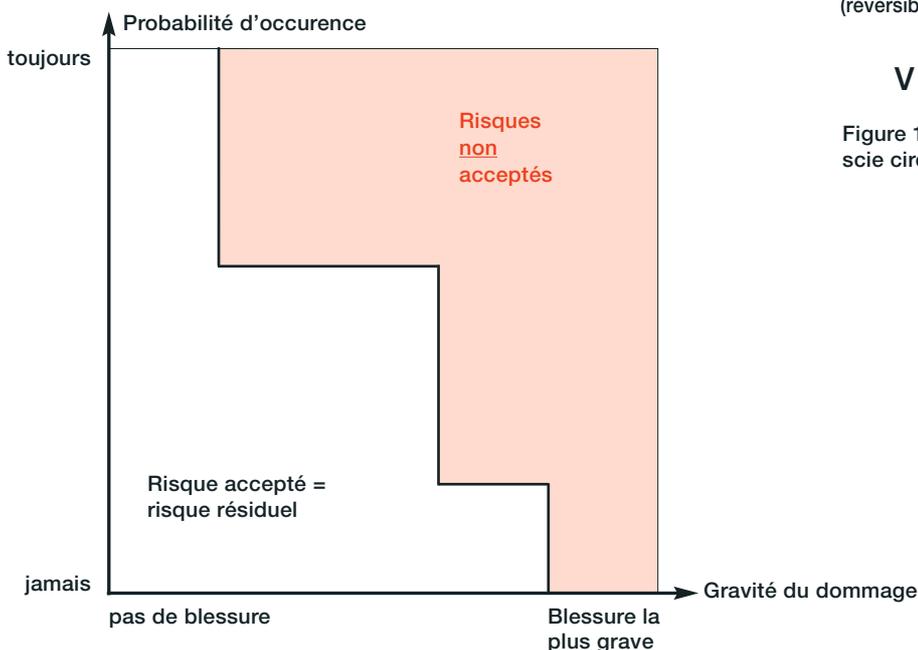


Figure 13: délimitation du risque

12.3 Classification du risque

Dans l'exemple de la figure 14, des blessures bénignes et occasionnelles sont tolérées. En revanche, une blessure mortelle n'est absolument pas acceptée.

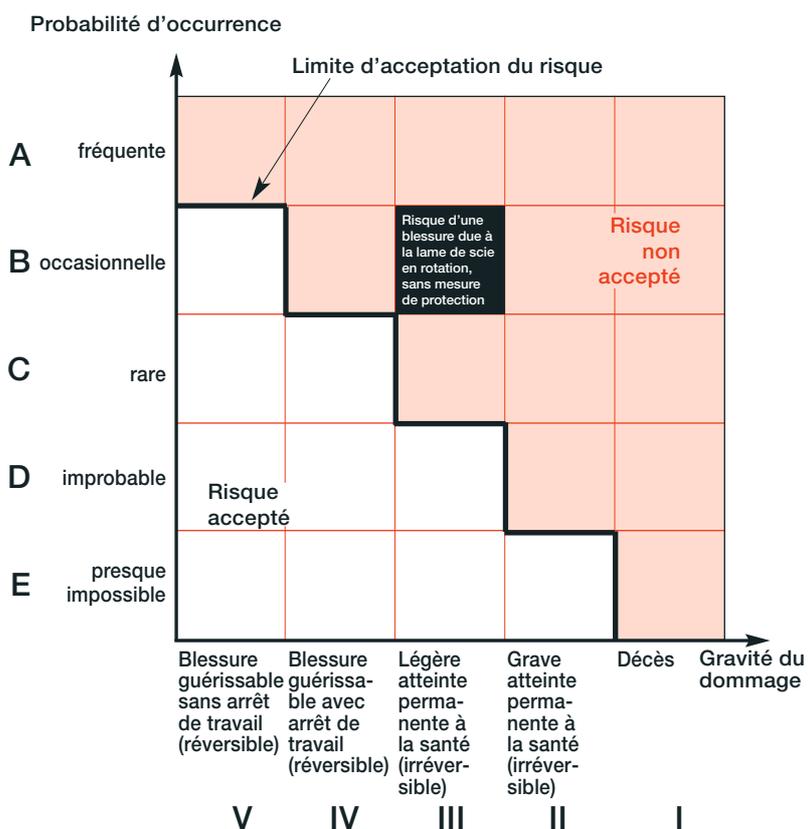


Figure 14: délimitation du risque, exemple d'une scie circulaire

13 Réduction du risque

Des solutions doivent être trouvées et utilisées pour tous les risques non acceptés afin de réduire ceux inhérents à la machine à un niveau acceptable (cf. directive «Machines», annexe 1).

