

Équipements de protection

Études et recherches

GUIDE TECHNIQUE **RG-649**



**Document d'information pour la sélection
des gants de protection
contre les risques mécaniques**

*Patricia Dolez
Katayoun Soulati
Chantal Gauvin
Jaime Lara
Toan Vu-Khanh*



Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES

travaillent pour vous !

Mission

Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.

Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.

Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

Pour en savoir plus

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement. www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine Prévention au travail, publié conjointement par l'Institut et la CSST. Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales
2010
ISBN : 978-2-89631-455-3 (PDF)
ISSN : 0820-8395

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : 514 288-1551
Télécopieur : 514 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca
Institut de recherche Robert-Sauvé
en santé et en sécurité du travail,
avril 2010



Équipements de protection

Études et recherches

■ GUIDE TECHNIQUE **RG-649**

Document d'information pour la sélection des gants de protection contre les risques mécaniques

Avis de non-responsabilité

L'IRSST ne donne aucune garantie relative à l'exactitude, la fiabilité ou le caractère exhaustif de l'information contenue dans ce document. En aucun cas l'IRSST ne saurait être tenu responsable pour tout dommage corporel, moral ou matériel résultant de l'utilisation de cette information.

Notez que les contenus des documents sont protégés par les législations canadiennes applicables en matière de propriété intellectuelle.

*Patricia Dolez^{1,2}, Katayoun Soulati¹, Chantal Gauvin²,
Jaime Lara³, Toan Vu-Khanh¹*

¹Département de génie mécanique, École de technologie supérieure

²Service de soutien à la recherche et à l'expertise, IRSST

³Service de la recherche, IRSST

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document
ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

Ce document d'information a bénéficié de la contribution de Vincent Graziani, stagiaire à l'École de technologie supérieure, ainsi que d'Adam Sofineti et de Linda Savoie de l'IRSST.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	I
INTRODUCTION	1
1. LES MAINS	3
2. LOIS ET RÈGLEMENTS	5
3. MAÎTRISE DES RISQUES	7
3.1 Analyse des risques	7
3.2 Niveau de risque.....	8
3.3 Processus de sélection des gants.....	9
4. LES TYPES DE GANTS	11
4.1 Classification des gants.....	11
4.1.1 Gants en polymère non supporté.....	11
4.1.2 Gants tricotés	12
4.1.3 Gants enduits.....	12
4.1.4 Gants cousus	13
4.2 Matériaux utilisés dans la fabrication des gants	14
4.2.1 Fibres et textiles	14
4.2.2 Matériaux polymères	16
4.3 Méthodes de fabrication.....	17
4.3.1 Techniques textiles.....	17
4.3.2 Procédé de trempage	19
4.3.3 Matriçage et soudage	20
4.3.4 Moulage	20
4.4 Usage et entretien.....	21
5. SÉLECTION DES GANTS DE PROTECTION	23
5.1 Risques présents en milieu de travail.....	23
5.1.1 Risques mécaniques	23
5.1.2 Autres risques.....	26
5.2 Considérations liées à la fonctionnalité et au confort	28

5.3	Autres considérations	31
5.4	Risques dus à l'utilisation des gants de protection	32
5.5	Exemples de mises en situation.....	34
5.5.1	Besoin de résistance aux agresseurs mécaniques multiples et de bonnes dextérité et sensibilité tactile.....	34
5.5.2	Risques mécaniques, thermiques et chimiques et besoin de dextérité.....	35
5.5.3	Présence simultanée de risques mécaniques multiples et de produits industriels.....	36
5.5.4	Risques chimiques et d'entraînement	37
6.	MÉTHODES DE CARACTÉRISATION DE LA RÉSISTANCE AUX AGRESSEURS MÉCANIQUES	39
6.1	Coupure	39
6.1.1	Normalisation américaine	39
6.1.2	Normalisation européenne	40
6.1.3	Méthode utilisée dans l'outil de sélection.....	40
6.2	Perforation.....	41
6.2.1	Normalisation américaine	41
6.2.2	Normalisation européenne	42
6.2.3	Méthode utilisée dans l'outil de sélection.....	42
6.3	Déchirure	43
6.3.1	Normalisation européenne	43
6.3.2	Méthode utilisée dans l'outil de sélection.....	44
6.4	Abrasion.....	44
6.4.1	Normalisation américaine	45
6.4.2	Normalisation européenne	45
6.5	Classification des niveaux de performance.....	45
6.5.1	Normalisation américaine	45
6.5.2	Normalisation européenne	46
6.5.3	Classification utilisée dans l'outil de sélection.....	47
6.5.4	Utilisation des niveaux de performance.....	48
7.	MANUFACTURIERS DE GANTS.....	51
	RÉFÉRENCES ET SOURCES D'INFORMATION ADDITIONNELLE.....	53

INTRODUCTION

Ce document d'information est destiné à tous ceux qui ont à sélectionner des gants de protection contre les risques mécaniques pour un usage professionnel. Ses recommandations sont également valides dans le cas d'activités de type personnelles ou récréatives. Il a pour objectif de fournir l'information nécessaire pour aider les individus et les organisations à identifier des gants de protection contre les risques mécaniques correspondant à leurs besoins, en support de l'outil de sélection disponible sur le site internet de l'IRSST à l'adresse www.irsst.qc.ca/gants. En effet, dans le cas où les mains sont exposées à un risque, elles doivent être protégées. La sélection de gants adaptés aux risques, ainsi qu'une utilisation et un entretien appropriés peuvent permettre d'éviter les blessures.

De manière plus précise, ce document donne une information générale sur les mains, les lois et règlements relatifs à la protection des mains et les différents types de gants, incluant les méthodes de fabrication et les matériaux constitutifs. Il propose également des démarches pour l'analyse des risques et pour le processus de sélection des gants de protection, qui peuvent être utilisées en combinaison avec l'outil web de sélection des gants. Il inclut aussi une liste de risques et de considérations pertinentes à la sélection des gants de protection, assortie de quelques exemples de mises en situation. Finalement, il décrit les méthodes de caractérisation de la résistance aux risques mécaniques et les niveaux de performance des gants qui sont utilisés dans l'outil web de sélection des gants, et propose des pistes de démarche pour l'établissement des niveaux requis en fonction de la tâche.

1. LES MAINS

La fonction normale de la main est assurée par un ensemble d'éléments complexes et interactifs qui la composent [Medical MultiMedia Group, 2003]. Les principaux éléments de la main peuvent être répartis en cinq grandes catégories, soit les os et les articulations, les ligaments et les tendons, les muscles, les nerfs et les vaisseaux sanguins, sans oublier bien entendu la peau qui protège l'ensemble.



Représentation anatomique de la main (image adaptée de Wikimedia Commons)

La main et le poignet comptent un total de 27 os, dont l'ajustement des uns par rapport aux autres est critique. De plus, les articulations sont recouvertes à leurs extrémités de cartilage articulaire dont la fonction est d'absorber les chocs et d'offrir une surface extrêmement lisse pour le mouvement relatif des os. Les ligaments lient les os entre eux et assurent l'alignement de leurs mouvements relatifs dont ils limitent l'amplitude. De leur côté, les tendons permettent entre autres aux articulations des doigts de se redresser. Les muscles contrôlent le mouvement de la main, en particulier au niveau du poignet et des doigts. Ils permettent par exemple de saisir et de tenir un objet. Les nerfs transmettent l'information entre la main et le cerveau. Dans une direction, les signaux venus du cerveau actionnent les muscles et par conséquent les mouvements de la main. Dans l'autre direction, les nerfs communiquent au cerveau les données relatives aux sensations, comme le toucher, la douleur et la température. L'irrigation sanguine de la main est assurée par de gros vaisseaux parallèles aux nerfs. Les mains sont des éléments indispensables à l'autonomie de l'humain. Fragiles, elles sont irremplaçables : elles doivent être considérées avec soin et protégées.

2. LOIS ET RÈGLEMENTS

En milieu de travail, l'usage des équipements de protection individuelle, dont font partie les gants de protection, est couvert par des lois et règlements de juridictions provinciale et fédérale.

Au Québec, la Loi sur la santé et la sécurité du travail [Gouvernement du Québec, 2008a] et le Règlement sur la santé et la sécurité du travail [Gouvernement du Québec, 2008b], dont des extraits figurent ci-contre, exigent des employeurs qu'ils fournissent à leurs employés des équipements de protection individuelle nécessaires lorsque les moyens administratifs et d'ingénierie de maîtrise des risques ne sont pas possibles à mettre en place ou pas suffisants. Il revient au comité de santé et sécurité (CSS) de l'entreprise de « *choisir les moyens et équipements de protection individuels qui, tout en étant conformes aux règlements, sont les mieux adaptés aux besoins des travailleurs de l'établissement* » [Gouvernement du Québec, 2008a]. Une analyse des risques doit être réalisée pour déterminer si des équipements de protection sont requis et lesquels sont appropriés pour garantir un bon niveau de sécurité aux employés. Ces derniers doivent également recevoir de l'information relativement aux équipements de protection individuelle fournis, en particulier comment, où et quand les utiliser, ainsi que pour leur entretien. De leur côté, les employés sont tenus de porter lorsque prévu les équipements de protection individuelle qui leur sont fournis.

Au Québec, la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST)¹ a, entre autres, la charge de faire appliquer les lois et d'édicter et faire appliquer des règlements et des normes relatifs à la santé et à la sécurité au travail. Sa mission comprend le soutien pour l'élimination à la source des risques pour la santé, la sécurité et l'intégrité physique des travailleurs ainsi que le support et la réparation lors des accidents du travail et des maladies professionnelles. Elle est épaulée dans sa tâche par 12 associations sectorielles paritaires (ASP)² qui agissent comme personnes-ressources en matière de santé et sécurité au travail auprès des employeurs et des travailleurs, en particulier pour la formation, l'information, la recherche, le conseil et l'assistance technique.

1. Commission de la santé et de la sécurité du travail : www.csst.qc.ca

2. Lien de l'IRSST vers les associations sectorielles paritaires : www.irsst.qc.ca/fr/_categorie_liens_48.html

Extraits de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., c.S-2.1)

[Gouvernement du Québec, 2008a]

Article 49, paragraphe 5

Le travailleur doit:

↳ *participer à l'identification et à l'élimination des risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles sur le lieu de travail;*

Article 51, paragraphe 11

L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :

↳ *fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuels choisis par le comité de santé et de sécurité conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et équipements de protection individuels ou collectifs déterminés par règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements;*

Article 78, paragraphe 4

Les fonctions du comité de santé et de sécurité sont :

↳ *de choisir les moyens et équipements de protection individuels qui, tout en étant conformes aux règlements, sont les mieux adaptés aux besoins des travailleurs de l'établissement;*

**Extraits du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., c. S-2.1, r.19.01)**

[Gouvernement du Québec, 2008b]

Article 338. Obligations de l'employeur : *L'employeur doit fournir gratuitement au travailleur les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section [...] et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et ces équipements.*

L'employeur doit également s'assurer que les travailleurs ont reçu l'information nécessaire sur l'usage de tels moyens et de tels équipements de protection.

Article 339. Obligations du travailleur : *Le travailleur doit porter ou utiliser, selon le cas, les moyens et les équipements de protection individuels ou collectifs prévus à la présente section...*

Article 345. Protecteurs pour les autres parties du corps : *Le port d'un équipement de protection approprié à la nature de son travail, tel qu'une cagoule, un tablier, des jambières, des manchettes et des gants, est obligatoire pour tout travailleur exposé à des objets brûlants, tranchants ou qui présentent des arêtes vives ou des saillies dangereuses, à des éclaboussures de métal en fusion, ou au contact de matières dangereuses.*

3. MAÎTRISE DES RISQUES

Les méthodes de maîtrise des risques peuvent être réparties en trois grandes catégories : les techniques d'ingénierie, les mesures administratives et les équipements de protection individuelle [Molyneux, 1999]. L'utilisation des équipements de protection individuelle ne doit être considérée qu'en dernier recours, lorsque les autres méthodes ne sont pas disponibles, utilisables ou se révèlent insuffisantes. La première catégorie, soit l'application de techniques d'ingénierie, est la plus efficace. Plus spécifiquement, elle inclut de remplacer la source du danger, par exemple l'outil ou le produit chimique, par un équivalent plus sécuritaire (substitution), de réduire le niveau de risque en diminuant l'ampleur du procédé dangereux, par exemple en utilisant une quantité plus faible de produit toxique (minimisation), de confiner la source du risque en installant une barrière physique entre elle et la personne potentiellement affectée (isolation) et finalement de mettre en place des moyens de protection collectifs, comme un système de ventilation ou des garde-corps. Dans un deuxième temps, des mesures administratives de maîtrise des risques doivent être instaurées. Ces efforts de gestion incluent par exemple la planification, l'information et la formation, ainsi que l'implantation de procédures, règlements et codes de bonne pratique, et la surveillance environnementale et médicale. En dernier lieu, et pour compléter au besoin les deux premières catégories de méthodes de maîtrise des risques, il peut être nécessaire d'avoir recours à des équipements de protection individuelle, et en particulier des gants de protection.

L'identification de la nécessité de l'usage d'équipements de protection individuelle et la sélection de ceux-ci doivent être le fruit d'un processus rigoureux. Celui-ci inclut une analyse des risques en présence, une évaluation du niveau de chacun de ces risques ainsi que des effets synergiques liés à la présence de plusieurs risques simultanément et l'identification du moyen de protection le plus adapté en fonction des risques et des particularités de la tâche et de l'environnement de travail.

3.1 Analyse des risques

L'analyse des risques est destinée à identifier les sources de danger potentiel et la probabilité d'exposition à ces sources de danger [Mansdorf, 2005]. Cette analyse fait partie de la démarche indispensable pour mettre en place les moyens de maîtrise des risques, comme les équipements de protection individuelle dont font partie les gants de protection.

Le risque posé peut être défini comme le produit du danger par la probabilité d'exposition. Par exemple, un outil très dangereux peut être présent dans un atelier mais s'il est entièrement contrôlé par ordinateur et ne nécessite aucune intervention humaine, même pour son entretien, la probabilité d'exposition est négligeable, ce qui rend le risque très faible. Au contraire, l'utilisation d'un petit outil coupant, qui est en lui-même une source de danger limitée, peut se révéler associée à un niveau de risque élevé si la tâche requière une manipulation constante et non-sécuritaire.

$$\text{Risque} = \text{Niveau de danger} \times \text{Probabilité d'exposition}$$

L'analyse des risques doit tenir compte des particularités de la tâche à exécuter, tant au niveau de l'identification des risques et de leurs conséquences potentielles sur la santé du travailleur, qu'en ce qui concerne les exigences de cette tâche et l'impact potentiel que l'équipement de protection, par exemple les gants de protection, peut avoir sur celle-ci. Afin que l'analyse de risques soit la plus exacte possible, il est important d'impliquer les travailleurs concernés dans cet exercice. Ceci peut également favoriser l'acceptation des gants de protection sélectionnés.

Par ailleurs, il est aussi important de ne pas sous-évaluer le niveau de protection requis que de ne pas le surévaluer. En effet, le port de gants de protection peut impliquer par exemple une certaine gêne dans l'exécution de la tâche ou un niveau plus élevé d'effort à fournir. Il est donc critique de garder cet impact à un niveau aussi faible que possible tout en fournissant la protection nécessaire. De manière générale, il faut être conscient que le choix d'un gant de protection est un compromis délicat entre la protection offerte contre les risques et un ensemble de considérations ergonomiques et environnementales qui peuvent être résumées de manière générale sous la notion de fonctionnalité et confort, et incluent par exemple la dextérité et la sensibilité tactile.

Une procédure d'analyse des risques en six étapes peut être proposée [HSE, 2006; Limoges, 2007].

