

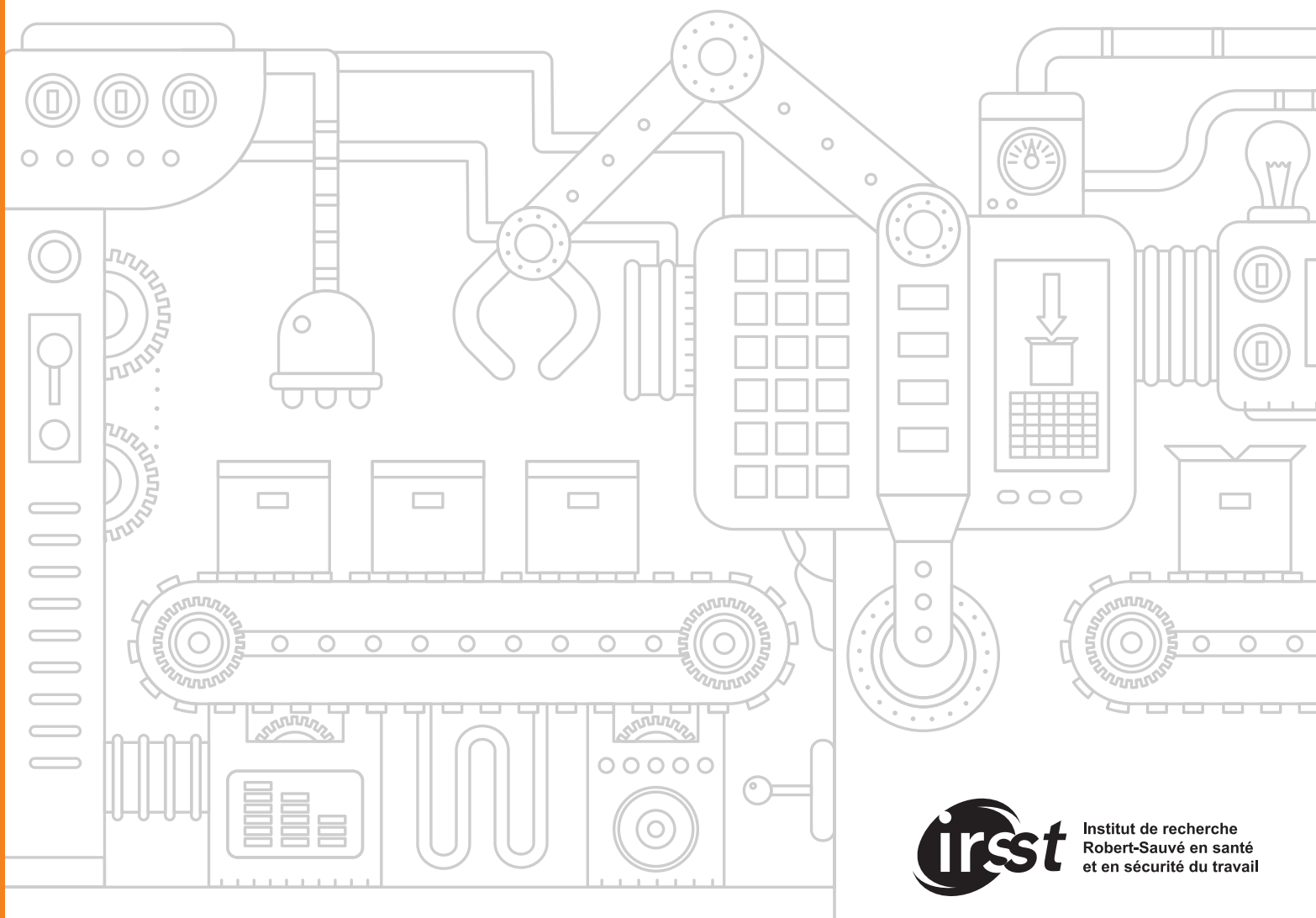
SÉCURITÉ DES MACHINES ET MODE DE FONCTIONNEMENT À ÉNERGIE RÉDUITE

Démarche pour le choix de valeurs sécuritaires

Un outil d'aide à la décision pour les personnes qui utilisent, conçoivent, modifient, vérifient et intègrent des modes de fonctionnement à énergie réduite sur des machines industrielles.

RG-1002

VERSION RÉVISÉE



SÉCURITÉ DES MACHINES ET MODE DE FONCTIONNEMENT À ÉNERGIE RÉDUITE

Démarche pour le choix de valeurs sécuritaires

RG-1002

VERSION RÉVISÉE

SOURCE

Chinniah, Y., Aucourt, B., Bourbonnière, R. (2015). *Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode de vitesse ou d'efforts réduits (Rapport n° R-888)*. Montréal, Québec : Institut de recherche Robert-sauvé en santé et en sécurité du travail.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les membres du comité de suivi pour leur participation aux différentes consultations lors de la réalisation de l'étude et de la préparation de ce document.