13.1 Choix des solutions de conception

Lors du choix de la solution la plus appropriée, le fabricant doit suivre les principes suivants, dans l'ordre indiqué (cf. directive «Machines», annexe 1):

1. **Elimination ou réduction des dangers** (intégration d'un concept de sécurité dans la conception et la fabrication de la machine)
2. **Application des mesures de protection nécessaires** contre les dangers ne pouvant être éliminés
3. **Information de l'utilisateur sur les risques résiduels**, en se basant sur l'efficacité incomplète des mesures de protection prises; indications sur la nécessité éventuelle d'une formation particulière ou d'équipements de protection individuelle

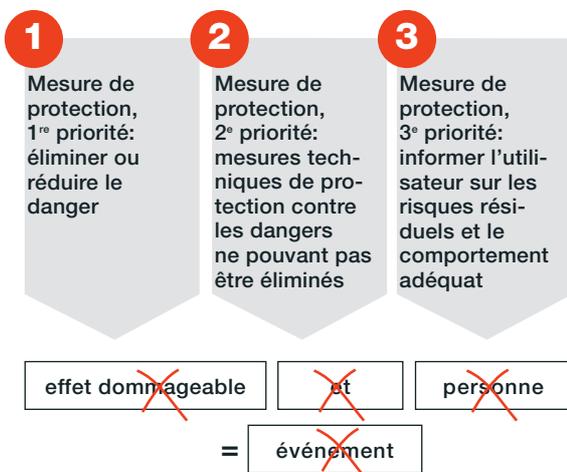


Figure 15: réduction du risque

Exemple d'une scie circulaire: choix des mesures de protection

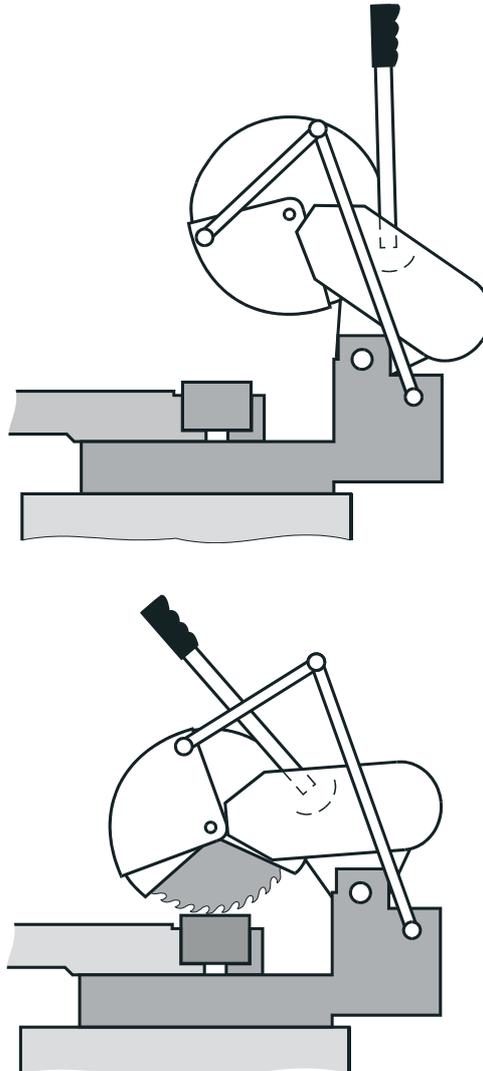


Figure 16: dispositif de protection pivotant

1. Eliminer le danger, c'est-à-dire supprimer la lame de scie en rotation, est ici impossible, sinon la machine ne peut remplir sa fonction.
2. Une mesure de protection peut limiter l'effet dommageable de la lame de scie en rotation. Il s'agit ici d'un dispositif de protection pivotant qui recouvre la lame de scie autant que possible.

