



## Aide à la détection des risques liés à l'utilisation d'une machine

## L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS)

Dans le domaine de la prévention des risques professionnels, l'INRS est un organisme scientifique et technique qui travaille, au plan institutionnel, avec la Cnam, les Carsat, Cramif, CGSS et plus ponctuellement pour les services de l'État ainsi que pour tout autre organisme s'occupant de prévention des risques professionnels.

Il développe un ensemble de savoir-faire pluridisciplinaires qu'il met à la disposition de tous ceux qui, en entreprise, sont chargés de la prévention : chef d'entreprise, médecin du travail, instances représentatives du personnel, salariés. Face à la complexité des problèmes, l'Institut dispose de compétences scientifiques, techniques et médicales couvrant une très grande variété de disciplines, toutes au service de la maîtrise des risques professionnels.

Ainsi, l'INRS élabore et diffuse des documents intéressants l'hygiène et la sécurité du travail : publications (périodiques ou non), affiches, audiovisuels, sites Internet... Les publications de l'INRS sont diffusées par les Carsat. Pour les obtenir, adressez-vous au service Prévention de la caisse régionale ou de la caisse générale de votre circonscription, dont l'adresse est mentionnée en fin de brochure.

L'INRS est une association sans but lucratif (loi 1901) constituée sous l'égide de la Cnam et soumise au contrôle financier de l'État. Géré par un conseil d'administration constitué à parité d'un collègue représentant les employeurs et d'un collègue représentant les salariés, il est présidé alternativement par un représentant de chacun des deux collèges. Son financement est assuré en quasi-totalité par la Cnam sur le Fonds national de prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles.

## Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat), la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France (Cramif) et les caisses générales de sécurité sociale (CGSS)

Les caisses d'assurance retraite et de la santé au travail, la caisse régionale d'assurance maladie d'Île-de-France et les caisses générales de sécurité sociale disposent, pour participer à la diminution des risques professionnels dans leur région, d'un service Prévention composé d'ingénieurs-conseils et de contrôleurs de sécurité. Spécifiquement formés aux disciplines de la prévention des risques professionnels et s'appuyant sur l'expérience quotidienne de l'entreprise, ils sont en mesure de conseiller et, sous certaines conditions, de soutenir les acteurs de l'entreprise (direction, médecin du travail, instances représentatives du personnel, etc.) dans la mise en œuvre des démarches et outils de prévention les mieux adaptés à chaque situation. Ils assurent la mise à disposition de tous les documents édités par l'INRS.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'INRS, de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite.  
Il en est de même pour la traduction, l'adaptation ou la transformation, l'arrangement ou la reproduction, par un art ou un procédé quelconque (article L. 122-4 du code de la propriété intellectuelle).  
La violation des droits d'auteur constitue une contrefaçon punie d'un emprisonnement de trois ans et d'une amende de 300 000 euros (article L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle).

# Aide à la détection des risques liés à l'utilisation d'une machine

Cette brochure a été rédigée par un groupe de travail de l'INRS piloté par Brigitte Andéol-Aussage et composé de : Christine David, Sandrine Hardy, Laurent Kerangueven, Henri Lupin, Florian Marc, Jean-Louis Poyard.

Les auteurs remercient pour leurs remarques constructives et expertise : Isabelle Balty, Michèle Guimon, Emanuelle Ricci, François-Xavier Artarit, Jean-Christophe Blaise, David Brasselet, Bruno Courtois, Aurélien Lux, Jacques Marsot.

# Sommaire

Introduction	5
--------------	---



## **PARTIE 1 — LA DÉMARCHE**

1.1 Relever les écarts entre les prescriptions de la notice d'instructions et les conditions d'installation et d'utilisation de la machine dans son environnement	7
1.2 Approfondir la détection de risques spécifiques	10



## **PARTIE 2 — LES FICHES DE RISQUE**

Fiche 1 – Risques liés à la présence de pièces en mouvement	16
Fiche 2 – Risques liés aux énergies	23
Fiche 3 – Risques liés à la chute d'une pièce par gravité	30
Fiche 4 – Risques liés à la présence de surfaces chaudes ou froides de la machine	33
Fiche 5 – Risques liés aux manutentions manuelles	37
Fiche 6 – Risques liés au dimensionnement et à l'implantation du poste de travail	44
Fiche 7 – Risques liés aux déplacements et à la coactivité	47
Fiche 8 – Risques liés aux produits chimiques	51
Fiche 9 – Risques liés aux micro-organismes	56
<b>Annexe 1</b> – Compléments sur le risque électrique	62
<b>Annexe 2</b> – Compléments sur le risque hydraulique	64
<b>Annexe 3</b> – Repères pour l'évaluation et l'estimation des risques	66

Introduction



Ce document a pour objectif d'aider les personnes à **détecter** les risques<sup>1</sup> liés à l'utilisation d'une machine<sup>2</sup> (hors appareils de levage) lors de son installation, avant ou après modifications d'une machine existante, après un changement de production ou à l'occasion d'un audit sécurité. L'utilisation d'une machine concerne les activités de production, réglage, nettoyage et maintenance.

Cette détection de risques peut porter sur un ou plusieurs risques et concerner une machine seule, une partie de machine ou un ensemble de machines.

Ce document se décompose en deux parties :

- 1 La première partie présente la démarche proposée pour détecter les risques. Elle s'appuie sur l'examen de la notice d'instructions ainsi que sur l'analyse des conditions d'installation et d'utilisation.
- 2 La deuxième partie permet d'approfondir la détection de certains risques fréquemment rencontrés. Pour chaque risque, une fiche explique comment recueillir les informations requises et statuer, en première intention, sur la présence ou non du risque choisi. Elle s'appuie, entre autres, sur la prise en compte des conditions d'exposition des opérateurs dans leur activité.

Des repères complémentaires pour l'évaluation et l'estimation des risques sont donnés dans l'annexe 3.

À tout moment, la personne en charge de la détection peut faire appel à des ressources internes ou externes comme les fabricants de machines, les préventeurs des services prévention des Carsat<sup>3</sup>, de la Cramif ou des CGSS, les organismes d'inspection...

---

<sup>1</sup> Par souci de simplification, le mot « risque » est utilisé dans ce document de façon indifférenciée pour désigner le danger, la situation dangereuse ou le risque.

<sup>2</sup> Une machine est un ensemble équipé ou destiné à être équipé d'un système d'entraînement autre que la force humaine ou animale appliquée directement. Il est composé de pièces ou d'organes liés entre eux dont au moins un est mobile et qui sont réunis de façon solidaire, en vue d'une application définie.

<sup>3</sup> Caisse d'assurance retraite et santé au travail, Caisse régionale d'assurance maladie d'Ile-de-France, Caisse générale de Sécurité sociale.



# **PARTIE 1** **LA DÉMARCHE**

## 1.1

# Relever les écarts entre les prescriptions de la notice d'instructions et les conditions d'installation et d'utilisation de la machine dans son environnement

Le fabricant ou le concepteur doit fournir une notice d'instructions<sup>4</sup> de la machine. Elle comporte des informations détaillées rédigées en français précisant, entre autres, les conditions d'installation, d'utilisation et les limites d'emploi. L'employeur est informé des risques et met en place les mesures de sécurité formulées dans la notice.

Lorsque des risques résiduels subsistent, le fabricant doit en avertir l'utilisateur de façon explicite par des avertissements inscrits sur la machine (ou des pictogrammes compréhensibles par tous). Le cas échéant, il indique dans la notice d'instructions quels équipements de protection individuelle sont nécessaires.

Sur la base de ces informations, les employeurs doivent s'assurer que les points suivants ne sont pas en contradiction avec la notice d'instructions :

- l'emploi prévu de la machine,
- les conditions de travail réelles,
- l'installation de la machine dans son environnement,
- le contenu de la formation des opérateurs,
- le contenu des consignes ou fiches de poste en place,
- les équipements de protection individuels (EPI) mis à disposition des salariés.

Pour cela, il est conseillé de mener des consultations avec les travailleurs ou leurs représentants pour prendre en compte le travail réel. La grille suivante peut être utilisée.

---

<sup>4</sup> Le contenu de la notice d'instructions est défini réglementairement dans le Code du travail (annexe 1 de l'art. R. 4312-1).

Informations de la notice en matière de :	Existence de l'information O/N	Respect des prescriptions de la notice O/N
<b>Adéquation de la machine à l'usage</b>		
Description de l'usage normal de la machine		
Caractéristiques essentielles des outils pouvant être montés sur la machine		
Respect des contre-indications prévisibles d'emploi de la machine		
Observations :		
<b>Installation et mise en service de la machine</b>		
Instructions de montage, d'installation et de raccordement		
Instructions destinées à diminuer les bruits et vibrations		
Instructions concernant la mise en service		
Observations :		
<b>Formation des opérateurs (production, maintenance)</b>		
Instructions pour la formation des opérateurs		
Instructions concernant les mesures de protection à prendre par les opérateurs		
Informations sur les risques résiduels		
Instructions pour garantir la stabilité de la machine durant son transport, sa manutention et son stockage		
Mode opératoire à respecter en cas d'accident ou de panne		
Instructions concernant les opérations de réglage et d'entretien que doivent effectuer les opérateurs dans le respect des mesures de prévention		
Observations :		
<b>Mise à disposition des EPI adaptés aux risques résiduels</b>		
Liste des EPI à mettre à disposition des opérateurs		
Observations :		
<b>Maintien en état de la machine</b>		
Spécifications concernant les pièces de rechange à utiliser, lorsque cela a une incidence sur la santé et la sécurité des opérateurs		
Observations :		

Cette grille est applicable aux machines :

- destinées à l'industrie alimentaire, à l'industrie cosmétique et pharmaceutique,
- portatives ou guidées à la main,
- présentant des dangers dus à leur mobilité,
- destinées aux travaux souterrains,
- destinées au levage de personnes.

Elle peut être complétée en s'appuyant sur l'annexe I de l'article R. 4312-1 du Code du travail et sur les notices d'instructions.

La réponse positive à tous les thèmes de la grille signifie qu'il n'y a pas d'écart entre les informations de la notice et leur respect. Pour autant, des risques peuvent être présents ; leur détection est réalisée à l'étape 2.

Une grille de détection d'anomalies [1] peut également être utilisée. Elle permet de repérer les indices de non conformité aisément détectables par un non spécialiste.

## 1.2

# Approfondir la détection de risques spécifiques

En complément de la tâche précédente, il peut être décidé de traiter un risque particulier.

### 1.2.1 *Étape 1* *Définir le périmètre de la détection*

Dans cette étape, il s'agit de :

- définir les limites de la détection sur une machine, une partie de machine ou un ensemble de machines dans son environnement,
- choisir, dans la liste proposée ci-dessous, le ou (les) risque(s) que l'on souhaite détecter en tenant compte de l'accidentologie liée à la machine, des remontées d'informations de la part des opérateurs, du choix de l'entreprise de travailler sur un risque en particulier...

Cette liste, qui n'est pas exhaustive, concerne des risques facilement détectables sur une machine, et d'autres moins évidents, mais tout aussi présents et qui sont liés :

- aux pièces en mouvement,
- aux énergies (électrique, pneumatique, hydraulique, thermique),
- à une chute de pièce par gravité,
- à la présence de surfaces chaudes ou froides,
- aux manutentions manuelles,
- au dimensionnement et à l'implantation du poste de travail,
- aux déplacements et à la coactivité,
- aux produits chimiques,
- aux micro-organismes.

Le tableau ci-après fournit des informations sur la source et la nature des risques qui font l'objet de fiches numérotées de 1 à 9.

## Aide au choix du risque à détecter [2] [3]

Risques liés ...	Informations	Numéro de fiche
<b>aux pièces en mouvement</b>	<p>Toute machine possède des pièces en mouvement. Elles assurent soit la transmission d'un mouvement (élément mobile de transmission), soit la transformation ou le déplacement de la matière (élément mobile de travail). Elles peuvent être à l'origine de risques comme l'écrasement, la perforation, l'entraînement...</p> <p>Différents facteurs comme la forme (angle saillant, arête vive), la masse, la vitesse et la nature du déplacement influent sur la gravité de ces risques.</p> <p>À noter que les pièces qui alimentent la machine peuvent être à l'origine des mêmes risques que ceux des éléments mobiles d'une machine. C'est le cas en particulier lors d'une accumulation de pièces, quelle que soit leur nature (métallique, pierre, bois, palettes...) en entrée de machine.</p>	1
<b>aux énergies</b>	<p>Une machine a besoin d'être alimentée en énergie pour créer des mouvements, pour porter à température ou refroidir des éléments de machine ou des produits et, plus généralement, pour assurer son fonctionnement. Les risques dus à l'énergie électrique, qui représentent l'énergie la plus utilisée, sont essentiellement des risques d'électrisation et d'électrocution. Les énergies fluidiques (pneumatique, hydraulique...) peuvent engendrer des risques de chocs ou de perforations.</p> <p>Toutes ces énergies sont, dans la majorité des cas, transformées en mouvement à l'origine d'autres risques, tels que l'entraînement, le cisaillement, la perforation... (voir fiche n°1).</p>	2
<b>à une chute de pièce par gravité</b>	<p>Un objet qui n'est plus retenu en position haute va chuter par gravité. Cette chute peut provoquer l'écrasement d'un corps placé entre l'objet qui tombe et le point bas.</p> <p>De plus, d'autres conséquences peuvent survenir comme le sectionnement, la perforation, le cisaillement en fonction de :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la hauteur de chute,</li> <li>- la masse et la forme de la pièce qui tombe,</li> <li>- la forme et la position du point bas par rapport à la pièce qui chute.</li> </ul>	3
<b>à la présence de surfaces chaudes ou froides</b>	<p>Le contact avec une surface chaude ou froide de la machine, des produits d'approvisionnement et fabriqués, des déchets et des fluides peut provoquer une brûlure. La gravité de la brûlure dépend de la température de surface (positive ou négative), du temps de contact et de la nature des matériaux.</p>	4



Risques liés ...	Informations	Numéro de fiche
<b>aux manutentions manuelles</b>	<p>Une manutention est une opération de transport ou de soutien d'une charge, dont le levage, la pose, la poussée, le port ou le déplacement exige l'effort physique d'un ou de plusieurs travailleurs.</p> <p>Les risques associés aux manutentions engendrent fatigue, douleurs, gêne fonctionnelle et aussi des lésions aiguës ou chroniques touchant l'appareil locomoteur. Les appareils (cardiovasculaire, respiratoire...) peuvent être concernés suite à des efforts physiques intenses, prolongés, répétés ou à des postures inconfortables ou contraignantes.</p>	5
<b>au dimensionnement et à l'implantation du poste de travail</b>	<p>La conception du poste de travail comprend, entre autres, le dimensionnement du poste (taille, hauteur), l'implantation du poste de travail (vision sur la zone de travail) et l'implantation des organes de service.</p> <p>Une bonne conception permet d'éviter l'apparition de troubles musculosquelettiques (TMS), de troubles visuels et cognitifs, de stress...</p>	6
<b>aux déplacements et à la coactivité</b>	<p>Les dimensionnements et les caractéristiques des locaux, les systèmes d'accès qui rendent peu aisés le mouvement et le déplacement, en particulier lors de l'accès à la zone machine pour la maintenance, sont à l'origine d'accidents liés à des trébuchements, des heurts ou autres perturbations du mouvement. L'accès par une échelle fixe ou un escalier à des zones situées en hauteur peut être à l'origine de chutes de hauteur.</p> <p>La présence d'autres opérateurs sur la même machine ou sur des machines situées dans l'environnement proche peut être à l'origine de risques liés à la coactivité.</p>	7
<b>aux produits chimiques</b>	<p>Une machine peut utiliser ou émettre des produits dangereux comme des poussières (par exemple, les poussières de bois), des brouillards, des fumées, des gaz, dont certains peuvent être cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR).</p> <p>L'exposition à ces produits peut provoquer des effets sur la santé comme des allergies, des brûlures, des atteintes des poumons, du système nerveux, des reins...</p>	8
<b>aux micro-organismes<sup>5</sup></b>	<p>Une machine peut utiliser ou entrer en contact avec des produits pouvant être contaminés par des micro-organismes. Une machine peut également servir à cultiver des micro-organismes (fontaines de dégraissage, bioréacteur). Or, certains micro-organismes entraînent parfois des maladies chez l'opérateur : infection, allergie, intoxication.</p>	9

<sup>5</sup> Les micro-organismes vivant dans l'environnement industriel sont des organismes microscopiques (bactéries, moisissures...) qui ont besoin d'humidité pour se développer et se nourrissent principalement de matière organique (huiles, aliments, bois...).