COMMENTAIRES

Avez-vous des commentaires ou des suggestions concernant ce document ?
Contactez publications@irsst.qc.ca

AUTEURS

Barthélemy Aucourt et Yuvin Chinniah,
Polytechnique Montréal

COORDINATION

François Ouellet et Linda Savoie, IRSST

RÉVISION LINGUISTIQUE

Claire Thivierge

GRAPHISME

Lucie Chagnon

ILLUSTRATIONS

Jacques Perrault

DÉPÔT LÉGAL

Bibliothèque et Archives nationales
du Québec 2018
ISBN 978-2-89797-022-2
ISSN 2292-9444
Juillet 2018

IRSST

DIRECTION DES COMMUNICATIONS ET DE LA VALORISATION DE LA RECHERCHE

505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec) H3A 3C2
Téléphone: 514 288-1551

www.irsst.qc.ca

© Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail

TABLE DES MATIÈRES

SECTION 1	Mise en contexte	3
SECTION 2	Comment utiliser ce guide	5
SECTION 3	Valeurs de référence	6
	Vitesse	6
	Effort	7
	Énergie cinétique	8
	Pression	8
SECTION 4	Repères pour comparer les conditions entourant les valeurs d'énergie réduite	9
	Moyens de réduction du risque	9
	Facteurs d'influence à considérer	10
SECTION 5	Références utiles	12

NOTE

Ce guide ne remplace pas la nécessité de réaliser une appréciation du risque (ex. : démarche proposée dans la norme ISO 12100 [RÉF. 1]), mais constitue une aide aux décisions. Si des modifications doivent être effectuées sur des machines, la supervision d'un ingénieur est nécessaire.

Le contenu de ce guide est tiré de l'*Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode vitesses et/ou efforts réduits*, dont les résultats ont été publiés dans le [rapport R-888](#), téléchargeable gratuitement du site Web de l'IRSST, au www.irsst.qc.ca [RÉF. 2].

MISE EN CONTEXTE

SECTION 1

Les pièces et les outils en mouvement des machines industrielles constituent des phénomènes dangereux (dangers) qui exposent les travailleurs à des risques d'écrasement, d'entraînement, de coupure, de choc, de coincement, etc. C'est pourquoi l'article 188.2 du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST) prescrit l'arrêt et le cadenassage de ces machines avant de procéder à toute opération de maintenance. L'article 189.1 du RSST concerne plus spécifiquement les travaux de réglage (*setup*), d'apprentissage, d'ajustement, de recherche de défauts (*troubleshooting*) ou de nettoyage, qui sont fréquemment synonymes de proximité, voire de contact, avec ces phénomènes dangereux. Ils nécessitent en effet souvent de déplacer ou de retirer un protecteur, ou encore de neutraliser un dispositif de protection dans la zone dangereuse d'une machine qui doit demeurer en marche, en totalité ou en partie. Dans une telle situation, une analyse, effectuée à l'aide du guide *Sécurité des machines : phénomènes dangereux, situations dangereuses, événements dangereux, dommages*, basé sur la norme ISO 12100-2010 par exemple, permet d'apprécier les risques que présente l'équipement en question [RÉF. 1, RÉF. 3].

Les moyens de réduction du risque indiqués dans la directive 2006/42/CE (machines), dans la norme ISO 12100 et dans la norme CSA Z432 pour ces cas particuliers définissent les règles de l'art en la matière et reposent sur l'utilisation d'un mode de commande à énergie réduite [RÉF. 1, RÉF. 4, RÉF. 5]. Ce mode de fonctionnement permet d'engager le mouvement de pièces mobiles à certaines conditions :

- « Lorsque, pour le réglage, l'apprentissage, le changement de processus de fabrication, la recherche de défauts, le nettoyage ou la maintenance de la machine, il est nécessaire de déplacer ou de retirer un protecteur et/ou de neutraliser un dispositif de protection, et que pour effectuer ces opérations il est nécessaire que la machine ou une partie de la machine puisse être mise en marche, il faut assurer la sécurité de l'opérateur en utilisant un mode de commande spécifique qui, simultanément,
 - a > rend inopérants tous les autres modes de commande,
 - b > n'autorise le fonctionnement des éléments dangereux que par actionnement continu d'un dispositif de validation, d'un dispositif de commande bimanuelle ou d'un dispositif de commande nécessitant une action maintenue,
 - c > n'autorise le fonctionnement des éléments dangereux que dans des conditions de risque réduit (à vitesse réduite, à puissance/effort réduit(e), pas à pas, par exemple au moyen d'un dispositif de commande de marche par à-coups), et
 - d > empêche le déclenchement de fonctions dangereuses par une action volontaire ou involontaire sur les capteurs de la machine. »

[RÉF. 1]

Plusieurs équipements font l'objet de normes spécifiques qui définissent précisément ce mode de fonctionnement, tant avec des valeurs d'énergie réduite qu'avec des conditions supplémentaires à respecter. C'est le cas, par exemple, de la norme ANSI B65.3-2011 sur les massicots droits [RÉF. 6]. Elle recommande une pression maximale de 300 N pour le presse-papier de machines ayant une largeur de travail inférieure à 1,6 m et de 500 N lorsqu'elle est supérieure à 1,6 m. De plus, la commande doit être protégée contre tout actionnement involontaire. Cependant, bien d'autres machines ne sont pas sujettes à une norme précise à cet égard. Les fabricants et les utilisateurs de ces équipements doivent alors choisir parmi un vaste éventail de valeurs et d'autres conditions de fonctionnement.

Ce guide s'appuie sur les normes qui sont l'état de l'art et non uniquement sur le RSST. Il recense quelques valeurs de vitesse réduite, de force réduite, d'énergie réduite et de pression réduite tirées de la littérature. De plus, le guide indique des points de repère et précise les éléments à considérer pour la conception, l'utilisation et la modification de machines dotées d'un mode de fonctionnement à énergie réduite.