3. Compte tenu de l'efficacité incomplète du dispositif de protection, l'utilisateur de la scie doit être informé des risques résiduels. Les indications suivantes doivent notamment figurer dans la notice d'instructions:

- ◆ lorsque la lame de scie est abaissée, elle n'est pas entièrement recouverte.
Attention: interdiction de toucher la lame de scie en rotation!;
- ◆ avant tout travaux de nettoyage, de maintenance et de réparation, la machine doit être arrêtée au moyen de l'interrupteur principal et bloquée avec un cadenas personnel;
- ◆ le fonctionnement du dispositif de protection doit être contrôlé régulièrement. S'il s'avère défectueux, il doit être réparé avant de remettre la machine en service;
- ◆ pour éviter des lésions oculaires, toutes les personnes se trouvant à proximité de la scie doivent porter des lunettes de protection.

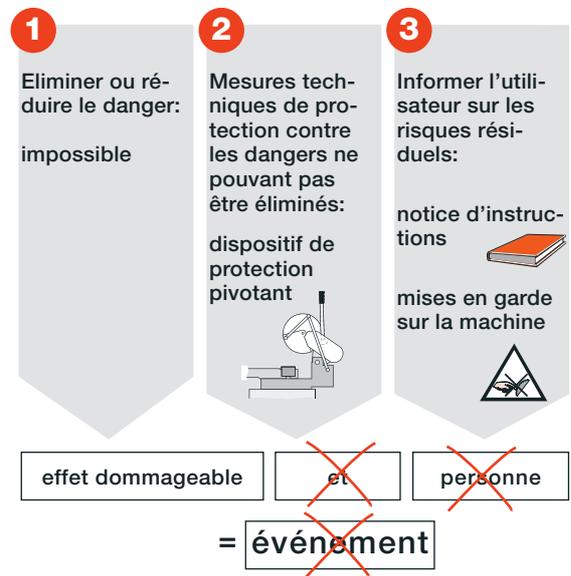


Figure 17: réduction du risque, exemple d'une scie circulaire

Conseils pour la recherche de solutions

- ◆ Les exigences essentielles de sécurité et de santé relatives à la construction de machines, formulées à l'annexe 1 de la directive «Machines», sont obligatoires.
- ◆ Vous trouverez des principes généraux de conception dans la norme européenne EN 292, parties 1 et 2 (cf. bibliographie page 34).
- ◆ Des solutions sont présentées dans les normes de sécurité européennes. Lors de l'application de ces solutions, on suppose que les exigences essentielles de sécurité et de santé sont satisfaites. En outre, les points suivants doivent toujours être clarifiés:
 - la norme est-elle encore d'actualité?
 - la situation dangereuse inhérente à la machine à fabriquer est-elle réellement identique à celle faisant l'objet d'une solution dans la norme?
- ◆ L'examen des mesures appliquées à d'autres machines présentant des situations dangereuses similaires aide à trouver des solutions avec un risque acceptable.

13.2 Evaluation des mesures de protection

L'évaluation des mesures de protection s'effectue à l'aide de l'appréciation du risque présentée à la figure 1, page 5.

On s'assure ainsi que les mesures de protection atteignent leur objectif et ne créent aucune nouvelle situation dangereuse.