- 1- Identification des dangers
- 2- Identification des gens à risque
- 3- Évaluation et priorisation des risques
- 4- Identification des mesures appropriées pour éliminer ou contrôler les risques (techniques d'ingénierie, mesures administratives et équipements de protection individuelle)
- 5- Mise en place de ces mesures de protection
- 6- Évaluation régulière et révision au besoin de l'analyse.

3.2 Niveau de risque

Un aspect important à considérer lors de la sélection des gants de protection concerne le niveau de risque, qui quantifie le danger posé par le procédé ou l'outil de travail [Mansdorf, 2005]. En effet, le type et le niveau de protection requis ne seront pas les mêmes selon que le niveau de risque est faible ou élevé.

Il est possible de caractériser ce niveau de risque par le biais du type de lésion et des conséquences potentielles sur la santé. Par exemple, dans le cas de la coupure, on pourrait imaginer les trois niveaux de risque suivants [Limoges, 2007] :

- Faible: la coupure produite est superficielle et ne nécessite qu'un diachylon. Aucun dommage permanent n'est attendu.
- Moyen : la coupure est plus profonde et requière des points de suture. Cependant, aucune perte de fonctionnalité n'est prévue et seule une petite cicatrice peut demeurer.
- Élevé : la coupure a endommagé des tendons, des muscles, des nerfs ou des vaisseaux sanguins, et nécessite une chirurgie pour rétablir de manière plus ou moins complète les fonctions. Des dommages permanents pourront en résulter.



Pour déterminer les conséquences potentielles dues au danger et donc le niveau de risque associé, il est également indispensable de considérer l'ensemble des effets possibles sur la santé et de ne pas se limiter uniquement aux dommages physiques immédiats. Par exemple, des effets psychologiques peuvent également subvenir suite à un accident.

3.3 Processus de sélection des gants

Lorsqu'un besoin en gants de protection a été identifié, le niveau de protection requis est déterminé en fonction du niveau de risque et de la probabilité d'exposition pour l'ensemble des risques. Il est alors possible de chercher des produits disponibles commercialement offrant la protection désirée. Cependant, les réglementations québécoises, canadiennes et nord-américaines en général, ne requièrent généralement pas, sauf pour des cas particuliers, le marquage des gants de protection. Certains manufacturiers indiquent dans leurs catalogues ou sur leurs sites internet des niveaux de protection pour leurs produits. Par contre, il est important de s'assurer, pour pouvoir comparer des modèles entre eux, que les méthodes de mesure du niveau de protection et les critères définissant ces niveaux soient les mêmes.

Par ailleurs, en particulier dans le cas de risques multiples, c'est-à-dire en présence simultanément de plusieurs types de risques différents, un produit unique permettant de protéger contre l'ensemble des dangers peut ne pas exister. Une solution utilisée par certaines personnes consiste à porter deux gants l'un sur l'autre, par exemple un gant résistant à la coupure et un autre contre la perforation. Par contre, la capacité d'exécution de la tâche peut en être fortement réduite, en particulier si les deux éléments ne sont pas conçus pour être compatibles.

D'autres paramètres affectent la sélection des gants de protection, comme par exemple le coût à l'achat et les différentes propriétés affectant le confort et la capacité d'exécution de la tâche. Pour ces dernières, il est parfois possible de trouver certaines informations auprès des manufacturiers et des distributeurs. Cependant, une période d'évaluation pratique est toujours préférable pour s'assurer que le gant convient bien au travailleur, à la tâche à effectuer et aux conditions de travail. En particulier, il est important d'être attentif à ce que cette évaluation pratique soit représentative de l'ensemble des situations dans lesquelles les gants de protection auront à être utilisés. Par exemple, des différences importantes pourront être enregistrées selon les saisons. Un gant pourrait devenir trop rigide lorsqu'exposé au froid ou n'offrira pas un niveau de respirabilité suffisant à la chaleur de l'été.

Les étapes principales d'une procédure de sélection des gants sont proposées ci-dessous [adaptées de Foubert, 2009 et de NIGDA, 1997] :

1. Analyse des risques et évaluation de ceux qui ne peuvent pas être évités par d'autres moyens
2. Définition des caractéristiques requises pour les gants en considérant les risques identifiés, incluant ceux apportés par le port des gants, et les exigences liées à l'exécution de la tâche et à l'environnement de travail
3. Évaluation des caractéristiques des gants pertinents disponibles commercialement
4. Choix des gants
5. Introduction des gants auprès des utilisateurs et formation
6. Contrôle et entretien
7. Réévaluation périodique du choix des gants pour vérifier qu'ils satisfont aux besoins et que le niveau de risque n'a pas changé.

4. LES TYPES DE GANTS

Différents types de gants sont disponibles pour répondre aux exigences particulières des tâches à effectuer. Selon le type de gant, plusieurs méthodes de fabrication peuvent être utilisées. En plus de la structure du gant, les matériaux qui le composent ont également une influence majeure sur les propriétés finales obtenues.

4.1 Classification des gants

Les gants de protection peuvent être classés selon différents critères, par exemple leur usage, leur mode de fabrication, le type de protection offerte, les matériaux qui les composent, leur épaisseur, leur durabilité, etc. [Mellstrom & Boman, 2005]. Si on considère leur structure, les gants de protection peuvent être répartis en quatre catégories : les gants en polymère non supporté, les gants tricotés, les gants enduits et les gants cousus.

4.1.1 Gants en polymère non supporté

Les gants en polymère non supporté peuvent être fabriqués par trempage, par matriçage/soudage ou par moulage. L'avantage de ce type de gants est en particulier la combinaison d'une protection contre les risques chimiques et biologique avec de bonnes propriétés de flexibilité, de dextérité et de sensibilité tactile. Les matériaux les plus souvent utilisés pour les gants non supportés appartiennent d'ailleurs à la famille des caoutchoucs, qui possèdent une grande élasticité.



Gants en polymère non supporté

Afin d'améliorer les performances des gants, par exemple les caractéristiques mécaniques ou chimiques, il peut être possible de combiner plusieurs polymères. Cette opération peut se faire soit directement au niveau de la composition initiale de la suspension contenant le polymère servant à fabriquer les gants par trempage, soit en superposant des couches de polymères différents au cours d'étapes successives de la fabrication par trempage ou par laminage. Un large éventail de propriétés peut alors être obtenu, tirant bénéfice des avantages de chacun des composants du mélange ou de l'assemblage.

Il est à noter que des éléments non polymères peuvent également être incorporés à la formulation servant à fabriquer les gants. Certains de ces additifs peuvent être des particules de renfort

solides, comme du noir de carbone. La liste des additifs possibles inclut également les plastifiants, les stabilisants, les antioxydants. Les raisons de l'ajout de ces additifs sont nombreuses. Il peut s'agir par exemple de modifier les propriétés d'élasticité avec des plastifiants, la résistance aux gaz toxiques grâce à des nanoparticules, la couleur par des pigments, etc.

4.1.2 Gants tricotés

Les gants tricotés offrent généralement une très bonne respirabilité et certains permettent de conserver une bonne souplesse grâce à la possibilité de glissement des fils les uns sur les autres dans la maille tricotée. Par ailleurs, cette construction sans couture limite les irritations dues au frottement. Cependant, ces gants n'offrent aucune résistance contre les produits chimiques et biologiques ainsi qu'à la perforation et à la piqûre. Par contre, l'utilisation de fibres de haute performance permet à certains gants tricotés de protéger les mains contre la coupure par tranchage.

Un large éventail de fibres peut être utilisé dans la fabrication des gants tricotés, soit seules ou en mélange, ce qui permet d'accroître le spectre des propriétés disponibles. L'utilisation de fibres extensibles permet d'améliorer les propriétés élastiques déjà fournies par la structure tricotée avec un meilleur ajustement du gant à la main.



Gants tricotés

Les gants tricotés peuvent être utilisés comme doublure intérieure dans le cadre d'une construction multicouche. Cela peut par exemple permettre d'éviter le contact direct entre la peau et un gant en polymère, ce qui limite les risques d'allergie avec le caoutchouc naturel (latex) et/ou avec les additifs entrant dans la fabrication des gants et améliore la sensation de confort. Les gants tricotés peuvent également servir de support pour la fabrication de gants enduits.

4.1.3 Gants enduits

Lors du procédé de fabrication par trempage (voir section 4.3.2), un gant en textile, généralement tricoté, qui a été placé sur un gabarit en forme de main, est trempé dans une suspension de

polymère : une mince couche de polymère est alors déposée sur le support textile, s'infiltrant partiellement à travers l'épaisseur de celui-ci. Ce procédé peut être répété plusieurs fois successivement, avec le même polymère ou avec des polymères différents, donnant une construction en couches superposées identiques ou différentes de plus ou moins grande épaisseur. En plus de la modification générale des différentes propriétés du gant, le trempage permet de donner aux gants tricotés une certaine résistance aux agresseurs chimiques et biologiques ainsi qu'à la perforation et à la piquûre, tout en conservant une certaine dextérité.



Gants enduits

Afin de préserver une certaine respirabilité et d'offrir une meilleure flexibilité, les gants peuvent n'être que partiellement enduits : la couche de polymère ne recouvre que la paume et les doigts. La section en textile non enduite au niveau du dos de la main assure un certain échange avec l'air ambiant. Par contre, la protection mécanique supplémentaire n'est disponible qu'aux endroits recouverts de polymère et la protection contre les risques chimiques n'est plus assurée.

4.1.4 Gants cousus

Afin d'obtenir une construction plus complexe, avec par exemple des matériaux différents selon les endroits, ou dans le cas de matériaux tissés ou non-tissés (par exemple le cuir), il peut être nécessaire de coudre les gants. Ce système permet une très grande versatilité, avec en particulier la possibilité de tirer avantage de matériaux qui, autrement, ne seraient pas compatibles. Par contre, la présence de ces coutures peut réduire la souplesse des gants ou encore être la cause d'irritation par frottement. Dans certains cas, elles peuvent être le point faible du gant et s'user plus rapidement. Elles peuvent également servir de porte d'entrée à l'infiltration des liquides.



Gants cousus

De la même façon que pour les tricots, les gants cousus peuvent ensuite être enduits par un polymère. Ceci permet alors de rendre imperméables les coutures et donc d'offrir une certaine protection contre les liquides.

4.2 Matériaux utilisés dans la fabrication des gants

Les matériaux entrant dans la composition des gants de protection peuvent être répartis en deux catégories: les fibres et textiles sont mis en forme par tricot, tissage et couture, alors que les matériaux polymères sous forme brute servent aux procédés de trempage, de moulage et de matriçage/soudage, et peuvent être appliqués sur des supports textiles par enduction, imprégnation ou laminage [Duncan, 1994]. Les fibres et textiles et les matériaux polymères utilisés pour la fabrication des gants sont surtout à base synthétique, mais incluent aussi quelques matières naturelles.

4.2.1 Fibres et textiles

Une série de fibres naturelles et synthétiques sont utilisées dans la fabrication des gants. Leur sélection dépend des propriétés finales désirées. Certaines de ces fibres ont été développées relativement récemment pour répondre à des besoins précis en termes de protection offerte, par exemple le Spectra® et le Dyneema® pour une haute résistance à la coupure. D'autres matériaux disponibles sous forme de textiles sont également le fruit de travaux de recherche récents, comme le SuperFabric® et le TurtleSkin®.

Le tableau ci-dessous donne une liste des principales fibres et de quelques textiles les plus utilisés dans la confection des gants de protection contre les risques mécaniques. Elle inclut également certains avantages et défauts de chacun de ces matériaux.

Nom	Description	Avantages	Défauts
Coton	Fibre naturelle	Bas prix; confortable	Faible résistance mécanique
Nylon	Fibre synthétique (polyamide)	Haute résistance à l'abrasion et à la fatigue	Faible résistance à la chaleur
Polyester	Fibre synthétique (motif ester)	Bonne résistance à l'abrasion; résistance chimique	Faible résistance à la chaleur
Spandex / élasthanne	Fibre synthétique (polyuréthane)	Haute élasticité et confort; résistance à l'abrasion	
Acier	Fil métallique	Excellente résistance à la coupure	Lourd; peu flexible; conducteur de chaleur et d'électricité
Kevlar®	Fibre synthétique (polyaramide)	Bonne résistance mécanique; résistance à la coupure; léger	Faible résistance aux rayons UV et à l'humidité
Spectra®, Dyneema®	Fibre synthétique (polyéthylène à haut poids moléculaire)	Bonne résistance mécanique; résistance à la coupure élevée; bonne résistance chimique et aux rayons UV	Faible résistance à la chaleur
Cuir naturel	Peau animale tannée	Bonne résistance en tension, à la perforation et à l'abrasion; souple; doux; respirant	Effet éponge; changement des propriétés mécaniques en présence d'eau; qualité inconsistante
Cuir synthétique traditionnel	Film de PVC et/ou de polyuréthane	Bon marché; insensible à l'eau	Non respirant; moins souple que le cuir naturel; faible résistance à l'usure et au vieillissement (rayons UV)
Amara®, Clarino®, Amaretta®	Cuir synthétique à base de fibres non-tissées et de polyuréthane microcellulaire	Respirant; durable, résistant à l'abrasion, insensible à l'eau; souple	
SuperFabric®	Petites plaquettes dures enchâssées sur un support textile	Haute résistance à la coupure, à la perforation, à l'abrasion; résistance à la piqûre (en multicouche)	Faible extension; flexibilité moyenne; prix élevé
TurtleSkin®	Tissage très serré de fibres polyaramide	Haute résistance à la coupure et à la perforation; résistance à la piqûre	Faible extension; flexibilité moyenne; prix élevé

4.2.2 Matériaux polymères

Plusieurs matériaux polymères sont utilisés sous forme brute pour la fabrication des gants, soit seuls ou avec un support textile. Parmi ceux-ci, les caoutchoucs trouvent une grande application en raison du niveau de dextérité élevé qu'ils permettent. Le tableau ci-dessous donne une liste des principaux polymères entrant dans la composition des gants, ainsi que certains de leurs avantages et défauts principaux. Il est à noter que les polymères ne sont généralement pas respirants.

Nom	Description	Avantages	Défauts
Caoutchouc naturel	Élastomère naturel (latex) ou synthétique (polyisoprène)	Bas prix; très haute élasticité; flexibilité; durabilité, confort et ajustement; bonne adhérence; résistance à la coupure et à la perforation	Possibilité de réaction allergique pour le caoutchouc naturel; faible résistance à la flamme; faible résistance aux hydrocarbures et aux solvants organiques
Caoutchouc néoprène	Élastomère synthétique (polychloroprène)	Bonne résistance à la coupure et à l'abrasion; grande résistance à la flamme et à la chaleur; durabilité	Résistance modérée aux produits chimiques (huiles, pétrole)
Caoutchouc nitrile	Élastomère synthétique (polybutadiène acrylonitrile)	Haute élasticité; résistance à la coupure, à la perforation, à la déchirure; haute résistance aux huiles, aux carburants et à certains solvants organiques	Faible résistance à la flamme; adhérence réduite lorsque mouillé
Caoutchouc butyle	Élastomère synthétique (polyisoprène-co-isobutylène)	Haute résistance à l'oxydation et aux produits chimiques corrosifs (huiles et solvants); faible perméabilité aux gaz; bonne résistance à la chaleur; bonne flexibilité et résistance en tension et à la déchirure	Difficile à vulcaniser (procédé toxique); faible résistance aux hydrocarbures
Polyuréthane	Polymère synthétique thermoplastique ou thermodurcissable	Résistance en tension, à la perforation, à l'abrasion et à la déchirure; bonne résistance à l'huile, à certains solvants organiques et à l'oxydation	Faible résistance à la chaleur
Polyéthylène	Polymère synthétique thermoplastique	Bas prix; transparent; résistance chimique et au vieillissement (inerte); résistance au froid et à l'abrasion	Sensible à la chaleur; pas d'élasticité
PVC	Polymère synthétique thermoplastique (polychlorure de vinyle)	Excellente résistance à l'abrasion; bonne résistance aux solutions aqueuses (acides, bases); bonne adhérence	Sensible aux rayons UV, aux basses températures et aux solvants organiques

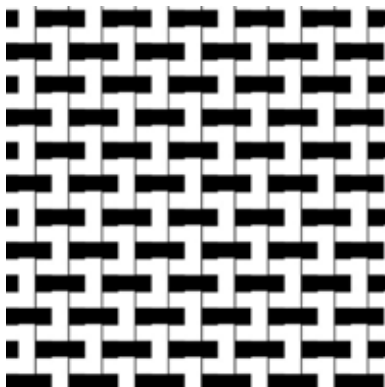
4.3 Méthodes de fabrication

Selon les matériaux utilisés, les types de construction choisis et les propriétés finales désirées, un certain nombre de méthodes peuvent intervenir aux différentes étapes de la fabrication des gants de protection [Mellstrom & Boman, 2005]. Cette section en décrit les principales, soit les techniques textiles, le procédé de trempage, la méthode de matriçage/soudage et le moulage.