CE QUE DIT LA RÉGLEMENTATION AU QUÉBEC

Règlement sur la santé et la sécurité du travail, article 189.1 [RÉF. 7] :

Lorsqu'une personne effectue un travail de réglage, d'apprentissage, de recherche de défauts ou de nettoyage nécessitant de déplacer ou de retirer un protecteur, ou de neutraliser un dispositif de protection dans la zone dangereuse d'une machine qui doit demeurer, en totalité ou en partie, en marche, celle-ci doit être munie d'un mode de commande spécifique dont l'enclenchement doit rendre tous les autres modes de commande de la machine inopérants et permettre :

- 1 >** soit le fonctionnement des éléments dangereux de la machine uniquement par l'utilisation d'un dispositif de commande nécessitant une action maintenue ou d'un dispositif de commande bimanuelle, ou par l'action continue d'un dispositif de validation;
- 2 >** soit le fonctionnement de la machine uniquement dans des conditions où les pièces en mouvement ne présentent aucun danger pour la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des personnes ayant accès à la zone dangereuse, par exemple, à vitesse réduite, à effort réduit, pas à pas ou au moyen d'un dispositif de commande de marche par à-coups.

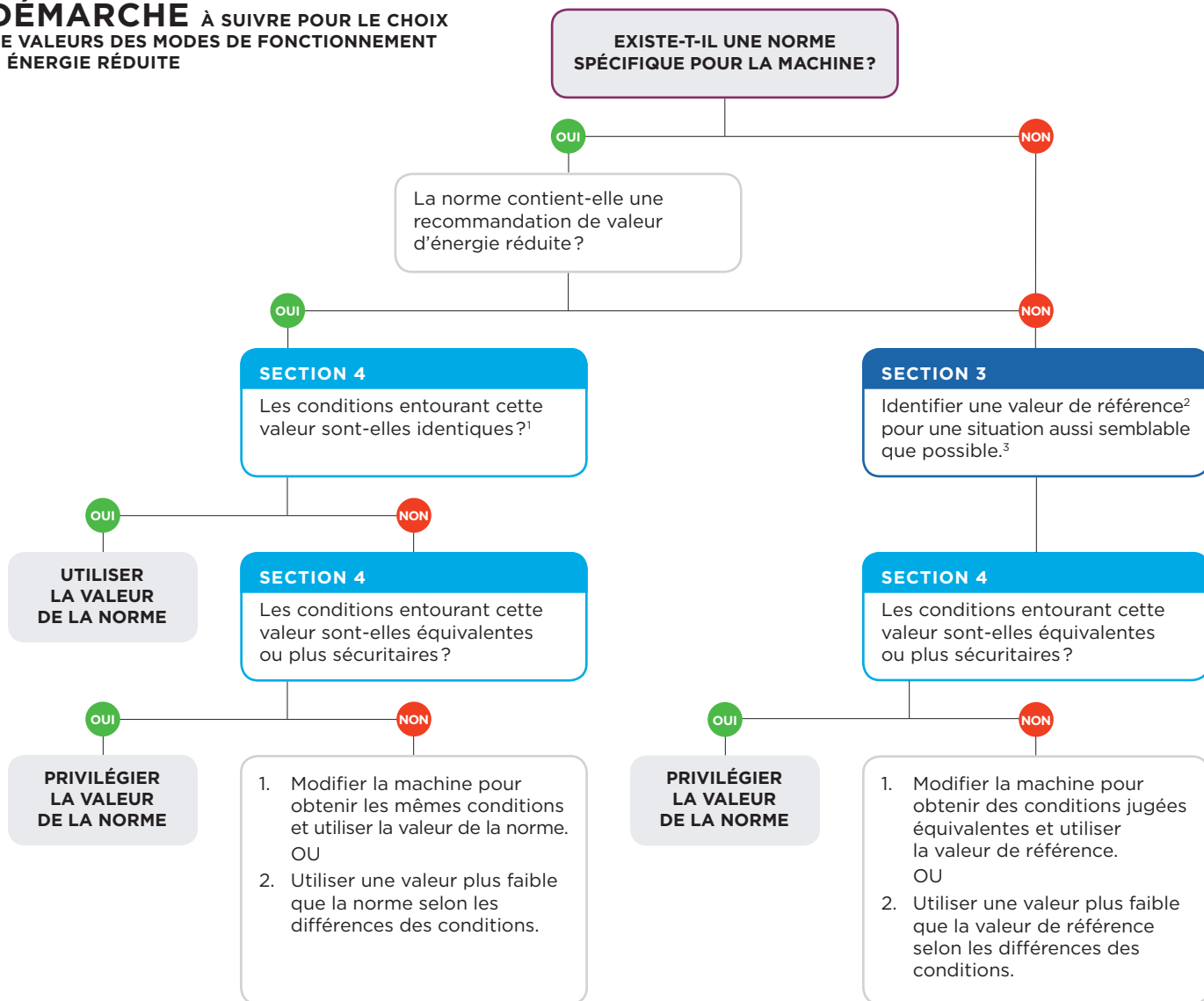
Les auteurs du rapport préconisent, sur la base de leurs travaux, de respecter simultanément les deux conditions prévues au RSST afin d'assurer un plus haut niveau de sécurité.