D'autres facteurs peuvent être pris en compte dans la détection du risque comme ceux liés :

► à l'organisation du travail : qui concerne aussi bien l'organisation au poste de travail mais également celle mise en place dans l'entreprise, comme la durée du travail, le travail en flux tendu, le travail posté, la pression temporelle, les contraintes qualité... Les risques liés à la coactivité peuvent également être traités dans le cadre de l'organisation du travail ;

► aux ambiances de travail : la machine fonctionne dans un environnement de travail qui peut être marqué par des conditions d'ambiances particulières pouvant interagir sur la machine elle-même ou sur les opérateurs l'utilisant. Ces conditions (bruit, luminosité, températures, odeurs, courants d'air, poussières...) peuvent être à l'origine d'effets sur la santé (surdité, stress, fatigue...) et augmenter la survenue d'accidents (brûlure, incendie, explosion...) ou de maladies professionnelles (surdité, asthme, cancer...). L'ensemble de ces facteurs peut contribuer également à augmenter la charge mentale (en cas de dysfonctionnement, par exemple) et la fatigue liée à un besoin de vigilance accrue.

Il faudra être particulièrement attentif :

- à la passation des consignes entre opérateurs afin de s'assurer qu'il n'y a pas de distorsion, d'incompréhension ou de mauvaise interprétation...,
- à la compréhension des procédures par les opérateurs,
- à l'existence de fiches de postes aux postes de travail et à leur compréhension par les opérateurs,
- à l'existence de formations à l'utilisation de la machine (y compris après modifications) en intégrant les aspects sécurité et santé, ainsi qu'aux procédures et aux consignes de sécurité.

1.2.2

## Étape 2

### Répondre à un questionnaire et recueillir des informations

L'objectif de cette étape est d'aider à collecter les informations pertinentes lors du fonctionnement de la machine dans son environnement, au cours des activités de l'opérateur (production, réglages, nettoyage, maintenance), et à synthétiser ces informations pour statuer sur la présence ou non du (ou des) risque(s) choisi(s) a priori (voir étape 1).

Pour réaliser cette étape, chaque risque fait l'objet d'une fiche proposant :

- un questionnement orienté essentiellement sur les caractéristiques techniques de la machine et de son environnement, l'activité de l'opérateur et les dispositifs de protection,
- les informations à recueillir, en observant l'activité de l'opérateur, en échangeant avec lui mais également en consultant la notice d'instructions de la machine,
- un exemple comportant des tableaux pouvant être utilisés comme supports pour le recueil d'informations. À la fin de l'exemple, une conclusion est donnée sur la pertinence et l'efficacité des dispositions prises. **Attention, les exemples proposés, qui se veulent didactiques, peuvent présenter des situations comportant des risques pour les personnes.**

Le tableau suivant aide la personne en charge de la détection des risques à connaître, pour chacune des fiches, les questions auxquelles elle est généralement en mesure de répondre seule et celles pour lesquelles une aide est conseillée.

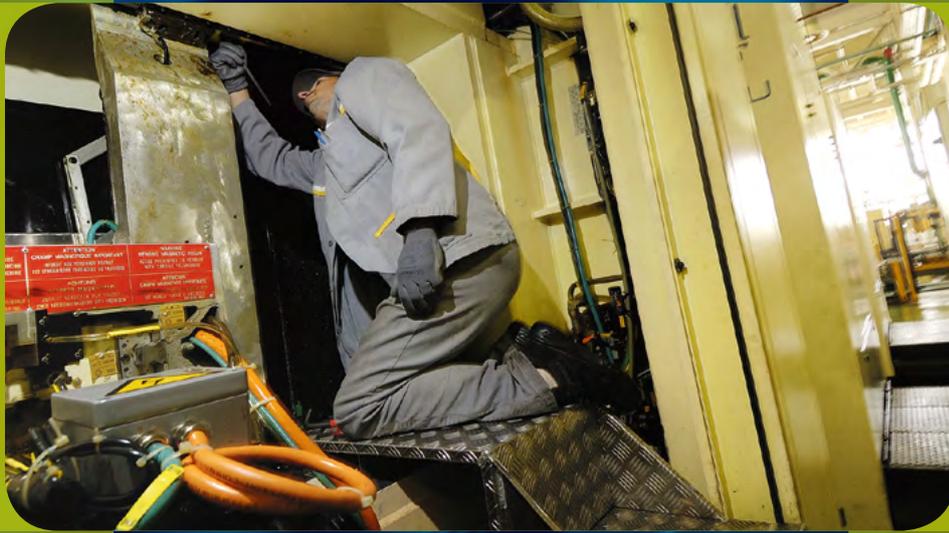
Fiche	Aide non indispensable	Aide conseillée	Niveau de difficulté
①	1.1/1.2/1.3	1.2/ 1.4	XX
②	2.1/2.2/2.3	2.4	XX
③	3.1/3.2	3.3	XX
④	4.1/4.2/4.3	4.4	XX
⑤	5.1/5.2/5.3/5.4	-	X
⑥	6.1/6.2	6.3	XX
⑦	7.1/7.2/7.3	-	X
⑧	8.1/8.3/8.4	8.2/8.4/8.5	XXX
⑨	9.1/9.2	9.3/9.4/9.5/9.6	XXX

### Bibliographie

[1] Grille de détection d'anomalies. ED 4450, INRS

[2] Évaluation des risques professionnels. Aide au repérage des PME-PMI. ED 840, INRS

[3] Évaluation des risques professionnels. Dossier Web INRS, [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)



# **PARTIE 2**

## LES FICHES DE RISQUE

FICHE  
1

## Risques liés à la présence de pièces en mouvement

Niveau XX

### 1.1 Quels sont les modes de fonctionnement de la machine et leur sélection est-elle d'accès réservé ?

Informations à recueillir :

#### → Les modes de fonctionnement de la machine

► Il s'agit de s'intéresser non seulement au mode de fonctionnement en production nominale (en automatique, semi-automatique, manuel) mais également à tous les autres modes de fonctionnement de la machine qui sont souvent à l'origine d'accidents ou d'incidents, et en particulier :

- les modes de fonctionnement dits dégradés, par exemple le remplacement d'un robot par l'intervention d'un opérateur,
- les modes de réglages avec protection partiellement neutralisée, par exemple le réglage d'un élément mobile avec le protecteur ouvert [1].

► Pour dresser la liste des différents modes de fonctionnement, il est possible de s'adresser à l'opérateur ou de consulter la notice d'instructions, puis de vérifier les informations recueillies sur le pupitre de commande.

#### → Les moyens de sélection associés aux différents modes de fonctionnement

Les moyens de sélection associés sont des dispositifs qui peuvent être des sélecteurs, des sélecteurs à clés, des codes... Les modes de fonctionnement peuvent avoir des mesures de protection ou des procédures de travail différentes. Si c'est le cas, la sélection des modes de fonctionnement doit être réalisée par un sélecteur dont l'accès à la sélection des modes de fonctionnement est réservé à des personnes désignées par l'employeur.

Tableau 1.1 – Modes de fonctionnement et moyens de sélection

Exemple* : centre d'usinage	
Modes de fonctionnement	Moyens de sélection associés
Automatique	Sélecteur à clé
Réglage	Sélecteur à clé

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

## 1.2

## Quelles sont les caractéristiques des éléments mobiles et dans quel mode de fonctionnement sont-ils mobiles ?

Informations à recueillir :

### → Les éléments mobiles

Une liste des éléments mobiles est établie par un examen visuel de la machine. On peut se référer éventuellement à la notice d'instructions et également interroger les opérateurs. À cette occasion, la nature du mouvement peut être caractérisée (rotation ou translation/verticaux, horizontaux, obliques ou complexes/haut bas et droite gauche). Le mouvement vertical, souvent mal appréhendé, est celui qui peut potentiellement présenter le plus de risque, notamment à cause d'une chute par gravité provoquée, soit par une défaillance de l'alimentation en énergie, soit par la défaillance par rupture d'un composant.

### → Le temps d'arrêt

Ce paramètre est utilisé pour connaître la distance d'implantation des moyens de protection à respecter pour assurer la sécurité des personnes. Ce temps d'arrêt peut être déterminé à partir des données techniques fournies par le fabricant, mesuré ou, à défaut, estimé. La vitesse et la masse de l'élément en mouvement influent sur le temps d'arrêt (énergie cinétique) et donc sur l'implantation des moyens de détection [2].

On indiquera pour chaque élément mobile s'il est en mouvement ou à l'arrêt dans le mode de fonctionnement considéré.

**Tableau 1.2 – Éléments mobiles (caractéristiques et fonctionnement)**

Exemple* : centre d'usinage				
Éléments mobiles	Caractéristiques des éléments mobiles		Modes de fonctionnement	
	Nature du mouvement	Temps d'arrêt	Automatique	Réglage
Moteur d'entraînement de l'outil	Rotation	Estimé inf. à 1 s	Mobile	Mobile
Outil	Rotation	Estimé inf. à 1 s	Mobile	Mobile
	Translation	Négligeable		
Table d'alimentation	Translation	Négligeable	Mobile	Mobile
Équipement d'évacuation	Translation	Négligeable	Mobile	Mobile

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

## 1.3

## Quels sont les moyens de protection et dans quels modes de fonctionnement sont-ils actifs ?

Informations à recueillir :

### → Les moyens de protection prévus

Pour dresser la liste des moyens de protection prévus sur la machine, il faut se référer à la notice d'instructions et, dans tous les cas, vérifier les informations sur la machine elle-même car cette dernière a pu être modifiée depuis sa mise en service. Parmi les moyens de protection, on peut trouver : protecteur fixe ou carter, protecteur mobile, commande bimanuelle, barrage immatériel, scrutateur laser, protection par action maintenue sur organe de service...

### → Le statut des moyens de protection (actif/non actif) pour tous les modes de fonctionnement

► « Actif » signifie que le dispositif contribue à la protection de la personne par rapport aux éléments mobiles dans le mode considéré et « non actif » signifie que le dispositif ne contribue pas à la protection par rapport aux éléments mobiles dans le mode considéré.

► Pour réaliser l'état des lieux des moyens de protection, il y a lieu de :  
 – croiser les informations recueillies sur les modes de fonctionnement et sur les moyens de protection,  
 – indiquer si ces derniers sont actifs ou inactifs. Le statut « actif/non actif » peut être déterminé à la lecture de la notice d'instructions. Si l'information n'est pas dans la notice ou en l'absence de celle-ci, des essais peuvent être réalisés.

Tableau 1.3 – Moyens de protection actifs

Exemple* : centre d'usinage			
Modes de fonctionnement	Moyens de protection		
	Protecteur fixe	Barrage immatériel	Commande à action maintenue
Automatique	Actif	Actif	Non actif
Réglage	Actif	Non actif	Actif

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

## L'ensemble des protecteurs actifs permet-il d'interdire l'accès aux éléments mobiles ?

Informations à recueillir :

→ **Les moyens de protection**

→ **Les éléments mobiles**

→ **Les caractéristiques des moyens de protection [2]**

▶ Généralités sur les principales caractéristiques :

– Le **dimensionnement** interdit l'accès aux éléments mobiles. Il faut considérer le dimensionnement hors tout ainsi que le dimensionnement des éventuelles ouvertures en particulier lors de la présence de grillage. Ces éléments de dimensionnement s'apprécient en fonction de la disposition relative des dispositifs de protection par rapport aux éléments dangereux [2].

– Le **dispositif de verrouillage**, sur un protecteur mobile, permet d'arrêter les éléments mobiles dangereux lors de son ouverture. De plus, ce dispositif doit être à « sécurité positive »<sup>6</sup> et difficilement neutralisable<sup>7</sup>.

▶ Les caractéristiques des moyens de protection diffèrent selon leur nature :

– Protecteurs matériels : dimensionnement (hauteur, largeur, ouvertures), mode de fixation (démontable avec ou sans l'aide d'outils), dispositif de verrouillage associé et possibilité de neutralisation de ce dernier (cas des protecteurs mobiles).

– Protecteurs immatériels : dimensionnement (hauteur, largeur), sensibilité (espace de détection entre 2 faisceaux), fiabilité (type 2, 3 ou 4). Ces deux dernières informations se trouvent dans la notice du protecteur immatériel.

– Commandes bimanuelles : il existe différents types (I, II, IIIA, IIIB et IIIC) associés à des caractéristiques différentes.

– Tapis sensible : dimensionnement (largeur, longueur), sensibilité, fiabilité.

<sup>6</sup> *Sécurité positive* : fonction de sécurité qui reste assurée en cas de défaillance du système d'alimentation en énergie ou de tout composant.

<sup>7</sup> *Neutralisable* (synonyme = *fraudable*) : se dit d'un dispositif qui peut être rendu inopérant par une action volontaire (voir ED 6122 [2])

**Tableau 1.4 – Caractéristiques du protecteur matériel pour le moteur d'entraînement de l'outil**

Exemple* : centre d'usinage	
Protecteur matériel	Caractéristiques
Hauteur du protecteur	.....
Largeur du protecteur	.....
Dimensions des ouvertures éventuelles (grillage ou trou)	.....
Démontable avec un outil	oui
	non
Démontable sans outil	oui
	non
Présence d'un capteur de position	oui
	non
Capteur de position difficilement fraudable	oui
	non
L'ouverture du protecteur déclenche l'arrêt des éléments mobiles	oui
	non
Positionnement de l'élément mobile par rapport au protecteur	
Hauteur de l'élément dangereux/sol	.....
Éloignement par rapport au protecteur	.....

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs. Pour porter un jugement sur la bonne implantation du protecteur, voir ED 6122 [2]. Pour tout arrêt estimé immédiat, on prendra la valeur de 0,2 s pour l'application des formules. Dans les autres cas, il y a besoin d'une étude complémentaire pour définir ce paramètre.

En s'appuyant sur la brochure ED 6122 [2], on établira des tableaux similaires pour chaque moyen de protection présent sur la machine évaluée afin de recueillir les informations pertinentes, puis de porter un jugement sur l'efficacité de ces moyens.

Le tableau 1.5 est une synthèse des informations recueillies dans les tableaux 1.2, 1.3 et 1.4 qui, par son analyse, permet de statuer sur l'accessibilité ou non aux éléments mobiles.

Le SO (sans objet) indique que, dans le mode de fonctionnement considéré, le moyen de protection est sans effet sur l'élément mobile considéré car c'est un choix du concepteur.

Pour toutes les autres cases, il y a lieu de formaliser le constat de la présence ou de l'absence des moyens de protection et de leur efficacité.

Remarque : Si un élément mobile est à l'arrêt dans un mode de fonctionnement, il y a lieu de griser la case considérée.