4.3.1 Techniques textiles

Les différentes fibres, naturelles ou synthétiques, entrant dans la composition des gants peuvent être structurées de différentes manières : principalement, elles peuvent être tissées, tricotées ou assemblées sous forme de non-tissés. Dans certains cas, les différents éléments composant le gant peuvent être assemblés par couture.

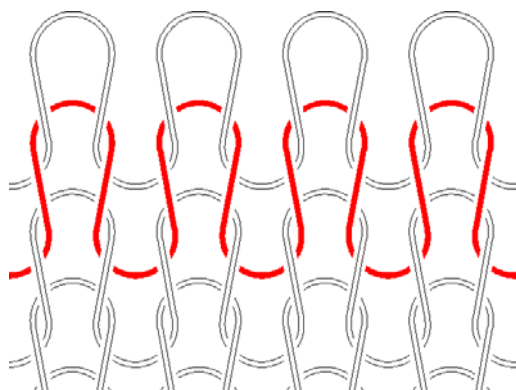
Dans le procédé de **tissage**, des fils de trame disposés parallèlement sont entrecroisés par un ou des fils de chaîne qui courent perpendiculairement à l'axe de la trame. En fonction des paramètres du tissage, par exemple la densité de fils (nombre de fils par unité de longueur en trame), la masse linéique du fil (masse par unité de longueur de fil exprimée en tex (g/km)) et l'architecture (la façon dont les fils de chaîne s'entrecroisent dans les fils de trame), des propriétés très différentes peuvent être obtenues avec un même type de fibre, en particulier au niveau du comportement mécanique du tissu. Par exemple, un nouveau matériau, le TurtleSkin®, présente de bonnes caractéristiques de résistance à la perforation grâce entre autres à un tissage très serré. Plusieurs fibres de nature différente peuvent également être assemblées par tissage, soit par mélange au sein du fil ou par juxtaposition de fils de trame et de chaîne de nature différente. Le matériau obtenu par tissage est un film mince et plat qui doit être découpé et assemblé par couture pour la fabrication des gants. Il peut être également enduit par un polymère, avant ou après assemblage par couture.



Structure tissée

Le **tricot** permet l'obtention directe de formes géométriques à trois dimensions plus ou moins complexes. Un fil unique, qui peut être un mélange de plusieurs fibres de nature différente, est arrangé sous forme de boucles imbriquées les unes dans les autres. Ceci confère au matériau

fabriqué une bonne résistance en traction combinée avec une grande flexibilité en cisaillement, les boucles étant capables de glisser les unes par rapport aux autres. L'extensibilité due à la structure tricotée, en particulier la maille jersey, peut être encore améliorée grâce à l'usage de fibres extensibles comme le spandex. Dans certains cas, le gant en entier est tricoté. Pour d'autres gants, une bande de tricot est ajoutée au niveau du poignet pour assurer un certain maintien du gant sur la main. Les gants tricotés peuvent être utilisés tels quels ou servir de support pour la fabrication de gants enduits ou de doublure pour des gants multicouches.



Structure tricotée (reproduit de Wikimedia Commons)

Des fibres peuvent également être assemblées sous forme de **non-tissé**, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'orientation préférentielle des fibres : celles-ci sont disposées au hasard. Elles sont liées entre elles aux points de contact par différents procédés chimiques et/ou thermiques. Ce type de structure souple et aérée offre des propriétés d'isolation thermique.



Structure non-tissée (reproduit de Wikimedia Commons)

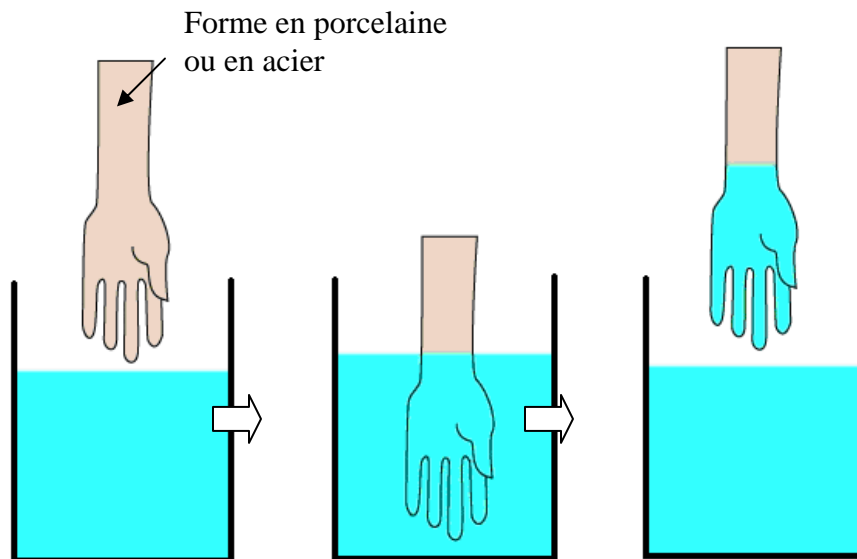
Les différents éléments composant le gant peuvent être assemblés en les cousant les uns avec les autres : deux fils sont disposés parallèlement de chaque côté de l'assemblage et s'entrecroisent à intervalle régulier en traversant l'épaisseur des matériaux. Ceci permet une grande diversité de structures et de configuration, par exemple en renforçant localement les zones plus sensibles à l'usure par abrasion. Cependant, la surépaisseur créée au niveau des coutures peut occasionner un certain inconfort, en particulier suite au frottement et à la compression. Il est aussi à noter que

les coutures elles-mêmes peuvent être plus sensibles à l'usure, tant en raison de l'existence de trous causés par la couture dans le matériau du gant qu'en raison des sollicitations importantes appliquées au fil de couture.

4.3.2 Procédé de trempage

La majorité des gants en polymère, non supportés ou enduits, sont fabriqués par trempage. Il s'agit d'immerger doucement des formes en porcelaine ou en acier, couvertes ou non d'un support textile, dans une suspension contenant le polymère. L'opération de trempage peut être répétée plusieurs fois jusqu'à donner l'épaisseur voulue au gant. L'épaisseur déposée lors de chaque trempage dépend d'un grand nombre de paramètres, dont la composition, le temps de trempage et la viscosité de la suspension.

Le procédé de trempage peut se diviser en quatre étapes. Dans un premier temps, une suspension est préparée en combinant les différents ingrédients, en particulier le polymère, le solvant (eau et/ou solvants organiques) et les différents additifs dont un coagulant, un stabilisant de suspension et un agent vulcanisant qui permettra de réticuler les chaînes polymères en trois dimensions. Ce mélange est disposé dans des cuves à température contrôlée et soumises à une agitation constante pour garder la suspension homogène. Dans un deuxième temps, soit lors de l'opération de trempage proprement dite, les formes sont doucement descendues dans les cuves puis remontées lentement. Il est également possible de faire précéder ce trempage dans la suspension de polymère par un trempage dans une solution coagulante contenant un agent lubrifiant, ce qui facilite le démoulage final. Une technique alternative est de chauffer légèrement les formes, ce qui permet d'augmenter l'épaisseur de polymère déposée à chaque trempage. Entre chaque trempage, la couche de polymère est séchée.



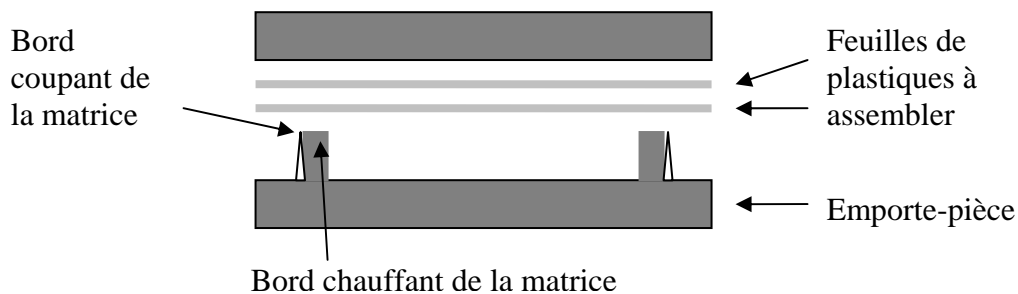
Principe du procédé de trempage

La troisième étape inclut l'extraction des espèces solubles dans l'eau, qui peut se faire soit avant soit après la vulcanisation. Elle peut également comprendre des traitements destinés à modifier l'adhérence de la surface interne des gants pour en faciliter l'enfilage. La chloration, qui consiste à tremper le gant dans une solution aqueuse de chlore ou à l'agiter dans une atmosphère de chlore, permet de réduire l'adhérence de la surface des gants en caoutchouc, ce qui peut être nécessaire pour certaines applications. Il est également possible d'appliquer différents types de poudres (ex : talc), de l'huile ou une couche de polymère moins adhérent à l'intérieur des gants pour en faciliter leur enfilage. En ce qui concerne l'adhérence de la surface externe, un fini irrégulier ou à motif peut être produit grâce à l'usage de formes à surface rugueuse. Finalement, des particules solides peuvent être incluses dans la composition de la suspension de trempage.

La dernière étape comprend le séchage final et la vulcanisation, réalisés dans des fours à air chaud. À l'issue de cette étape, le polymère du gant est complètement réticulé et les solvants et/ou l'eau faisant partie de la suspension ont été évaporés. Elle peut inclure l'application d'un flochage en coton ou de poudre pour les gants non supportés. Finalement, le gant est retiré de la forme lors du démoulage.

4.3.3 *Matricage et soudage*

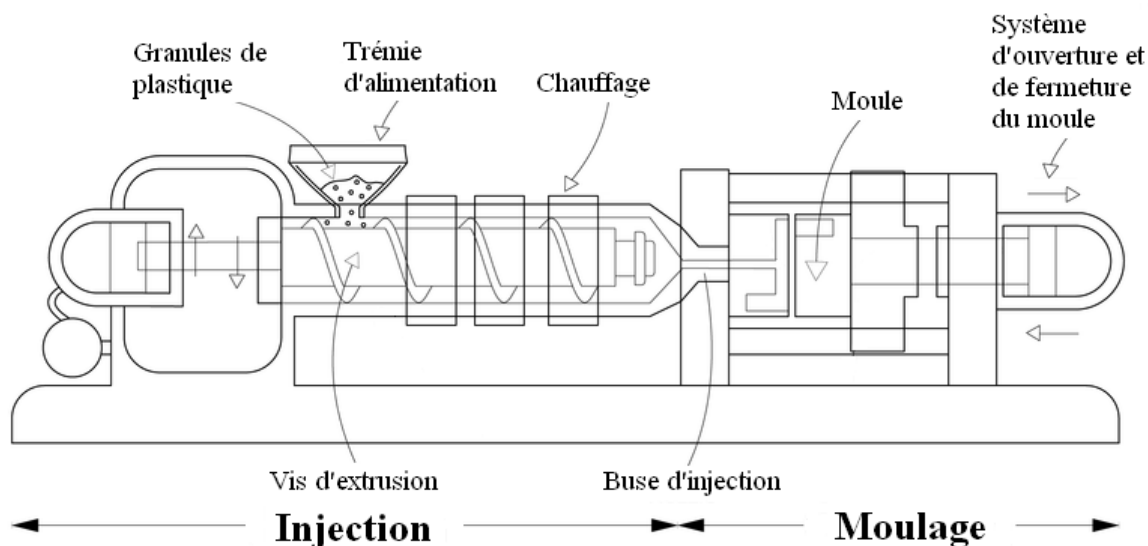
Une technique alternative pour la fabrication de gants en polymère est la découpe de formes dans des feuilles de plastique, soit monocouches ou laminées, et leur soudage simultané. Cette technique ne permet cependant pas de produire un aussi bon ajustement à la forme de la main que la technique de trempage. De plus, les joints soudés restent le point faible de l'assemblage, tant au niveau de la résistance mécanique que de la protection contre les produits chimiques.



Principe du matricage/soudage

4.3.4 *Moulage*

Finalement, une dernière technique de fabrication des gants en polymère utilise le principe du moulage. Les gants plus épais peuvent être obtenus par injection ou par compression. Le moulage par extrusion-soufflage est parfois employé pour la confection de gants chirurgicaux très minces. La technique du moulage permet une réduction des coûts de fabrication, mais ne s'applique qu'à des configurations très simples, en particulier avec un seul matériau.



Procédé de moulage par injection (image adaptée de Wikipedia)

4.4 Usage et entretien

Certains gants, de type jetable, sont destinés à un usage unique et ne doivent pas être réutilisés et encore moins lavés : en effet, ils perdent rapidement leurs propriétés de protection. La sécurité des mains pourrait être compromise en essayant de prolonger la durée d'utilisation de ces gants.

D'autres gants peuvent être conservés pendant une plus longue période, qui varie selon l'intensité de l'usage, la fréquence d'utilisation et la durabilité des matériaux. Il est important d'être attentif à tout signe de perte de l'intégrité du gant (coupure, piqûre, accroc...), d'usure excessive (couture ouverte, perte de flexibilité, diminution de l'épaisseur par abrasion...) ou de contamination (produits chimiques, huiles, graisses...). Ces dommages peuvent conduire à une diminution de la protection des mains. Les gants qui ne sont pas clairement spécifiés comme lavables par le fabricant doivent être jetés après une durée d'utilisation raisonnable ou aux tous premiers signes d'usure importante ou de contamination.

Certains modèles de gants peuvent être soumis à un nombre limité de nettoyages lorsque clairement indiqué par le fabricant. Les traitements de lavage et de séchage peuvent dégrader progressivement les matériaux du gant et modifier le niveau de protection offert. Afin de limiter cette dégradation, ils doivent être conformes aux indications du fabricant, en particulier au niveau du type de détergent, de la force de l'agitation mécanique, de la température et de la durée du lavage. Il est également possible que le gant rétrécisse suite au lavage : il ne doit plus être réutilisé si sa taille n'est plus adaptée à la main. Le gant doit être remplacé après le nombre de nettoyages maximal spécifié ou si des signes de perte de l'intégrité ou d'usure excessive apparaissent. Il doit éventuellement être jeté si la contamination n'a pu être éliminée par le nettoyage.

Pour augmenter leur durée de vie, les gants doivent être traités avec soin. En particulier, ils doivent être entreposés loin des sources de chaleur ou de flamme et à l'abri de l'humidité et de la lumière. Les matériaux qui les composent peuvent en effet être sensibles à ces différents éléments et perdre plus rapidement leurs propriétés de protection si laissés dans ces conditions agressantes.