COMMENT UTILISER CE GUIDE

La figure 2.1 schématise la démarche à suivre lorsque le concepteur ou l'utilisateur d'une machine souhaite la modifier ou y ajouter un mode de fonctionnement à énergie réduite.

Cette démarche repose principalement sur la comparaison des *conditions complémentaires entourant une valeur*. Ces conditions servent à décrire au mieux la situation et à tenir compte des facteurs qui peuvent influencer le choix des valeurs. Une valeur prescrite n'est valable que dans un contexte précis et ne doit donc pas en être dissociée. L'équivalence des conditions repose sur le jugement de la personne ou du groupe de travail qui participe à la conception du mode de fonctionnement à énergie réduite. Les sections 3 et 4 du guide les aideront à réaliser cette analyse.

FIGURE 2.1
DÉMARCHE À SUIVRE POUR LE CHOIX DE VALEURS DES MODES DE FONCTIONNEMENT À ÉNERGIE RÉDUITE






1. Une analyse de risque exhaustive et documentée permettra de comparer rigoureusement les conditions prescrites autour d'une valeur par rapport aux conditions propres à la machine concernée. La section 4 aborde la plupart des éléments à considérer pour faire cette comparaison.
 2. La valeur de référence peut être tirée de normes ou d'autres documents, tels que des guides techniques.
 3. Deux situations sont jugées semblables lorsqu'il s'agit du même risque (i.e. le type de phénomène dangereux) et lorsque les conditions complémentaires sont équivalentes (voir les colonnes « Risque » et « Conditions complémentaires requises » des tableaux de la section 3).

VALEURS DE RÉFÉRENCE

Les tableaux suivants présentent quelques valeurs maximales (vitesse, effort, énergie cinétique, pression) proposées dans la littérature, incluant les prescriptions normatives. Ce sont des valeurs courantes établies selon les règles de l'art. Ces tableaux n'étant pas exhaustifs, les utilisateurs de ce guide peuvent se référer au [rapport R-888](#), dont est tiré ce guide et qui contient une plus grande liste de valeurs de références, ou utiliser d'autres valeurs issues de la littérature comme référence. De plus, comme ces tableaux et le rapport dont ils sont issus présentent des extraits simplifiés de normes, il faut se référer au document original en ce qui a trait aux conditions complémentaires et autres informations entourant les valeurs de référence.

Il est primordial d'être attentif aux conditions complémentaires associées aux valeurs, car elles déterminent s'il faudrait utiliser des valeurs plus faibles.






TABLEAU 3.1
VITESSE | VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LES VITESSES RÉDUITES

SECTEUR / MACHINE	RISQUE		VITESSE MAX.	CONDITIONS COMPLÉMENTAIRES REQUISES	RÉF.
IMPRIMERIE GÉNÉRAL	Général, en l'absence de spécification		17 mm/s	<ul style="list-style-type: none"> • Commande à action maintenue • Exigences de fiabilité du circuit de commande 	8 9 10
			83 mm/s* *Si la vitesse de 17 mm/s empêche l'équipement de remplir ses fonctions	<ul style="list-style-type: none"> • Commande à action maintenue • Exigences de fiabilité du circuit de commande 	
MANUFACTURIER CENTRE D'USINAGE	Choc, écrasement, coincement		33 mm/s	<ul style="list-style-type: none"> • Manette avec bouton de validation 	11
MANUFACTURIER PRESSE À INJECTION DE PLASTIQUE	Écrasement, sectionnement, amputation		10 mm/s	<ul style="list-style-type: none"> • Commande à action maintenue • Formation des opérateurs et des superviseurs 	12
TOUS LES SECTEURS ROBOT	Choc, écrasement, coincement		250 mm/s	<ul style="list-style-type: none"> • Manette avec bouton de validation 	13

Voir le tableau 3 du [rapport R-888](#) pour une liste plus complète des valeurs de vitesse réduite, présentées en ordre croissant avec les références [\[RÉF. 2\]](#).

TABLEAU 3.2
EFFORT

VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LES EFFORTS RÉDUITS

SECTEUR / MACHINE	RISQUE		EFFORT MAX.	CONDITIONS COMPLÉMENTAIRES REQUISES	RÉF.
GÉNÉRAL PROTECTEUR MOBILE MOTORISÉ	Coincement, écrasement, sectionnement (surface étroite ou anguleuse)		75 N	• Aucune	14
	Coincement, écrasement (surface plane)		150 N	• Inversion automatique du mouvement (ex. : bordure sensible ou relâchement d'une commande à action maintenue)	
IMPRIMERIE BROCHETEUSE RIVETEUSE	Écrasement, cisaillement, coupure et sectionnement		50 N	• Détection de présence d'une partie du corps (pour appliquer l'effort de travail) • Exigences de fiabilité du circuit de commande	15
IMPRIMERIE MASSICOT DROIT MACHINE À SÉRIGRAPHIER	Coincement, écrasement (surface plane)		300 N	Massicot droit : • Presse-papier, largeur de travail < 1,6 m Machine à sérigraphier : • Bordure, barre sensible OU • Limitation de la force de fermeture et absence d'arêtes vives	6 16
			500 N	Massicot droit : • Presse-papier, largeur de travail > 1,6 m	6
IMPRIMERIE PLIEUSE-COLLEUSE	Entraînement, écrasement (angle rentrant)		500 N	Décalage d'au moins 120 mm entre les rouleaux de renvoi (non illustré)	17

Voir le tableau 4 du [rapport R-888](#) pour une liste plus complète des valeurs d'effort réduit, présentées en ordre croissant avec les références [\[RÉF. 2\]](#).