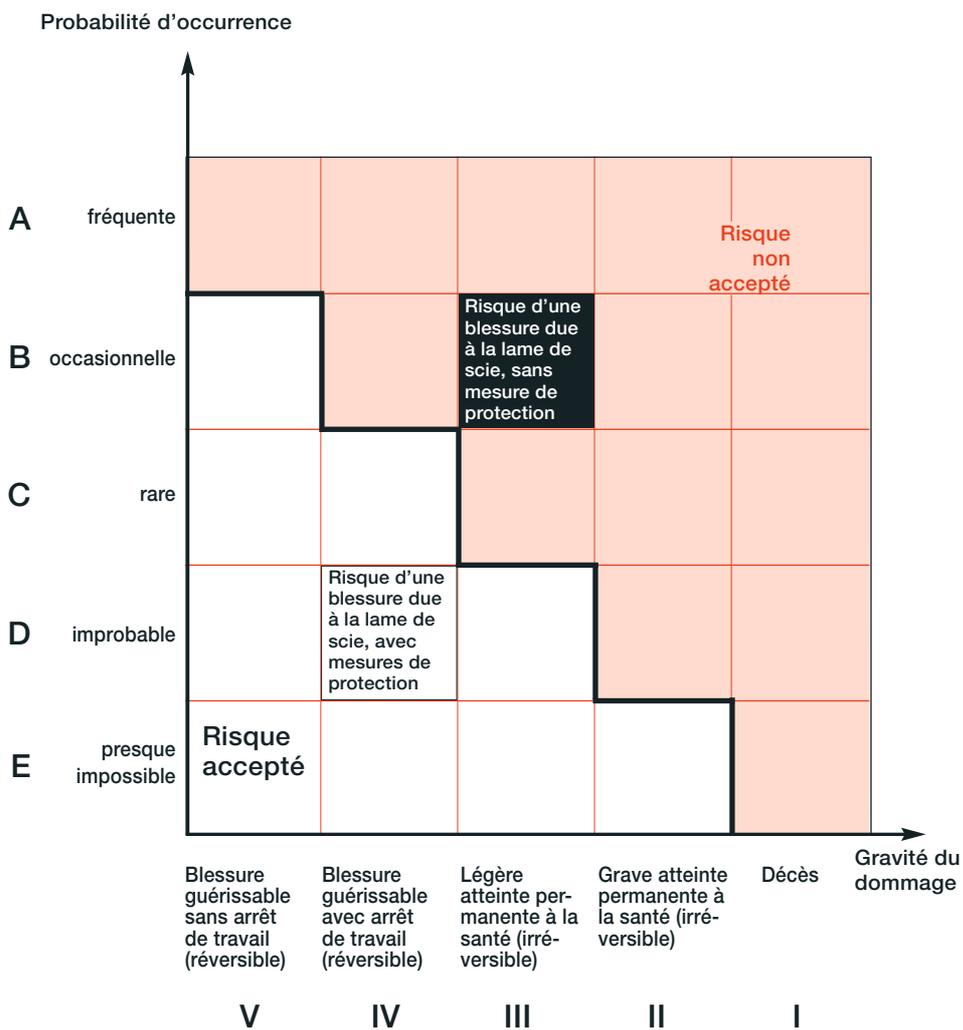


Figure 18: évaluation des mesures de protection, exemple d'une scie circulaire

14 Documents nécessaires à l'élaboration d'un dossier technique

Les exigences relatives au dossier technique des machines sont décrites à l'annexe 3 de l'Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (OSIT). Cela correspond, pour une large part, au descriptif du dossier technique présenté à l'annexe V de la directive «Machines» 98/37/CE (anciennement 89/392/CEE).

Vous trouverez des informations plus détaillées dans la publication Suva CE93-15.f «Procédure d'attestation de type pour machines selon la directive CE «Machines» 98/37/CE (annexes V/VI)». La description des solutions choisies pour prévenir les dangers inhérents à la machine constitue une part importante du dossier technique.

14.1 Description des solutions

Il est recommandé d'indiquer les résultats de l'appréciation et de la réduction du risque dans le tableau utilisé pour l'analyse des dangers.

Il est essentiel de justifier dans la colonne «Remarques» toutes les solutions finalement retenues.

Les solutions choisies pour prévenir les dangers inhérents à la machine peuvent être décrites directement dans les colonnes «Mesures» et «Remarques».

Colonne «Mesures»

La solution choisie pour remplir l'objectif de protection correspondant doit être décrite et justifiée. Ainsi, le choix de ladite solution reste compréhensible, même ultérieurement.

Colonnes «Remarques»

Indiquez, si nécessaire, tous les documents complémentaires indispensables à l'évaluation de la solution choisie.