Lors de l'enfilage ou du retrait des gants, un certain soin est également nécessaire pour ne pas les endommager. Par exemple, dans le cas de gants multicouches, il est important de faire attention à ne pas séparer les couches les unes par rapport aux autres. Lors du retrait, il faut également éviter de tirer localement de manière excessive, par exemple sur les doigts, afin de ne pas étendre de façon irréversible le matériau, ou le déchirer. Le port de certains bijoux aux mains devrait être évité puisqu'il peut être une source de dommages potentiels aux gants (maille tirée, accroc...).

5. SÉLECTION DES GANTS DE PROTECTION

La sélection des gants de protection est un délicat compromis entre la protection nécessaire contre les différents risques présents, mécaniques et autres, et un ensemble de considérations relatives à la fonctionnalité et au confort [House, 2007]. En effet, il n'est généralement pas possible de trouver un gant qui offre un niveau de protection maximal contre la totalité des risques en présence tout en n'affectant en rien la capacité d'exécution de la tâche et les sensations de celui qui le porte.

De plus, les exigences tant au niveau de la protection que de la fonctionnalité et du confort dépendent essentiellement de la tâche ou de l'ensemble des tâches à effectuer, de l'environnement de travail ainsi que de la personne à protéger. Il est donc irréaliste de penser trouver un gant qui puisse convenir à toutes les situations. Par exemple, il pourrait être nécessaire d'avoir recours à des modèles de gants différents selon les saisons, ou encore pour des tâches pour lesquelles les risques et les exigences sont très différents.

Finalement, lors de la sélection des gants de protection, il est important de tenir compte des risques additionnels qui peuvent être générés par le port de ces équipements. Selon le cas, ces nouveaux risques peuvent éventuellement faire perdre tout le bénéfice apporté par la protection offerte par le gant. En règle générale, certains de ces risques ou contraintes créés par le port des gants ne peuvent être évités et ils doivent être considérés dans l'évaluation des conditions d'exécution de la tâche.

5.1 Risques présents en milieu de travail

Les deux sections suivantes proposent une liste non exhaustive de risques, mécaniques et autres, pertinents à la sélection des gants de protection [Bernard, 2006]. Il est possible que certains risques rencontrés dans un milieu de travail particulier ne soient pas mentionnés. Une analyse des risques réalisée au début du processus de sélection des gants (voir section 3.1) doit permettre d'évaluer la totalité des risques en présence, qu'ils soient liés à l'exécution de la tâche ou à l'environnement de travail en particulier.

5.1.1 Risques mécaniques

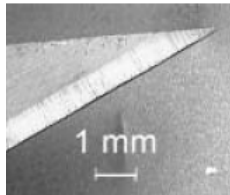
Les risques mécaniques principaux concernent la coupure, la perforation, la piqûre par les aiguilles médicales et l'abrasion. La déchirure n'est pas associée à un risque spécifique, mais donne des informations sur la résistance mécanique du gant [AFNOR, 2004]. Tous sauf la piqûre par les aiguilles médicales font actuellement l'objet de normes internationales, américaines et/ou européennes.

Il est important de réaliser que les propriétés de résistance aux agresseurs mécaniques se détériorent généralement au fur et à mesure que les gants s'usent. Elles peuvent donc au bout d'un certain temps être très différentes par rapport aux niveaux spécifiés par les manufacturiers

pour les gants neufs et ne plus correspondre à la protection contre les risques requise lors de l'exécution des tâches.

Par ailleurs, certains environnements de travail, comme la présence de produits industriels (ex. huiles et graisses) mais aussi d'eau et d'une température basse ou élevée, peuvent modifier de manière importante les propriétés mécaniques des matériaux composant les gants. Il est donc nécessaire lors du processus de sélection des gants de protection de tenir compte de toutes les conditions auxquelles ils seront soumis.

Coupure : Le risque de coupure par des objets tranchants, que ce soit des lames de couteau, du verre ou du métal par exemple, est présent dans de nombreux milieux de travail, par exemple l'usinage du métal, la préparation alimentaire et le travail du verre. Des fibres offrant une bonne résistance à la coupure sont par exemple le Kevlar®, le Spectra® et le Dyneema®. De fins fils d'acier ou de fibres de verre peuvent aussi être intégrés dans le tricot du gant pour en augmenter la résistance à la coupure. Certains gants sont également faits de mailles ou de plaquettes de métal. Finalement, des matériaux tels que le SuperFabric® et le TurtleSkin® ont récemment été développés avec de bonnes propriétés de résistance à la coupure entre autres. Il est important de noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de la coupure.



Lame de couteau



Verre cassé

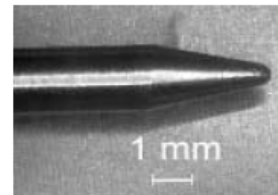
Perforation : Différentes sources de risques de perforation peuvent exister en milieu de travail, comme les clous, les échardes de bois ou de métal, les épines des plantes ainsi que de nombreux outils. Des exemples de milieux de travail concernés par ces risques sont l'usinage de métal, l'horticulture et la mécanique. La résistance des gants qui doivent être portés pour protéger les mains contre les risques de perforation est liée principalement à la nature et à l'épaisseur du matériau composant le gant. Les gants enduits par du nitrile ou du polyuréthane peuvent offrir un certain niveau de protection contre la perforation. Par ailleurs, des matériaux développés récemment, le SuperFabric® et le TurtleSkin®, présentent une bonne résistance à la perforation. Il est important de noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de la perforation.



Aiguille à coudre

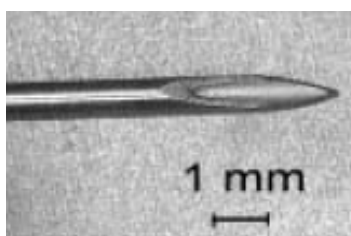


Clou



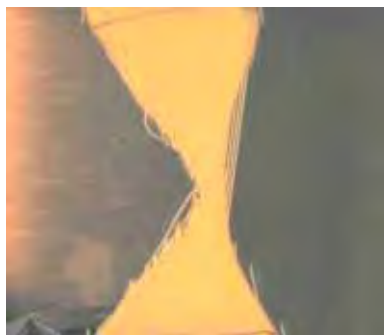
Sonde ASTM

Piqûre par les aiguilles médicales : Originellement, ce risque se rencontrait essentiellement en milieu médical. Il a cependant fait une apparition graduelle et de plus en plus importante dans les secteurs liés au maintien de l'ordre (police), aux services correctionnels et à l'entretien (des parcs, des rues....) par exemple. La piqûre par les aiguilles médicales est associée à un risque de contracter des infections transmissibles par le sang telles que le VIH, l'hépatite B ou l'hépatite C. Il est important de savoir que les gants offrant une bonne résistance à la perforation peuvent ne pas être efficaces contre les aiguilles médicales, qui possèdent un bord coupant. Des méthodes normalisées pour mesurer la résistance des gants à la piqûre par les aiguilles sont actuellement en développement. Très peu de gants disponibles sur le marché ont donc été testés pour ce type d'agresseur. Des matériaux tels que le SuperFabric® et le TurtleSkin® développés récemment peuvent offrir un certain niveau de protection contre la piqûre par les aiguilles. Il est important de noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de la piqûre.



Aiguille médicale

Déchirure : La résistance à la déchirure donne de l'information sur la résistance mécanique du gant, mais n'est pas une indication de protection contre un risque spécifique [AFNOR, 2004]. La déchirure est associée à l'initiation et à la propagation d'une fissure dans le matériau sous l'effet d'une contrainte très élevée. Cette fissure est généralement créée à l'endroit d'un défaut, d'un accroc ou d'une grande déformation appliquée localement. De manière générale, tous les milieux de travail présentent des conditions dans lesquelles le gant peut se déchirer. Les gants offrant une bonne résistance à la déchirure sont souvent constitués de fibres de grande résistance mécanique en tension recouvertes d'un enduit en élastomère comme le nitrile ou le polyuréthane. Il est à noter que certaines tâches présentant des risques d'entraînement exigent des gants avec une faible résistance à la déchirure : il est important que le gant puisse se déchirer s'il est happé par une machine en mouvement, par exemple entre deux rouleaux rotatifs, pour ne pas entraîner la main à sa suite. Il faut noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de la déchirure.



Propagation d'une déchirure

Abrasion : L'abrasion est caractérisée par l'enlèvement progressif de matière en surface suite à une action mécanique répétée comme le frottement, le grattage, le raclement. Elle se traduit par une diminution de l'épaisseur du matériau, ce qui réduit d'autant sa résistance mécanique entre autres et ses propriétés de protection. L'abrasion est généralement une des conséquences naturelles de l'usure. Elle peut aussi se produire de manière locale et beaucoup plus rapide lors d'un contact accidentel avec un objet abrasif en mouvement par exemple. Certains polymères présentent une bonne résistance à l'abrasion, principalement le PVC, mais aussi le polyuréthane et le néoprène. Il est important de noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de l'abrasion.



Textile usé par abrasion

5.1.2 Autres risques

Il est rare que seuls des risques mécaniques soient présents dans un environnement de travail. L'analyse de risques doit donc identifier de manière précise et la plus complète possible l'ensemble des risques en présence. Même si ce document d'information s'intéresse plus spécifiquement aux risques mécaniques, cette section décrit sommairement certains autres types de risques. En effet, ils doivent être pris en compte dans le processus de sélection des gants, d'une part pour leur action individuelle, mais aussi pour leur influence éventuelle sur la résistance des gants aux agresseurs mécaniques. En cas de présence de l'un de ces risques non-mécaniques, il est souhaitable de se référer à de la documentation spécialisée.

Risques chimiques : La protection contre les risques chimiques est une science complexe. Différents outils sont disponibles pour aider à la sélection des gants de protection et doivent être consultés si des risques de contact avec des produits chimiques existent. De manière générale, deux aspects importants doivent être considérés en présence de risques chimiques, qu'ils soient sous forme liquide, gazeuse ou de particules fines. Tout d'abord, la main doit être protégée contre le produit chimique lui-même : le gant doit donc constituer une barrière imperméable pendant une période donnée contre la pénétration du produit chimique. L'efficacité de la protection contre le produit chimique est compromise si l'intégrité physique de la barrière est rompue, en particulier suite à l'interaction avec un agent mécanique comme la coupure ou la perforation. Par ailleurs, ce produit chimique peut affecter de manière temporaire (gonflement, lubrification) ou définitive (dégradation) les propriétés de surface et/ou de volume du matériau du gant et par conséquent la protection offerte par celui-ci. Par exemple, les polymères au contact de certains solvants peuvent perdre leur résistance mécanique, en particulier à la coupure et à la perforation. Après évaporation de ce solvant, les caoutchoucs peuvent devenir plus

rigides. Il faut également savoir que les matériaux réagissent différemment selon le produit chimique en présence ainsi que dans les cas de mélanges de produits chimiques.

Risques thermiques et feu : Les risques thermiques concernent autant le chaud que le froid. On peut retrouver ces risques par exemple dans les milieux de la préparation alimentaire, dans les ateliers de mécanique et dans la transformation des matériaux (minerais, métaux, verre...). Le transfert de chaleur peut se faire par conduction (contact direct avec une surface chaude ou froide), par convection (flux d'air ou de liquide) et par rayonnement (flamme, soleil). Deux aspects doivent être considérés au niveau des risques thermiques et du feu. Tout d'abord, la main doit être protégée contre le risque lui-même, c'est-à-dire isolée de celui-ci. L'air est un très bon isolant thermique et les gants protégeant contre les risques thermiques sont généralement faits de matériaux emprisonnant de l'air. Par contre, leur efficacité diminue s'ils sont comprimés. Des matériaux aluminisés permettent de réduire la chaleur par rayonnement. S'il y a un danger de feu, les matériaux doivent être ignifuges pour ne pas risquer de s'enflammer. Par ailleurs, le froid, la chaleur et le feu peuvent affecter les propriétés des matériaux, en particulier les propriétés mécaniques. Par exemple, les polymères peuvent se ramollir ou durcir à haute température. À basse température, ils ont tendance à durcir et à craqueler. De plus, tous les matériaux vieillissent plus rapidement lorsqu'ils sont exposés à la chaleur, ce qui occasionne une perte progressive de leurs propriétés de protection. Les températures minimales et maximales d'utilisation des gants doivent être spécifiées par le fabricant du gant. Lorsqu'un danger de feu existe, seuls des gants spécifiquement indiqués comme ignifuges doivent être utilisés.

Risques biologiques : Les sources de contamination biologique sont variées, par exemple par contact avec les fluides humains et animaux, les ordures et les environnements insalubres. Divers matériaux sont recommandés par les fabricants et les organismes de prévention selon les situations pour offrir une protection contre le pathogène et son fluide porteur. Il est important de réaliser que l'efficacité de la barrière offerte contre un risque biologique sera compromise si l'intégrité physique du gant est rompue, par exemple suite à un accroc, une coupure ou une usure excessive par abrasion.

Risques électriques et électrostatiques : Certaines activités professionnelles peuvent présenter des risques élevés de chocs électriques, qui concernent bien entendu les électriciens mais aussi tous ceux qui manipulent des appareils électriques comme par exemple dans les ateliers de mécanique. Des normes et règlements existent dans le cas des risques électriques et doivent être consultés. Les caoutchoucs sont de bons isolants électriques lorsqu'ils ont subi un traitement spécial. De plus, il est à noter que l'eau est un très bon conducteur électrique : des gants mouillés perdent toutes leurs propriétés de protection contre les risques électriques. Des gants antistatiques peuvent être nécessaires dans certaines situations pour éviter l'accumulation de charges électrostatiques et les risques de décharge électrostatique. En plus du risque pour la santé des travailleurs, les décharges électrostatiques peuvent être néfastes à certains procédés reliés par exemple à la technologie des semi-conducteurs.

Vibrations : Les vibrations peuvent avoir des effets néfastes sur la santé, en particulier lorsqu'elles sont subies de manière répétée. Au niveau des mains, le syndrome de Raynaud ou des doigts blancs est causé par une dégradation de la circulation sanguine et se manifeste entre autres par une perte de sensation et de force au niveau des doigts. Les vibrations aux mains

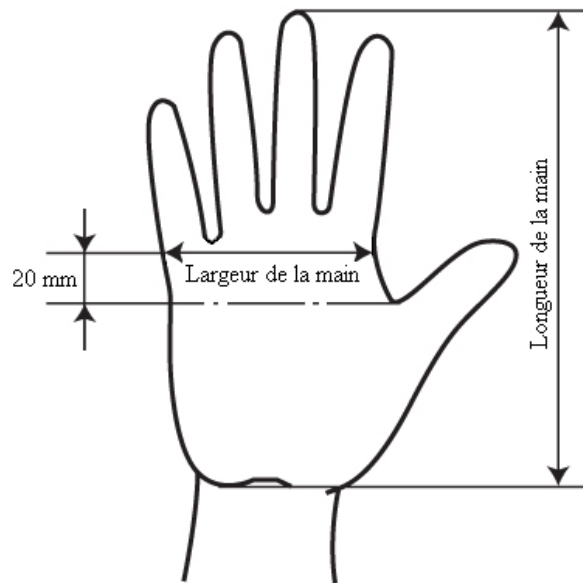
peuvent également occasionner de la fatigue. Des produits sont disponibles, par exemple sous forme d'inserts en gel anti-vibratile ou de gants anti-vibratiles, pour limiter la transmission des vibrations au corps par les mains. Les outils pneumatiques utilisés par exemple dans les garages, en construction et dans les mines peuvent être la source de vibrations excessives au niveau des mains.

Radiations : Les radiations ionisantes comme les rayons alpha, bêta, gamma et X, qui apparaissent dans certains procédés, peuvent endommager les cellules des tissus vivants. Les techniques de protection sont basées sur l'effet d'écran, par exemple avec du plomb. Il peut également être nécessaire de se protéger contre les radiations non ionisantes, comme les rayons UV ou infrarouges et les micro-ondes. Selon les cas, un système d'écran ou de mise à la terre doit être employé.

5.2 Considérations liées à la fonctionnalité et au confort

Lors de la sélection des gants, il est important de tenir compte d'un certain nombre de paramètres qui caractérisent la manière dont ils interfèrent avec l'exécution de la tâche [Atkinson, 2008]. En effet, un gant qui offre un niveau de protection élevé mais qui est inconfortable ou qui diminue fortement la dextérité aura moins de chance d'être porté.

Taille : Il est important que les gants sélectionnés soient adaptés à la taille de la main de l'individu qui les porte. Des gants trop grands diminuent la dextérité et des gants trop serrés risquent de bloquer la circulation sanguine. Les mesures de la taille se font en termes de longueur et de circonférence de la main à l'aide d'un ruban à mesurer. Des tables sont disponibles auprès des manufacturiers pour identifier la taille adéquate. Il est préférable que les droitiers basent leur choix sur la taille de la main droite et les gauchers sur celle de la main gauche.



Mensurations de la main

Forme : La forme de la main correspond aux dimensions et positions relatives des différents éléments de celle-ci. Pour une même longueur totale de la main, certains vont par exemple avoir des doigts plus courts ou plus longs. Certains modèles de gants, basés sur des patrons différents, vont permettre un meilleur ajustement du gant à la forme individuelle de la main, ce qui influe sur le confort et la dextérité offerts par le gant.

Dextérité : La dextérité peut être associée à l'habileté, à la rapidité et au contrôle des doigts et des mains lors de la manipulation des objets. Plusieurs caractéristiques des gants peuvent affecter la dextérité, notamment l'ajustement des gants à la main, la souplesse et l'adhérence des gants. Il est souvent difficile de trouver un gant qui va offrir à la fois une bonne protection et une bonne dextérité. Certaines situations nécessitent un compromis, notamment celles où les tâches exigent une très grande dextérité, comme par exemple l'assemblage de circuits électroniques ou les opérations de chirurgie.



Test de dextérité

Souplesse : La souplesse caractérise la capacité d'un matériau à se déformer. Dans le cas des mouvements de la main, les sollicitations du gant peuvent être unidirectionnelles ou biaxiales. La souplesse des gants affecte de manière importante la capacité à exécuter les tâches, en particulier au niveau de la dextérité. Des gants pas assez souples peuvent également induire une fatigue excessive lors de la flexion de la main ou des doigts. La souplesse d'un gant dépend essentiellement de la construction de celui-ci, de la nature des matériaux qui le composent et de leur épaisseur.



Déformation unidirectionnelle

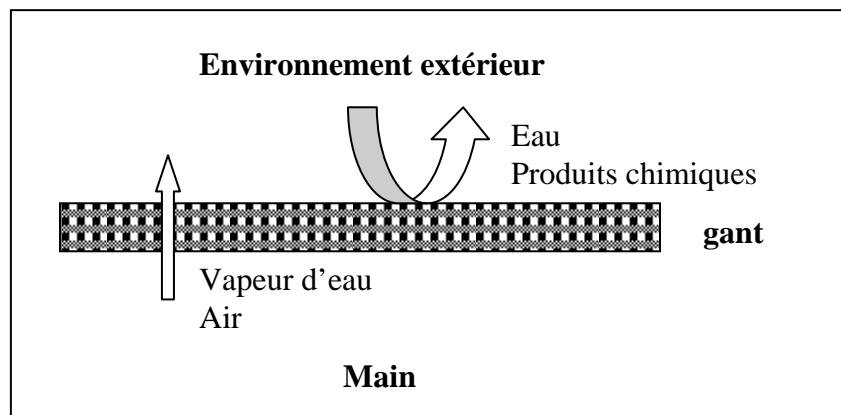


Déformation biaxiale

Adhérence : L'adhérence d'un gant qualifie sa capacité à ne pas glisser sur une surface donnée, par exemple pour assurer une bonne prise. Si un gant n'est pas assez adhérent, il sera nécessaire d'exercer une force supplémentaire, par exemple pour tenir un objet, ce qui peut occasionner une fatigue excessive. Des difficultés peuvent également apparaître dans le cas de gants trop adhérents, par exemple si la pièce à manipuler reste collée sur la surface du gant ou dans le cas où il y a un risque d'entraînement. L'adhérence d'un gant dépend du matériau constituant sa surface externe ainsi que de sa rugosité. Elle peut être fortement modifiée si le gant ou la pièce manipulée sont contaminés, par exemple par de l'huile ou de la graisse, ou si leur surface est poussiéreuse.

Sensibilité tactile : La sensibilité tactile correspond à la capacité à sentir la rugosité, la forme, et le volume des objets, la pression, la vibration, la chaleur, etc. par le sens du toucher des doigts et des mains notamment. Il est important de préserver au maximum la sensibilité tactile lors du port de gants de protection, en particulier pour l'exécution de certaines tâches délicates. Plusieurs caractéristiques des gants peuvent affecter la sensibilité tactile, notamment leur ajustement à la main, la souplesse des matériaux qui les composent, et leur épaisseur.

Respirabilité : La respirabilité du gant caractérise sa perméabilité à l'air et à la vapeur d'eau. En effet, la sueur générée au niveau de la peau de la main s'accumule dans le gant si elle ne peut pas traverser la paroi de celui-ci, ce qui crée une sensation de moiteur et d'inconfort. En situation d'effort, la température à l'intérieur du gant peut également s'élever de manière excessive. Les polymères sont relativement imperméables à l'air et à la vapeur d'eau : les gants non supportés et en tricot enduit ne sont donc généralement pas respirants. Cependant, certains gants ne sont que partiellement enduits et le dos en textile assure un certain transfert de l'air et de l'humidité. Il est également possible de porter des sous-gants en textile qui absorbent la sueur et l'éloignent temporairement de la surface de la peau. Des membranes semi-perméables ont été récemment développées pour permettre un transport sélectif selon la direction : la sueur est évacuée vers l'extérieur tandis que l'eau ou les produits chimiques à l'extérieur du gant n'atteignent pas la main.



Principe des membranes respirantes

Confort : Plusieurs des caractéristiques décrites dans la section 5.2 affectent d'une manière plus ou moins importante le confort d'un gant, tel que la taille et la forme du gant, la souplesse ou la respirabilité par exemple. D'autres facteurs comme la douceur du matériau intérieur et la présence de surépaisseurs dans le gant (coutures), peuvent également agir sur la sensation de confort. Il est important que le gant soit aussi confortable que possible afin de favoriser son port pendant toute la durée nécessaire.

5.3 Autres considérations

D'autres paramètres peuvent également entrer en ligne de compte lors de la sélection des gants de protection. Par exemple, l'**aspect esthétique** ne doit pas être négligé, notamment dans les cas où les gants doivent être conformes à la fonction occupée par le travailleur (fonction d'autorité, fonction d'aide ou d'assistance du public, etc.).

Selon les situations, il peut être préférable de sélectionner des gants **jetables**, par exemple en cas de présence de contaminants chimiques ou biologiques. Dans d'autres cas, des gants **réutilisables ou lavables** peuvent être choisis. Ils permettent par exemple de bénéficier de matériaux plus chers offrant un niveau de protection plus élevé. Il est cependant important de réaliser que les propriétés des gants vont diminuer au fur et à mesure de leur utilisation et suite aux traitements de nettoyage.

La **durabilité des gants**, ou leur résistance à l'usure, est conditionnée par leur capacité à maintenir leur intégrité physique et leurs propriétés au fur et à mesure de leur utilisation. Selon la rigueur des sollicitations subies par le gant, par exemple l'usure mécanique, le temps d'utilisation sécuritaire d'un même modèle de gant pourra varier. Il sera important de vérifier à intervalle de temps régulier que la protection requise est toujours assurée. L'aspect lié à la durabilité est un facteur à considérer avec attention, en particulier par rapport au coût à l'achat. Certains gants peuvent sembler être des options intéressantes en raison de leur bas prix. Mais une faible résistance à l'usure des matériaux et de la construction peut nécessiter un remplacement plus fréquent, ce qui augmente le coût global de la protection. Dans d'autres situations, le remplacement pourra être dicté par d'autres facteurs que l'usure : la durabilité aura un impact moins important.

Le **coût** est généralement un paramètre majeur lors de la sélection des gants. En effet, selon le matériau, la construction et la nouveauté de la technologie utilisée, le prix des gants peut varier de quelques sous pour les modèles jetables à une centaine de dollars. Il est néanmoins important de ne pas considérer uniquement le prix à l'achat mais également la durée de service et le coût de l'entretien. Le coût de cet équipement de protection doit également être comparé aux coûts associés aux lésions aux mains, que ce soient les frais médicaux et les conséquences directes et indirectes pour le travailleur, mais aussi le temps et l'expertise perdus pour l'entreprise.

Selon les domaines d'activité, il peut être requis que les gants soient approuvés pour le **contact alimentaire**. En effet, il faut non seulement protéger le travailleur contre les différents risques liés à sa tâche, mais également protéger les aliments manipulés de la contamination causée par le contact humain. Les matériaux des gants ne doivent pas non plus être la source de contamination

pour les produits alimentaires. Selon les exigences liées à la tâche, seuls les gants approuvés par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) devront être utilisés pour la manipulation des aliments.

Cette liste d'autres considérations à prendre en compte lors de la sélection des gants n'est pas exhaustive et un examen approfondi des conditions entourant l'exécution de la tâche dans chaque situation doit être réalisé lors du processus de sélection des gants afin d'identifier l'ensemble des paramètres à prendre en considération.

5.4 Risques dus à l'utilisation des gants de protection

Même si les bénéfices liés au port de gants de protection sont immenses lorsque ceux-ci sont bien adaptés à la tâche à effectuer, à l'environnement de travail et à l'individu qui les utilise, ils sont néanmoins la source potentielle d'un certain nombre de risques dont il est important d'être conscient. En effet, il ne faut pas que ces risques générés par le port de gants compromettent le bénéfice apporté par la protection contre les risques présents en milieu de travail [Mansdorf, 2005].

Cette section propose une série d'exemples de risques causés ou aggravés par le port de gants de protection. Après qu'un modèle de gant ait été identifié, l'analyse de risques effectuée lors du processus de sélection des gants doit être complétée par un examen approfondi des risques supplémentaires dus à l'utilisation de ce gant en particulier. D'autres types de risques non inclus dans cette liste peuvent également exister.

Tout d'abord, les gants peuvent être la source de certaines **réactions allergiques**. Au niveau le plus léger, une irritation de la peau peut apparaître soit en réaction à des substances chimiques incluses dans la formulation des polymères, en particulier le caoutchouc naturel et synthétique, ou à cause de la poudre ajoutée pour faciliter l'enfilage des gants et qui assèche la peau. La solution consiste généralement à changer de modèle ou de fabricant de gant ou à choisir des gants non poudrés. Cette poudre, qu'elle soit contaminée par le caoutchouc ou non, peut également causer des problèmes respiratoires, par exemple chez des personnes souffrant d'asthme. Les particules peuvent se disperser dans l'air et entrer dans le système respiratoire par inhalation. Des gants non poudrés doivent alors être employés. Les additifs utilisés dans la formulation des polymères peuvent également être la cause de dermatite de contact par sensibilité chimique, qui se manifeste par des éruptions cutanées. Lorsque le produit chimique allergène est identifié, il est généralement possible de choisir un modèle de gant n'en contenant pas. Au niveau le plus grave, l'hypersensibilité immédiate ou de type I est associée à la sensibilisation à des protéines contenues dans le caoutchouc naturel (ou latex). Les symptômes peuvent être variés et sévères, en particulier lors d'expositions subséquentes. L'utilisation de gants ne contenant pas de caoutchouc naturel est requise.

Le port des gants de protection, en particulier si ceux-ci ne sont pas assez souples, peut entraîner une **fatigue** accrue de la main et du bras en cas de flexions répétées ou maintenues. Une adhérence trop faible aux objets à manipuler peut également nécessiter le déploiement d'une force de préhension excessive menant à de la fatigue. Dans les cas extrêmes, des lésions du

système musculo-squelettique, par exemple des tendinites ou des bursites, peuvent apparaître. Le syndrome du tunnel carpien fait également partie des désordres musculo-squelettiques qui peuvent être générés ou amplifiés par le port des gants de protection. L'inflammation des tissus dans le tunnel carpien au niveau du poignet comprime le nerf médian et cause des engourdissements et douleurs dans la main.

La **réduction de la dextérité, de la sensibilité tactile et de l'adhérence** due au port de gants de protection peut également être la cause d'accidents liés directement à une difficulté accrue à exécuter la tâche. Par exemple, les risques de laisser échapper un objet sont plus importants avec un gant glissant, ce qui augmente le potentiel d'accidents. De plus, la sensibilité tactile plus limitée à travers le matériau du gant tend à réduire la rapidité d'adaptation en cas de conditions changeantes ou inattendues : le porteur des gants ne réalise pas qu'il lui est nécessaire de modifier son comportement pour tenir compte des nouvelles propriétés de ses gants ou de l'objet à saisir par exemple et exécuter sans problème l'action prévue. Il est donc nécessaire d'évaluer correctement le niveau minimal de dextérité, de sensibilité tactile et d'adhérence requis pour effectuer sans danger supplémentaire la tâche fixée.

Certains environnements de travail peuvent présenter des **risques d'entraînement** importants, par exemple en présence d'une machine rotative non-protégée. Dans ces circonstances, il n'est pas recommandé de porter des gants de protection. En cas de présence simultanée de ce risque d'entraînement et d'autres types de risques, par exemple chimiques ou mécaniques, qui requièrent le port de gants de protection, il est indispensable de rechercher d'abord des procédures de travail alternatives ou des méthodes de protection mieux adaptées aux risques en présence. Au cas où des gants de protection doivent être portés malgré le risque d'entraînement, ceux-ci doivent être sélectionnés de manière à s'ajuster parfaitement à la main pour limiter le risque d'entraînement et à pouvoir se déchirer facilement au cas où le gant est happé afin que la main puisse se libérer et ne pas être entraînée avec lui.

Les conditions dans lesquelles les **gants contaminés** sont manipulés peuvent également être la source de risques. Par exemple, il est important de ne pas se contaminer les mains en retirant les gants : les gants doivent être enlevés en les faisant glisser à l'envers à partir du poignet et en se protégeant la main pour enlever le deuxième gant. Il peut être également possible de laver les gants avant de les retirer si cette action ne crée pas de contamination plus importante. Par ailleurs, il est essentiel de ne pas mettre en contact les gants contaminés avec, par exemple, les vêtements, la peau ou la nourriture.

5.5 Exemples de mises en situation

5.5.1 *Besoin de résistance aux agresseurs mécaniques multiples et de bonnes dextérité et sensibilité tactile*

Claude travaille comme patrouilleur dans un service de police. Lorsqu’il répond à un appel, il peut se retrouver dans des situations très variées. Ceci implique également un grand nombre de risques, entre autres d’origine mécanique : armes à feu, armes blanches, ainsi que les différents objets que le suspect porte sur lui lors de l’immobilisation et de la fouille, par exemple des aiguilles médicales. Claude doit donc porter des gants qui lui offrent une protection contre ces différents agresseurs mécaniques : coupure, perforation et piqûre par les aiguilles.

Lorsqu’il est en opération et porte ses gants, Claude doit également être capable par exemple de maîtriser et fouiller un suspect, de manipuler la canette de poivre de Cayenne ou les menottes et d’utiliser son arme à feu au besoin. Ses gants doivent donc lui offrir une bonne dextérité et une bonne sensibilité tactile. La résistance aux agresseurs mécaniques se faisant souvent aux dépens des propriétés liées à la fonctionnalité, il est donc nécessaire de trouver un bon compromis pour les gants sélectionnés entre le niveau de protection offert et la gêne occasionnée par le port des gants pour l’exécution de la tâche.