TABLEAU 3.3

ÉNERGIE CINÉTIQUE

VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LA RÉDUCTION DE L'ÉNERGIE CINÉTIQUE

SECTEUR / MACHINE	RISQUE	E_c * MAX.	CONDITIONS COMPLÉMENTAIRES REQUISES	RÉF.
BÂTIMENT ASCENSEUR	Coincement, écrasement	3,5 J	<ul style="list-style-type: none"> Absence de dispositif ou dispositif de réouverture inopérant 	<u>18</u>
		4 J	<ul style="list-style-type: none"> Porte palière horizontale Porte à manœuvre automatique Absence de dispositif ou dispositif de réouverture inopérant 	<u>19</u>
		10 J	<ul style="list-style-type: none"> Porte palière horizontale Porte à manœuvre automatique Inversion automatique du mouvement en cas de détection 	<u>18</u> <u>19</u>
		> 10 J	<ul style="list-style-type: none"> Porte palière horizontale Manœuvre non automatique Commande à action maintenue Vitesse maximale du panneau le plus rapide : 300 mm/s 	<u>19</u>
GÉNÉRAL	Coincement, écrasement	4 J	<ul style="list-style-type: none"> Aucune 	<u>20</u>
		10 J	<ul style="list-style-type: none"> Dispositif d'inversion automatique du mouvement 	



* Énergie cinétique calculée ou mesurée à la vitesse moyenne du mouvement.

Voir le tableau 5 du [rapport R-888](#) pour une liste plus complète des valeurs d'énergie cinétique réduite, présentées en ordre croissant avec les références [\[RÉF. 2\]](#).

TABLEAU 3.4

PRESSION

VALEURS DE RÉFÉRENCE POUR LA RÉDUCTION DE LA PRESSION

SECTEUR / MACHINE	RISQUE	PRESSION MAX.	CONDITIONS COMPLÉMENTAIRES REQUISES	RÉF.	
GÉNÉRAL GÉNÉRAL MACHINE D'EMBALLAGE	Coincement, écrasement		25 N/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> Aucune 	<u>14</u> <u>21</u> <u>22</u>
	Coincement, écrasement		50 N/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> Inversion automatique du mouvement 	

Voir le tableau 6 du [rapport R-888](#) pour une liste plus complète des valeurs de pression réduite, présentées en ordre croissant avec les références [\[RÉF. 2\]](#).

REPÈRES POUR COMPARER LES CONDITIONS ENTOURANT LES VALEURS D'ÉNERGIE RÉDUITE

Cette section fournit des repères permettant de comparer les conditions entourant les valeurs d'énergie réduite. Lorsqu'une norme s'appliquant à la machine en question indique des valeurs d'énergie réduite ou qu'une valeur de référence a été identifiée, il faut faire cette comparaison. Si les conditions entourant les valeurs recommandées sont identiques ou équivalentes, la valeur d'énergie réduite peut être utilisée telle que recommandée. Dans le cas contraire, il faut procéder à des ajustements jusqu'à atteindre un niveau de sécurité jugé équivalent : soit en travaillant sur ces conditions complémentaires, soit en utilisant une valeur d'énergie réduite plus faible.

MOYENS DE RÉDUCTION DU RISQUE

Les conditions complémentaires à considérer incluent des moyens de réduction du risque. Ces derniers sont de différentes natures et d'efficacité variable. Le tableau 4.1 présente les moyens de protection les plus fréquemment cités dans la littérature, en association avec un mode de fonctionnement à énergie réduite.

TABLEAU 4.1
NATURE ET EFFICACITÉ RELATIVE DES MOYENS DE RÉDUCTION DU RISQUE

EFFICACITÉ	NATURE	MOYEN COMPLÉMENTAIRE DE RÉDUCTION DU RISQUE
	Réduction du risque par conception	<ul style="list-style-type: none"> • Limitation de l'énergie par dimensionnement • Débattement de sécurité • Écartement minimal entre les éléments fixes et mobiles
	Dispositifs de protection	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositif d'inversion automatique du mouvement
	Commande*	<ul style="list-style-type: none"> • Commande à action maintenue • Dispositif de validation • Arrêt d'urgence à proximité • Sélecteur de mode
	Utilisateur	<ul style="list-style-type: none"> • Signal sonore • Formation • Visibilité de la zone dangereuse depuis la commande

* Quel que soit le type de commande, s'assurer que le niveau de fiabilité du système de commande est adapté à la situation (cf. norme ISO 13849) [RÉF. 23].

FACTEURS D'INFLUENCE À CONSIDÉRER

Plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour concevoir un mode de fonctionnement à énergie réduite (tableau 4.2). Il s'agit de points de repères permettant de comparer deux situations afin de savoir si les niveaux d'énergie valables pour l'une le sont également pour l'autre.