Il peut s'agir de:

- croquis, fascicules, descriptifs,
- plans de fabrication,
- listes des pièces,
- notice d'instructions,

- calculs de résistance,
- calculs de stabilité,
- tests de bombardement, tests de chute des dispositifs de protection amovibles,
- descriptions du fonctionnement du dispositif de protection,
- schémas de câblage des circuits importants pour la sécurité,
- listes des composants des circuits importants pour la sécurité,
- schémas hydrauliques,
- schémas pneumatiques,

- étude des défauts (et de leurs effets), de la solution choisie,
- étude de la corrosion,
- listes des matériaux utilisés,

- comptes rendus d'essais,
- rapports de mesures,
- examens des composants,
- analyses de laboratoire,
- attestations,
- déclarations du fabricant relatives aux composants achetés,
- déclarations de conformité relatives aux composants achetés,
- etc.

Appréciation du risque		Machine: scie circulaire		Gravité des dommages (G)		Probabilité (P)		Page 1 sur							
Mode de fonctionnement: normal		Système partiel:		I Décès II Grave atteinte permanente à la santé III Légère atteinte permanente à la santé IV Blessure guérissable avec arrêt de travail V Blessure guérissable sans arrêt de travail		A fréquente B occasionnelle C rare D improbable E presque impossible		Visa: ay Date: 15.02.00							
N°	Description du mode de fonctionnement	N°	Situation dangereuse		N°	Causes	Événement	Risque		Objectif de protection	N°	Mesures	Risque résiduel		Remarques
			Danger	Personne dans/près de la zone dangereuse				G	P				G	P	
1.	Poser le profilé sur le support	1.1	Coupure par la lame de scie en rotation	Main ou bras de l'opérateur à proximité de la lame de scie	1.1.1	Mise en marche intempestive après une coupure de courant; vêtements de l'opérateur happés par la lame de scie	Blessure au bras et/ou à la main	III	B	Personne ne doit être blessé par la lame de scie en rotation		Couverture pivotante de la lame de scie, indication des dangers sur la machine et dans la notice d'instructions	IV	D	⊛
					1.1.2	Mise en marche intempestive après une coupure de courant; l'opérateur change la position du profilé	Blessure au bras et/ou à la main	III	B	Personne ne doit être blessé par la lame de scie en rotation		Couverture pivotante de la lame de scie, indication des dangers sur la machine et dans la notice d'instructions	IV	D	⊛

⊛ Lorsque la lame de scie est en position finale haute, elle est alors complètement recouverte. Lors du sciage, elle est partiellement découverte. Une indication dans le manuel d'utilisation et un signal d'avertissement sur la machine mettent en garde contre ce danger résiduel. Schéma récapitulatif n°: tête de scie avec une couverture

Tableau 4: extrait d'une appréciation et d'une réduction du risque dans l'exemple d'une scie circulaire

Appréciation du risque: détermination des limites de la machine

Machine:

Utilisation conforme à la destination, limites de l'utilisation:

.....

Limites dans l'espace:

Les systèmes ainsi que les facteurs dépassant les limites du système sont indiqués dans le dessin

Limites temporelles:

Durée de vie de la machine: ans

Pièces soumises à l'usure:

Durée de vie:

.....

Cycles, modes de fonctionnement:

Personnes concernées

Utilisateur*

Tiers

.....

.....

.....

.....

.....

Construction

Transport

Mise en service

Utilisation

Fonctionnement normal

.....

.....

.....

.....

Mise hors service

Elimination

.....

* Formation de l'utilisateur:

.....

Domaine d'application:

Date:

Visa:

Page: sur

Modèle à photocopier

Tableau 5: tableau pour déterminer les limites de la machine

15 Bibliographie

- ◆ Loi fédérale sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (LSIT), RS 819.1, Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (OSIT), RS 819.11, Ordonnance sur les procédures d'évaluation de la conformité des installations et appareils techniques (Oconf), RS 819.115
- ◆ Loi fédérale sur la responsabilité du fait des produits, RS 221.112.944
- ◆ Directive «Machines» 98/37/CE (anciennement 89/392/CEE et ses modifications)
- ◆ EN 292-1: 1991
Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 1: terminologie de base, méthodologie
- ◆ EN 292-2: 1991/A1: 1995
Sécurité des machines – Notions fondamentales, principes généraux de conception – Partie 2: principes et spécifications techniques
- ◆ EN 1050: 1996
Sécurité des machines – Principes pour l'appréciation du risque