**Tableau 1.5 – Synthèse entre les moyens actifs et les éléments mobiles permettant d'analyser l'inaccessibilité à ceux-ci**

Exemple* : centre d'usinage					
Modes de fonctionnement	Moyens de protection actifs	Liste des éléments mobiles			
		Moteur d'entraînement de l'outil	Outil	Table d'alimentation	Équipement d'évacuation
Automatique	Protecteur fixe	Présent sur tous les côtés et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.	Absent sur tous les côtés	Présent sauf sur le côté opérateur et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.	Présent sauf sur le côté opérateur et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.
	Barrage immatériel	SO**	Présent sur le côté opérateur et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.	Présent sur le côté opérateur et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.	Présent sur le côté opérateur et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.
Réglage	Protecteur fixe	Présent sur tous les côtés et correctement dimensionné et positionné pour interdire l'accès.	Absent sur tous les côtés	SO	SO
	Commande à action maintenue	SO	SO	Présent	Présent

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* SO : sans objet (voir plus haut).

Remarque : Certains moyens de protection (commande bimanuelle, commande à action maintenue...) permettent de protéger seulement l'opérateur. Ils doivent être associés à d'autres mesures si des tierces personnes peuvent être présentes.

## Analyse du tableau 1.5 et conclusion de l'exemple

- ▶ Pour le moteur d'entraînement de l'outil, les protecteurs fixes dans les deux modes de fonctionnement assurent à eux seuls une inaccessibilité aux éléments mobiles. Il n'y a pas de risque.
- ▶ Pour l'outil, le moyen de protection barrage immatériel assure l'inaccessibilité aux éléments mobiles que du côté de l'opérateur. L'accès à l'outil est possible par les autres côtés. Il existe donc un risque lié aux pièces en mouvement. De plus, il y a lieu de prendre en compte le document ED 6122 [2] pour porter un jugement sur l'efficacité du barrage immatériel.
- ▶ Pour la table d'alimentation et l'équipement d'évacuation, les protections en mode automatique sont complémentaires et assurent l'inaccessibilité aux éléments mobiles. En mode réglage, la commande est réalisée par une commande à action maintenue qui ne protège que l'opérateur.

### Bibliographie

[1] Sécurité des machines. Modes de fonctionnement protections neutralisées. ED 6129, INRS

[2] Sécurité des équipements de travail. Prévention des risques mécaniques. ED 6122, INRS

## Risques liés aux énergies

Niveau XX

2.1

### Quelles sont les sources d'énergie utilisées par la machine ?

Informations à recueillir :

#### → Les sources d'énergie utilisées

- ▶ Les sources d'énergie à prendre en compte sont celles qui contribuent à la réalisation du procédé de fabrication ou de transformation de matières premières en produits finis ou semi-finis. Les plus courantes sont les énergies électrique, pneumatique, hydraulique et thermique<sup>8</sup>. Certaines énergies peuvent être produites à partir d'autres sources d'énergie, comme l'énergie hydraulique produite à partir d'une pompe dont le moteur est alimenté en électricité.
- ▶ Certaines machines peuvent mettre en œuvre des sources de rayonnements ionisants (sondes de niveau, par exemple).
- ▶ Si la machine est alimentée en énergie électrique, cette dernière peut être à l'origine de plusieurs risques : risques d'électrification, d'électrocution, risques de brûlure mais également risques provoqués par les rayonnements électromagnétiques (par exemple, pinces à souder), optiques (par exemple, laser) et dans certains cas ionisants (par exemple, source rayons X).
- ▶ Les énergies pneumatique et hydraulique peuvent présenter des risques de chocs et de perforation. L'énergie pneumatique, quant à elle, peut également être à l'origine d'un risque lié au bruit des échappements.
- ▶ L'énergie thermique est à l'origine de risques de brûlure par contact ou projections.

<sup>8</sup> L'énergie mécanique, sous toutes ses formes, n'est pas traitée dans la présente fiche.

2.2

## Quelles sont les caractéristiques des sources d'énergie ?

Informations à recueillir :

### → Les caractéristiques des sources d'énergie concernant :

- l'énergie électrique : la tension, la nature du courant (continu ou alternatif) (voir annexe 1),
- l'énergie pneumatique : la pression,
- l'énergie hydraulique : la nature (eau, huile...), la pression (voir annexe 2),
- l'énergie thermique : la nature (fluide caloporteur, vapeur, eau surchauffée...), température, pression.

Pour les autres types d'énergie (par exemple, le laser, les sources ionisantes...), il est conseillé de se rapprocher d'un spécialiste.

2.3

## Où se situent, dans l'environnement de travail de l'opérateur, les énergies utilisées par la machine ?

Informations à recueillir :

### → Le repérage géographique des zones où l'opérateur peut être potentiellement exposé aux effets des sources d'énergie

Pour réaliser le zonage sous forme d'un plan, il y a lieu de repérer :

- 1/ les sources (par exemple, l'armoire électrique, alimentation pneumatique de la machine)
- 2/ l'appareil d'utilisation ou l'effecteur (par exemple, le moteur avec son outil, le vérin avec son outil)
- 3/ les liaisons entre les sources et l'effecteur (par exemple, les câbles, les flexibles).

Les opérateurs de production sont soumis à des risques si l'installation n'est pas réalisée selon les règles de l'art ou en cas de dégradation d'un de ces éléments.

Par exemple, une dégradation des isolants sur les câbles électriques, d'origine thermique, mécanique ou chimique, donne accès à des pièces nues sous tension (nommée « partie active du câble »). La détection du défaut est visuelle.

Pour les flexibles pneumatiques ou hydrauliques, leur dégradation peut être à l'origine de fuites de fluides sous pression. C'est néanmoins l'activité de maintenance qui est la plus susceptible d'exposer l'opérateur aux sources d'énergie. En effet, les opérateurs sont amenés à intervenir directement sur la source, les liaisons ou l'appareil d'utilisation.

## Quels sont les moyens de protection pour les opérateurs de production et de maintenance ?

Informations à recueillir :

### → Les moyens de protection

► **Pour le risque lié à l'électricité** : il est possible de consulter le rapport de vérification des installations électriques. Il est nécessaire de procéder a minima aux investigations suivantes si le rapport a été réalisé antérieurement à une modification et dans tous les cas lors de l'installation d'une machine neuve, et de vérifier que :

- L'ensemble des composants de l'installation (armoire, câbles, moteur...) est adapté à la tension d'alimentation, notamment par lecture des plaques signalétiques.
- La mise à la terre est assurée pour la protection des personnes contre les contacts indirects.
- Dans une armoire, la mise à la terre est réalisée à l'aide d'un conducteur nu, généralement en cuivre ou à l'aide d'un conducteur vert-jaune. Ce conducteur doit être fixé sur la partie métallique de l'armoire.
- Pour les moteurs et autres récepteurs, la mise à la terre est assurée par un conducteur vert-jaune incorporé au câble d'alimentation. Il y a lieu de s'assurer de la présence de ce câble et de sa connexion aux deux extrémités.
- L'indice de protection (IP) du matériel est adapté aux influences externes (eau, poussières, chocs mécaniques). Dans le cas contraire, une dégradation des caractéristiques de l'équipement peut provoquer une situation potentiellement dangereuse pour l'opérateur (voir annexe 1).
- La protection des personnes est assurée contre les contacts directs. L'IP doit être au minimum IP2X. Cela signifie qu'il n'existe aucune ouverture dans l'appareillage qui autorise l'accès à une pièce nue sous tension. Les ouvertures ne doivent pas excéder un diamètre de 12,5 mm maximum (diamètre normé du doigt).
- La nature des câbles est adaptée aux chocs mécaniques, aux températures et aux produits chimiques.

► **Pour le risque lié aux énergies pneumatique et hydraulique** :

- Le dimensionnement des tuyauteries doit être correct pour résister à la pression du fluide. Pour les circuits pneumatiques entre 4 et 6 bars, lors d'une première approche, la question ne se pose pas. Pour des pressions supérieures, et quel que soit le fluide, il faut s'assurer de l'adéquation entre la pression nominale de la tuyauterie et la pression du fluide. En ce qui concerne les flexibles, des informations sur la pression nominale se trouvent sur le flexible lui-même (marquage) ou dans sa documentation technique.
- Une disposition existe pour éviter le coup de fouet en cas de rupture : les flexibles peuvent être attachés, soit entre eux s'ils sont de mêmes caractéristiques, soit avec le bâti de la machine. Le dimensionnement des attaches n'est pas à vérifier dans le cadre de cette détection.
- Pour l'énergie hydraulique, un écran placé entre le flexible et l'opérateur permettra de contenir les projections en cas de défaillance.

► **Pour le risque lié à l'énergie thermique :**

- Pour éviter le risque de brûlure, la protection des opérateurs sera réalisée par isolation des parties de la machine portées à température ou, à défaut, l'opérateur sera équipé d'EPI adaptés. Des informations sont données dans la fiche 4.
- Une disposition existe pour éviter le coup de fouet en cas de rupture : les flexibles sous pression peuvent être attachés, soit entre eux s'ils sont de mêmes caractéristiques, soit avec le bâti de la machine. Le dimensionnement des attaches n'est pas à vérifier dans le cadre de cette détection.
- L'existence d'un écran placé entre le flexible sous pression et l'opérateur afin de contenir les projections en cas de défaillance.

► **Pour chacune des énergies [1] :**

- La présence d'un dispositif de séparation entre la source et la machine permettant la protection des personnes lors des interventions (par exemple, sectionneur, vanne, raccord rapide pour faible puissance...). Ce dispositif doit être facilement accessible. Il doit permettre de consigner tout ou partie de la machine et être verrouillable (par exemple, mise en place d'un cadenas) si la reconnexion présente un risque.
- Si des énergies peuvent être emmagasinées, elles doivent pouvoir être neutralisées ou dissipées. Elles peuvent être présentes :
  - en électricité, dans un condensateur ou des batteries,
  - en pneumatique, dans un réservoir, des canalisations rigides ou flexibles,
  - en hydraulique, dans un accumulateur.

**Tableau 2.1 – Énergie électrique – Sources**

Exemple* : énergie électrique							
Énergie	Caractéristiques des sources			Moyens de protection			
	Nature de la source	Nature de l'énergie	Tension Pression Température	Dispositif de séparation		Possibilité de stockage	Moyens de dissipation
				Nature	Verrouillable		
Électrique	Réseau usine	Courant alternatif	400 V	Sectionneur	oui	oui (condensateur)	non

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

**Tableau 2.2 – Énergie électrique – Composants**

Exemple* : énergie électrique			
Composant	Tension nominale (V)	Mise à la terre	IP2X minimum
Moteur	400	oui	oui
Disjoncteur	400	SO**	non mais placé dans une armoire
Armoire	1000	oui	oui
Câble	750	SO	oui

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* SO : sans objet

*Remarque* : en cas de possibilité de stockage, la réponse « non » aux moyens de dissipation entraîne la mise en œuvre de procédures particulières.

### Conclusion de l'exemple relatif à l'énergie électrique

Du fait de l'absence de dissipation de l'énergie dans les condensateurs électriques, un risque de choc électrique est présent pour toute intervention sur ces éléments. Il y a lieu de prévoir une procédure d'intervention pour décharger les condensateurs (une mise à la terre et une mise en court-circuit à travers une résistance de décharge).

Concernant les composants, il n'y a pas de remarque particulière compte tenu que :

- leur tension nominale est en adéquation avec la tension du réseau,
- la mise à terre, si nécessaire, est réalisée,
- les composants possèdent un indice de protection assurant la protection des personnes contre les risques de contacts directs.

Tableau 2.3 – Énergies fluidiques – Sources

Exemple* : énergies fluidiques							
Énergie	Caractéristiques des sources			Moyens de protection			
	Nature de la source	Nature de l'énergie	Tension Pression Température	Dispositif de séparation		Possibilité de stockage	Moyens de dissipation
				Nature	Verrouillable		
Pneumatique	Réseau usine	Air comprimé	5 bars	Raccord rapide	oui	non	SO**
Pneumatique	Réservoir	Air comprimé	5 bars	Vanne	oui	oui (réservoir de 200 l)	Vanne de mise à l'air libre
Hydraulique	Pompe dédiée	Huile	250 bars	Vanne	oui	non	SO
Thermique	Centrale dédiée	Fluide caloporteur	10 bars/200 °C	Vanne	oui	non	SO

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* SO : sans objet

Tableau 2.4 – Énergies fluidiques – Composants

Exemple* : énergies fluidiques				
Type de liaison	Nature du fluide	Pression nominale/ température	Protection coup de fouet	Protection si projections
Flexible	Pneumatique	10 bars	oui	SO**
Flexible	Hydraulique	80 bars	non	non
Canalisation	Caloporteur	20 bars/400 °C	SO	SO

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* SO : sans objet

## Conclusion de l'exemple relatif aux énergies fluidiques

Les sources d'énergies fluidiques ne présentent pas de risque particulier.

Les flexibles du circuit hydraulique ne sont pas protégés contre le risque de coup de fouet en cas de rupture, ni contre le risque de projections de fluide (absence d'écran). Pour l'opérateur, il y a un risque de choc mécanique.

*Remarque* : Pour toutes les interventions de courtes et longues durées, il y a lieu de s'assurer du maintien sûr à l'arrêt de la machine. Pour cela, des dispositifs et procédures formalisées doivent exister dans l'entreprise.

### **Bibliographie**

[1] *Consignations et déconsignations. ED 6109, INRS*

FICHE  
**3**

## Risques liés à la chute d'une pièce par gravité

Niveau XX

- 3.1** La machine et ses équipements comprennent-ils au moins une pièce animée d'un mouvement vertical ou oblique ? Si oui, quelles sont les caractéristiques de la pièce et du mouvement ?

Informations à recueillir :

→ **Les pièces animées d'un mouvement vertical ou oblique**

► Pour dresser la liste des pièces, il y a lieu de s'adresser à l'opérateur et d'observer sur le terrain la machine.

► Les caractéristiques des pièces et de leur mouvement, notamment :

- la masse,
- la forme : une forme pointue peut présenter une pression de contact pièce-opérateur importante,
- la course totale de la pièce entre ses deux points extrêmes.

Pour les caractéristiques des pièces, il y a lieu de consulter la notice d'instructions.

**Tableau 3.1 – Caractéristiques des pièces et des mouvements**

Exemple* : presse verticale				
Pièces animées	Caractéristiques de la pièce et de son mouvement			
	Masse en kg	Forme	Type du mouvement	Course en mm
Pièce animée n°1	350	-	Vertical	300
Pièce animée n°2	15	Arêtes vives	Oblique	700

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

## 3.2

## Est-il possible pour l'opérateur d'exposer une partie de son corps sous une pièce ? Lors de quelles activités ?

Informations à recueillir :

### → Activité de l'opérateur

La connaissance de l'activité de l'opérateur est nécessaire pour savoir s'il expose une partie de son corps sous une pièce animée ou pouvant l'être à tout moment. Il s'agit aussi bien de l'opérateur de production que de celui en charge du réglage et de la maintenance. Cette dernière activité est particulièrement concernée, car même si la machine est à l'arrêt, le risque de déplacement de la pièce subsiste.

Pour connaître l'activité de l'opérateur, des échanges avec ce dernier et l'observation de son activité sont recommandés.

**Tableau 3.2 – Exposition de l'opérateur**

Exemple* : presse verticale		
Liste des activités	Pièces animées d'un mouvement	
	Pièce animée n°1	Pièce animée n°2
Activité de production : enlever le produit fabriqué	oui	non
Activité de maintenance : graissage des glissières	oui	non
Activité de réglage	oui	oui

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

Dans la suite de la détection, seules les réponses « oui » du tableau sont prises en compte.

## 3.3

## Quels sont les dispositifs en place pour immobiliser la pièce ?

Informations à recueillir :

→ **La liste des équipements qui assurent le mouvement de la pièce (actionneur) avec leurs caractéristiques ainsi que leur dispositif associé pour le maintien des charges en position**

Les caractéristiques concernent :

- le type d'actionneur,
- les sources d'alimentation du mouvement,
- le comportement sur une défaillance de l'alimentation de l'actionneur,
- les types de dispositifs pour maintien en position de la pièce (frein moteur, clapet piloté, béquilles...), mode de fonctionnement et comportement sur défaillance prévisible.

**Tableau 3.3 – Dispositifs d'immobilisation**

Exemple* : presse verticale					
Pièces animées d'un mouvement	Équipements et leurs caractéristiques				
	Type d'actionneur	Alimentation actionneur	Si défaillance d'alimentation, la pièce est-elle entraînée ?	Type de dispositif de maintien en position	Commande du dispositif de maintien en position
Pièce animée n° 1 – Opération de production	Moteur avec chaîne d'entraînement	Électrique	oui	Frein moteur	Par manque de tension
Pièce animée n° 1 – Opération de maintenance	Démontage du moteur			Béquilles de maintien en position haute	Par opérateur de maintenance
Pièce animée n° 2 – Opération de réglage	Vérin	Pneumatique	oui	Clapet piloté monté sur le vérin associé à un distributeur centre fermé	Par manque de pression

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

### Conclusion de l'exemple

Il y a un risque de chute par gravité de la pièce animée n°1 en cas de défaillance de la chaîne d'entraînement, le frein moteur ne prenant pas en compte ce type de défaillance.

Pour le démontage de la pièce animée n°1, la sécurité de l'opérateur est assurée par la présence de béquilles.

En revanche, il n'y a pas de risque de chute par gravité de la pièce animée n°2 du fait de la présence d'un clapet piloté monté sur le corps du vérin.

## Risques liés à la présence de surfaces chaudes ou froides de la machine

Niveau XX

4.1

### La machine présente-t-elle des surfaces chaudes ou froides nécessaires au processus de fabrication du produit ?

Informations à recueillir :

#### → La nature des surfaces chaudes ou froides

► Les surfaces chaudes [1] de la machine sont essentiellement constituées d'éléments nécessaires à la transformation de la matière. Il peut s'agir d'éléments chauffants, d'outillage porté à température (moules de presse à injecter le caoutchouc...). Les seules surfaces chaudes à prendre en compte sont celles dont la température de surface excède 67 °C.

► Elles peuvent aussi être constituées d'éléments qui servent à transporter les fluides portés à température comme des canalisations de fluides caloporteurs, de gaz d'échappement... Concernant ces fluides caloporteurs, il s'agit principalement d'huile ou de vapeur d'eau portées à des températures élevées (supérieures en général à 100 °C) et qui ont pour finalité de chauffer des éléments de la machine (moule, tambour...).

► La nature des surfaces portées à température doit être précisée (métal, métal vernis, bois, plastique...) car elle a une influence sur le risque de brûlure par contact (par exemple, pour un contact d'une seconde, il n'y a pas de risque de brûlure sur une surface chaude, lisse, en métal nu (non revêtu), ayant une température inférieure à 64 °C et, pour une surface lisse, chaude, en bois, ayant une température inférieure à 114 °C).

► Les éléments portés à très basse température sont peu fréquents. Ils peuvent se rencontrer quand il est fait usage, par exemple :

- de liquides [2], comme l'azote, l'essence, l'éther de pétrole dont la température est inférieure à 0 °C,
- de matériaux comme l'acier, l'aluminium et la pierre dont le seuil de gelure (ou brûlure cryogénique) est de – 40 °C environ en instantané.

Les informations sur la présence de surfaces chaudes ou froides et leur température sont obtenues dans la notice d'instructions ou par mesurage.

4.2

## Les produits d'approvisionnement, les produits fabriqués et les déchets produits ainsi que les fluides utilisés présentent-ils des températures extrêmes chaudes ou froides ?

Informations à recueillir :

→ **La liste des produits entrants (solides, gaz, gaz liquéfié, liquides...), produits sortants et déchets avec leurs caractéristiques, notamment leurs températures**

Il s'agit d'avoir une connaissance des températures présentant des valeurs extrêmes positivement ou négativement des seuls produits entrants ou sortants :

- ▶ Pour les produits aux températures extrêmes positives
  - Pour certains fluides, par exemple l'eau et les liquides ayant des capacités thermiques et des propriétés d'échanges thermiques similaires, on peut, par approximation, se reporter aux courbes des seuils de brûlure donnés pour un contact avec une surface chaude, lisse, en métal nu. De même, pour certains corps solides, on peut s'appuyer sur les courbes données dans la norme [1].
  - Pour les gaz, qui ne sont pas traités dans la norme [1], on se réfère à la notice d'instructions du constructeur.
- ▶ Pour les produits aux températures extrêmes négatives, autres que les matériaux cités dans la norme, il est possible, à titre informatif, d'utiliser les données de la norme, mais en dernier lieu, il y a lieu de se référer à la notice d'instructions du constructeur.

4.3

## L'opérateur, de par ses activités, est-il exposé (ou en contact) avec ces surfaces, ces produits ou fluides ?

Informations à recueillir :

→ **Activité de l'opérateur**

- ▶ La connaissance de l'activité de l'opérateur est nécessaire pour savoir s'il expose une partie de son corps à une surface chaude ou froide. Il s'agit aussi bien de l'opérateur de production que de celui en charge du réglage et de la maintenance.
- ▶ Pour connaître l'activité de l'opérateur, on procède à une observation de l'activité réelle, en particulier pour pouvoir évaluer le temps de contact, complétée par un dialogue avec l'opérateur.

4.4

## Si oui, l'opérateur dispose-t-il d'équipements de protection individuelle (EPI) adaptés ?

Informations à recueillir :

### → Les EPI à disposition et leurs caractéristiques

► Les dispositions générales relatives à la conception et à l'utilisation des EPI sont définies par le Code du travail. Les références des articles concernés figurent dans la brochure ED 6077 [3].

► Pour tous les contacts volontaires ou involontaires avec des surfaces chaudes, se référer à la norme NF EN ISO 13732-1.

Tableau 4.1 – Synthèse des données pour la détection des risques de brûlure

Exemple* : machine à mouler							
	Machine ou produits	Nature	Température en °C	Activités	Caractéristiques des activités		EPI à disposition
					Surface concernée	Temps de contact	
Surfaces	Moule	Métal	80	Production : enlever le produit fabriqué	Moule Pièce fabriquée	1 s 2 s	Gants de protection thermique
	Canalisation fluide caloporteur de maintenance	Métal peint	120	Maintenance : changement du moule	Moule Canalisation fluide caloporteur	1 h 1 h	Gants de protection thermique
Produits**	Pièces fabriquées	Caoutchouc	60	Réglage	Moule	10 s	Pas d'EPI à disposition

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* Concerne les produits entrants, fabriqués ou les déchets.

## Conclusion de l'exemple

Pour chaque surface de contact, il s'agit de positionner la température et le temps de contact sur un abaque correspondant à la nature de la surface de contact. Les abaques se trouvent dans les normes précitées. Ce positionnement permet de déterminer s'il y a un risque de brûlure ou pas.

Dans cet exemple, la lecture des abaques permet de déterminer que :

- Pour le moule, il y a un risque de brûlure. Le port des gants isolants est nécessaire.
- Pour la canalisation, il y a un risque de brûlure. Le calorifugeage est une solution à privilégier. À défaut, le port des gants isolants est à préconiser.
- Pour les pièces fabriquées en caoutchouc à une température de 60 °C, avec un temps de contact de 10 secondes, en l'absence d'indication de seuil de brûlure pour ce matériau dans la norme, il est conseillé de porter des gants ou de se référer à la notice d'instructions du constructeur pour vérifier que le port de gants n'est pas nécessaire.

Les gants de protection contre les risques thermiques (chaleur ou feu) et ceux contre le froid s'identifient avec un marquage normatif [4] [5].

### Bibliographie

- [1] Norme NF EN ISO 13732-1 : Ergonomie des ambiances thermiques. Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 1 : surfaces chaudes
- [2] Norme NF EN ISO 13732-3 : Ergonomie des ambiances thermiques. Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 3 : surfaces froides
- [3] Les équipements de protection individuelle (EPI). Règles d'utilisation. INRS, ED 6077
- [4] Norme NF EN 407 : Gants de protection contre les risques thermiques (chaleur et/ou feu)
- [5] Norme NF EN 511 : Gants de protection contre le froid



## Risques liés aux manutentions manuelles

Niveau X

### 5.1 Quelles sont les tâches de l'opérateur sur la machine ?

Informations à recueillir :

→ **Les tâches réalisées sur la machine**

→ **Les modes de fonctionnement de la machine ont un impact sur les opérations de manutention :**

- ▶ En mode automatique, l'opérateur a essentiellement une activité d'observation n'excluant pas des activités de manutention, par exemple pour l'alimentation ou l'évacuation en produits de la machine.
- ▶ En mode manuel, l'opérateur réalise, par exemple, à chaque cycle le chargement-déchargement de la machine car son alimentation ne dépend d'aucune autre machine.
- ▶ En mode réglage, l'opérateur peut être amené à réaliser des manutentions comme le changement d'outils.

Pour dresser la liste des différents modes de fonctionnement, s'adresser à l'opérateur ou consulter la notice d'instructions, puis vérifier les informations recueillies sur le pupitre de commande.

L'activité de maintenance nécessite d'analyser spécifiquement les manutentions associées.

### 5.2 Y a-t-il nécessité de réaliser des manutentions manuelles lors de ces tâches ?

Informations à recueillir :

→ **Le besoin de manutentions manuelles pour chaque tâche**

On entend par « manutention » le fait de porter, déplacer, pousser et tirer une charge. Pour déterminer si une manutention manuelle est nécessaire, il y a lieu d'observer l'activité réelle, de consulter la notice d'instructions de la machine et tout document tels que les fiches de poste.

**Exemple :** Dans un secteur industriel, un opérateur est en poste à la sortie d'une machine alimentée automatiquement. Il est amené à soulever un colis qu'il positionne dans un conteneur d'expédition à une fréquence de 2 fois/min, pendant 8 h/j.

Les conditions de l'activité sont les suivantes :

- le colis pèse 10 kg,
- la distance entre la machine et le conteneur est de 8 m,
- le colis est pris par l'opérateur à une hauteur de 1,30 m,
- le colis est déposé à une hauteur de 0,60 m,
- la profondeur de dépose est de 0,60 m,
- l'opérateur travaille dans un milieu bruyant, poussiéreux et très encombré,
- la cadence est imposée par la machine.

**Tableau 5.1 – Manutentions manuelles de l'opérateur**

Exemple* : secteur industriel		
Tâches de l'opérateur	Manutentions manuelles	
	oui	non
Contrôle de l'approvisionnement de la machine	-	Car l'alimentation se fait en mode automatique
Déchargement des colis en sortie de la machine	Car évacuation des colis réalisée par l'opérateur	-

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

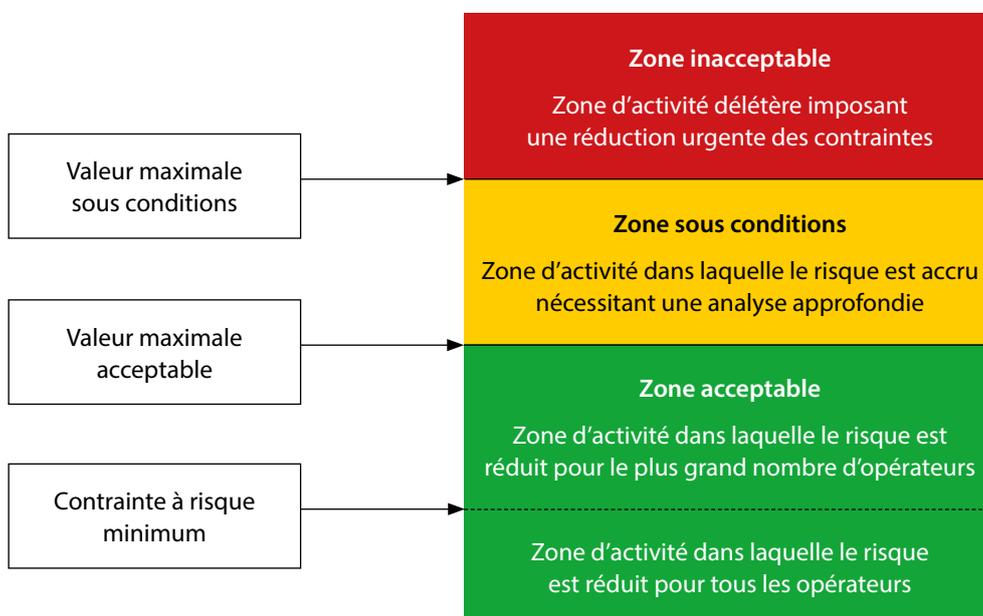
L'analyse est à poursuivre pour la phase de déchargement, pour laquelle il peut y avoir des risques liés aux manutentions manuelles.

### 5.3 Quelles sont les conditions des manutentions manuelles réalisées ?

Informations à recueillir :

#### → L'analyse des conditions de réalisation de chaque manutention

Les caractéristiques des manutentions et des produits manutentionnés sont des éléments à analyser pour évaluer la charge physique de travail liée aux manutentions manuelles [1] entraînant de la fatigue et des douleurs. La norme NF X35-109 [2] donne des valeurs seuils de référence en matière de manutention manuelle selon les trois zones de risque présentées ci-dessous :



#### Zones de risque définies en fonction des différentes valeurs seuils de référence

→ **La zone acceptable (vert)** correspond à des activités de manutention qui tendent à protéger le plus grand nombre d'opérateurs.

La « contrainte à risque minimum » correspond à une activité de manutention qui tend à protéger tous les opérateurs. Dans la pratique de prévention, il convient de se rapprocher du risque minimum.

→ **La zone sous conditions (jaune)** correspond à des activités à risque, nécessitant des moyens particuliers de prévention, qui imposent une analyse approfondie de l'activité réelle de travail ; outre les facteurs organisationnels et techniques, l'évaluation doit prendre en compte les facteurs individuels, tels que l'âge, l'entraînement à la tâche, etc.

→ **La zone inacceptable (rouge)** correspond à des activités exceptionnelles considérées comme délétères qui imposent une réduction urgente des contraintes vers une valeur acceptable.

Les valeurs seuils de référence proposées par la norme concernent notamment :

– la masse d'une charge manipulée (masse unitaire) :

	Valeurs seuils de référence en kg
Valeur maximale sous conditions	25
Valeur maximale acceptable	15
Contrainte à risque minimum	5

– le cumul des charges manipulées (tonnage par unité de temps) :

	Tonnage/heure	Tonnage/8 h
Valeur maximale sous conditions	4	12
Valeur maximale acceptable	2,5	7,5
Contrainte à risque minimum	1	3

À ces valeurs seuils de référence s'applique un coefficient de correction (CC) s'appuyant sur les informations recueillies ci-après et permettant de prendre en considération la situation réelle de travail. Ainsi, la valeur seuil de référence issue de la norme devient une valeur seuil corrigée en fonction de l'analyse des contraintes présentes dans la situation de travail.

Les contraintes liées à la manutention sont listées dans la norme NFX 35-109 et portent sur :

- ▶ Les caractéristiques de la charge : charge unitaire, sa fréquence (nombre de fois d'un même type de manutention /unité de temps) afin de déterminer le tonnage journalier.
- ▶ Les hauteurs de prise et de dépose.
- ▶ La distance de déplacement avec la charge.
- ▶ Les conditions d'exécution (absence de poignées, poignées inadaptées, préhension difficile liée à la forme de la pièce manipulée...).
- ▶ Les caractéristiques de l'environnement :
  - contraintes thermiques (ambiance chaude ou froide),
  - contraintes acoustiques,
  - contraintes lumineuses,
  - vibrations (en particulier lors des opérations de tirer-pousser),
  - poussières,

- sols dégradés,
- encombrement de l'espace de travail pouvant dégrader les conditions de déplacement de l'opérateur.

► Les caractéristiques organisationnelles :

- reprise de manutentions,
- degré de liberté de l'opérateur dans l'organisation de ses manutentions,
- contraintes de temps (cadence imposée).

**Tableau 5.2 – Contraintes et coefficients de correction**

Exemple* : secteur industriel		
Familles de contraintes	Caractéristiques	CC**
Hauteur de prise et de dépose des colis : - le colis est pris par l'opérateur à une hauteur de 1,30 m - le colis est déposé à une hauteur de 0,60 m	entre 0,75 – 1,10 m	1
	entre 0,40 – 0,75 m ou 1,10 – 1,40 m	0,8
	< 0,40 m ou > 1,40 m	0,4
Distance à parcourir avec les colis : - distance entre machine et conteneur = 8 m	≤ 2 m	1
	de 2 m à 5 m	0,8
	de 5 m à 10 m	0,6
	> 10 m	0,2
Autres conditions d'exécution de la tâche : - profondeur de prise = 0,60 m - flexion du tronc	aucun facteur défavorable	1
	un facteur défavorable	0,8
	plusieurs facteurs défavorables	0,7
Conditions d'environnement de la tâche : - environnement bruyant - environnement poussiéreux - sol encombré	aucun facteur défavorable	1
	un facteur défavorable	0,8
	plusieurs facteurs défavorables	0,7
Conditions d'organisation de la tâche : - cadence imposée par la machine	aucun facteur défavorable	1
	un ou plusieurs facteurs défavorables	0,9

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* CC : coefficient de correction.

Le recueil de ces informations peut se faire à partir de l'observation de l'activité, d'entretien(s) avec les personnes concernées, de mesurages (temps, distance, poids...) et d'une analyse de documents tels que les fiches de poste et la notice d'instructions de la machine.

## 5.4

Les manutentions manuelles réalisées  
présentent-elles un risque ?

Informations à recueillir :

→ **Le calcul des valeurs corrigées**

À partir des informations recueillies en § 5.3, un coefficient de correction global est calculé pour la masse unitaire et le tonnage journalier des produits manutentionnés, avec les deux coefficients de correction les plus pénalisants. Les valeurs corrigées obtenues serviront de nouvelles références pour analyser les conditions d'exécution réelles des manutentions manuelles.

► Calcul de la masse unitaire

**Tableau 5.3 — Valeurs seuils de référence et corrigées - Masse unitaire**

Exemple* : secteur industriel		
Valeurs seuils de référence données par la norme NF X 35-109 (en kg)	Coefficient de correction global	Valeurs seuils corrigés
25	0,6 x 0,7 = 0,42	10,5
15		6,3
5		2,1

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

► Calcul du tonnage journalier

Le calcul du tonnage journalier est aussi à prendre en compte. Il se calcule de la façon suivante : masse unitaire x fréquence (nombre/min) x 60 x heures travaillées.

Pour l'activité considérée dans l'exemple, le tonnage journalier est :

10 kg x 2 x 60 x 8 = **9 600 kg, soit 9,6 t.**

**Tableau 5.4 – Valeurs seuils de référence et corrigées - Tonnage journalier**

Exemple* : secteur industriel		
Valeurs seuils de référence données par la norme NF X 35-109 (en t, pour 8 h)	Coefficient de correction global	Valeurs seuils corrigées (en t, pour 8 h)
12	0,6 x 0,7 = 0,42	5,04
7,5		3,15
3		1,26

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

### Conclusion de l'exemple

S'agissant de la masse unitaire (pièce pesant 10 kg), il n'est pas prioritaire d'entamer une action puisque la masse unitaire se situe au-dessous de la valeur maximale sous conditions corrigée (10,5 kg), calculée avec les deux coefficients de correction les plus pénalisants.

S'agissant du tonnage manipulé (9,6 t pour 8 h), il se trouve au-dessus de la valeur maximale sous condition corrigée (5,04 t). Il faut donc réfléchir à la mise en œuvre de moyens de prévention concernant, notamment, la durée d'exposition aux risques liés aux manutentions manuelles.

Lorsque l'opérateur utilise un chariot roulant en sortie de machine (par exemple, utilisation d'un transpalette), il convient de se référer au chapitre relatif aux efforts de tirer-pousser de la norme NF X35-109.

#### Bibliographie

- [1] Méthode d'analyse de la charge physique de travail. ED 6161, INRS
- [2] NF X35-109: Ergonomie – Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer – Méthodologie d'analyse et valeurs seuils



## Risques liés au dimensionnement et à l'implantation du poste de travail

Niveau XX

### 6.1 Le dimensionnement du (ou des) poste(s) de travail et l'implantation des organes de service associés permettent-ils à l'opérateur de travailler dans des postures adaptées ?

Informations à recueillir :

- La description des postes de travail et organes de service associés
- Le relevé des dimensions des postes de travail

Par poste de travail, on entend « zone où l'opérateur intervient et toutes les parties de la machine avec lesquelles il est amené à interagir telles que les pupitres de commande ». La prise en compte du dimensionnement [1] [2] du poste concerne les dimensions telles que hauteur, largeur, profondeur et inclinaison. Elles permettent :

- de détecter si la posture au poste de travail est adaptée à l'opérateur (assis, assis/debout, debout),
- de s'assurer que les zones d'atteinte des membres supérieurs sont adaptées (pour atteindre, par exemple, les organes de service).

L'aménagement des postes de travail doit chercher à éviter les postures statiques et prolongées et les postures contraignantes (flexion, inclinaison, rotation du tronc, allongé au sol, bras au-dessus du cœur...). Certaines postures peuvent être à l'origine de TMS.

Les activités de maintenance sont souvent à l'origine de postures contraignantes.

Le recueil de ces informations peut se faire à partir de l'observation de l'activité, d'entretien(s) avec les personnes concernées, de mesurages (hauteur, largeur, profondeur...) et d'une analyse de documents tels que les fiches de poste et la notice d'instructions de la machine.

### 6.2 L'implantation du (ou des) poste(s) de travail par rapport à la machine permet-elle à l'opérateur d'avoir une vision adaptée sur sa zone de travail ?

Informations à recueillir :

- La localisation des postes de travail et des organes de service associés

L'implantation du poste de travail par rapport à la machine doit permettre à l'opérateur, depuis son emplacement, une vision adaptée :

- sur sa zone de travail,
- sur les mouvements de la machine commandés depuis le poste pour détecter la présence d'autres opérateurs,
- dans la zone de travail, pour s'assurer de l'absence de risques.

L'emplacement des organes de service (commandes) est lié aux types de commandes (fixe, mobile ou sans fil). Dans le cas d'une commande mobile ou sans fil, une perte de vision sur la zone de travail peut survenir.

### 6.3 L'implantation des organes de service favorise-t-elle l'interface homme-machine ?

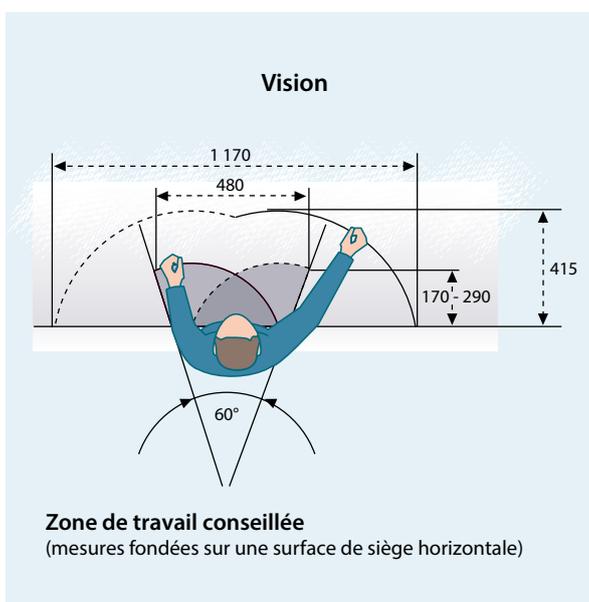
Informations à recueillir :

#### → Les caractéristiques des organes de service et de commande

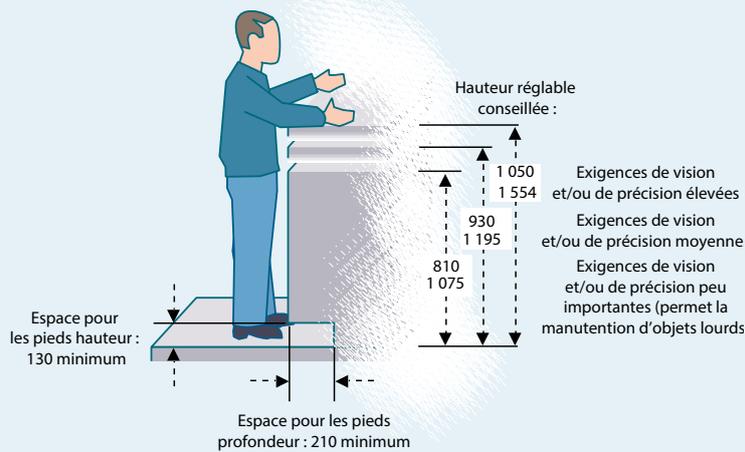
Le type, le positionnement et l'identification des organes de service doivent permettre à l'opérateur de comprendre, aisément ou de manière intuitive, le fonctionnement de sa machine et d'interagir en conséquence afin d'éviter une charge mentale importante et la réalisation de commandes intempestives.

Le recueil des informations se fait en observant les organes de service sur le pupitre et par la lecture de la notice d'instructions.

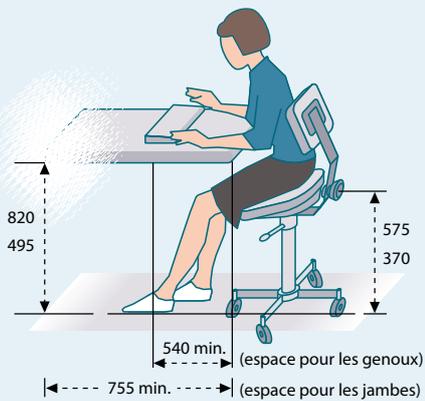
Des repères pour évaluer le dimensionnement du poste de travail sont proposés dans le document ED 79 [3].



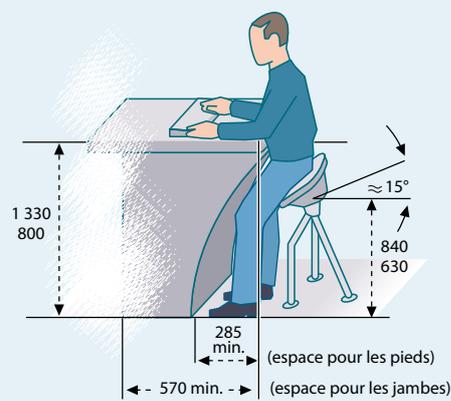
### Position debout



### Position assise réglable



### Position debout-assis réglable



Pour aller plus loin dans l'analyse, dans le repérage et l'évaluation des risques liés au dimensionnement ou dans la conception d'un nouveau poste de travail, l'accompagnement par un spécialiste en ergonomie s'avère le plus souvent nécessaire.

### Bibliographie

- [1] Norme NF EN ISO 14 738 : Sécurité des machines – Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines
- [2] NF X35-109 : Ergonomie – Manutention manuelle de charge pour soulever, déplacer et pousser/tirer – Méthodologie d'analyse et valeurs seuils
- [3] Conception et aménagement des postes de travail. ED 79, INRS

# FICHE 7

## Risques liés aux déplacements et à la coactivité<sup>9</sup>

Niveau X

### 7.1 L'implantation de la machine dans l'atelier permet-elle d'y accéder aisément ?

Informations à recueillir :

#### → Le plan d'implantation

Il s'agit d'obtenir ou de réaliser un plan d'implantation de la machine dans son milieu. Ce plan comprend les autres équipements implantés à proximité de la machine, les distances entre équipements, les allées de circulation et leur dimensionnement. Il permet d'analyser l'espace dont dispose l'opérateur pour accéder à la machine et se déplacer autour ainsi que l'espace dont les tiers ont besoin pour circuler ou passer à proximité de la machine en sécurité.

Ces informations vont permettre de détecter notamment les risques de heurts avec une partie quelconque du corps, de glissades et autres perturbations du mouvement [1] au travail du fait, par exemple, d'une largeur insuffisante des passages, de la présence de pièces hors gabarit...

À titre indicatif, quelques repères concernant les largeurs de circulation à respecter sont présentés ci-après :

	Circulation à sens unique (mm) [2]	Circulation à double sens (mm)
Opérateur seul	900	1500
Opérateur utilisant un engin de manutention ou un engin pour la maintenance de la machine	Largeur maximale de l'engin avec charge + 1000	Largeur maximale des deux engins avec charge + 1400
Personne en fauteuil roulant	1400	1600 [3]

<sup>9</sup> Généralement, la coactivité désigne le fait de faire intervenir des travailleurs d'une entreprise extérieure pour exécuter ou participer à l'exécution d'une opération, quelle que soit sa nature, dans un établissement d'une entreprise dite utilisatrice, y compris dans ses dépendances ou chantiers (décret 92-158 du 20 février 1992). Les risques liés à cette coactivité sont transcrits dans le plan de prévention.

Par extension, pour les risques liés à l'utilisation d'une machine, la coactivité peut être caractérisée par des situations présentant des activités simultanées réalisées par différents opérateurs œuvrant dans le périmètre de la machine.

## 7.2

## L'accès et le déplacement autour des différentes parties de la machine et de son poste de travail se fait-il de plain-pied ou par des moyens d'accès ?

Informations à recueillir :

### → Le plan d'ensemble des accès à la machine

► L'accès à une machine peut se faire :

– de plain-pied. Dans ce cas, l'attention portera sur l'état, la nature et l'encombrement au sol, ainsi que sur des paramètres comme la luminosité.

À titre indicatif, quelques largeurs à respecter sont présentées ci-après :

	Largeur des accès recommandée en mm
Largeur d'un passage habituel, soit entre machines ou éléments d'installation, soit pour l'accès au poste de travail	800 (distance réglementaire), 1 000 pour un poste assis, jusqu'à 1 500 selon la posture (agenouillé) [4]
Largeur d'un accès pour intervention occasionnelle (dépannage – maintenance)	600 minimum [5]
Largeur d'un accès entre palettes ou conteneurs déposés au sol à proximité du poste de travail (pour accès occasionnel sur une distance de moins de 2 m)	500 minimum
Espace nécessaire devant le poste de travail si l'opérateur tourne le dos à une allée où circulent des engins motorisés	1 500

– par des moyens d'accès sécurisés (passerelles, escaliers, échafaudages, nacelles, échelles...). Il s'agit alors de vérifier le dimensionnement de ces moyens d'accès et leur adéquation avec l'activité de l'opérateur.

► Observation des usages

Il s'agit de repérer par l'observation les utilisations de l'espace par les opérateurs et tiers, et de comparer ces utilisations au dimensionnement prévu. Il y a lieu d'apporter une attention particulière au stockage de matériel ou matières à proximité du poste qui ne doivent pas réduire l'espace de travail.

## 7.3

## L'utilisation de la machine nécessite-t-elle plusieurs opérateurs ?

Informations à recueillir :

→ **Le descriptif de l'activité avec le nombre de personnes concernées**

→ **Le descriptif de l'organisation de l'activité**

Il s'agit de s'assurer que les opérateurs, qui réalisent leurs propres tâches dans tous les modes de fonctionnement, n'interfèrent pas avec d'autres opérateurs, soit directement, soit par la mise en marche ou arrêt de la machine et, en particulier, lorsqu'un même mouvement peut être commandé de plusieurs endroits différents. L'organisation mise en place doit contribuer à éviter des risques liés à la coactivité. Elle peut être à l'origine d'un risque de heurt avec une partie de la machine évaluée, une autre machine ou avec un autre opérateur.

La coordination des activités des opérateurs est indispensable, en particulier lors des opérations de démarrage (mise en fonctionnement), d'interventions suite à des dysfonctionnements et lors des opérations de maintenance.

**Tableau 7.1 – Accès de plain-pied à la machine**

Exemple* : accès de plain-pied à la machine						
Type d'espace	Dimensionnement	Usage	Adéquation à l'usage	Nature du sol	Encombrement de l'accès	Autres paramètres : éclairage
Une allée de circulation	900 mm	Pour piéton et engins - fréquent	non	Résine	non	insuffisant
Une allée de circulation	900 mm	Pour piéton et tiers - fréquent	oui	Métal déployé	non	suffisant
Passage	600 mm	Opérateurs de maintenance - occasionnel	oui	Métal déployé	oui	insuffisant

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

### Conclusion de l'exemple relatif à l'accès de plain-pied

Dans l'exemple, des risques de trébuchements, de heurts, de glissades et autres perturbations du mouvement au travail sont repérés du fait d'un dimensionnement inadapté, de l'encombrement des circulations ou d'un manque d'éclairage.

**Tableau 7.2 – Accès en hauteur**

Exemple* : accès en hauteur à la machine				
Type de moyen d'accès	Usage	Dimensionnement	Adéquation à l'activité de l'opérateur	Conformité à la norme de conception du produit
Échelle mobile	Accès plateforme de travail	3 m	non (cela devrait être une installation fixe et, de préférence, un escalier)	oui
Échelle fixe avec crinoline	Accès plateforme du point de maintenance	5 m	oui	oui

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

### Conclusion de l'exemple relatif à l'accès en hauteur

Dans l'exemple, la non adéquation entre l'usage prévu et l'activité de l'opérateur pointe un risque de chute de hauteur.

Remarque : d'une façon générale, une non conformité des moyens d'accès aux normes de la série NF EN ISO 14122 [5] est source de risque potentiel.

#### Bibliographie

- [1] Les heurts, glissades et autres perturbations du mouvement au travail. ED 140, INRS
- [2] Conception des lieux et des situations de travail – Santé et sécurité : démarche, méthodes et connaissances techniques. ED 950, INRS
- [3] Annexe 8 de la circulaire interministérielle n°DGUHC 2007-53 du 30/11/07
- [4] NF EN ISO 14 738 : Sécurité des machines – Prescriptions anthropométriques relatives à la conception des postes de travail sur les machines
- [5] NF EN ISO 14122 : Parties 1 à 4 : Sécurité des machines – Moyens d'accès permanents aux machines



## Risques liés aux produits chimiques

Niveau XXX

### 8.1 Quels sont les produits nécessaires au fonctionnement de la machine et à la fabrication du produit ?

Informations à recueillir :

#### → La liste de tous les produits chimiques

Par produit, on entend les acides mais également les huiles de coupe, les huiles des circuits hydrauliques, les produits pétroliers, les carburants, les solvants, les dégraissants, les colles, les mastics, les peintures, les résines, les nettoyants, les encres... Il est important de les identifier pour les activités de production, y compris de nettoyage, démoulage... et les activités de maintenance.

#### → Les caractéristiques intrinsèques des produits

Les dangers des produits sont indiqués sur l'étiquette du produit et d'autres caractéristiques sont données dans la fiche de données de sécurité (FDS) communiquée par le fournisseur. Pour caractériser le niveau de risque, une première approche peut être adoptée, basée sur la présence de pictogrammes de danger. Cette approche ne constitue qu'un premier niveau qu'il faudra compléter par une démarche plus approfondie, comme celle figurant dans le logiciel Seirich<sup>10</sup> (niveau 1 d'utilisation).

Il faut prendre en compte l'état physique du produit (liquide, gaz, poudre...) et ses effets selon les voies d'exposition possibles (contact cutané, inhalation, ingestion) sans oublier les risques d'incendie ou d'explosion.

Certains produits (alimentaires, médicaments, cosmétiques...) ne font pas l'objet d'un étiquetage orienté sur la sécurité et la santé des personnes. Les informations sont alors plus difficilement disponibles, et il y a lieu de se rapprocher d'un spécialiste.

<sup>10</sup> Seirich : Système d'évaluation et d'information sur le risque chimique

8.2

## Quels sont les produits émis lors des opérations de production et de maintenance ?

Informations à recueillir :

### → Les informations sur le process et les modes opératoires de maintenance

Au cours du process, la machine peut émettre des matières et substances dangereuses comme des poussières (par exemple, des poussières de bois), des fumées, des brouillards, des gaz, dont certaines peuvent être CMR (cancérogènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction). Indépendamment des modes d'alimentation en matières premières ou d'évacuation des produits finis ou déchets de la machine (manuellement par bidons ou mécaniquement par tapis, canalisations...), l'opérateur peut se trouver exposé à ces émissions.

Les informations sur le process et les modes opératoires (dont la maintenance) se trouvent dans la notice d'instructions et les procédures de l'entreprise.

### → Les informations sur les émissions et les déchets (nature et dangers)

Pour identifier les émissions, le logiciel Seirich pourra être utilisé. Une liste d'agents chimiques émis y est disponible. Elle est structurée par grandes familles de situations potentiellement dangereuses. En complément, il pourra être fait appel à un expert.

8.3

## À quel moment une personne peut-elle être exposée aux produits utilisés ou émis lors du process ?

Informations à recueillir :

### → Les observations des activités de l'opérateur

Il s'agit de prendre en compte toutes les opérations de production, de nettoyage et de maintenance.

### → La présence d'autres personnes dans l'environnement de la machine

Les produits émis peuvent aussi avoir un impact sur les autres personnes situées dans l'environnement proche de la machine.

8.4

## Quels sont les moyens de protection collective en place sur ou dans l'environnement de la machine ?

Informations à recueillir :

### → Les caractéristiques des moyens de protection collective

Le captage à la source des produits chimiques sous différentes formes (gaz, poussières, fumées...), s'il est correctement conçu et dimensionné, constitue la protection collective la plus efficace. Une ventilation générale vient compléter ce dispositif. Leur maintenance régulière garantit leur efficacité dans le temps.

Il y aura lieu de s'intéresser en particulier au débit exprimé en m<sup>3</sup>/h, aux vitesses d'air de captage et à la quantité de produits à évacuer. Les mesures de débit et de vitesse d'air sont réalisées, lors de l'installation de l'équipement, par un installateur. Ces mesures servent de référence et sont inscrites dans le dossier d'installation [1].

Les informations sur le débit d'aspiration nécessaire à la machine ainsi que la perte de charge provoquée par le dispositif d'aspiration de la machine sont données dans la notice d'instructions. Enfin, pour porter un jugement sur l'efficacité de l'extraction, il faudra faire appel à un spécialiste.

8.5

## Quels sont les équipements de protection individuelle (EPI) à disposition et utilisés par l'opérateur ?

Informations à recueillir :

### → Le type et les caractéristiques des EPI mis à disposition

Les EPI les plus utilisés sont les gants, les écrans faciaux et les masques [2]. Les EPI ne sont efficaces que s'ils sont adaptés à la situation, aux produits et à la personne, et correctement portés par l'opérateur ayant suivi une formation pour les utiliser.

Leur entretien régulier garantit leur niveau de protection dans le temps.

Tableau 8.1 – Synthèse des données pour la détection du risque chimique

Exemple\* : utilisation d'un outil portatif de type tronçonneuse

Identification des produits utilisés (U) ou émis (E)	État physique	Danger <sup>11</sup>	Quantité annuelle (produits utilisés) <sup>12</sup> ?	FDS (oui/non)	Activité de l'opérateur	Moyens de protection		Entretien des équipements de protection
						collective	individuelle	
Huile moteur (U)	Liquide	Modéré	10 l	oui	Entretien de l'équipement	Travail en atelier (pas de ventilation ni de captage à la source)	Gants jetables	Changement des gants à chaque utilisation
Essence (U)	Liquide	Élevé	100 l	oui	Fonctionnement quotidien de l'outil	Travail en atelier (pas de ventilation ni de captage à la source)	-	
Huile de chaîne (U)	Liquide	Modéré	5 l	non	Entretien de l'équipement	Travail en atelier (pas de ventilation ni de captage à la source)	Gants jetables	Changement des gants à chaque utilisation
Poussières de bois (E)	Poussières	Élevé	-	-	Fonctionnement quotidien	Travail en extérieur	Gants de manutention et de protection contre les coupures	Vérification visuelle régulière de l'état général des gants
Gaz d'échappement (E)	Gaz	Élevé	-	-	Fonctionnement quotidien	Travail en extérieur	Gants de manutention et de protection contre les coupures	Vérification visuelle régulière de l'état général des gants

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

<sup>11</sup> Pour caractériser les dangers des produits utilisés, se baser en première approche sur les mentions de danger (la mention de danger la plus sévère), voir la question 8.1. Pour les produits émis ou non soumis à un étiquetage orienté sur la sécurité et la santé des personnes, évaluer directement le niveau de danger ou se baser sur les données de Seirich.

<sup>12</sup> La quantité annuelle suffit pour estimer grossièrement le risque lié au produit. Il est cependant possible d'utiliser une quantité journalière ou par séquence/poste de travail (parfois difficilement estimable) afin d'affiner le niveau de risque.

## Conclusion de l'exemple

Dans l'exemple, les opérations effectuées dans l'atelier exposent le salarié à des risques pour sa santé et des risques d'incendie/explosion. En effet, l'absence de ventilation générale ou d'un captage à la source limite la bonne évacuation des vapeurs toxiques et inflammables émises par l'essence. De plus, l'absence de gants peut exposer le salarié à un risque cutané par contact avec les produits lors des opérations quotidiennes.

Il faudra donc envisager une ventilation ou un captage à la source pour les opérations en atelier, s'assurer des vérifications annuelles des débits et des vitesses de ventilation et demander au fournisseur de l'huile de chaîne, et la FDS correspondante pour s'assurer que l'huile ne présente pas de danger particulier.

Pour les poussières de bois (CMR), même en extérieur, un masque peut être conseillé en fonction de l'exposition.

### Bibliographie

[1] *Le dossier d'installation de ventilation. Guide pratique de ventilation n°10. ED 6008, INRS*

[2] *Les appareils de protection respiratoire. Choix et utilisation. ED 6106, INRS*

# FICHE 9

## Risques liés aux micro-organismes

Niveau XXX

### 9.1 La machine met-elle en œuvre des micro-organismes ?

Informations à recueillir :

→ La liste des produits utilisés pour la machine

→ Les caractéristiques des micro-organismes

La machine utilise pour son fonctionnement des produits contenant des micro-organismes<sup>13</sup> (par exemple, fontaine de dégraissage). Les caractéristiques du produit utilisé se trouvent sur l'étiquette du produit ou dans la fiche de données sécurité (FDS) fournie par le fabricant. Ce produit peut se trouver sous forme liquide ou solide (pastille, filtre...). Ces micro-organismes sont généralement non pathogènes et présentent peu de risques pour les personnes [1].

La machine cultive des micro-organismes (par exemple, bioréacteurs [2]) qui peuvent être ou non pathogènes (par exemple, non pathogène = levure du boulanger, bactéries du yaourt ; pathogène = bactérie du tétanos, virus de la rage...).

Lorsque l'on connaît le nom scientifique du micro-organisme, il est possible de rechercher, sur la base Baobab [3] de l'INRS, s'il est capable d'entraîner une maladie (son groupe de risque infectieux<sup>14</sup>) et comment il contamine les personnes (par inhalation, par contact, par ingestion).

<sup>13</sup> Les micro-organismes (agents biologiques) vivant dans l'environnement industriel sont des organismes microscopiques (bactéries, moisissures...) qui ont besoin d'humidité pour se développer et se nourrissent principalement de matières organiques (huile, aliment, bois...). Comme ils se nourrissent de graisse, ils sont utilisés délibérément dans les fontaines de dégraissage, mais sont considérés comme nuisibles dans les huiles de coupe.

<sup>14</sup> Groupes de risque infectieux : il existe 4 groupes de risque en fonction du niveau croissant d'infectiosité des agents biologiques.

9.2

## La machine utilise-t-elle des lubrifiants de type fluide de coupe ?

Informations à recueillir :

### → Les caractéristiques des fluides de coupe

Les micro-organismes sont présents naturellement dans l'environnement. Ils prolifèrent d'autant plus en présence d'humidité et de « nourriture », comme de l'huile ou des poussières (bois, métal...).

Si les fluides sont des mélanges contenant de l'eau (information à rechercher dans la FDS), ils constituent un milieu favorable à la croissance des micro-organismes.

9.3

## La machine est-elle en contact avec des organismes/produits pouvant contenir des micro-organismes (animaux, boues activées...)?

Informations à recueillir :

### → Les caractéristiques des organismes/produits entrant en contact avec la machine

La machine peut entrer en contact avec des animaux ou des produits (eaux usées, déchets, compost...) pouvant héberger des micro-organismes pathogènes, qui peuvent se déposer sur la machine et contaminer les opérateurs entrant en contact avec elle.

9.4

## À quel moment l'opérateur peut-il être exposé aux micro-organismes ?

Informations à recueillir :

### → Les observations des activités de l'opérateur

Lors de l'observation des activités de l'opérateur, il faudra être attentif aux modes d'exposition suivants : inhalation d'aérosols, projections de produits vers les yeux et le visage, contact des produits avec la peau, ingestion par contact main-bouche.

9.5

## Quels sont les moyens de protection collective en place autour de la machine ?

Informations à recueillir :

### → Les caractéristiques des moyens de protection collective

La protection des opérateurs contre les gaz émis par les micro-organismes, les aérosols et les projections passe par le capotage des machines couplé à une extraction d'air [4].

Il y aura lieu de s'intéresser, en particulier, au débit exprimé en m<sup>3</sup>/h, à la vitesse d'air au point de captage et à la quantité de produits à évacuer. Pour porter un jugement sur l'efficacité de l'extraction, il faudra faire appel à un spécialiste.

Avant toute intervention sur une machine contaminée, il convient de la nettoyer (détergent) puis, selon le cas, de la désinfecter. Cela évite que l'opérateur se contamine par contact avec les micro-organismes ou par inhalation des micro-organismes remis en suspension lors de l'intervention.

9.6

## Quels sont les équipements de protection individuelle (EPI) à disposition et utilisés par l'opérateur ?

Informations à recueillir :

### → Le type et les caractéristiques des EPI mis à disposition

Si les protections collectives sont insuffisantes, il est possible de se protéger :

- des aérosols contenant des micro-organismes, en portant des appareils de protection respiratoire antiparticules [5],
- des gaz émis par les micro-organismes, en portant des masques munis de cartouches adaptées [6],
- la peau, en portant des vêtements couvrants et des gants étanches [7],
- le visage, en portant un écran facial [8].

**Tableau 9.1 – Synthèse des données pour la détection du risque lié aux micro-organismes**

**Exemple\* : culture en bioréacteur de la bactérie *Leptospira interrogans icterohaemorrhagiae* dans le but de faire un vaccin**

Identification des produits	État	Groupe de risque infectieux	Mode de contamination	Activité de l'opérateur	Moyens de protection à disposition	
					collective	individuelle
<i>Leptospira interrogans icterohaemorrhagiae</i>	Liquide	2	Par contact avec la peau ou les muqueuses (yeux, nez, bouche)	Ensemencement du bioréacteur	– Éviter l'inoculation du bioréacteur par aiguille – Placer le système d'inoculation pas trop bas pour éviter la pression hydrostatique – Placer un manomètre et une alarme pour contrôler la pression	Vêtements couvrants, gants, lunettes-masque
				Prélèvements en cours de culture		
				Récolte finale de la culture	– Utiliser un système clos sans rupture de confinement	Vêtements couvrants, gants, lunettes-masque
				Maintenance du bioréacteur après récolte	– Désinfecter le bioréacteur pour éliminer toutes les bactéries avant l'opération de maintenance – Respecter les mesures de consignation/déconsignation	Vêtements couvrants, gants, lunettes-masque
Milieu de culture	Liquide	**	Contact cutané, inhalation, digestif	Préparation du bioréacteur	– Injection du milieu en circuit fermé – Capotage et aspiration, aide à la manutention	Vêtements couvrants, gants, lunettes-masque

\* Cet exemple, qui se veut didactique, comporte des situations présentant des risques pour les opérateurs.

\*\* Non concerné (risque chimique) – voir FDS

## Conclusion de l'exemple

Dans cet exemple, le respect des mesures collectives et individuelles permet de limiter au maximum le risque de contamination des opérateurs [2].

### **Bibliographie**

[1] *Suivi de la flore microbiologique des fontaines de biodégradation des graisses. ND 2304, HST, 2009*

[2] *Les bioréacteurs. Risques et prévention. ED 6258, INRS*

[3] *Baobab : Base d'observation des agents biologiques, voir [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)*

[4] *Principes généraux de ventilation. ED 695, INRS*

[5] *Appareils de protection respiratoire et métiers de la santé. ED 105, INRS*

[6] *Les appareils de protection respiratoire. ED 98, INRS*

[7] *Gants de protection pour les métiers de la santé. ED 118, INRS*

[8] *Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage. Choix et utilisation. ED 798, INRS*



## Annexes



# Annexe 1 – Compléments sur le risque électrique

## L'indice de protection

Les symboles utilisés pour définir les degrés de protection procurés par les enveloppes des appareils électriques sont constitués par les lettres IP (indice de protection) suivies de deux chiffres caractéristiques.

- ▶ Le premier chiffre, 0 à 6, désigne le degré de protection contre les contacts avec les parties sous tension et la pénétration de corps solides étrangers.
- ▶ Le deuxième chiffre, 0 à 8, désigne le degré de protection contre la pénétration de l'eau avec effets nuisibles.

Plus les chiffres sont élevés, plus le matériel est protégé contre la pénétration de corps solides ou d'eau. Si l'un de ces deux chiffres n'est pas indiqué, il est alors remplacé par la lettre X.

Une ou deux lettres peuvent, en option, compléter ces chiffres caractéristiques :

- A, B, C ou D contre l'accès aux parties dangereuses avec le dos de la main, doigt, outil ou fil,
- H, M, S, W information supplémentaire spécifique.

Concernant la tenue des enveloppes de matériel électrique aux impacts mécaniques externes nuisibles, un code IK (protection mécanique internationale), défini dans la norme NF EN 62262 [1] et complété par un groupe de chiffres caractéristiques de 00 à 10, est utilisé.

Pour assurer la protection des personnes contre le risque de contact direct en basse tension (tension inférieure ou égale à 1000 V en courant alternatif ou 1500 V en courant continu), le matériel électrique doit avoir un indice de protection minimal IP2X.

## Que signifie IP2X ?

Le chiffre 2 indique que le matériel est protégé contre la pénétration d'un corps solide de diamètre > 12,5 mm, correspondant à un doigt d'un adulte humain.

La lettre X indique que le deuxième chiffre n'est pas précisé car il n'intervient pas dans la protection des personnes contre le risque de contact direct.

L'indication IP2X peut être remplacée par IPXXB qui procure le même niveau de protection car la lettre B indique que le matériel est protégé contre l'accès aux parties dangereuses avec le doigt.

## Le câble électrique

### → Conducteur (isolé) :

ensemble constitué par une âme conductrice, en cuivre ou aluminium, et les différentes couches qui l'entourent et contribuent à son isolation, à sa protection mécanique et à la mise hors de portée de l'âme sous tension.

### → Câble :

ensemble constitué d'un ou de plusieurs conducteurs électriquement distincts et mécaniquement solidaires. Un câble est au minimum constitué d'un conducteur, d'une gaine de bourrage et d'une gaine extérieure.

Les câbles électriques peuvent être constitués d'un ou de plusieurs conducteurs. La protection des conducteurs actifs, contre le risque de contact direct avec une pièce nue sous tension, est assurée par isolation.

Les câbles font l'objet d'un marquage normatif. Le décryptage de ce marquage par un spécialiste permet de connaître entre autres :

- la tension maximale d'utilisation,
- la constitution des âmes,
- le nombre et la nature des différentes enveloppes, gaines et revêtements.

Pour le câblage interne des machines, la norme de référence est la NF EN 60204-1 [2].

Pour l'installation électrique basse tension, la norme de référence est la NF C 15-100 [3].

### Bibliographie

[1] NF EN 62262 : Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)

[2] NF EN 60204-1 : Sécurité des machines – Équipement électrique des machines – Partie 1 : Règles générales

[3] NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension

## Annexe 2 – Compléments sur le risque hydraulique [1]

### La constitution du flexible hydraulique

Un flexible hydraulique en caoutchouc est constitué principalement de trois éléments :

- le tube : couche interne en élastomère,
- le renforcement : une ou plusieurs couches de fibre textile ou de fil métallique à haute résistance tressés, ou 4 ou 6 nappes de fil d'acier très résistant à la traction pour résister à la pression mais garder sa flexibilité au tuyau,
- la robe extérieure : enveloppe en élastomère qui protège le flexible des influences externes.

### Les points de vigilance

- ▶ Le rayon de courbure minimum du flexible utilisé doit être respecté. Pour cela, il faut consulter la notice technique du fabricant.  
Point de repère : le rayon de courbure doit être supérieur à 6 fois le diamètre du flexible.
- ▶ La longueur du flexible doit être suffisante, afin d'éviter toute traction ou tension sur les embouts d'extrémité. Lorsque l'installation est rectiligne, il faut s'assurer qu'il y a toujours un peu de mou dans le tuyau pour permettre d'absorber les variations de longueur sous l'effet de la pression. Une tuyauterie trop courte peut générer, sous l'effet de la pression, des contraintes mécaniques dans les embouts et, par la suite, des fuites ou des ruptures.
- ▶ Le flexible ne doit pas être positionné contre une surface rugueuse ou abrasive ou contre des tôles ou objets à angles vifs, risquant de détruire la tresse lors de frictions provoquées par les ouvertures et fermetures des circuits.
- ▶ Le flexible doit être maintenu à l'écart de surfaces chaudes dont la température excède 100 °C.

## Sensibilisation aux risques liés à l'utilisation de flexible

### ► Risque lié à la rupture du flexible

La rupture brusque d'un flexible peut provoquer un fouettement. Cette rupture peut également être à l'origine d'autres risques mécaniques provoqués par la projection de débris.

### ► Risque en cas de fuite sur un flexible

Les jets de fluide sous pression peuvent provoquer des coupures profondes, sectionner un membre ou provoquer l'introduction d'huile minérale dans le corps, surtout en cas de microfuites. Si le fluide est chaud, irritant ou corrosif, des brûlures sont possibles.

### ► Risque lié aux fluides chauds dans les flexibles

Le contact avec l'enveloppe externe d'un flexible véhiculant des fluides chauds (vapeur, mastic, colle) peut être à l'origine de brûlures.

### ► Risque de chute provoqué par un flexible posé au sol

Un flexible posé au sol peut être à l'origine d'une chute de plain-pied.

### ► Sécurisation des flexibles

Les flexibles peuvent être sécurisés par différents moyens comme un capotage, une gaine, une gaine brise-jet, un système anti-fouettement ou anti-arrachement.

## Bibliographie

[1] NF EN ISO 4413 : *Transmissions hydrauliques – Règles générales et exigences de sécurité relatives aux systèmes et leurs composants*

## Annexe 3 – Repères pour l'estimation et l'évaluation des risques

### Rappel [1] [2]

Le risque est communément considéré comme la combinaison de différents paramètres dont les plus courants sont :

- la gravité d'un dommage,
- la probabilité de survenue de ce dommage. Celle-ci est elle-même liée à :
  - la fréquence d'exposition au danger<sup>15</sup> et/ou la durée d'exposition au danger,
  - la probabilité de survenue du danger,
  - aux possibilités techniques et organisationnelles d'éviter ou de réduire le dommage.

Bien qu'il soit naturel d'accepter une certaine variabilité des résultats, l'utilisation de ces paramètres et le domaine d'application de l'outil d'estimation, ainsi que sa configuration, peuvent amener à des conclusions divergentes concernant le niveau d'un risque ou, du moins, influencer le résultat final. Ceci est dû :

- au manque de données quantitatives fiables concernant, en particulier, les probabilités de survenue du danger,
- à la simplicité d'exprimer les paramètres avec des expressions qualitatives peu précises (par exemple, très probable, probable, pas probable), ce qui conduit à une grande difficulté d'interprétation et de communication.

De façon générale, des conseils et repères sont donnés pour aider dans la définition des paramètres et dans la construction d'outils d'estimation et d'évaluation des risques.

---

<sup>15</sup> *Danger = phénomène dangereux*

<sup>16</sup> *Possibilités d'évitement*

## Conseils concernant les paramètres d'estimation des risques

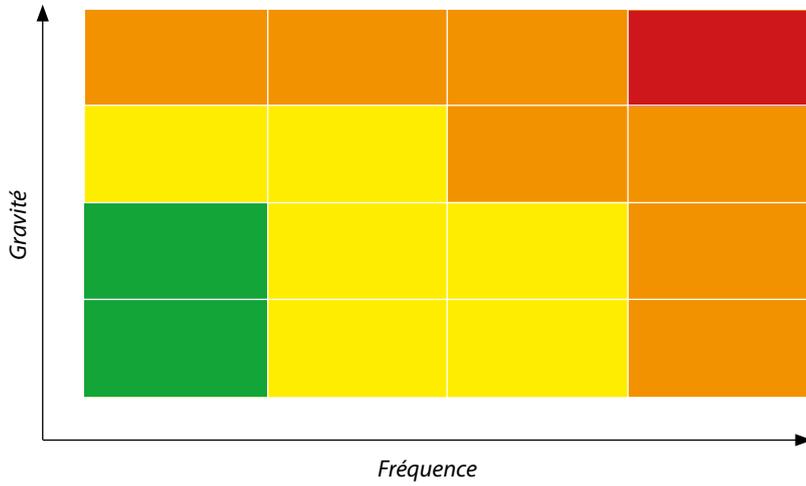
Les paramètres pris en compte sont : gravité, probabilité d'occurrence d'un phénomène dangereux, possibilité d'évitement, fréquence d'exposition, durée d'exposition

Conseils	Exemple
Définir les paramètres de la façon la plus précise possible pour ne pas laisser place à l'interprétation. Utiliser des mots dont le sens n'est pas similaire.	Fréquence d'exposition : Exceptionnelle ----- continue
S'assurer que la définition des paramètres contient des notions qui leur sont propres afin d'éviter toute interprétation ou confusion.	- La durée de l'activité est de 2 heures. - La gravité correspond à un arrêt de travail supérieur à 3 jours.
Éviter la réalisation de calculs complexes.	Fréquence d'exposition d'un opérateur : 6 s/min
Introduire une notion de temps la plus précise possible dans la définition, avec des échelles de temps explicites et cohérentes.	Échelle de temps explicite en jour/heure/seconde
Privilégier une approche utilisant entre 3 et 5 niveaux et montrer une progression du plus faible au plus élevé.	Niveau 1 gravité : nécessite les premiers soins Niveau 2 gravité : nécessite plus de 3 jours d'arrêt de travail Niveau 3 gravité : décès
S'assurer une continuité entre les niveaux d'échelle des paramètres et veiller à assurer un écart suffisant entre les niveaux pour rendre facile le choix de niveau.	Fréquence d'exposition Niveau 1 = 15 min/h Niveau 2 > 4 h/j Niveau 3 > 8 h/j
Utiliser des formulations sans « et/ou » car le choix n'est pas possible entre 2 niveaux.	Niveau 1 gravité : négligeable = coupure légère Niveau 2 gravité : grave = perte doigt

## Conseils concernant les outils d'évaluation des risques

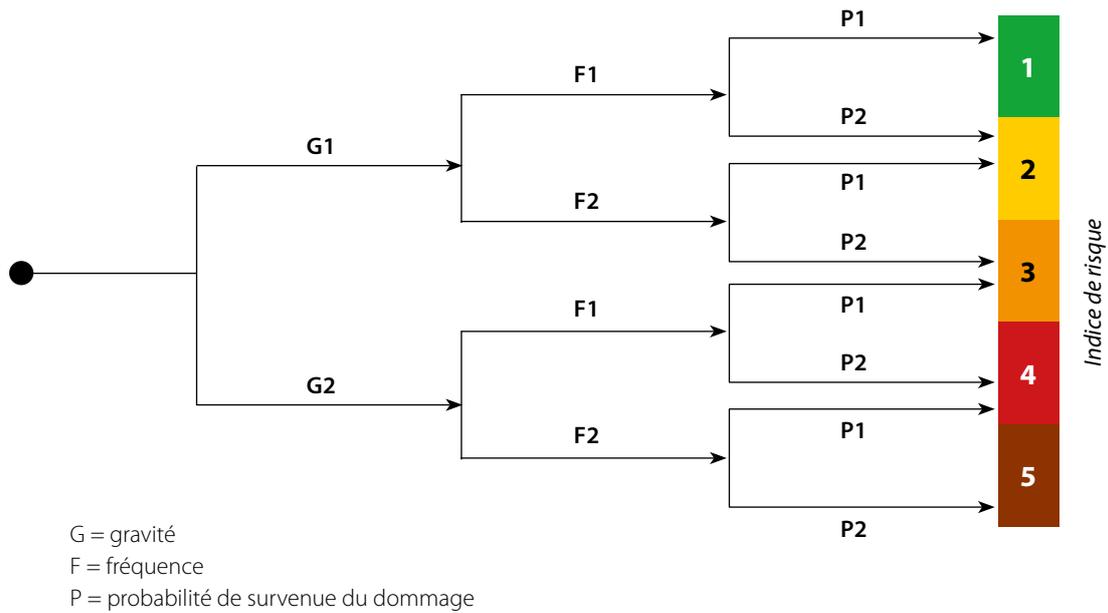
Les outils d'évaluation des risques prennent le plus souvent la forme d'une matrice (exemple 1) ou d'un graphe (exemple 2). Ils aboutissent à proposer des niveaux de risque (ou indice de risque) établis à partir des paramètres d'estimation des risques.

### Exemple 1 : matrice d'évaluation des risques



EXCEPTIONNELLE	1. Accident entraînant une invalidité permanente ou décès ou atteintes irréversibles à la santé
PEU FRÉQUENTE	2. Accident ou atteinte à la santé avec arrêt de travail de plus de 3 jours
FRÉQUENTE	3. Accident ou atteinte à la santé avec arrêt de travail de moins de 3 jours
CONTINUE	4. Incident sans arrêt de travail

### Exemple 2 : graphe d'évaluation des risques



## Remarques générales essentielles

- ▶ L'indice de risque se construit par multiplication de paramètres d'estimation :
  - gravité du dommage x fréquence
  - gravité x fréquence x probabilité de survenue du dommage
- ▶ Un outil d'estimation doit proposer au moins 4 niveaux de risque ou indices de risque (vert-jaune-orange-rouge ou 1, 2, 3, 4, et 5).
- ▶ La définition des paramètres d'estimation joue un rôle important dans la construction de l'indice de risque car leurs défauts agrégés impactent la construction de l'outil d'évaluation, les niveaux de risque et le classement par l'évaluateur qui, en fonction de sa perception, peut classer un risque différemment. Pour qu'un outil soit le plus efficace possible, il faut que l'évaluateur puisse facilement et de façon évidente se positionner sur un niveau de risque.
- ▶ Le passage d'un niveau de risque à un autre doit être évident et progressif.
- ▶ L'influence d'un paramètre ne doit pas être prépondérante par rapport aux autres paramètres car cela peut conduire à des résultats divergents. En particulier, ce défaut conduit à une possibilité plus élevée d'atteindre certains niveaux de risque dans l'outil, alors que chaque niveau de risque devrait pouvoir être atteint de façon égale. Ce constat correspond à ce qu'on appelle « une distribution non uniforme des niveaux de risque ». C'est le cas pour l'outil sous forme de graphe qui donne plus de poids au premier paramètre choisi.
- ▶ Il faut éviter qu'il y ait plus d'un niveau de risque d'écart entre deux cellules adjacentes.
- ▶ Un travail collectif est préconisé pour :
  - définir les paramètres d'estimation,
  - construire l'outil d'évaluation des risques,
  - valider les résultats d'évaluation pour s'assurer de leur cohérence.

Au sein de l'entreprise, les résultats obtenus sont partagés par tous ceux qui participent à l'élaboration et à l'application de l'outil. Les conclusions sont communiquées à tous les acteurs de l'entreprise.

## Suggestions pour l'estimation du risque mécanique et du risque électrique

À la lumière des remarques concernant les paramètres d'estimation et la construction de l'outil d'évaluation, des repères sont proposés concernant l'estimation du risque mécanique et du risque électrique.

Pour les paramètres « gravité », « fréquence d'exposition » et « possibilité d'évitement », il pourrait être retenu :

Paramètres	Risque mécanique	Risque électrique
Gravité	1 → pincement 2 → blessures (coupure) 3 → amputation 4 → décès	1 → gestes incontrôlés (réflexe) 2 → chocs électriques 3 → brûlures 4 → décès
Fréquence d'exposition Durée d'exposition	Analyse de l'activité de l'opérateur pour définir une fréquence d'exposition cohérente	Analyse de l'activité de l'opérateur pour définir une fréquence d'exposition cohérente
Possibilité d'évitement (contribution à réduire le risque)	– Oui, sous conditions de vitesse car, à faible vitesse, le phénomène physique est détectable visuellement. – Non	Non, la possibilité d'évitement n'existe pas car le phénomène dangereux ne se voit pas et ne s'entend pas.

Les phases d'estimation puis d'évaluation des risques visent à aider l'employeur à prendre des décisions et à planifier des actions de prévention sur la base des neuf principes généraux de prévention (Art. L. 4121-2 du Code du travail) pour améliorer la santé et la sécurité des opérateurs.

- ▶ Éviter les risques, c'est supprimer le danger ou l'exposition au danger.
- ▶ Évaluer les risques, c'est apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener.
- ▶ Combattre les risques à la source, c'est intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires.
- ▶ Adapter le travail à l'homme, en tenant compte des différences interindividuelles, dans le but de réduire les effets du travail sur la santé.
- ▶ Tenir compte de l'évolution de la technique, c'est adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles.
- ▶ Remplacer ce qui est dangereux par ce qui l'est moins, c'est éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres.
- ▶ Planifier la prévention en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement.
- ▶ Donner la priorité aux mesures de protection collective et n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément des protections collectives si elles se révèlent insuffisantes.

► Donner les instructions appropriées aux salariés, c'est former et informer les salariés afin qu'ils connaissent les risques et les mesures de prévention.

Pour les autres risques liés à l'utilisation de machines, des documents et des outils spécifiques sont listés dans le tableau ci-dessous.

Risques	Références INRS
Chimiques (santé, incendie/explosion, environnement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciel Seirich (système d'évaluation et d'information sur le risque chimique), voir <a href="http://www.seirich.fr">www.seirich.fr</a></li> <li>• ProtecPo, un logiciel pour mieux protéger sa peau. Outil 28</li> <li>• IHMod, un logiciel de caractérisation du risque chimique</li> <li>• IH Skin Per, un outil pour estimer le passage des produits chimiques à travers la peau. Outil 47</li> <li>• Mixie, un logiciel pour évaluer les multi-expositions aux substances</li> <li>• Premedia, un logiciel pour la prédiction de la durée d'utilisation d'une cartouche d'APR (appareil de protection respiratoire)</li> </ul>
Incendie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation du risque incendie. Guide méthodologique. ED 970</li> </ul>
Explosion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX). Guide méthodologique. ED 945</li> </ul>
Liés aux manutentions manuelles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode d'analyse de la charge physique de travail. ED 6161</li> </ul>
Risques psychosociaux (RPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluer les facteurs de risques psychosociaux. L'outil RPS-DU. ED 6140</li> </ul>
Rayonnements optiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CatRayon 4, un logiciel d'évaluation de l'exposition aux rayonnements optiques dans les locaux de travail. Outil 03</li> </ul>
Rayonnements électromagnétiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oseray, un outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. Outil 61</li> </ul>
Bruit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évaluation du risque lié au bruit. ED 6035</li> <li>• Bruit : calculette ISO 9612. Outil 24</li> </ul>
Vibrations	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OSEV – Corps entier, un outil simplifié d'évaluation de l'exposition aux vibrations transmises à l'ensemble du corps. Outil 39</li> <li>• Calculette vibration main-bras. Outil 43</li> <li>• Calculette vibration ensemble du corps. Outil 48</li> </ul>
Biologiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Risques biologiques en milieu professionnel. ED 6034</li> <li>• Baobab-Base d'observation des agents biologiques, voir <a href="http://www.inrs/baobab">www.inrs/baobab</a></li> </ul>
Cancérogènes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiches d'aide au repérage des cancérogènes</li> </ul>

### **Bibliographie**

[1] *Rapport R-940 Sécurité des machines – Expérimentation pratique de paramètres et d'outils d'estimation des risques*. IRSST, 2016

[2] *ND 2305–214–09 Estimation des risques machines. Recensement des méthodes et subjectivité des paramètres de l'estimation*. 2009

Pour commander les brochures et les affiches de l'INRS,  
adressez-vous au service Prévention de votre Carsat, Cram ou CGSS.

## Services Prévention des Carsat et Cram

### Carsat ALSACE-MOSELLE

(67 Bas-Rhin)  
14, rue Adolphe-Seyboth  
CS 10392  
67010 Strasbourg cedex  
tél. 03 88 14 33 00  
fax 03 88 23 54 13  
prevention.documentation@carsat-am.fr  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(57 Moselle)

3, place du Roi-George  
BP 31062  
57036 Metz cedex 1  
tél. 03 87 66 86 22  
fax 03 87 55 98 65  
www.carsat-alsacemoselle.fr

(68 Haut-Rhin)

11, avenue De-Lattre-de-Tassigny  
BP 70488  
68018 Colmar cedex  
tél. 03 69 45 10 12  
fax 03 89 21 62 21  
www.carsat-alsacemoselle.fr

### Carsat AQUITAINE

(24 Dordogne, 33 Gironde,  
40 Landes, 47 Lot-et-Garonne,  
64 Pyrénées-Atlantiques)  
80, avenue de la Jallère  
33053 Bordeaux cedex  
tél. 05 56 11 64 36  
documentation.prevention@  
carsat-aquitaine.fr  
www.carsat-aquitaine.fr

### Carsat AUVERGNE

(03 Allier, 15 Cantal,  
43 Haute-Loire,  
63 Puy-de-Dôme)  
Espace Entreprises  
Clermont République  
63036 Clermont-Ferrand cedex 9  
tél. 04 73 42 70 19  
fax 04 73 42 70 15  
offredoc@carsat-auvergne.fr  
www.carsat-auvergne.fr

### Carsat BOURGOGNE - FRANCHE-COMTÉ

(21 Côte-d'Or, 25 Doubs,  
39 Jura, 58 Nièvre,  
70 Haute-Saône,  
71 Saône-et-Loire, 89 Yonne,  
90 Territoire de Belfort)  
46, rue Elsa-Triolet  
21044 Dijon cedex  
tél. 03 80 33 13 92  
fax 03 80 33 19 62  
documentation.prevention@carsat-bfc.fr  
www.carsat-bfc.fr

### Carsat BRETAGNE

(22 Côtes-d'Armor, 29 Finistère,  
35 Ille-et-Vilaine, 56 Morbihan)  
236, rue de Châteaugiron  
35030 Rennes cedex 09  
tél. 02 99 26 74 63  
fax 02 99 26 70 48  
drp.cdi@carsat-bretagne.fr  
www.carsat-bretagne.fr

### Carsat CENTRE - VAL DE LOIRE

(18 Cher, 28 Eure-et-Loir, 36 Indre,  
37 Indre-et-Loire, 41 Loir-et-Cher, 45 Loiret)  
36, rue Xaintrailles  
CS44406  
45044 Orléans cedex 1  
tél. 02 38 79 70 21  
prev@carsat-centre.fr  
www.carsat-cvl.fr

### Carsat CENTRE-OUEST

(16 Charente, 17 Charente-Maritime,  
19 Corrèze, 23 Creuse, 79 Deux-Sèvres,  
86 Vienne, 87 Haute-Vienne)  
37, avenue du Président-René-Coty  
87048 Limoges cedex  
tél. 05 55 45 39 04  
fax 05 55 45 71 45  
cirp@carsat-centreouest.fr  
www.carsat-centreouest.fr

### Cram ÎLE-DE-FRANCE

(75 Paris, 77 Seine-et-Marne,  
78 Yvelines, 91 Essonne,  
92 Hauts-de-Seine, 93 Seine-Saint-Denis,  
94 Val-de-Marne, 95 Val-d'Oise)  
17-19, place de l'Argonne  
75019 Paris  
tél. 01 40 05 32 64  
fax 01 40 05 38 84  
demande.de.doc.inrs@cramif.cnamts.fr  
www.cramif.fr

### Carsat LANGUEDOC-ROUSSILLON

(11 Aude, 30 Gard, 34 Hérault,  
48 Lozère, 66 Pyrénées-Orientales)  
29, cours Gambetta  
34068 Montpellier cedex 2  
tél. 04 67 12 95 55  
fax 04 67 12 95 56  
prevdoc@carsat-lr.fr  
www.carsat-lr.fr

### Carsat MIDI-PYRÉNÉES

(09 Ariège, 12 Aveyron, 31 Haute-Garonne,  
32 Gers, 46 Lot, 65 Hautes-Pyrénées,  
81 Tarn, 82 Tarn-et-Garonne)  
2, rue Georges-Vivent  
31065 Toulouse cedex 9  
tél. 36 79  
fax 05 62 14 88 24  
doc.prev@carsat-mp.fr  
www.carsat-mp.fr

### Carsat NORD-EST

(08 Ardennes, 10 Aube, 51 Marne,  
52 Haute-Marne, 54 Meurthe-et-Moselle,  
55 Meuse, 88 Vosges)  
81 à 85, rue de Metz  
54073 Nancy cedex  
tél. 03 83 34 49 02  
fax 03 83 34 48 70  
documentation.prevention@carsat-nordest.fr  
www.carsat-nordest.fr

### Carsat NORD-PICARDIE

(02 Aisne, 59 Nord, 60 Oise,  
62 Pas-de-Calais, 80 Somme)  
11, allée Vauban  
59662 Villeneuve-d'Ascq cedex  
tél. 03 20 05 60 28  
fax 03 20 05 79 30  
bedprevention@carsat-nordpicardie.fr  
www.carsat-nordpicardie.fr

### Carsat NORMANDIE

(14 Calvados, 27 Eure, 50 Manche,  
61 Orne, 76 Seine-Maritime)  
Avenue du Grand-Cours  
76028 Rouen cedex  
tél. 02 35 03 58 22  
fax 02 35 03 60 76  
prevention@carsat-normandie.fr  
www.carsat-normandie.fr

### Carsat PAYS DE LA LOIRE

(44 Loire-Atlantique, 49 Maine-et-Loire,  
53 Mayenne, 72 Sarthe, 85 Vendée)  
2, place de Bretagne  
44932 Nantes cedex 9  
tél. 02 51 72 84 08  
fax 02 51 82 31 62  
documentation.rp@carsat-pl.fr  
www.carsat-pl.fr

### Carsat RHÔNE-ALPES

(01 Ain, 07 Ardèche, 26 Drôme, 38 Isère,  
42 Loire, 69 Rhône, 73 Savoie,  
74 Haute-Savoie)  
26, rue d'Aubigny  
69436 Lyon cedex 3  
tél. 04 72 91 97 92  
fax 04 72 91 98 55  
prevention.doc@carsat-ra.fr  
www.carsat-ra.fr

### Carsat SUD-EST

(04 Alpes-de-Haute-Provence,  
05 Hautes-Alpes, 06 Alpes-Maritimes,  
13 Bouches-du-Rhône, 2A Corse-du-Sud,  
2B Haute-Corse, 83 Var, 84 Vaucluse)  
35, rue George  
13386 Marseille cedex 20  
tél. 04 91 85 85 36  
fax 04 91 85 75 66  
documentation.prevention@carsat-sudest.fr  
www.carsat-sudest.fr

## Services Prévention des CGSS

### CGSS GUADELOUPE

Espace Amédée Fengarol, bât. H  
Parc d'activités La Providence, ZAC de Dothémare  
97139 Les Abymes  
tél. 05 90 21 46 00 – fax 05 90 21 46 13  
risquesprofessionnels@cgss-guadeloupe.fr  
www.cgss-guadeloupe.fr

### CGSS GUYANE

Direction des risques professionnels  
CS 37015, 97307 Cayenne cedex  
tél. 05 94 29 83 04 – fax 05 94 29 83 01  
prevention-rp@cgss-guyane.fr

### CGSS LA RÉUNION

4, boulevard Doret, CS 53001  
97741 Saint-Denis cedex 9  
tél. 02 62 90 47 00 – fax 02 62 90 47 01  
prevention@cgss.re  
www.cgss-reunion.fr

### CGSS MARTINIQUE

Quartier Place-d'Armes,  
97210 Le Lamentin cedex 2  
tél. 05 96 66 51 31 et 05 96 66 76 19 – fax 05 96 51 81 54  
documentation.atmp@cgss-martinique.fr  
www.cgss-martinique.fr

Ce document a pour objectif d'aider les personnes en charge de la sécurité à détecter les risques liés à l'utilisation d'une machine (hors appareils de levage) lors de son installation, avant ou après modifications d'une machine existante, après un changement de production ou à l'occasion d'un audit sécurité. La première partie présente la démarche pour détecter les risques. La seconde partie propose neuf fiches de risques fréquemment rencontrés, permettant de répondre à un questionnaire et recueillir des informations sur le risque en question.



Institut national de recherche et de sécurité  
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles  
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00 • [info@inrs.fr](mailto:info@inrs.fr)

#### Édition INRS ED 6323

1<sup>re</sup> édition • mai 2019 • 3 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2436-0

▶ L'INRS est financé par la Sécurité sociale - Assurance maladie / Risques professionnels ◀

[www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

YouTube