TABLEAU 4.2
FACTEURS À PRENDRE EN COMPTE POUR LA PROTECTION PAR LIMITATION DE L'ÉNERGIE

FACTEUR À PRENDRE EN COMPTE	ÉNERGIES CONCERNÉES	EXEMPLES DE PARAMÈTRES À CONSIDÉRER	CONSIDÉRATIONS
ACCESSIBILITÉ DE LA ZONE DANGEREUSE DIMENSIONS ANTHROPOMÉTRIQUES	Vitesse Effort Pression Énergie cinétique	Hauteur de la zone dangereuse Espace de dégagement Sol accidenté, glissant	<ul style="list-style-type: none"> Un espace restreint ou encombré réduit la possibilité d'éviter un dommage. Une zone dangereuse hors d'atteinte pourra conserver un niveau d'énergie plus élevé qu'une zone à portée d'un travailleur (ex. : vitesse d'un convoyeur en fonction de sa hauteur).
PRESSION SUR LES PARTIES DU CORPS	Effort Pression	Résistance à la pression différente selon la partie du corps Gravité du dommage différente selon la partie du corps	<ul style="list-style-type: none"> Paramètres à utiliser pour réduire le dommage. À considérer notamment pour les zones de pincement, de coincement ou d'écrasement, ainsi que pour les zones de cisaillement et les angles rentrants.
FORME ET DIMENSION DES SURFACES DE CONTACT	Vitesse Effort Pression Énergie cinétique	Surface coupante, plane, rugueuse, etc. Angle rentrant, zone de coincement, zone de cisaillement, etc.	<ul style="list-style-type: none"> Pour une force donnée, plus la surface de contact est petite, plus la pression résultante sera élevée. Voir le tableau 4.4.
ÉNERGIE CINÉTIQUE	Vitesse Énergie cinétique	Vitesse, paramètre à utiliser pour la réduction du risque Temps d'arrêt de la machine Force d'impact	<ul style="list-style-type: none"> « La vitesse lente retenue doit permettre l'arrêt des éléments mobiles dans un temps suffisamment bref, après le relâchement de l'organe de service, pour ne pas mettre en danger l'opérateur. » [RÉF. 20] Paramètre à utiliser pour la possibilité d'éviter un dommage. Paramètre à utiliser pour réduire le dommage.
TEMPS DE RÉPONSE DES MÉCANISMES	Vitesse Énergie cinétique	Temps et distance d'arrêt de la machine	<ul style="list-style-type: none"> Paramètre à utiliser pour la possibilité d'éviter un dommage. Paramètre à utiliser pour réduire le dommage.

La littérature accepte parfois des niveaux d'énergie plus élevés en présence de certains facteurs. À titre d'exemple, le tableau 4.3 présente deux séries de valeurs à utiliser en fonction de l'état d'un facteur d'influence.

TABLEAU 4.3
SÉRIES DE VALEUR EN FONCTION DE L'ÉTAT D'UN FACTEUR D'INFLUENCE

FACTEUR D'INFLUENCE	SÉRIE DE VALEURS 1	SÉRIE DE VALEURS 2	RÉF.
SURFACE DE CONTACT	Plane – 150 N	Étroite, anguleuse – 50 N	<u>8</u> <u>16</u>
INVERSION AUTOMATIQUE DU MOUVEMENT	Avec ce mécanisme – 150 N	Sans ce mécanisme – 75 N	<u>20</u> <u>21</u>
TYPE DE COMMANDE	À action maintenue – 83 mm/s	Mouvement automatique – 8,3 mm/s	<u>17</u>

Toujours pour servir de repère, le tableau 4.4 présente des valeurs d'énergie réduite de contact admissibles selon les parties du corps exposées.

TABLEAU 4.4

TABLEAU EXTRAIT DE LA NORME NF EN 415-10* SUR LES FORCES D'ÉCRASEMENT, FORCES DE CHOC ET PRESSIONS SURFACIQUES STATIQUES LIMITES ADMISSIBLES PAR LE CORPS HUMAIN [RÉF. 22]

PARTIE DU CORPS	DÉTAIL DE LA PARTIE DU CORPS	FORCE D'ÉCRASEMENT [N]	FORCE DU CHOC [N]	PRESSION STATIQUE À LA SURFACE DU CORPS [N/cm ²]
1 Tête et cou	1.1 Crâne, front	130	175	30
	1.2 Visage	65	90	20
	1.3 Cou (parties latérales, nuque)	145	190	50
	1.4 Cou (partie avant, larynx)	35	35	10
2 Tronc	2.1 Dos, épaules	210	250	70
	2.2 Cage thoracique	140	210	45
	2.3 Ventre	110	160	35
	2.4 Bassin	180	250	75
	2.5 Fesses	210	250	80
3 Membres supérieurs	3.1 Bras, articulation du coude	150	190	50
	3.2 Avant-bras, articulation du poignet	160	220	50
	3.3 Main, doigt	135	180	60
4 Membres inférieurs	4.1 Cuisse, genou	220	250	80
	4.2 Partie inférieure de la jambe	140	170	45
	4.3 Pieds, orteils, articulations	125	160	45

* Les extraits de la norme NF EN 415-10 : 2014 «Sécurité des machines d'emballage, Partie 10, prescriptions générales» sont reproduits avec l'accord d'AFNOR. Seul le texte original et complet de la norme, tel que diffusé par AFNOR Éditions, a valeur normative. Il est accessible sur le site Web suivant : www.boutique.afnor.org.