**Illustration de la mise en situation correspondant à une activité de patrouille policière
(Photographe Benoit Renaud, Ville de Québec)**

Ce besoin d’une combinaison de dextérité et sensibilité tactile en plus de la protection contre les risques mécaniques concerne un grand nombre de secteurs d’activité comme par exemple les agents de la paix en services correctionnels, les chirurgiens, les horticulteurs et les mécaniciens.

5.5.2 *Risques mécaniques, thermiques et chimiques et besoin de dextérité*

Un autre exemple concerne le secteur de la transformation alimentaire, et plus particulièrement les abattoirs et les usines de transformation de la viande, où le nombre d'accidents aux mains est très élevé. Il s'agit principalement de lacérations causées par des couteaux, des ciseaux, des scies, etc. Dans le cas d'activités d'abattage, de désossage et de découpe, un gant résistant à la coupure, par exemple en Dyneema® ou en Spectra®, peut être utilisé pour la main qui tient le couteau, tandis que l'autre main est protégée à l'aide d'un gant en acier maillé. Par contre, ces gants ne doivent jamais être portés à proximité de machines à rouleaux d'entraînement utilisées par exemple pour le dépeçage et le découennage, à cause du risque d'entraînement. Les gants en acier maillé sont également la cause potentielle d'irritation de la peau et nécessitent généralement l'usage d'un sous-gant en coton par exemple. Il est à noter que seuls les gants inclus dans la « Liste de référence pour les matériaux de construction, les matériaux d'emballage, et les produits chimiques non alimentaires » de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) peuvent être utilisés en contact avec les aliments.

Nicole, qui travaille dans une usine de transformation de volaille, est soumise à un environnement relativement froid et humide. De plus, elle manipule des pièces qui sortent des réfrigérateurs et parfois même des congélateurs. Ses mains ont donc besoin d'une protection contre le froid et l'humidité en plus de la protection contre les lacérations. À cet effet, elle porte des sous-gants en tricot de polyester qui offrent une bonne isolation thermique et éloignent l'eau de la surface de sa peau par capillarité. Il est important que ces sous-gants soient bien ajustés afin qu'ils réduisent au minimum la dextérité dont Nicole a besoin pour travailler.



Illustration de la mise en situation concernant la découpe de la viande

Lorsqu'elle doit utiliser des produits chimiques, par exemple pour le nettoyage de ses outils et de son plan de travail, Nicole enfle des gants en caoutchouc qui sont complètement imperméables et offrent une certaine résistance aux agresseurs mécaniques. Il est important de bien rincer les gants après usage afin qu'ils gardent au maximum leurs propriétés de protection d'une fois à l'autre.

5.5.3 Présence simultanée de risques mécaniques multiples et de produits industriels

Marc est machiniste dans un atelier d'usinage de métal. Son environnement de travail comprend des outils coupants et abrasifs, comme les fraises qu'il doit manipuler lorsqu'il les installe sur le tour, ou les meules. Les pièces qu'il produit sont également des sources potentielles de risques mécaniques : coupure par les bords avant qu'ils ne soient déburrés, lacération par les copeaux et les éclisses de métal, etc. Finalement, il est en contact avec des produits industriels, en particulier l'huile de coupe et différents lubrifiants.

Pour se protéger les mains lorsqu'il travaille, Marc porte des gants en tricot de Kevlar® enduit de nitrile. La résistance de ces gants, telle qu'indiquée par le manufacturier, correspond aux risques mécaniques auxquels ses mains sont soumises. Cependant, ce que Marc ne sait pas, c'est que les produits industriels avec lesquels ses gants sont en contact peuvent modifier leurs propriétés de résistance contre les agresseurs mécaniques : au bout d'une journée de travail, la protection dont bénéficient les mains de Marc n'est peut-être plus suffisante.



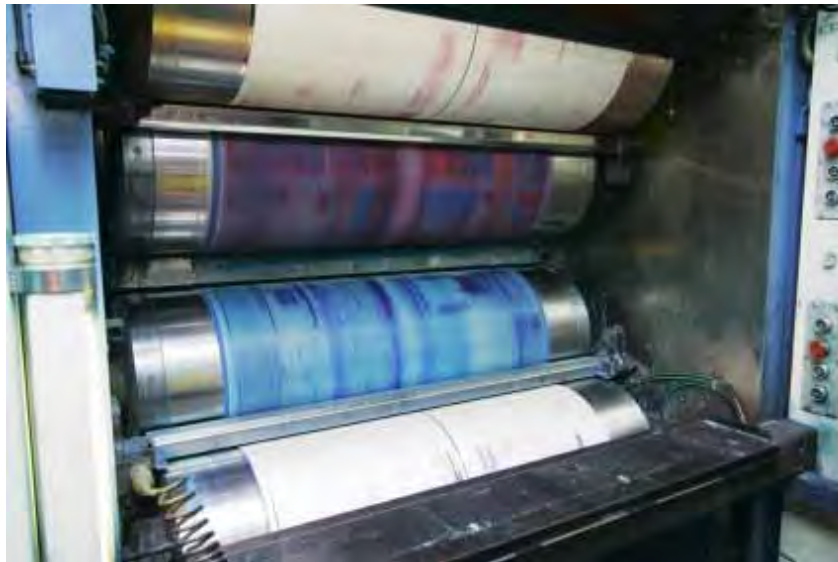
Illustration de la mise en situation correspondant à l'usinage du métal

Il est donc essentiel que, lorsque Marc sélectionne le modèle de gants adaptés à son travail, il prenne en compte l'ensemble des risques en présence, c'est-à-dire dans ce cas la présence de produits industriels en plus de celle des agresseurs mécaniques. Et qu'au besoin, il remplace ses gants plus fréquemment lorsque ceux-ci ont été en contact avec les produits industriels.

Une situation similaire est présente dans les ateliers de mécanique automobile, dans le domaine de la préparation alimentaire, et de manière générale dans tous les milieux de travail où des risques mécaniques et chimiques sont présents simultanément.

5.5.4 Risques chimiques et d'entraînement

Andrée est responsable des presses à rouleaux dans une imprimerie. Elle doit procéder de manière régulière au nettoyage des blanchets à l'aide de guenilles et de solvants. Lorsqu'elle réalise cette opération, la vitesse des rouleaux est ralentie mais ils ne s'arrêtent jamais de tourner. Andrée doit porter des gants de protection contre les produits chimiques en présence, solvants, encres, etc. Toutefois, ses gants risquent de se coincer entre deux rouleaux et d'entraîner ses mains.



Presse à rouleaux utilisée en imprimerie

Dans le cas où le risque d'entraînement est présent, une révision des méthodes de travail s'impose afin de diminuer ou d'éliminer ce risque. Par exemple, des coins installés entre les rouleaux peuvent empêcher les mains de s'approcher des angles entrants, ou encore la rotation des rouleaux peut être arrêtée temporairement par le travailleur pendant le nettoyage des blanchets ou peut se bloquer automatiquement dès qu'un objet se coince entre les rouleaux. Cependant, si le risque d'entraînement ne peut pas être complètement éliminé, les gants de protection portés à proximité de la machine rotative doivent pouvoir se déchirer facilement. Par conséquent, au contraire de ce qui est généralement désiré, la résistance à la déchirure des gants d'Andrée doit donc être la plus faible possible.

6. MÉTHODES DE CARACTÉRISATION DE LA RÉSISTANCE AUX AGRESSEURS MÉCANIQUES

Des normes existent relativement aux méthodes de mesure et à la classification des niveaux de performance dans le cas de la coupure, de la perforation, de la déchirure et de l'abrasion. Cette section se concentre sur les outils proposés par les organismes de normalisation américains et européens, qui sont les plus pertinents pour les gants vendus au Canada. Elle présente également les méthodes de caractérisation et le système de classification des niveaux de performance utilisés pour l'outil de sélection interactif des gants de protection contre les risques mécaniques que complète ce document d'information. Cet outil considère actuellement trois propriétés, la résistance à la coupure, à la perforation et à la déchirure. Il est disponible sur le site web de l'IRSST à l'adresse : www.irsst.qc.ca/gants

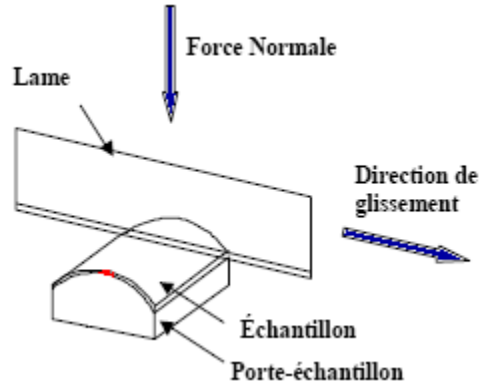
6.1 Coupure

Les méthodes normalisées relatives à la résistance à la coupure considèrent le cas de la coupure par tranchage, c'est-à-dire que la lame se déplace parallèlement à son arête tranchante. Il est à noter qu'un comportement différent des matériaux, et donc un niveau de protection offert, peuvent éventuellement être observés si la lame se déplace dans une direction perpendiculaire à son axe tranchant, une configuration qui n'est pour l'instant pas prévue dans les méthodes normalisées.

6.1.1 Normalisation américaine

La norme américaine ASTM F 1790 décrit la méthode de mesure de la résistance à la coupure [ASTM, 2005a]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2005. Le principe est identique à celui de la norme internationale ISO 13997 adoptée en 1999 [ISO, 1999].

Un échantillon est fixé sur un support hémicylindrique en métal et une lame rectiligne est positionnée à la surface de l'échantillon, perpendiculairement à l'axe du support. La lame est déplacée horizontalement à vitesse constante jusqu'à ce qu'elle traverse complètement l'échantillon en le coupant. L'appareil mesure la distance parcourue par la lame pour couper l'échantillon. Ces mesures sont répétées pour différentes valeurs de la force appliquée verticalement par la lame sur l'échantillon. La résistance à la coupure correspond à la force requise pour couper l'échantillon avec un déplacement horizontal de la lame de 20 mm. Plus la valeur de cette force est élevée, plus la résistance du matériau à la coupure est grande. L'appareil suggéré pour la mesure de la résistance à la coupure est le TDM (tomodynamomètre).



Principe de la mesure de la résistance à la coupure

6.1.2 Normalisation européenne

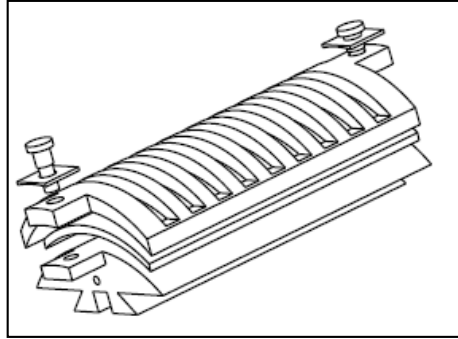
La norme européenne EN 388, adoptée en 2004, inclut la description d'une méthode de mesure de la résistance à la coupure pour les gants de protection [AFNOR, 2004]. Elle utilise une lame circulaire rotative appliquant une force de 5 N sur l'échantillon. La résistance à la coupure est donnée par un indice I qui correspond au rapport entre le nombre de cycles requis pour couper le matériau à tester et celui obtenu avec un matériau de référence (du coton). Plus le nombre de cycles, et donc la valeur de l'indice I, est élevé, plus la résistance du matériau à la coupure est grande. Cette technique présente des difficultés liées entre autres à l'usure progressive de la lame circulaire.

6.1.3 Méthode utilisée dans l'outil de sélection

La méthode utilisée pour déterminer les valeurs de résistance à la coupure des gants incluses dans l'outil de sélection interactif est basée sur la version de la norme américaine ASTM F 1790 adoptée en 2005 et utilise un TDM-100. La distance nécessaire à la coupure est mesurée pour trois forces différentes appliquées sur la lame, qui se déplace horizontalement à une vitesse de 150 mm/min. Les essais sont répétés au moins cinq fois pour chacune de ces forces et sont répartis sur au moins trois gants différents. Chaque essai est réalisé avec une lame neuve. Une bande étroite de film aluminium est placée sous l'échantillon pour permettre le contact électrique qui détecte que le matériau est coupé dans toute son épaisseur.

À partir des 15 mesures de déplacement à la coupure en fonction de la force verticale appliquée, la force correspondant à un déplacement de 20 mm jusqu'à la coupure est calculée par lissage de la courbe générée par les points expérimentaux. Une vérification de la validité de ce résultat est ensuite effectuée avec une nouvelle série de coupures réalisées à cette force. Au cas où un écart trop important est obtenu lors de cette validation ou si les points expérimentaux ne permettent pas une détermination assez précise de la force de coupure (tel qu'indiqué par le coefficient de détermination du lissage de la courbe R^2), les essais se poursuivent avec l'addition de données supplémentaires jusqu'à ce que la valeur du coefficient R^2 soit supérieure à 0,5 et que la distance de coupure à la validation soit comprise entre 18 et 22 mm.

En accord avec la norme, les échantillons sont découpés à 45° dans la paume du gant. Afin de permettre la fixation de certains modèles plus difficiles à immobiliser, comme les gants multicouches ou ceux ayant tendance à décoller du support lors du glissement de la lame à leur surface, un dispositif d'immobilisation des échantillons a été conçu par les chercheurs. Il sera éventuellement intégré dans des versions ultérieures des méthodes normalisées.



Dispositif d'immobilisation des échantillons

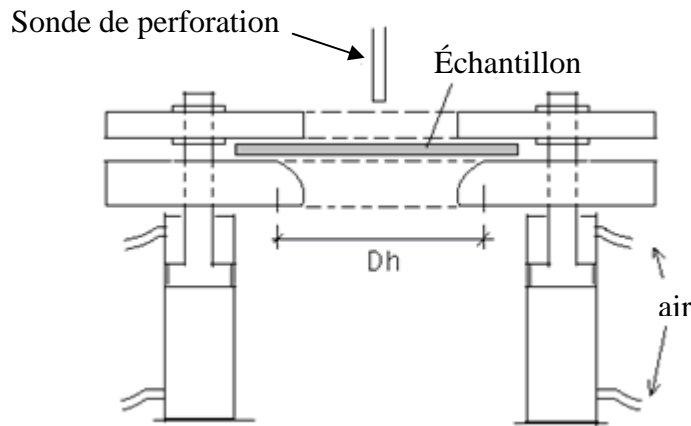
6.2 Perforation

Les méthodes normalisées relatives à la résistance à la perforation utilisent des sondes de différents diamètres et avec différentes géométries de l'extrémité. Cependant, toutes ces sondes ont un bout arrondi. Il est possible que les mesures de résistance à la perforation réalisées avec les sondes les plus arrondies et de diamètre élevé ne correspondent pas au comportement obtenu pour des géométries plus pointues comme celles présentées par des clous ou des épines. Par ailleurs, il a été démontré que la résistance des gants à la piqûre par les aiguilles médicales, qui présentent un bord coupant, est très différente des résultats des tests de perforation réalisés selon les méthodes normalisées.

6.2.1 Normalisation américaine

La norme américaine ASTM F 1342 décrit la méthode de mesure de la résistance à la perforation [ASTM, 2005b]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2005.

Selon cette méthode, l'échantillon est maintenu horizontalement entre deux plaques trouées. Une sonde se déplace verticalement à vitesse constante et appuie sur l'échantillon. La résistance à la perforation correspond à la force requise pour perforer complètement l'échantillon. Cette norme inclut trois modèles de sondes, la sonde A de diamètre égal à 2 mm avec une extrémité conique de rayon égal à 0,25 mm, la sonde B à tête sphérique et de diamètre égal à 1 mm et la sonde C identique à la sonde A mis à part pour la valeur du rayon de courbure de la tête conique qui est égal à 0,5 mm. Plus la valeur de force mesurée est élevée, plus la résistance du matériau à la perforation est grande.



Montage de perforation

6.2.2 Normalisation européenne

La norme EN 388 est utilisée en Europe pour la méthode de mesure de la résistance à la perforation [AFNOR, 2004]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2004.

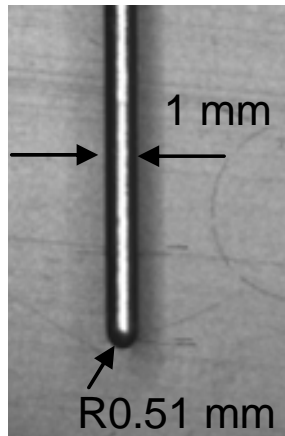
Le principe de la mesure est identique à celui décrit dans la norme américaine. La seule différence majeure concerne les dimensions de la sonde de perforation. La sonde a dans ce cas un diamètre de 4,5 mm et une tête conique de rayon égal à 0,5 mm.

6.2.3 Méthode utilisée dans l'outil de sélection

La méthode utilisée pour la détermination de la résistance à la perforation des gants incluse dans l'outil de sélection est basée sur la version de la norme américaine ASTM F 1342 adoptée en 2005. La sonde B de diamètre égal à 1 mm et avec une extrémité arrondie a été choisie car il a été montré qu'elle offre la meilleure reproductibilité au niveau des résultats.

L'échantillon de gant pris au niveau de la paume est fixé entre deux plaques munies d'un trou de 10 mm de diamètre aux bords arrondis. La sonde est fixée dans la mâchoire supérieure d'une machine d'essai universelle actionnée en compression. La force appliquée par la sonde lors de son déplacement vertical vers le bas est mesurée avec une cellule de 50 ou de 150 lbs, selon la résistance du matériau. Ce déplacement s'effectue à une vitesse constante de 500 mm/min.

Un total de 12 mesures est effectué pour chaque modèle de gant, ces mesures étant réparties de manière égale sur quatre gants différents. La résistance à la perforation correspond à la moyenne des forces maximales mesurées pour chacun de ces 12 tests.



Sonde de perforation B de la méthode ASTM F 1342

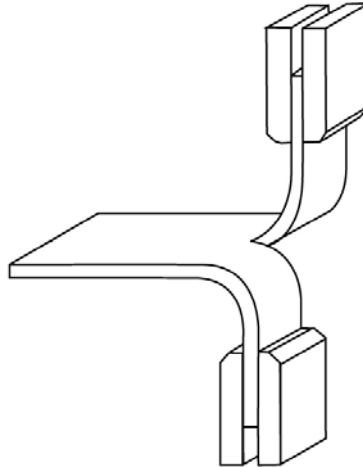
6.3 Déchirure

La résistance à la déchirure n'est pas associée à la protection contre un risque spécifique, mais donne des informations sur la résistance mécanique du gant. Selon les situations, il peut être important que les gants aient une résistance à la déchirure élevée, par exemple pour garantir le maintien de l'intégrité physique du gant, ou au contraire très faible, pour limiter les risques d'entraînement de la main. Il est à noter qu'aucune spécification n'existe dans la normalisation américaine sur les gants de protection au niveau de la résistance à la déchirure.

6.3.1 Normalisation européenne

La norme européenne EN 388 décrit la méthode de mesure de la résistance à la déchirure [AFNOR, 2004]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2004.

L'échantillon rectangulaire est partiellement fendu au centre dans le sens de sa longueur, lui donnant une configuration de type T ou "pantalon". L'échantillon est déchiré de manière axiale en sollicitant simultanément chacune de ses "jambes" en tension. La résistance à la déchirure est donnée par la force maximale enregistrée sur la distance déchirée du matériau. Plus la valeur de force mesurée est élevée, plus la résistance du matériau à la déchirure est grande.



Configuration du test de déchirure

6.3.2 Méthode utilisée dans l’outil de sélection

La méthode utilisée pour la détermination de la résistance à la déchirure des gants inclue dans l’outil de sélection est basée sur la version de la norme européenne EN 388 adoptée en 2004. Pour chaque modèle de gant, deux échantillons sont découpés dans des gants différents pour chacune des deux directions longitudinale et transverse. Les deux "jambes" de l’échantillon sont fixées dans les deux mâchoires d’une machine d’essai universelle de manière à ce que la force s’applique dans l’axe de l’échantillon. Le déplacement s’exerce à une vitesse constante de 100 mm/min. Dans le cas des échantillons multicouches, chaque couche est testée individuellement.

Pour chaque échantillon testé, soit deux en longueur et deux en largeur pour chacune des couches, la force maximale enregistrée sur les 50 mm correspondant à la longueur d’échantillon déchiré est notée. La résistance à la déchirure est donnée par la valeur minimale des forces maximales obtenues pour la couche du gant la plus résistante.

6.4 Abrasion

Des méthodes de mesure de la résistance à l’abrasion sont utilisées à la fois au niveau des normalisations américaines et européennes pour les gants de protection. Pour l’instant, l’outil de sélection des gants de protection contre les risques mécaniques auquel ce document d’information est adjoint ne comprend pas de résultats de résistance à l’abrasion.

6.4.1 Normalisation américaine

La norme américaine ASTM D 3389 décrit la méthode de mesure de la résistance à l'abrasion utilisée pour les gants de protection [ASTM, 2005c]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2005.

Cette méthode utilise une machine d'abrasion Taber. Un échantillon de forme circulaire est fixé sur la table tournante et est sollicité par deux roues abrasives. Le test se poursuit jusqu'à ce que l'échantillon soit usé de bord en bord ou que le premier signe d'effilochage apparaisse. La résistance à l'abrasion est donnée par le nombre de tours, ou cycles de rotation, effectués par l'échantillon avant que le critère d'abrasion n'ait été atteint. Plus le nombre de cycles est élevé, plus la résistance du matériau à l'abrasion est grande.

6.4.2 Normalisation européenne

La norme européenne EN 388 décrit la méthode de mesure de la résistance à l'abrasion [AFNOR, 2004]. La dernière version en vigueur a été adoptée en 2004.

L'échantillon de forme circulaire est soumis à une abrasion sous une pression déterminée et selon un mouvement cyclique plat en forme de courbe de Lissajous (trajectoire d'un point dont les composantes rectangulaires ont un mouvement sinusoïdal). L'apparition d'un trou dans l'échantillon constitue le critère de fin du test. La résistance à l'abrasion est donnée par le nombre de tours, ou cycles de rotation, jusqu'à ce que le critère d'abrasion ait été atteint. Plus le nombre de cycles est élevé, plus la résistance du matériau à l'abrasion est grande.

6.5 Classification des niveaux de performance

Les valeurs de résistance des gants de protection aux différents agresseurs mécaniques sont réparties en différents niveaux de performance. Ceci permet à la fois de comparer les gants entre eux et par rapport aux sollicitations dont ils doivent protéger l'utilisateur. La valeur du niveau de performance croît avec la résistance du gant, c'est-à-dire qu'un gant de niveau 1 possède une faible résistance tandis qu'un gant de niveau 5 a une résistance élevée. Généralement, les gants ayant un niveau de performance plus élevé procurent une protection plus élevée. Il est à noter qu'aucun gant n'est à l'épreuve de la coupure, de la perforation ou de la déchirure.

6.5.1 Normalisation américaine

Les niveaux de performance contre les agresseurs mécaniques des gants de protection sont décrits dans la norme américaine ANSI/ISEA 105 [ANSI, 2005]. La version en vigueur a été adoptée en 2005.

La résistance à la coupure est déterminée selon la version de la norme ASTM F 1790 adoptée en 1997. Elle correspond à la force donnant une distance de coupure de 25 mm. La résistance à la

perforation doit être mesurée selon la version de la norme EN 388 adoptée en 2003. Elle correspond à la force maximale déterminée avec une sonde à tête conique de 4,5 mm de diamètre. Pour ces deux propriétés, six niveaux sont définis, tel qu'illustré dans le tableau ci-dessous. Plus le niveau est élevé, plus la résistance du matériau est grande.

En ce qui concerne la résistance à l'abrasion, la méthode est fournie par la version de la norme ASTM D 3389 adoptée en 2005. Sept niveaux de résistance à l'abrasion sont définis, tel qu'illustré dans le tableau ci-dessous. Plus le niveau est élevé, plus la résistance du matériau est grande. Des roues d'abrasion correspondant à une force de 500 g doivent être utilisées pour les niveaux 0 à 3 et à une force de 1000 g pour les niveaux 4 à 6. L'apparition d'un trou dans l'échantillon ou la rupture d'un fil pour les matériaux tissés et tricotés constitue le critère de fin de test.

Classification proposée par la normalisation américaine

	Niveaux de performance (ANSI/ISEA 105-2005)						
	0	1	2	3	4	5	6
Coupure (g)	< 200	≥ 200	≥ 500	≥ 1000	≥ 1500	≥ 3500	
Perforation (N)	< 10	≥ 10	≥ 20	≥ 60	≥ 100	≥ 150	
Abrasion (cycles)	< 100 #	≥ 100 #	≥ 500 #	≥ 1000 #	≥ 3000 ‡	≥ 10000 ‡	≥ 20000 ‡

Roues d'abrasion correspondant à une force de 500 g

‡ Roues d'abrasion correspondant à une force de 1000 g

6.5.2 Normalisation européenne

La normalisation européenne pour les gants de protection utilise les critères de performance décrits dans la norme européenne EN 388 [AFNOR, 2004]. La version en vigueur a été adoptée en 2004.

Les méthodes utilisées correspondent toutes à celles qui sont décrites dans la version de la norme EN 388 adoptée en 2004. La résistance à la coupure est déterminée à l'aide de la lame circulaire. Le résultat s'exprime sous la forme de l'indice I, qui est égal au rapport entre le nombre de cycles requis pour couper le matériau testé et celui obtenu pour couper un matériau de référence. La méthode de perforation utilise la sonde à tête conique de 4,5 mm de diamètre et la résistance correspond à la force requise pour perforer le matériau. La résistance à la déchirure est déterminée avec des échantillons de type T. La résistance à l'abrasion est donnée par le nombre de cycles jusqu'à rupture dans le spécimen. Selon les propriétés, quatre ou cinq niveaux sont définis, tel qu'illustré dans le tableau ci-dessous. Plus le niveau est élevé, plus la résistance du matériau est grande.

Classification proposée par la normalisation européenne

	Niveaux de performance (EN 388-04)				
	1	2	3	4	5
Coupure (indice I)	≥ 1,2	≥ 2,5	≥ 5,0	≥ 10,0	≥ 20,0
Perforation (N)	≥ 20	≥ 60	≥ 100	≥ 150	
Déchirure (N)	≥ 10	≥ 25	≥ 50	≥ 75	
Abrasion (cycles)	≥ 100	≥ 500	≥ 2000	≥ 8000	

Par ailleurs, la réglementation européenne exige que les niveaux de performance, en particulier contre les agresseurs mécaniques, soient indiqués de manière explicite sur les gants. Ils apparaissent sous la forme du pictogramme suivant, où les indices correspondent aux quatre propriétés de résistances mécaniques décrits dans la norme EN 388, c'est-à-dire la résistance à la coupure, à la perforation, à l'abrasion et à la déchirure.



- a: résistance à l'abrasion (4 niveaux)
- b: résistance à la coupure (5 niveaux)
- c: résistance à la déchirure (4 niveaux)
- d: résistance à la perforation (4 niveaux)

Pictogramme utilisé pour le marquage de la performance des gants selon la réglementation européenne [AFNOR, 2004]

6.5.3 Classification utilisée dans l'outil de sélection

Dans l'outil de sélection interactif des gants de protection contre les agresseurs mécaniques auquel est adjoit ce document d'information, des niveaux de performance sont indiqués pour les trois propriétés mesurées, c'est à dire la résistance à la coupure, à la perforation et à la déchirure.

Dans le cas de la déchirure, les niveaux définis dans la version de la norme EN 388 adoptée en 2004 sont utilisés. Un niveau 0 a été ajouté lorsque le critère pour le niveau 1 n'est pas atteint, c'est-à-dire que la force est strictement inférieure à 10 N. Ces niveaux sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Par contre, aucun système normalisé de classification et de niveaux n'est actuellement disponible pour les résultats générés par les versions en vigueur des normes ASTM F 1790 pour la coupure

et ASTM F 1342 pour la perforation, lesquelles ont été employées pour mesurer les propriétés de résistance correspondantes sur les gants rapportées dans l'outil de sélection. Une classification a donc été établie par les chercheurs ayant préparé cet outil de sélection. Dans le cas de la résistance à la coupure, la classification proposée par la norme américaine ANSI/ISEA 105 adoptée en 2005 a été utilisée, même si les distances de coupure diffèrent (25 mm pour la norme ANSI/ISEA 105 et 20 mm pour les mesures rapportées dans l'outil de sélection selon la version en vigueur de la norme ASTM F 1790). Dans le cas des tests de perforation réalisés selon la norme ASTM F 1342 en vigueur (sonde B), une classification proposée par des chercheurs à partir de tests réalisés avec cette même sonde sur une série de 92 modèles de gants [Lara, 1992] a été employée. Ces niveaux sont illustrés dans le tableau ci-dessous.

Il est important de noter que les résultats fournis dans le cadre de cette classification pour la coupure et la perforation ne peuvent être comparés aux autres classifications existantes, étant donné que les propriétés ne sont pas mesurées de la même manière.

Classification utilisée dans l'outil de sélection

	Niveaux de performance (outil de sélection)					
	0	1	2	3	4	5
Coupure (g)	< 200	≥ 200	≥ 500	≥ 1000	≥ 1500	≥ 3500
Perforation (N)	< 10	≥ 10	≥ 15	≥ 30	≥ 50	≥ 100
Déchirure (N)	< 10	≥ 10	≥ 25	≥ 50	≥ 75	

6.5.4 Utilisation des niveaux de performance

Les niveaux de performance présentés à la section précédente constituent un outil précieux pour comparer différents modèles de gants entre eux selon leurs performances face aux différents agresseurs mécaniques. Ainsi, à partir des niveaux de performance des gants déjà utilisés dans un milieu de travail, il est possible de trouver des modèles de gants alternatifs offrant le même niveau de performance. Au cas où la protection fournie par les gants actuels n'est pas suffisante, des gants plus performants face à l'un ou l'autre des types d'agresseurs mécaniques peuvent également être identifiés.

Ce système de niveaux de performance peut servir également à identifier les modèles de gants requis en fonction des risques en présence. Cette évaluation doit être faite au cas par cas et avec grand soin en prenant en considération tous les éléments qui constituent l'analyse des risques et le processus de sélection des gants tels que présentés à la section 3 de ce document. Une approche s'appuyant sur le type et la gravité potentielle de la blessure, tels que décrits dans la section 3.2 (p. 8), pourrait néanmoins servir de base à l'établissement des niveaux de performance requis pour les gants. De manière plus précise, un niveau de risque faible, c'est-à-dire associé à une lésion superficielle, ne demandera qu'un gant de faible niveau de performance, c'est-à-dire au minimum de niveau 1 ou 2. Dans le cas d'un niveau de risque moyen, dont les blessures potentielles associées requerront un acte médical (ex : des points de suture) mais sans

perte de fonctionnalité, un gant au minimum de niveau 3 ou 4 devrait convenir. Et finalement, en cas de risques élevés pouvant conduire à des dommages permanents même après une chirurgie réparatrice, des gants de niveau 5 peuvent se révéler indispensables. Cette approche, bien que simplifiée, peut être utilisée pour tous les types de risques mécaniques. Cependant, elle doit être appliquée avec précaution en considérant l'ensemble des éléments en présence.

7. MANUFACTURIERS DE GANTS

Une liste de manufacturiers de gants de protection est fournie ci-dessous à titre indicatif seulement. Ceci n'implique aucun cautionnement de la part des auteurs de ce document d'information de la qualité des produits fournis par ces manufacturiers. D'autres manufacturiers de gants de protection, ainsi que de nombreux distributeurs, peuvent également constituer des sources intéressantes pour l'achat de gants de protection.

Ansell :	www.ansellcanada.ca
Arkon Safety Equipment :	www.northsafety.com
Bacou Dalloz :	www.bacou-dalloz.com
BCL Glove :	www.akka.ca
Best Glove Manufacturing :	www.bestglove.com
Comasec :	www.marigoldindustrial.com
Damascus Protective Gear (DPG) :	www.damgloves.com
Edmont Manufacturing Company :	www.ansellcanada.ca
Endura :	www.endurasport.com
Exoskeleton Protective Armorment :	exosk.com
Ganka :	www.ganka.ca
Gantec Polysafe :	www.gantecpolysafe.com
Gants Laurentide :	www.auclairgloves.com
Gimbel Glove Company :	www.hatch-corp.com
Guantenor :	www.guantenor.com
Hatch Corporation :	www.hatch-corp.com
Hexarmor :	www.hexarmor.com
High Five Products :	www.highfivegloves.com
Insight Safety and Sports (Hakson) :	www.hakson.com
Jomac Canada :	www.jomaccanada.com
KCL GmbH :	www.kcl.de
Kimberly-Clark Corporation :	www.kcprofessional.com
Manulutex :	www.manulutex.com
Mapa Professional :	www.mapaglove.com
Marigold Industrial :	www.marigoldindustrial.com
Masley Enterprises :	www.militarygloves.com
McCordick Glove & Safety :	www.mccordick.com
Mechanix Wear :	www.mechanix.com
M.D. Charlton Company :	www.mdcharlton.ca
North Safety Products :	www.northsafety.com
Paramount Safety Products :	www.prochoice.com.au
Perfect Fit :	www.perfectfitglove.com

Permatex :	www.permatex.com
Protective Industrial Products (PIP) :	www.pipusa.com/industrial
Respirex International Limited :	www.respirex.co.uk
Rostaing :	www.rostaing.com
Samco Industrial Merchants :	www.samcoproducts.co.uk
Security Protection International (SPI) :	www.2spi.com
Showa :	www.showa-glove.com
Spieth & Wensky :	www.spieth-wensky.de
Superior Glove Works :	www.superiorglove.com
Travex Équipement de Sécurité :	www.travex.ca
Warwick Mills :	www.warwickmills.com
Wells Lamont Corporation :	www.wellslamont.com
Whizard :	www.wellslamontindustry.com

RÉFÉRENCES ET SOURCES D'INFORMATION ADDITIONNELLE

Les informations contenues dans ce document d'information ont été extraites, entre autres, des documents ci-dessous, qui peuvent également servir de sources additionnelles de renseignements sur les sujets traités.

- AFNOR (2004). Gants de protection contre les risques mécaniques - NF EN 388 : Association Française de Normalisation.
- ANSI (2005) American national standard for hand protection selection criteria - ANSI/ISEA 105-2005: American National Standards Institute.
- ASTM (2005a). Standard Test Method for Measuring Cut Resistance of Materials Used in Protective Clothing - ASTM F 1790-05: ASTM International.
- ASTM (2005b). Standard Test Method for Protective Clothing Material Resistance to Puncture - ASTM F 1342-05: ASTM International.
- ASTM (2005c). Standard Test Method for Coated Fabrics Abrasion Resistance (Rotary Platform Abrader) – ASTM D 3389-05: ASTM International.
- Ansell (2008). Catalog, <http://www.ansellcanada.ca/>
- Atkinson, S. (2008). Selecting gloves for the food industry. White papers. AnsellPro.com.
- Bernard C. (2006). Guide des E.P.I Equipements de protection individuelle. 5^{ème} édition. Les éditions de l'ergonomie.
- Berry C., McNeely A., Beaugregard K., Haritos, S. (2008). A guide to personal protective equipment, N.C. Department of Labour Occupational Safety and Health Program, www.nclabor.com/osha/etta/indguide/ig25.pdf
- Bobjer O. (2004). Handbook: Facts and advice about care and protective gloves, Ejendals AB (Ed.): Leksand, Sweden
- Canadian Center for Occupational Health and Safety (1999). Chemical Protective Clothing - Glove Selection, www.ccohs.ca/oshanswers/prevention/ppe/gloves.html
- Canadian Legal Information Institute (2008). Occupational health and safety, Regulation respecting, R.Q. c. S-2.1, r.19.01, www.canlii.org/eliisa/highlight.do?language=en&searchTitle=Quebec&path=/qc/laws/regu/s-2.1r.19.01/20080515/whole.html
- CCE. (1989). Directive 89/656/CEE. Conseil des Communautés Européennes
- Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail (2008). CSST en bref www.csst.qc.ca/portail/fr/qui_sommes_nous/Visite_guidee.htm
- Dolez P. I., Vu-Khanh T. Chapter 17: Gloves for protection from cold weather. Textiles for cold weather apparel, J. Williams Ed., Woodhead Publishing Ltd, sous presse.
- Dolez P., Vu-Khanh T., Gauvin C., Lara, J. Gants de protection : Analyse préliminaire de l'effet des contaminants sur la résistance à la coupure, à la perforation et à la déchirure, Soumis à Publications IRSST.

- Duncan D. (1994). The complete guide to cut resistant hand protection, National Industrial Glove Distributors Association.
- DuPont (2007). DuPont Kevlar®: The science of cut protection, www2.dupont.com/Personal_Protection/en_US/assets/downloads/kevlar/kevlar%20cut%20protection%20testing.pdf
- DuPont (2000). Technical guide: Kevlar® aramid fiber, www2.dupont.com/Kevlar/en_US/assets/downloads/KEVLAR_Technical_Guide.pdf
- Eaton, C. The electronic textbook of hand surgery: Anatomy of the hand, www.eatonhand.com/hom/hom033.htm
- Faubert, F. (2009) Protection individuelle: vers une nouvelle réglementation européenne. Expo HighTex. 7-8 oct 2009, Montréal, QC.
- Gauvin C., Dolez P., Harrabi L., Boutin J., Petit Y., Vu-Khanh T., Lara J. (2008) Mise au point de méthodes pour mesurer l'adhérence des gants de protection - Étude préliminaire, Publications IRSST, Série Études et Recherches, R-559, ISBN 978-2-89631-261-0, 91 p.
- Gauvin C., Tellier C., Daigle, R., Petitjean-Roget, T. (2007) Évaluation de tests de dextérité appliqués aux gants de protection. Publications IRSST, Études et recherches / Rapport R-491, Montréal, 80 pages.
- Gloves-Online (2008). Glove University, www.gloves-online.com/glove-university.php
- Gouvernement du Québec (2008a). Loi sur la santé et la sécurité du travail, L.R.Q., chapitre S-2.1, www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_1/S2_1.html
- Gouvernement du Québec (2008b). Règlement sur la santé et la sécurité du travail, c. S-2.1, r.19.01, www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=%2F%2FS_2_1%2FS2_1R19_01.htm
- HDM Inc. SuperFabric®, <http://www.superfabric.com/pages/performance.html>
- House, K. (2007). A basic guide for selecting the proper gloves. OhsOnline. www.ohsonline.com/articles/48686
- HSE (2006). Five steps to risk assessment. Health and Safety Executive. <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg163.pdf>
- Human Resources and Social Development Canada (2004). Occupational Health and Safety (Reports on Canadian Laws) www.hrsdc.gc.ca/en/lp/spila/elli/ohslc/01Occupational_Health_and_Safety.shtml
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guide for selecting and using of PPE, Protective gloves, www.mtas.es/insht/en/practice/gp_gua_en.htm
- International Radiation Protection Association. www.irpa.net/
- ISEA (2005). Revised standard for hand protection: American national standard for hand protection selection criteria, ANSI/ISEA 105-2005: International Safety Equipment Association, www.safetysafetyequipment.org/glovestd.htm

- ISO (1999). Protective clothing - Mechanical properties - Determination of resistance to cutting by sharp objects - 13997: International Organization for Standardization.
- Klatzky R.L, Lederman S.J. (1999). Tactile roughness perception with a rigid link interposed between skin and surface, *Perception & Psychophysics* 61(4), 591-607,
- Kuraray Co., Ltd (2007) Kuraray Expands VECTRAN Superfiber Manufacturing, www.k-online.de/cipp/md_k/custom/pub/content,lang,2/oid,7135/ticket,g_u_e_s_t/local_lang,2/~/_Kuraray_Expands_VECTRAN_Superfiber_Manufacturing.html
- Lara J., Turcot D., Daigle R., Boutin J. (1995) La résistance des gants de protection à la coupure - Développement d'une méthode d'essai. Publications IRSST, Études et recherches / Rapport R-103, Montréal, 28 pages.
- Lara, J. (1992). Développement d'une méthode d'évaluation de la résistance à la perforation des gants de protection. Publication IRSST. Rapport R-059. 40p.
- Lara J., Drolet D., Ketelson H. (1995) La résistance des gants aux mélanges de produits chimiques. Publications IRSST, Études et recherches / Rapport R-104, Montréal, 45 pages.
- Limoges Y. (2007). Comment protéger vos mains : coupures et lacérations, NORTH [CD]
- Mansdorf S.Z. (2005). Occupational hygiene assessments for the use of protective gloves, In Boman A., Estlander T., Wahlberg J. E., Maibach H. I. (Eds.): Protective gloves for occupational use, Second edition. CRC Press. pp.5-14.
- MAPA (2008). Glove Selection Guide, www.mapaglove.com/GloveRecommendationSearch.cfm?id=1&SubmitType=1
- Mayer A., Garbowsky C. (2007). Les Vêtements de protection : Choix et utilisation, Institut National de Recherche et de Sécurité, Rapport ED 995.
- McLaughlin M. (2000). Carpal Tunnel Syndrome, Suite101.com www.suite101.com/article.cfm/plastic_surgery/40897
- McPherson D. (2007). Fusing form & function: Selecting protective apparel for comfort and protection, *Occupational Hazards*, www.occupationalhazards.com/Issue/Article/72035/Fusing_Form__Function_Selecting_Protective_Apparel_For_Comfort_and_Protection.aspx
- Medical MultiMedia Group, LLC, (2003). A patient's guide to hand anatomy, www.eorthopod.com/public/patient_education/6606/hand_anatomy.html
- Mellstrom G. A., & Boman A. S. (2005). Gloves: Types, materials and manufacturing. In A. S. Boman, T. Estlander, J. E. Wahlberg & H. I. Maibach (Eds.), Protective gloves for occupational use (2nd edition). CRC Press. pp. 15-28.
- Mellström G. A., Wahlberg J. E., Maibach H. I. (1994). Protective Gloves for Occupational Use, CRC press
- Molyneux M. K. (1999). Organizing for risk assessment and management, dans S. S. Sathra and K. G. Rampal: Occupational health: Risk assessment and management, Blackwell Publishing, pp.22-40.

- National Institute for Occupational Safety and Health (1997). Preventing allergic reactions to natural rubber latex in the workplace, Publication No. 97-135, www.cdc.gov/niosh/latexalt.html
- National Institute of Justice (1999). Test protocol for comparative evaluation of protective gloves for law enforcement and corrections applications, NIJ Test Protocol 99-114, www.policeone.com/police-products/apparel/articles/48492/
- National Law Enforcement and Corrections Technology Center (2001). A comparative evaluation of protective gloves for law enforcement and corrections applications, www.nlectc.org/txtfiles/glovesbltn2001.html
- NIGDA (1997). The complete guide to understanding and selecting coated work gloves for hand protection. National industrial glove distributors association.
- Perron G., Desnoyers J. E., Lara J. (2002) Résistance des vêtements de protection aux mélanges de solvants industriels - Développement d'un outil de sélection. Publications IRSST, Études et recherches / Rapport R-305, Montréal, 130 pages.
- Radmart (2006). Radiation Protection Gloves, www.radmart.com/gloves.htm
- Safety First Aid. TurtleSkin gloves & sleeves: Test data, www.turtleskins.co.uk/en388.pdf
- Seamar (2008). Atlas Glove from Seamar, www.seattlemarine.net/products/atlas_gloves/atlas_gloves.htm
- SHOWA .Choosing a protective glove, www.showa-europe.com/angl/les_gants/index.php?lang=angl
- Summit Glove (2007). Glove Materials & Definitions, www.summitglove.com/definitions.html
- Tellier C., Lara J., Daigle R. (1999) La sélection et le développement de gants de protection contre les lacérations dans le secteur de la fabrication des produits en métal. Publications IRSST, Études et recherches / Rapport R-234, Montréal, 45 pages.
- Thompson Rivers University (2008). Hand protection, www.tru.ca/hsafety/workinglearningsafely/equipment/hand.html
- Truscott W. (2007). Selecting and using protective gloves: An overview of the critical issues, www.drshannonco.com/archives/article_gloves_1.htm
- University of Arizona (2008). Risk management & safety: Chemical safety information, <http://risk.arizona.edu/healthandsafety/chemicalsafetyinfo/sectiontwo.shtml#engineeringhazcontrol>,
- University of Edinburg (2005). Hand protection-A guide to glove selection, www.safety.ed.ac.uk/resources/General/gloves.shtm#Glove%20Selection%20Guide
- University of Wisconsin (2008). Personal Protective Equipment: Gloves, www.uwm.edu/Dept/EHSRM/EHS/PPE/gloves.html
- U.S. Department of Labor, Bureau of International Labor Affairs, Occupational safety and health laws in the United States, Mexico and Canada: An overview, www.dol.gov/ilab/media/reports/nao/oshreport1.htm

- U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration (2003) Personal Protective equipment, OSHA 3151-12R, www.osha.gov/Publications/osha3151.html
- U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. Regulations (Standards - 29 CFR): Hand Protection. - 1910.138, www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9788
- U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. Safety and health topics: Radiation, www.osha.gov/SLTC/radiation/index.html
- U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration. Shipyard employment eTool: PPE selection: Hand and body protection, www.osha.gov/SLTC/etools/shipyard/standard/ppe/general_ppe/hand_protection.html
- Vu-Khanh T., Dolez P., Nguyen C. T., Gauvin C., Lara J. Caractérisation de la résistance des gants à la piqûre par les aiguilles. Mise au point d'une méthode d'essai, soumis à Publications IRSST.
- Vu-Khanh T., Dolez P., Harrabi L., Lara J., Larivière C., Tremblay G., Nadeau S. (2007) ,Caractérisation de la souplesse des gants de protection par des méthodes mécaniques et une méthode biomécanique basée sur l'électromyographie de surface, Publications IRSST, Série Études et Recherches, R-506, 93p.
- Vu-Khanh T., Vu T.B.N., Nguyen C.T., Lara J. (2005) Gants de protection – Étude sur la résistance des gants aux agresseurs mécaniques multiples, Publications IRSST, Série Études et Recherches, R-424, 74p.
- Warwick Mills. TurtleSkin safety gloves: Advanced puncture and cut protection, www.turtleskin.com/Safety-Gloves.aspx
- WELLS LAMONT Industry Group (2008). Protective glove Catalog, www.wellslamontindustry.com/Pdfs/WL_ProtGloveSourceBook.pdf
- Zedalis M.S., Kessler K. (2007). Frequently Asked Questions: Ergonomics and Hand Protection, Occupational Health & Safety Online www.ohsonline.com/articles/46767