En résumé, une liste de quelques facteurs d'influence courants à considérer :

- > Surface de contact, géométrie de la pièce en mouvement (ex. : surface plane, surface anguleuse)
- > Type de commande (ex. : commande par action maintenue, commande bimanuelle, commande par impulsion, mouvement automatique)
- > Présence ou non de protecteurs à l'intérieur de la zone dangereuse (ex. : protecteur d'angle rentrant)
- > Présence ou non de signal sonore ou lumineux au démarrage
- > Accessibilité de la zone dangereuse (ex. : hors d'atteinte ou facilement accessible)
- > Présence ou non d'un débattement de sécurité
- > Position relative des éléments mobiles ou fixes (ex. : zones de cisaillement)
- > Inversion automatique du mouvement en cas de détection d'une partie du corps du travailleur
- > Proximité ou non d'un dispositif d'arrêt d'urgence
- > Parties du corps exposées

RÉFÉRENCES UTILES

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LE DOCUMENT

- 1 Organisation internationale de normalisation. (2010). *Sécurité des machines : principes généraux de conception : appréciation du risque et réduction du risque*. Norme ISO 12100:2010. Genève : Organisation internationale de normalisation.
- 2 Chinniah, Y., Aucourt, B., Bourbonnière, R. (2015). *Étude sur la sécurité des machines lors des interventions en mode de vitesse ou d'efforts réduits* (Rapport n° 888). Tiré de <http://www.irsst.qc.ca/media/documents/PubIRSST/R-888.pdf>
- 3 Paques, J.J., Bourbonnière, R., Daigle, R., Duchesne, D., Trudel, C., Villeneuve, J., Schreiber, L. (2004). *Sécurité des machines : phénomènes dangereux, situations dangereuses, événements dangereux, dommages*. [Montréal] : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec. Tiré de <http://www.cnesst.gouv.qc.ca/Publications/200/Pages/DC-200-1581.aspx>
- 4 *Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte)*, *Journal officiel de l'Union européenne*. Tiré de <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:fr:PDF>
- 5 Association canadienne de normalisation. (2017). *Protection des machines*. Norme CSA Z432-16. Toronto : Association canadienne de normalisation.
- 6 American National Standards Institute. (2011). *Graphic technology: Safety requirements for graphic technology equipment and systems. Part 3, binding and finishing equipment and systems*. Norme ANSI B65-3:2011. Reston : American National Standards Institute.
- 7 *Règlement sur la santé et la sécurité du travail du Québec*, RLRQ, c. S-2.1, r. 13.
- 8 American National Standards Institute. (2011). *American national standard: graphic technology: Safety requirements for graphic technology equipment and systems. Part 1, general requirements*. Norme ANSI, ANSI B65.1:2011. Reston : American National Standards Institute.
- 9 Association française de normalisation. (2011). *Sécurité des machines : prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier. Partie 1, prescriptions communes*. Norme AFNOR, NF EN 1010-1+A1:2011. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 10 Organisation internationale de normalisation. (2009). *Graphic technology: Safety requirements for graphic technology equipment and systems. Part 1, general requirements*. Norme ISO 12643-1:2009 (Reaffirmed 2015). Genève : Organisation internationale de normalisation.
- 11 Association française de normalisation (2009). *Machines-outils : sécurité : centres d'usinage*. Norme AFNOR, NF EN 12417+A2:2009. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 12 Association française de normalisation. (2009). *Machines pour les matières plastiques et le caoutchouc : machines de moulage par injection : prescriptions de sécurité*. Norme AFNOR NF EN 201:2009. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 13 Association canadienne de normalisation (2014). *Robots industriels et systèmes robotiques : Exigences générales de sécurité*. Norme CSA Z434-14. Mississauga : Association canadienne de normalisation.
- 14 Organisation internationale de normalisation. (2002). *Sécurité des machines : protecteurs : prescriptions générales pour la conception et la construction des protecteurs fixes et mobiles*. Norme ISO 14120:2002. Genève : Organisation internationale de normalisation.
- 15 Association française de normalisation. (2010). *Sécurité des machines : prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier. Partie 4, machines à relier les livres, machines de transformation et de finitions du papier*. Norme AFNOR NF EN 1010-4+A1:2010. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 16 Association française de normalisation. (2010). *Sécurité des machines : prescriptions de sécurité pour la conception et la construction de machines d'impression et de transformation du papier. Partie 2, machines d'impression et de vernissage y compris les machines et les équipements de pré-presses*. Norme AFNOR NF EN 1010-2+A1:2010. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 17 Association française de normalisation. (2005). *Sécurité des machines : prescriptions de sécurité pour la conception et la construction des machines d'impression et de transformation du papier. Partie 5, machines de fabrication du carton ondulé et machines de transformation du carton plat et du carton ondulé*. Norme AFNOR, NF EN 1010-5:2005. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 18 Association canadienne de normalisation et American Society of Mechanical Engineers. (2015). *Code de sécurité sur les ascenseurs, monte-charges et escaliers mécaniques*. Norme ASME A17.1-2013/CSA B44-13. Toronto : Association canadienne de normalisation.

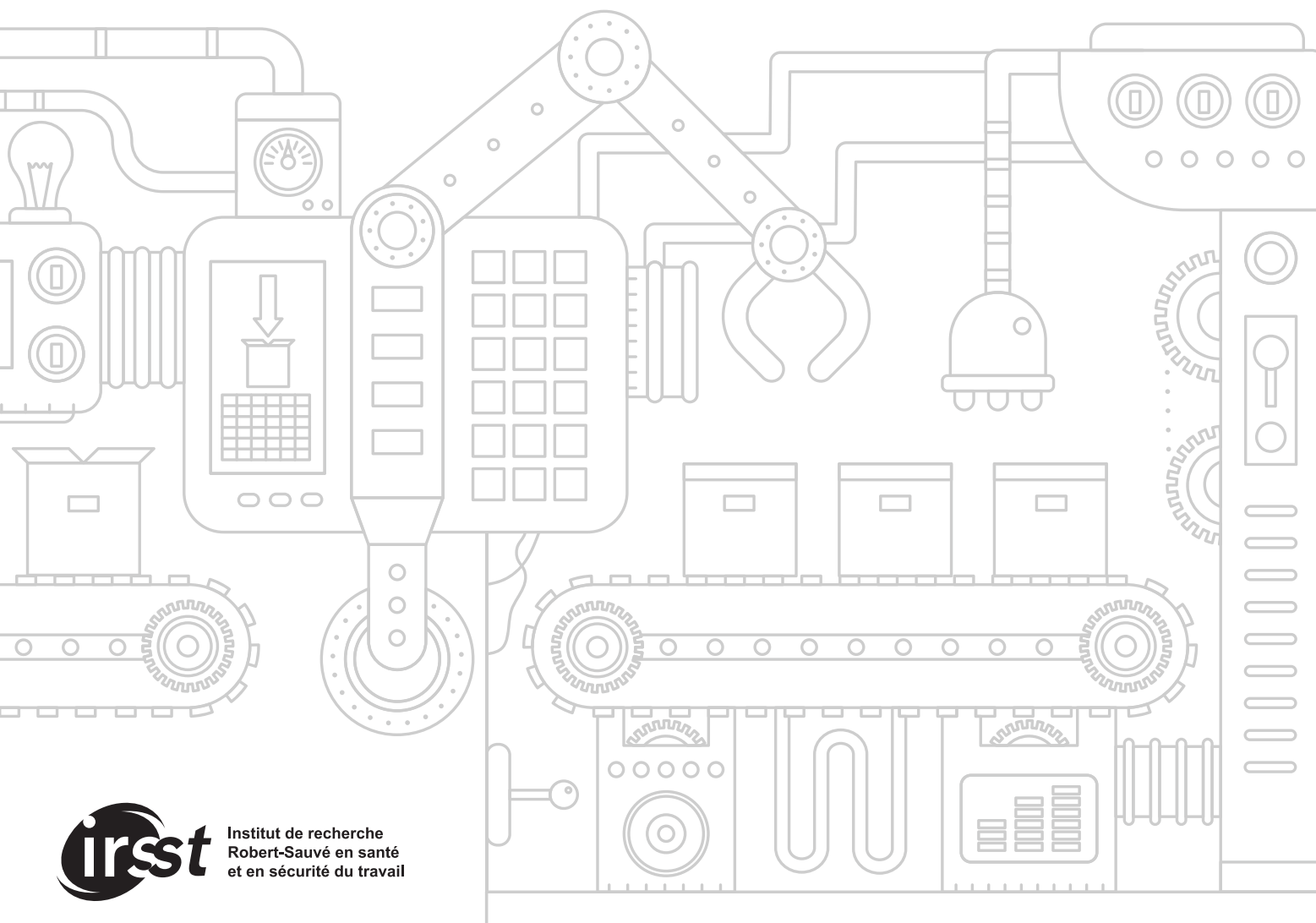
- 19 Association française de normalisation. (2010). *Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs. Partie 1, ascenseurs électriques*. Norme AFNOR NF EN 81-1+A3:2010. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 20 Blaise, J.-C., Daillie-Lefèvre, B., Lupin, H., Marsot, J., Wélitz, G. *Sécurité des équipements de travail : prévention des risques mécaniques*. Paris : Institut national de recherche et de sécurité. Tiré de <http://www.inrs.fr/accueil/produits/mediatheque/doc/publications.html?refINRS=ED%206122>
- 21 Association internationale de sécurité sociale. (1994). *Prévention des risques mécaniques : solutions pratiques*. Genève : AISS.
- 22 Association française de normalisation. (2008). *Sécurité des machines d'emballage. Partie 7, machines de groupe et d'emballage secondaire*. Norme AFNOR NF EN 415-7+A1:2008. La Plaine Saint-Denis : Association française de normalisation.
- 23 Organisation internationale de normalisation. (2006). *Sécurité des machines : parties des systèmes de commande relatives à la sécurité. Partie 1, Principes généraux de conception*. Norme ISO 13849-1:2006/Cor. 1:2009 (Confirmée 2010). Genève : Organisation internationale de normalisation.

AUTRES RÉFÉRENCES

Association canadienne de normalisation. (2013). *Maîtrise des énergies dangereuses : cadenassage et autres méthodes*. Norme CSA Z460-13. Mississauga : Association canadienne de normalisation.

Chinniah, Y., Aucourt, B., Bourbonnière, R. (2017). Safety of industrial machinery in reduced risk conditions. *Safety Science* 93, 152-161.

Commission électronique internationale. (2012). *Sécurité des machines : sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*. Norme CEI 62061:2005. Genève : Commission électrotechnique internationale.



Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail