

1985

Faisabilité d'un critère de performance pour les jambières de protection portées par les opérateurs de scie à chaîne

Jean Arteau
IRSST

Denis Turcot
IRSST

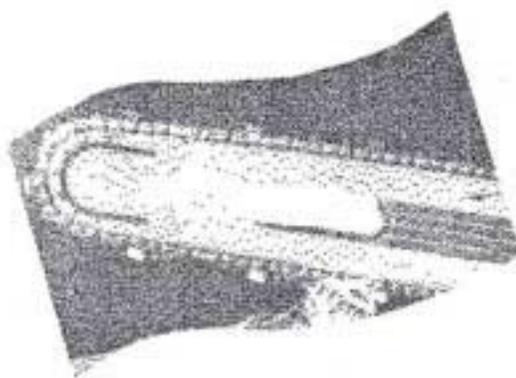
Suivez ce contenu et d'autres travaux à l'adresse suivante: <https://pharesst.irsst.qc.ca/rapports-scientifique>

Citation recommandée

Arteau, J. et Turcot, D. (1985). *Faisabilité d'un critère de performance pour les jambières de protection portées par les opérateurs de scies à chaîne* (Rapport n° E-015). IRSST.

Ce document vous est proposé en libre accès et gratuitement par PhareSST. Il a été accepté pour inclusion dans Rapports de recherche scientifique par un administrateur autorisé de PhareSST. Pour plus d'informations, veuillez contacter pharesst@irsst.qc.ca.

**Faisabilité d'un critère
de performance pour les
jamnières de protection
portées par les opérateurs
de scie à chaîne**



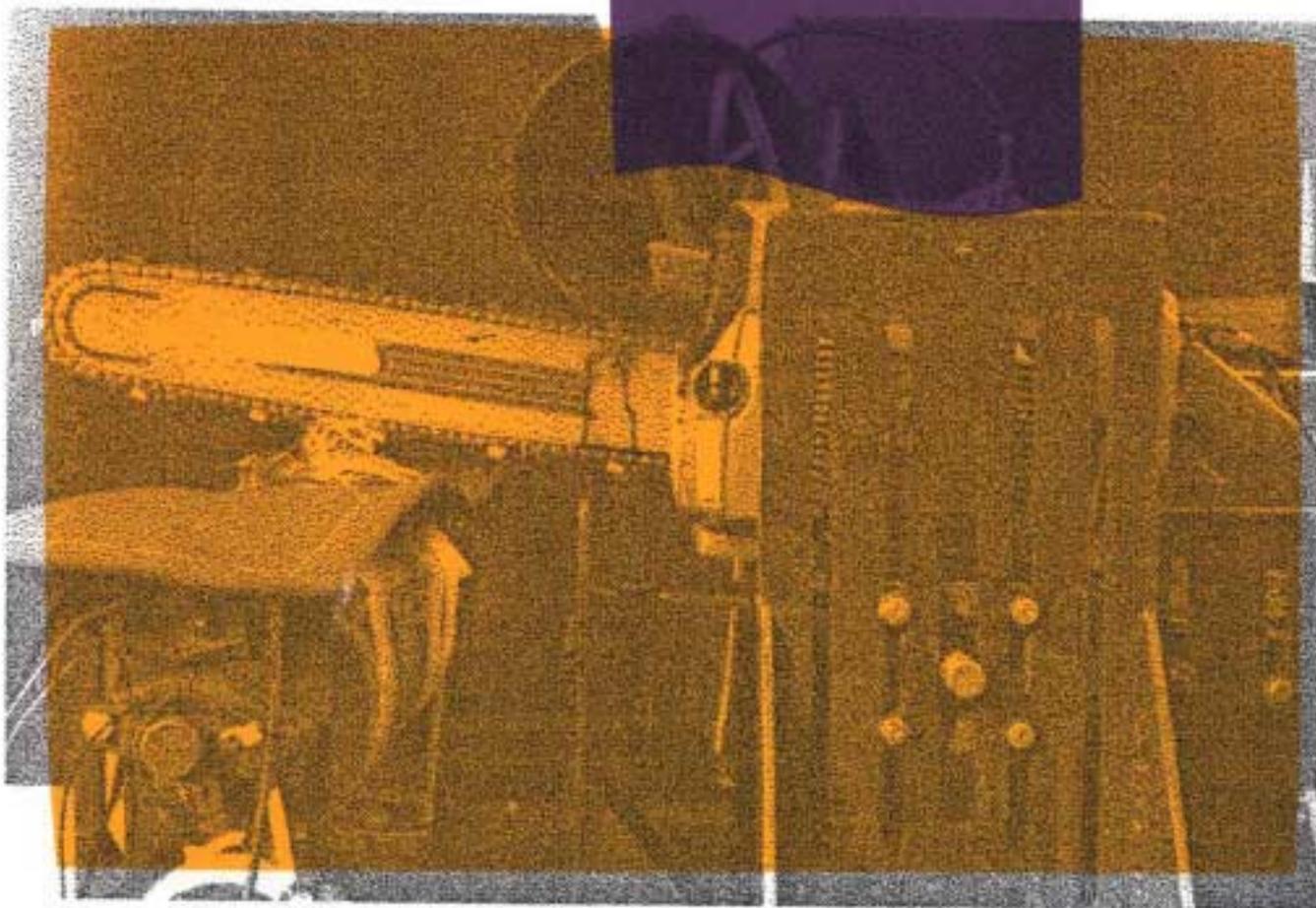
**ÉTUDES ET
RECHERCHES**

Jean Arteau
Denis Turcot

août 1985

E-015

RAPPORT



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

**Falsabilité d'un critère
de performance pour les
jambières de protection
portées par les opérateurs
de scie à chaîne**

Jean Arteau et Denis Turcot
Programme sécurité-ingénierie, IRSST

RAPPORT

Sommaire

Le but de ce travail est d'établir la faisabilité d'un critère de performance et d'un banc d'essai correspondant pour évaluer le niveau de protection des jambières portées par les opérateurs de scies à chaînes.

Une revue bibliographique ainsi que des contacts avec trois des quatre organismes qui effectuent des essais sur les jambières nous ont permis de comparer les méthodes et les résultats de chacun et de faire nos recommandations.

Il y a principalement deux critères de performance pour évaluer le niveau de protection: le temps de traversée et la vitesse limite de la chaîne. De plus, les bancs d'essai utilisent un moteur électrique ou à combustion lors des essais.

Suite à cette étude nous recommandons un moteur à combustion pour mener à bien les essais et l'utilisation du temps de traversée comme critère de performance.

Mots-clés: Scie à chaîne, protection, jambières, bancs d'essai, temps de traversée

Liste des abréviations

APA : American Pulpwood Association

BNQ : Bureau de Normalisation du Québec

CSA : Canadian Standards Association

CSST : Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec

IRSST : Institut de recherche en santé et sécurité du travail du Québec

USDA : United States Department of Agriculture

VPI : Virginia Polytechnic Institute

WCB : Workers' Compensation Board

Table des matières

	Page
Introduction	9
1. Situation actuelle	11
1.1 Aperçu statistique des accidents causés par les scies à chaîne	11
1.2 Équipement de protection pour le bûcheron.....	16
2. Revue de la littérature.....	19
2.1 Normalisation.....	19
2.1.1 Choix du critère de performance.....	20
2.2 Bancs d'essai.....	25
2.2.1 Principe de fonctionnement.....	25
2.2.2 Composants des bancs d'essai.....	25
2.2.3 Description des bancs d'essai.....	27
A) Banc d'essais de l'USDA par Putnam.....	31
B) Banc d'essai de la Colombie-Britannique.....	35
C) Banc d'essai de l'APA.....	37
D) Banc d'essai finlandais.....	39
3. Discussion.....	43
3.1 Capacité de classement des bancs d'essai	43
3.2 Différence entre les temps de traversée	43
3.3 Choix du critère de performance	44
3.4 Composants d'un banc d'essai amélioré.....	44
3.4.1 L'entraînement de la chaîne	44
3.4.2 Fixation de la jambière et du simulacre de jambe	45
3.4.3 Discussion complémentaire.....	46
Conclusion	51
Recommandations	52
Références	53
Annexe 1 - Répartition en différents groupes des codes d'unités d'employeurs	55
Annexe 2 - Composition textile de certaines jambières	59

Liste des tableaux

	Page
I : Siège de la lésion	12
II : Code occupationnel du travailleur avant l'accident	13
III : Répartition des accidents selon le code d'unité de l'employeur	14
IV : Situation actuelle de la législation et de la normalisation des jambières de protection des usagers de scie à chaîne	23
V : Normes s'appliquant aux essais mécaniques pour l'évaluation des jambières de protection des usagers de scie à chaîne	24
Via/VIb: Comparaison des différents bancs d'essai	28/29
VII : Équivalence des vitesses pour les différents bancs d'essai ..	30
VIII : Classement des jambières selon les essais de l'USDA	34
IX/X : Comparaison des temps de traversée des jambières lors d'essais avec moteurs électriques et à combustion	41
XI : Nombre de couches vs degré de protection	47
XII : Différences de classement entre les essais de l'USDA et du VPI	48
XIII : Comparaison du temps de traversée des jambières pour différentes vitesses de la scie à chaîne	49
XIV : Résumé	50

Liste des figures

	Page
Figure 1: Répartition des blessures	15
Figure 2: Types de jambières	17
Figure 3: Fabrication d'une jambière	17
Figure 4: Illustration d'un banc d'essai typique	26
Figure 5: Banc d'essai de l'USDA	33
Figure 6: Banc d'essai du WCB	36
Figure 7: Banc d'essai de l'APA	38
Figure 8: Banc d'essai de la Finlande	40

Introduction

Le milieu des exploitations forestières c'est-à-dire les entreprises et leurs associations de sécurité, les travailleurs et leurs syndicats, est conscient des risques professionnels qui se retrouvent en forêt. Il est déjà présent au Comité de normalisation des équipements de protection individuelle pour les travailleurs forestiers, du Bureau de normalisation du Québec (ci-après respectivement appelés comité et BNQ). Plusieurs équipements ont fait ou feront l'objet d'une norme. Plus particulièrement, le nombre et la gravité des accidents avec blessures aux jambes, causés par les scies à chaînes ont attiré l'attention du comité. Un équipement de protection est présentement utilisé: il s'agit des jambières de protection avec genouillères. Cependant, comme il n'est pas normalisé, la qualité peut être très variable. Face à cette situation, le comité a préparé un projet de norme descriptive pour les jambières de protection. Une norme descriptive fait la nomenclature des matériaux, des composants et de leur assemblage; tout équipement qui déroge à cette description ne peut être approuvé.

Ainsi un équipement qui serait plus performant ne peut être approuvé s'il diffère de la norme en utilisant, par exemple, un nouveau matériau. Conséquemment, une telle norme limite le développement de nouveaux équipements. Face à cette situation et à la nécessité des jambières de protection, les associations de sécurité et le comité ont demandé à l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) d'examiner la faisabilité d'une norme de performance.

Une norme de performance définit un objectif à atteindre qui pourrait être le temps que met une scie à chaîne à traverser une jambière. Ainsi tout matériau et tout assemblage de matériaux qui atteignent l'objectif est approuvé. Donc, le développement n'est pas limité contrairement aux conséquences d'une norme descriptive. Le comité privilégie une norme de performance à une norme descriptive.

Ce rapport répond à cette demande. La première partie présente un état de la situation actuelle illustré par un aperçu statistique des accidents de scie à chaîne.

La deuxième partie consiste en une revue de la littérature traitant de la normalisation des jambières de protection et des bancs d'essai permettant d'évaluer le niveau de protection. Une discussion sur les différentes méthodes utilisées lors des essais avec les jambières, nous permettra d'orienter notre conception d'un banc d'essai qui mènera à une norme de performance.

1. Situation actuelle

1.1 Aperçu statistique des accidents causés par les scies à chaîne

Le Québec n'échappe pas au nombre élevé d'accidents qui se produisent chaque année dans le domaine des forêts et scieries. Plus particulièrement, la monographie de ce secteur révèle pour les années 1978 et 1979 que 37% des accidents avec interruption de travail, sont dûs à des blessures aux membres inférieurs (1).

L'analyse des relevés d'accidents (fichier des lésions de la CSST) avec interruption de travail causés par une scie à chaîne et entraînant des lésions aux membres inférieurs est faite pour l'année 1983 (tableau I). Soulignons que 83% de tous les accidents aux membres inférieurs se produisent au niveau des jambes et que 30% se produisent aux genoux. L'étude de l'occupation des travailleurs avant l'accident nous amène à préciser que 64% font partie du groupe des travailleurs forestiers et bûcherons (tableau II). De plus, 59% de ces accidents se produisent dans le domaine de la coupe de bois (tableau III). En conclusion, 2/3 de ces accidents se produisent dans le secteur forêt et 1/3 dans les autres secteurs. Cependant, il faut noter que les statistiques ne sont pas pondérées en fonction du nombre d'heures travaillées en utilisant la scie à chaîne.

Une étude américaine établie à partir des dossiers de l'urgence d'un hôpital de l'Alabama de 1972 à 1979 (2), indique que 35% des accidents causés par une scie à chaîne entraînent des blessures aux jambes (figure 1). Les analystes concluent que l'effet de recul de la scie (kickback) en est la principale cause.

Ces statistiques démontrent l'importance des accidents aux jambes causés par une scie à chaîne. De cet énoncé découle la nécessité de la protection des jambes au moyen des jambières et le besoin d'évaluer le niveau de protection de celles-ci.

Tableau 1: Siège de la lésion

Accidents avec interruption de travail pour l'année 1983

Agent causal: scie à chaîne de bûcheron (2356)

Siège de lésion: membres inférieurs

Code ¹	Description	Nombre d'accidents	%	
511	Cuisse	43	15.9	82.3
513	Genoux	82	30.3	
515	Bas de jambe	25	9.2	
519	Parties multiples (511, 513, 515)	73	26.9	
520	Cheville	6	2.2	16.6
530	Pied	26	9.6	
540	Orteils	13	4.8	
598	Parties multiples (511 à 540)	2	0.7	1.1
599	Membres inférieurs NCA*	1	0.4	
Total		271	100	100

¹ Code utilisé dans les fichiers de la CSST

*NCA: Non classé ailleurs.

Tableau II: Code occupationnel du travailleur avant l'accident

Accidents avec interruption de travail pour l'année 1983

Agent causal: scie à chaîne de bûcheron (2356)

Siège de lésion: membres inférieurs

Code	Description	Nombre d'accidents	%
21xx	Travailleurs des sciences naturelles, techniques et mathématiques	7	2.6
71xx	Agriculteurs, horticulteurs et éleveurs	14	5.2
75xx	Travailleurs forestiers et bûcherons	174	64.2
82xx	Travailleurs de l'industrie du bois à l'exclusion des pâtes et papiers	10	3.7
87xx	Travailleurs du bâtiment	13	4.8
99xx	Travailleurs non classés ailleurs	11	4.0
9318	Manutentionnaires et travailleurs assimilés - NCA*	34	12.5
Autres		8	3.0
Total		271	100

* NCA: Non classé ailleurs.

Tableau III : Répartition des accidents selon le code d'unité de l'employeur

Accidents avec interruption de travail pour l'année 1983

Agent causal: scie à chaîne de bûcheron (2356)

Siège de lésion: membres inférieurs

Groupe d'activité	Description	Nombre d'accidents	%
1	Agriculture	17	6.3
2	Coupe de bois	159	58.7
3	Travaux généralement exécutés en forêt	12	4.4
4	Fabrication	4	1.5
5	Commerce et service	9	3.3
6	Construction	7	2.6
7	Administration provinciale, municipale et locale	28	10.3
8	Exploitation d'un terrain pour des activités	7	2.6
9	Programmes d'aide à la création d'emplois	25	9.2
10	Autres	3	1.1
	Total	271	100

Note: Voir l'annexe 1 pour la répartition détaillée des différents groupes d'activités.

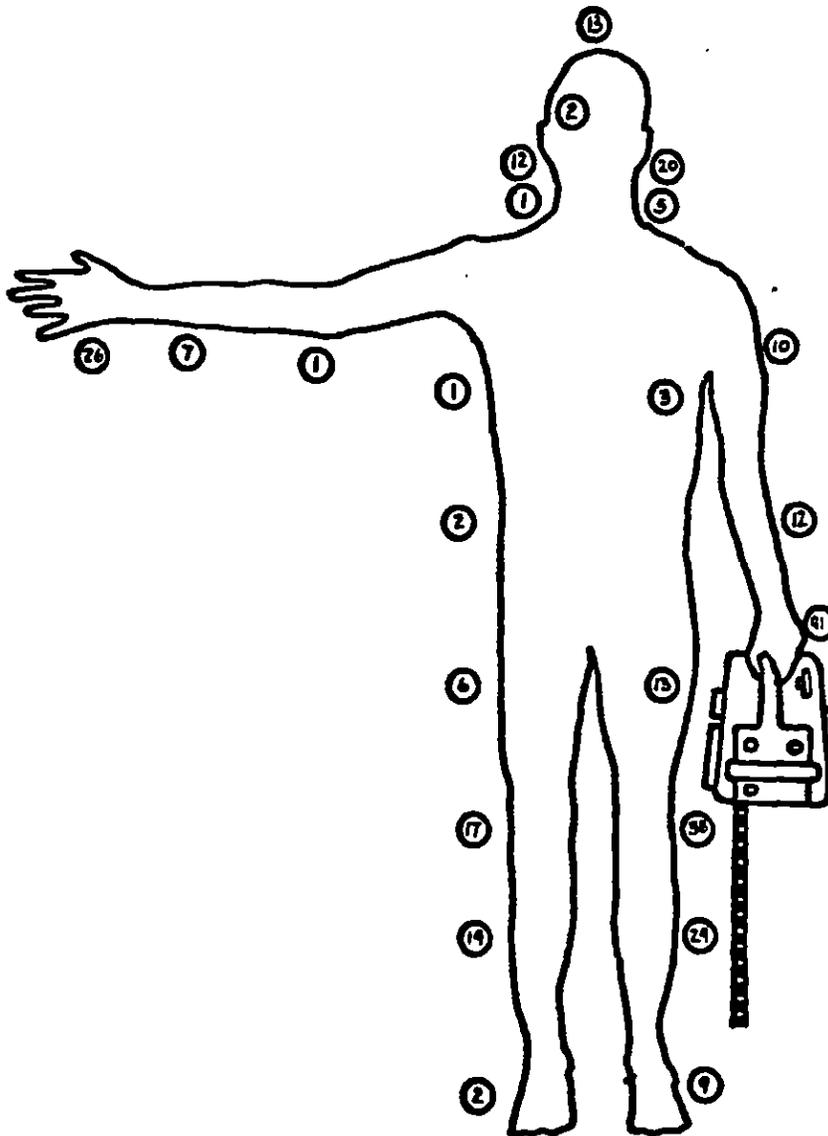


Figure 1: Répartition des blessures

Source: "Chain saw injuries: review of 330 cases"

○ Le chiffre encadré indique le nombre d'accidents à cet endroit relevé par l'étude des 330 blessures.

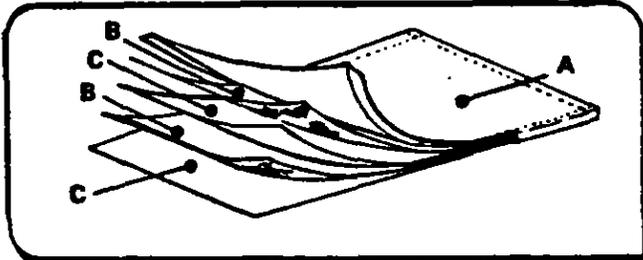
1.2 Équipement de protection pour le bûcheron

Les équipements de protection individuelle que doit porter le bûcheron sont les mitaines, le casque et la visière, les protecteurs auditifs, les chaussures de sécurité et les jambières avec genouillères de protection (3). Parmi ces équipements, les mitaines, les chaussures et les jambières utilisent ou peuvent utiliser le même principe de protection; il s'agit de tissus de nylon ou de toute autre fibre à très haute résistance qui bloquent ou ralentissent suffisamment la chaîne de la scie pour permettre une réaction de l'opérateur. Le tissu protecteur est essentiellement composé d'une alternance de couches résistantes, (ex. le nylon) et de couches glissantes (ex. le térylène)(figure 2).

Pour ne pas entraver la mobilité des travailleurs, les jambières sont fabriquées de tissus assez souples qui offrent une bonne résistance au cisaillement et déchirement tout en étant légers. Au Québec, les jambières sont fabriquées avec un nylon possédant des caractéristiques textiles définies (résistance mécanique de la fibre, tissage...). Aux États-Unis, le KEVLAR^{md} (marque déposée de Dupont) est principalement utilisé; c'est un nylon employé dans la fabrication des vêtements pare-balles. Les pays scandinaves ont des tissus dont la plupart des noms commerciaux nous sont inconnus.

Deux modèles de jambières sont couramment utilisés: l'un de type western, avec des sangles d'attache (figure 3a) est populaire aux États-Unis; l'autre dont les genouillères sont cousues au pantalon est employé au Canada et dans les pays scandinaves (figure 3b).

Les fabricants offrent des jambières qui procurent différents niveaux de protection dépendant du nombre de couches de tissus employées et du type de tissu utilisé. Quant au travailleur, il préconise une jambière qui soit confortable, assez légère et qui offre un niveau de protection satisfaisant.



- A: Enveloppe de coton
- B: 2 à 3 couches de nylon 2108
- C: Térylène

Figure 2: Fabrication d'une jambière

Source: Brevet Canadien 101550 4

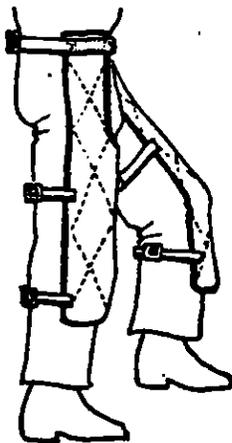


Figure 3a

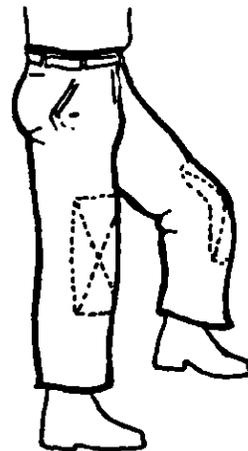


Figure 3b

Figure 3: Types de jambières

Source: "Chain saw chaps redesign"

2. Revue de la littérature

Au cours des dernières années, la protection offerte par les jambières portées par les usagers de scies à chaîne a fait l'objet de quelques études expérimentales. Dans chacune de ces études, les essais ont simulé un accident causé par un coup de scie à chaîne sur la jambe de l'opérateur. Par la suite, ces essais ont permis d'établir des normes pour les jambières.

2.1 Normalisation

Dans cette section, nous revoyons tous les documents qui s'apparentent à une norme. Nous avons trois types de documents: les normes au sens du Conseil canadien des normes, les spécifications qui sont une description technique d'un produit principalement pour fin d'appel d'offres et les règlements.

Tous les documents consultés concernant la normalisation des jambières présentent le sujet de façon identique: buts, définitions et exigences générales, caractéristiques requises, identification, précautions et entretien, méthodes d'essai ou de contrôle.

Au Québec, avant 1965, l'Association des pâtes et papiers recommandait à ses membres l'utilisation d'un type particulier de jambières de protection pour les bûcherons. Par la suite, en 1976 l'USDA (United States Department of Agriculture) fut l'un des premiers organismes à uniformiser les jambières de protection par une série de spécifications provenant du service forestier du gouvernement américain. Un autre organisme, l'APA (American Pulpwood Association) a proposé à ses membres une norme volontaire qui satisfait les représentants de l'industrie forestière, les manufacturiers d'équipement de protection, le gouvernement ainsi que les

experts s'intéressant au problème. Des organismes para-gouvernementaux tels le Workers' Compensation Board de la Colombie-Britannique et le National Board of Labour Protection de la Finlande ont eux aussi proposé des normes au moyen de règlements. Enfin Hydro-Québec émet à l'intention de ses fournisseurs une spécification ou "un avis d'article normalisé". Deux autres organismes, le CSA (Canadian Standards Association) et le BNQ (Bureau de normalisation du Québec) ont des propositions de normes à l'étude.

Plusieurs de ces documents utilisent un essai destructif pour accepter ou refuser les jambières. Essentiellement cet essai consiste à laisser tomber librement la scie à chaîne tournant à une vitesse donnée sur la jambière fixée sur un simulacre de jambe et à mesurer le temps que met la scie à traverser la jambière de part en part.

Un résumé de l'état actuel de la législation des jambières de protection est présenté au tableau IV et le tableau V fait état des normes s'appliquant aux essais mécaniques.

2.1.1 Choix du critère de performance

Il faut tout d'abord choisir le type de critère de performance et ensuite le niveau ou la valeur de ce critère qui constituera un minimum acceptable.

Deux types de critères s'offrent à nous: le blocage de la chaîne de la scie par le textile déchiré et la durée de la traversée du textile par la scie. L'unité de mesure de ces deux critères est le temps que met la scie pour se bloquer ou pour traverser la jambière. Il pourrait sembler plus intéressant de considérer le blocage comme critère de performance puisque la scie est bloquée et ne peut donc pas atteindre la jambe de l'opérateur. Cependant ce phénomène de blocage est aléatoire et non reproductible.

Le temps de traversée se mesure par le temps que met la scie pour couper ou traverser complètement l'épaisseur de la jambière. Le temps zéro est le moment du contact entre la chaîne et l'extérieur de la jambière; le temps final est le moment du contact entre la chaîne et le tissu élastique, placé entre la jambière et le simulacre de jambe; le temps de traversée se définit alors comme la durée entre ces deux moments. Nous verrons plus loin comment s'effectue la mesure.

Le temps minimum de traversée constitue le critère de performance qui est utilisé par la plupart des organismes qui ont proposé des normes. Quant au USDA, il utilise la vitesse maximum de la chaîne pour laquelle cette dernière ne traverse pas la jambière. Cependant il a évalué 68 combinaisons de tissus et choisi celle qui convenait le mieux selon des critères de protection, de poids et de coût. Il a préféré une norme descriptive qui décrit les composantes des jambières et leur assemblage.

Chaque organisme qui s'est basé sur le temps de traversée pour évaluer le niveau de protection des jambières, utilise un banc d'essai différent. Par conséquent, le choix d'un temps minimum de traversée varie d'une norme à une autre, pour des différences aussi importantes que de 0,15 seconde à 2 secondes.

Même s'il existe des différences aussi marquées, un critère de performance demeure possible car les bancs d'essai permettent de classer les jambières des moins bonnes aux meilleures.

Pour choisir le temps minimum de traversée, nous nous basons sur les performances des jambières utilisées en milieu de travail. Comme le

marché est sélectif et établi depuis plusieurs années, la tendance sera de retrouver des jambières de bonne qualité parce que l'élimination a eu le temps de se produire. Conséquemment, il est possible de faire identifier par le milieu les jambières performantes, ce qui nous fournira un repère pour le temps de traversée. On peut alors choisir un temps et procéder à une vérification permanente des accidents sur le terrain pour confirmer les résultats expérimentaux.

Tableau IV: Situation actuelle de la législation et de la normalisation des jambières de protection pour les usagers de scie à chaîne

	Québec	Canada		Colombie-Britannique (Canada)	USDA (Montana -USA)	APA (Washington-USA)	SFS (Finnish Standards Association)
	CSST	BNQ	CSA				
Lois et règlements appliqués	Loi sur la santé et sécurité du travail Travaux forestiers .S2.1, r.22 a.60	-	-	Industrial Health and Safety regulation a. 60.50 (2) a. 14.04 (2)	Règlement interne au U.S. Forest Service Specification 6071-4C Février 1981	Règlement interne de l'Association américaine des pâtes et papiers	National Board of Labour Protection SFS 4700 et 4701
Normes approuvées	-	À l'étude	À l'étude	Oui; Équipement de Protection Personnelle (PPE) Standard 14.1	Oui; Norme descriptive basée sur une évaluation à l'aide d'un banc d'essai	Oui; norme interne basée sur un critère de performance	Oui; exigences pour les équipements de protection des usagers de scies à chaîne
Bancs d'essai pour satisfaire à la norme	-	À l'étude	À l'étude	Oui	Oui	Oui	Oui

Tableau V: Normes s'appliquant aux essais mécaniques pour l'évaluation des jambières de protection des usagers de scie à chaîne

	APA (American Pulpwood Ass.)	Finnish Standards Association	USDA Forest service	WCB Standard 14.1 Colombie-Britan.	BNQ (à l'étude)	CSA (à l'étude)
Vitesse de la chaîne	6450RPM au pignon d'entraînement	13,2 ± 0,2 m/s	Varie	20 000 dents/min minimum durant l'essai	25 000 dents/min à l'air libre	28,8 m/s
Type d'entraînement	Moteur électrique	Moteur électrique (2,2 kW)	Moteur à combustion de la scie originale	Moteur à combustion	Moteur à combustion	Moteur électrique
Type de chaîne	—	Chaîne à peu de recul	OREGON 72 LP Chisel	OREGON Chipper	—	—
Rotation du simulateur de jambe	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Non
Hauteur de chute de la scie	N'est pas spécifiée	*Vitesse de chute 0,2±0,02 m/s	0,6 cm (1/4 po)	10,2 cm (1/4 po)	10 cm	8 cm
Force sur le spécimen au pt de contact	9 N (2 lbs)	15 N	50 N (11 lbs)	22,5 N (5 lbs)	2,25 kg	9 N (2 lbs)
Temps de traversée minimum	0,25 s	0,15 s	**Vitesse limite évaluat./perform	2 s	1 s	0,25 s
Nombre maximum d'essais par spécimen	2 essais/spécim. 6 essais requis	1 essai/jamb. 12 essais requis	4 essais/spécim. 12 essais total	2 essais/spécim.	1 essai/spécimen 8 essais au total 4 secs-4 mouillés	2 essais/spécim. 8 essais total
Vérification du banc d'essai	—	Oui; 5 tests de coupe pour un matériel aux caractéristiques spécifiées	Oui; périodiquement à l'aide d'une jambière de 4 couches de nylon balistique	—	—	Oui; avec une jambière de 4 épaisseurs de nylon 2080

* Vitesse constante, élimine la nécessité d'une hauteur de chute

** Critère de la vitesse limite pour évaluer les performances des jambières

2.2 Bancs d'essai

Des quatre bancs d'essai évalués, deux sont situés aux États-Unis, un en Finlande et le dernier en Colombie-Britannique. La première version d'un banc américain fut développée pour l'USDA (United States Department of Agriculture) vers 1960 et améliorée en 1980 par le MEDC (Missoula Equipment Development Center) pour permettre le développement de meilleures jambières. En 1974, la Finlande se dotait d'un banc d'essai pour évaluer l'équipement de protection du travailleur forestier. Le banc d'essai canadien fût développé en 1977 en Colombie-Britannique par le WCB (Workers' Compensation Board) et le banc le plus récent a été réalisé par le VPI (Virginia Polytechnic Institute) pour le compte de l'APA et a permis de proposer une norme volontaire pour l'industrie forestière.

2.2.1 Principe de fonctionnement

On laisse tomber la scie à chaîne d'une hauteur donnée, à un régime de moteur déterminé, perpendiculairement à l'axe longitudinal de la jambière qui, elle, est fixée sur un cylindre de bois simulant la jambe du travailleur. Cette jambe artificielle peut tourner autour de son axe longitudinal ou être immobilisée. Deux fils reliés à un chronomètre, situés de part et d'autre de la jambière, permettent de mesurer le temps de traversée.

2.2.2 Composants des bancs d'essai

Pour chaque banc d'essai, on retrouve les trois mêmes composants (figure 4):

1. La scie et son mode d'entraînement (moteur électrique ou à combustion)

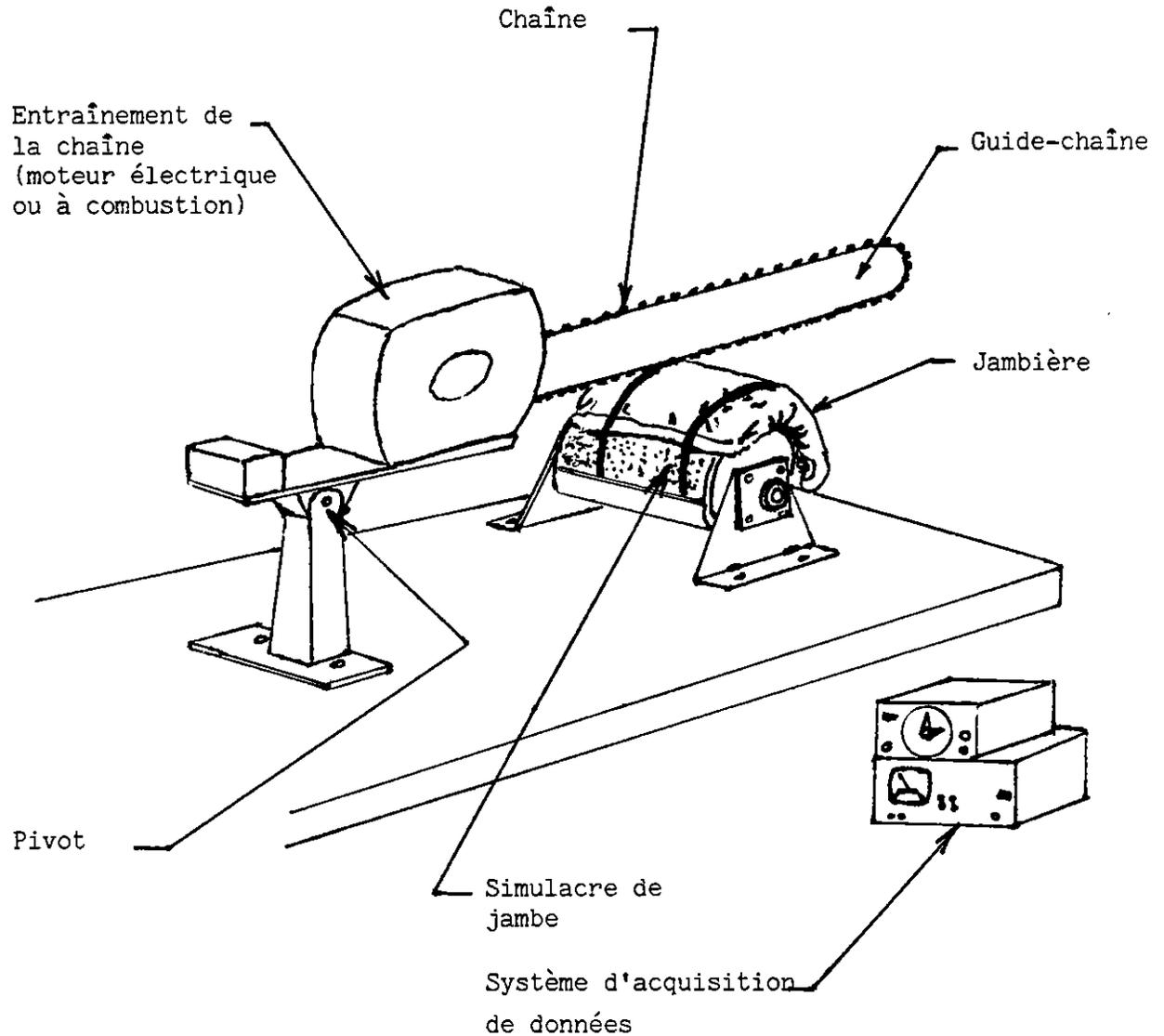


Figure 4: Illustration d'un banc d'essai typique

2. Le simulacre de jambe comprend les attaches de la jambière. Il est fixe ou bien il permet une rotation et il est perpendiculaire à l'axe de la scie.

3. Le système d'acquisition de données permettant d'obtenir le temps de traversée et la vitesse de la chaîne.

2.2.3 Description de chaque banc d'essai

Cette section décrit les particularités techniques de chaque banc d'essai et les tableaux VIa et VIb les comparent. De plus, le tableau VII propose des équivalences entre les bancs d'essai.

Tableau VIa: Comparaison des différents bancs d'essai

	Banc APA	Banc finlandais	Banc USDA	Banc MCB Colombie-Britannique
Type d'entraînement de la chaîne	Moteur électrique; 0,75 kW à 3450 RPM, 110V - Courroie et poulie (6450 RPM) + Volant d'inertie	Moteur électrique; 3 phases, 2,2 kW - Courroie et poulie (6000 RPM)	Scie à chaîne 'Homelite 350' (57cc)	Scie à chaîne permet d'atteindre une vitesse de 25 000 dents/min.
Contrôle de la vitesse de la chaîne	Vitesse constante	Vitesse constante	Valve ajustable (arrivée d'essence) à différentes positions	Collier de serrage à la gachette d'embrayage
Mode de rotation de la scie	Chaîne et système d'entraînement fixé sur une plate-forme qui pivote horizontalement.	Id.	Pivot	Scie montée sur un trépied, axe de rotation horizontal
Application de la force sur l'échantillon	Crochet d'ancrage de poids situé à l'avant du pivot, sous la plate-forme F=9 N (2 lbs)	Tige située sous la plate-forme, permet le déplacement d'un poids (F=15 N)	F=50 N (11 lbs)	Par déplacement d'un poids F=22 N (5 lbs)
Mode de retenue de la scie au dessus de l'échantillon	Un solénoïde activé maintient la plate-forme en position horizontale	Système hydraulique contrôlant la vitesse de chute de la scie et évitant le rebondissement lors du contact	Système mécanique de retenue	La chaîne est maintenue à 10cm au dessus de la jambière, par un levier
Simulacre de la jambe	Demi-cylindre en bois d'un diamètre de 18 cm, recouvert d'un matériau élastique Fixe	Demi-cylindre en bois D=10cm, recouvert de tissu élastique d'une épaisseur de 2 cm. Fixe	Cylindre de bois D=16cm recouvert d'un matériau élastique. Ressort ajustable pour offrir une résistance à la rotation	Cylindre recouvert de 2cm d'un matériel élastique Rotation de 8cm d'arc sous un couple minimum de 2,6 kN/m (15 lbs/ps)
FIXATION DE L'ÉCHANTILLON SUR LE SIMULACRE DE JAMBE	Échantillon fixé fermement à l'aide de cornières	Attaché de manière à obtenir une force de 10N au point de contact avec la scie	Bande métallique et mâchoire	Déposé sur le simulacre de jambe, et attaché à une seule extrémité Mode de retenue lâche

Tableau VIB: Comparaison des différents bancs d'essai

	Banc APA	Banc Finlandais	Banc USDA	Banc MCB Colombie-Britannique
Instrumentation électrique (Temps de traversée)	2 fils placés respectivement dessus et dessous la jambière, permettent de déclencher et d'arrêter le chronomètre.	Système des deux fils	Système des deux fils	Système des deux fils
Mesure de la vitesse de la chaîne	Évalue la vitesse moyenne durant la coupe Nombre de tours/Temps de traversée	Vitesse évaluée au pignon d'entraînement Essai à 13 m/s(6000 RPM)	Évaluée au pignon à l'extrémité du guide à l'aide de lampe et photo-transistor	Évaluée au pignon d'entraînement. Vitesse minimum durant l'essai: 20 000 dents/min
Type de guide-lame	Guide-lame OREGON, 66 cm	Guide-lame ayant une longueur effective de 39 cm	Guide-lame HOMELITE, 61 cm (24")	—
Type de chaîne utilisé	—	Chaîne réduisant l'effet de recul, dent demi-ronde. 0,65 mm profond, pas de 8,24 mm(0,325 po)	OREGON 72 LP Chisel	OREGON chipper
Autre	Accès visuel du mécanisme d'entraînement de la chaîne. Entretien facile	Vitesse à l'impact contrôlée hydrauliquement (0,2 m/s)	Caméra à haute vitesse	—
Unité de mesure du degré de protection	Temps minimum de traversée	Temps de traversée	Vitesse limite moyenne de la chaîne (TV-Threshold chain speed value)	Temps de traversée

Tableau VII: Équivalence des vitesses pour les différents bancs d'essai

Bancs d'essai	Type de scie à chaîne, ou moteur	Vitesse normalisée	Équivalence			
			Tours/minute (RPM) au pignon d'entraînement	Dents/min	m/s	pi/min
USDA	HOMELITE 350 57 cc (3,5 po ³)	n.a.	6000 RPM	21000	13,3	2625
MCB	Scie à chaîne	20000 $\frac{\text{dents}}{\text{min}}$	n.d.	20000	n.d.	n.d.
APA	Moteur électrique 0,75 kW à 3450 RPM	6450 RPM	6450 RPM	n.d.	n.d.	n.d.
Finlande	Moteur électrique de 2,2 kW	13,2 m/s	6000 RPM	24 000	13,2	2600

n.a.: Non applicable

n.d.: Non disponible

A) Banc d'essai de l'USDA par Putnam

Le banc de l'USDA mis au point par Putnam (figure 5) a été développé pour obtenir une norme descriptive des jambières (4,5). Il utilise la vitesse limite de la chaîne (Threshold Chain Speed Value) comme critère d'évaluation du niveau de protection des différentes combinaisons textiles. Il définit cette vitesse limite comme étant la vitesse de la chaîne pour laquelle toute vitesse supérieure coupera rapidement au travers de la jambière; à cette vitesse limite correspond un temps de traversée de 1,01 seconde ou plus.

Certains points techniques sont à noter pour le banc d'essai de l'USDA:

- il utilise une scie à chaîne de marque Homelite, modèle 350;
- le simulacre de jambe permet une rotation autour de son axe horizontal, en offrant une résistance équivalente à celle des muscles de la jambe;
- le banc d'essai et l'affûtage de la chaîne sont vérifiés périodiquement à l'aide d'un modèle de jambière qui sert d'étalon.

Par ailleurs, l'étude réalisée par Putnam a permis de déterminer des facteurs agissant sur le niveau de protection:

- les coutures dans les jambières diminuent le niveau de protection. Ainsi, la réparation des jambières endommagées avec une ou plusieurs pièces de tissus réduit le niveau de protection de 18% dans la région de la couture (6);
- le nombre de couches du même tissu qui augmente le niveau de protection.

Son analyse a permis de constater que d'autres facteurs n'ont pas d'influence ou très peu sur l'évaluation du niveau de protection:

- le tissu agissant comme plan de glissement entre d'autres couches de tissus;
- l'angle de la coupe;
- le lavage répété des jambières;
- l'essence et l'huile sur les jambières.

Notons aussi que certaines conditions reliées aux essais influencent la mesure du niveau de protection:

- la rotation du simulacre de jambe;
- les différents modes d'attache de la jambière sur le simulacre;
- le type de chaîne utilisé.

Dans les résultats obtenus par Putnam, ajoutons que l'étendue des mesures du niveau de protection varie de 1 900 pi/min à 3 100 pi/min (tableau 9).



Figure 5: Banc USDA

Source: "Chain saw chaps redesign"

N° 015

IRSS Études

Tableau VIII: Classement des jambières selon les essais de l'USDA

Pad Description ¹	Weight ² (oz)	Cost ² (\$)	Protection ³ (fpm Q) (fpm U)		Weighted for Low Cost	Total Performance ⁴ Criteria Weights Equal	Weighted for USFS Needs
2 (352 WK) + 2 (3.5 NK) + 2D	11.48	11.80	2,750	3,350	780	8.5	877
2 (728 WK) + 2 (3.5 NK) + 2D	13.08	12.64	2,500	3,300	750	7.7	860
2 (352 WK) + 2 (7.0 NK) + 2D	16.12	13.36	2,850	3,200	730	7.9	789
3 (728 WK) + 2D	12.80	12.12	2,850	3,200	730	7.6	788
4 (352 WK) + 2D	13.80	14.08	2,800	3,150	680	7.2	777
4 (728 WK) + 2D	16.80	16.16	2,500	3,250	680	7.2	777
2 K/N + 2 (3.5 NK) + 2D	48.78	18.56	3,100	3,200	580	6.6	749
2 (7310 WK) + 2 (3.5 NK) + 2D	12.40	13.96	2,700	2,900	650	7.2	722
2 (728 WK) + 2 (4.5 NK) + 2D	14.40	13.48	2,900	3,000	710	7.2	718
2 K/N + 2 GC + 2D	34.00	15.76	-	3,100	620	5.9	710
2 (710 WK) + 2 (3.5 NK) + 2D	17.08	16.68	2,800	2,900	570	6.6	695
4 (7310 WK) + 2D	15.44	18.80	2,500	3,000	570	6.6	695
4 K/N + 2D	28.16	28.08	2,900	3,100	350	4.6	681
2 (352 WK) + 2D	6.80	7.04	-	2,600	830	7.2	680
4 (3.5 NK) + 3T + 2D	9.36	9.12	-	2,700	770	7.5	673
2 (728 WK) + 2D	8.40	8.08	-	2,700	770	7.5	673
3 K/N + 2D	21.12	21.00	2,625	3,000	490	5.9	666
3 (352 WK) + 2D	10.20	10.56	2,400	2,700	700	7.2	662
4 (710 WK) + 2D	24.80	24.24	2,500	3,000	410	5.2	638
2 (2108 N) + 2 (3.5 NK) + 2D	29.12	8.68	2,400	2,750	730	6.7	607
3 (4.5 NK) + 4T + 2D	12.44	9.78	2,350	2,625	750	7.2	601
1 KK + 1 (3.5 NK) + 1 (GC) + 1 (3.5 NK) + 2D	29.30	16.52	2,500	2,800	690	6.1	584
4 (3.5 NK) + 5T + 2D	13.68	11.22	2,450	2,625	670	6.6	574
3 (7.0 NK) + 4T + 2D	17.42	11.16	2,375	2,525	670	6.6	574
4 (2108 N) + 2D	26.88	8.24	2,350	2,550	710	5.9	535
2 (7.0 NK) + 3T + 2D	11.90	7.58	2,250	2,400	730	6.8	529
5 (3.5 NK)	11.70	11.40	2,450	-	680	6.6	518
3 BN + 2 (4.5 NK) + 2D	36.52	10.44	2,400	2,800	700	5.6	518
3 (7.0 NK) + 2D	13.98	9.48	2,350	2,425	720	6.6	513
3 (7316 WK) + 2D	28.20	19.50	2,275	2,500	500	4.9	501
1 KK + GC + 3.5 NK + GC + 2D	36.92	14.12	2,600	2,650	560	4.9	495
2 BN + 7.0 NK + 2D	24.34	8.52	2,250	2,300	770	6.7	491
2 GC + 2 (3.5 NK) + 2D	24.60	6.32	2,400	2,450	770	6.7	491
2 GC + 2 (4.5 NK) + 2D	25.92	7.16	2,350	2,375	770	6.7	491
4 (7.0 NK) + 2D	18.64	12.64	2,400	2,475	640	5.9	485
2 (7316 WK) + 2D	18.80	13.00	2,200	2,350	640	5.9	485
2 BN + 2 (3.5 NK) + 2D	24.36	7.92	2,325	2,450	700	5.9	479
2 BN + 2 (4.5 NK) + 2D	25.68	8.76	2,400	2,350	700	5.9	479
2 GC + 3 (3.5 NK) + 2D	26.94	8.60	2,350	2,375	700	5.9	479
2 (7316 WK) + 3T + 2D	21.38	14.26	2,150	2,350	570	5.6	473
1 7316 WK+3.5 NK+GC+3.5 NK+2D	24.04	11.94	2,300	-	630	5.6	468
1 3.5 NK+GC+3.5 NK+7316 WK+2D	24.04	11.94	2,300	-	630	5.6	468
2 GC + 2 (7.0 NK) + 2D	29.24	8.08	2,300	2,350	690	5.9	463
3 GC + 2 (3.5 NK) + 2D	34.56	7.20	2,400	2,350	750	5.6	458
4 (3.5 NK)	9.36	9.12	2,200	-	710	6.6	457
4 GC + 2D	36.84	3.52	2,250	2,300	810	5.6	452
1 7316 WK+1 GC+3.5 NK+GC+2D	31.66	10.54	2,325	-	620	5.2	452
GC+3.5 NK+1 GC+7316 WK+2D	31.66	10.54	2,325	-	620	5.2	452
3 GC + 2 (4.5 NK) + 2D	36.88	8.04	2,450	2,450	680	5.2	446
3 BN + 2 (3.5 NK) + 2D	34.20	9.80	2,350	2,375	680	5.2	446
4 (2080 N) + 2D	38.80	6.72	2,300	2,300	740	5.2	441
8 (7.5 BN) + 2D	40.48	8.80	2,300	2,400	670	4.9	429
4 (2080 N) + 3T + 2D	41.38	7.98	2,300	2,350	670	4.9	429
3 (2108 N) + 2T (CAN)	23.38	7.02	-	2,200	750	5.9	419
2 GC + 7.0 NK + 2D	24.58	4.92	2,250	2,250	770	5.9	419
2 KK + 2D	29.32	20.16	2,300	2,400	410	4.2	417
3 (3.5 NK)	7.02	6.84	2,050	-	770	6.8	415
3 KK + 2D	43.98	30.24	2,525	2,650	190	2.1	404
6 (7.5 BN) + 2D	30.36	6.60	2,100	2,100	740	5.6	403
3 BN + 4T + 2D	32.44	6.72	2,100	2,100	740	5.6	403
1 (7316 WK) + 2D	9.40	6.50	1,900	1,900	760	6.7	396
3 GC + 4T + 2D	33.32	4.32	2,250	2,250	800	5.6	397
4 BN + 2D (USFS standard)	30.36	6.72	2,200	2,250	720	4.9	369
2 (2108 N) + 2T + 2D	26.16	6.18	-	1,900	730	5.6	348
3 (2080 N) + 2T + 2D	30.62	5.88	-	1,900	720	5.2	332
3 BN + 2D	29.52	5.04	1,950	-	720	5.2	332
1 Sing + 2D	46.32	7.08	2,150	2,150	750	5.9	419
22 CN	9.80	-	-	2,200	-	-	-

¹Number before the material abbreviation designates how many layers of that material were in the pad. For example, 2 (352 WK) + 2 (3.5 NK) + 2D is two layers of style 352 woven Kevlar with two layers of 3.5 ounce needlepunched Kevlar. The first material makes up the top and third parts of the pad, the second material forms the second and fourth parts. The pad is encased in 16-ounce cotton duck.

²Weight and cost values are for two pads (one for each leg) that are each 12 inches wide by 36 inches long. Values do not include cost and weight of the two layers of cotton duck in which they are encased.

³Protection values are for quilted (Q) and unquilted (U) pad materials covered with two layers of 16-ounce cotton duck. Two layers of cotton duck amount for 150-200 feet per minute chain speed (fpm) of the total protection.

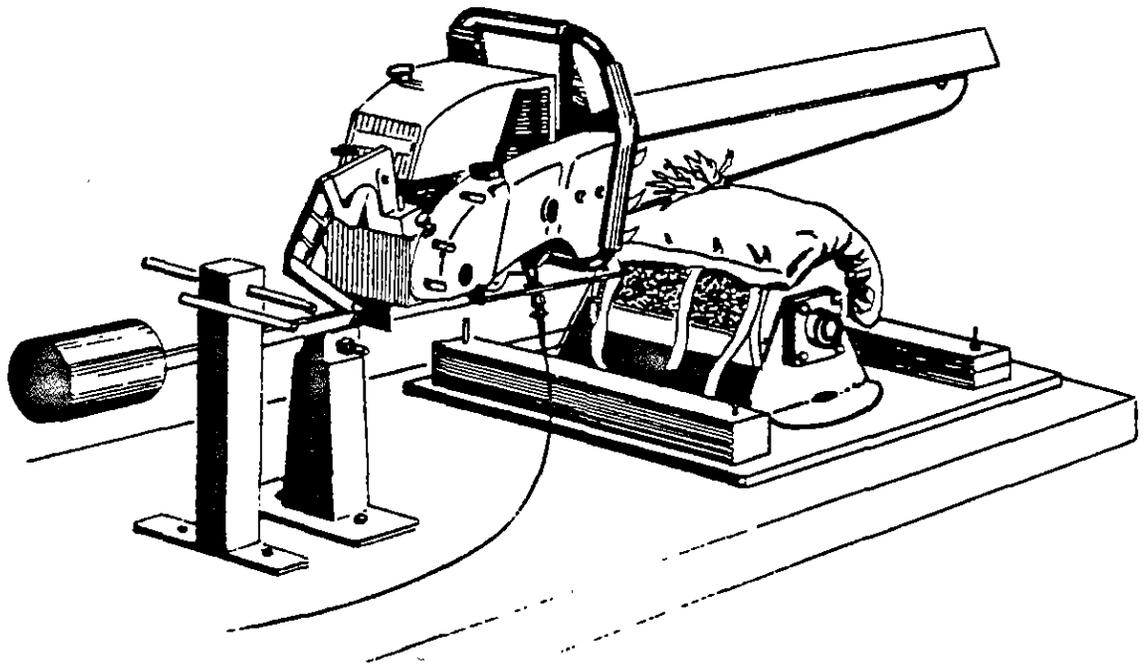
⁴Total performance is a measure of how well each pad performed against the criteria of cost, weight, and protection. The "Low-Cost" column shows total performance when cost is considered the most important criteria, the next column shows the result when all three criteria are given equal weight, the last column shows Forest Service assigned weights, in which protection was emphasized.

Abbreviations.

BN = Ballistic Nylon
D = Cotton Duck
N = Nylon
GC = Grass Catcher
T = Taffeta
NK = Needlepunched Kevlar
Sing = Sing Webbing
KK = Knitted Kevlar
WK = Woven Kevlar
K/N = Kevlar/Nylon
CN = Charmeuse Nylon
CAN = Current Canadian Pad Standard

B) Banc d'essai de la Colombie-Britannique

Il utilise une scie à chaîne (moteur à combustion) capable de couper à un taux de 25 000 dents/minute (voir figure 6) et la vitesse minimum pendant les essais doit être de 20 000 dents/minute. Il permet la rotation du simulacre de jambe sous l'action d'un couple de torsion de 15 lbs/po ou plus. Il mesure de façon continue le temps de traversée de la jambière et la vitesse de la chaîne. Le mode d'attache de la jambière sur le simulacre de jambe est très différent de ceux des autres bancs. Un seul côté de la jambière est attaché sur le simulacre de jambe. Ce mode très lâche de retenue permet d'obtenir des temps de traversée jusqu'à 4 secondes et facilite le blocage de la chaîne.



**Figure 6: Banc de la Workers' Compensation Board (Canada,
Colombie-Britannique)**

Source: "WCB Standard P.P.E. 14.1"

C) Banc d'essai de l'APA

Le système mécanique du banc d'essai occupe peu d'espace, soit environ 24" x 15" x 8" en ne tenant pas compte du guide-lame qui dépasse du bâti (figure 7). Pour entraîner la chaîne, il utilise un moteur électrique d'une puissance de 0,75 kW (1 hp) à 3 450 rpm. Un volant d'inertie (roue d'air) aide à maintenir la vitesse constante lors de la coupe. Le moteur électrique, le système d'entraînement de la chaîne, poulie, essieu, volant d'inertie et supports, sont assemblés sur une plate-forme qui pivote autour d'un axe horizontal. Des cornières, situées de part et d'autre du simulacre de jambe immobile, retiennent solidement la jambièrè. Les essais effectués avec ce banc sont très sévères et les temps de traversée varient de 0,1 à 0,5 seconde pour une vitesse moyenne de 6450 tours/minute du pignon d'entraînement.

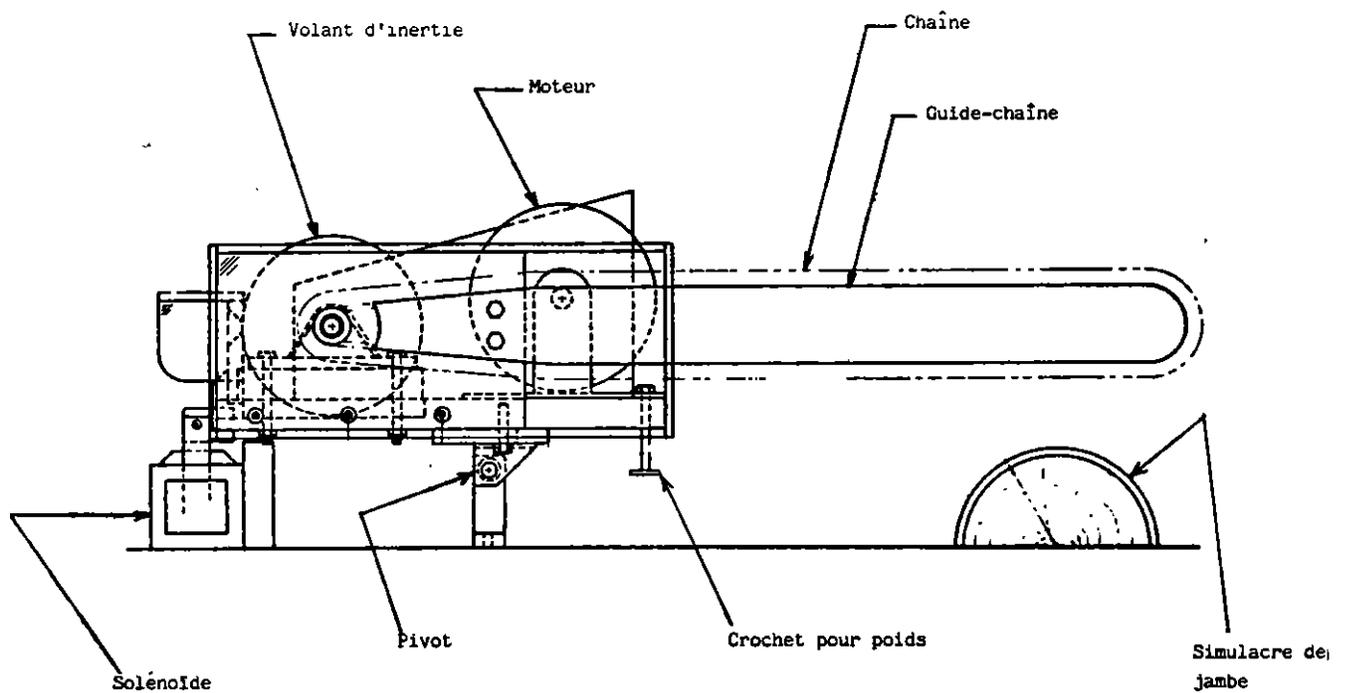


Figure 7: Banc d'essai de l'APA

Source: American Pulpwood Association.

Voluntary standard safety requirements for leg protective devices

D) Banc d'essai finlandais

L'Institut de recherche finlandais a publié en 1979 (7) une étude qui compare les méthodes d'essai des jambières de protection, relativement à l'utilisation d'un moteur à combustion ou d'un moteur électrique. Les résultats démontrent (voir tableaux IX et X) que les conditions d'essai avec le moteur électrique sont plus sévères. De plus, il observe un phénomène de blocage pour les essais de scie à moteur à combustion tandis que la scie entraînée par un moteur électrique traverse la jambière (tableau X).

Points techniques du banc finlandais:

- il utilise un moteur électrique de 2,2 kW (figure 8);
- le simulacre de jambe est immobile;
- la tension avec laquelle on fixe la jambière sur le simulacre de jambe est mesurée;
- la vitesse à laquelle la scie à chaîne tombe sur la jambière est contrôlée par un vérin hydraulique et doit être de $0,2 \pm 0,02$ m/s.

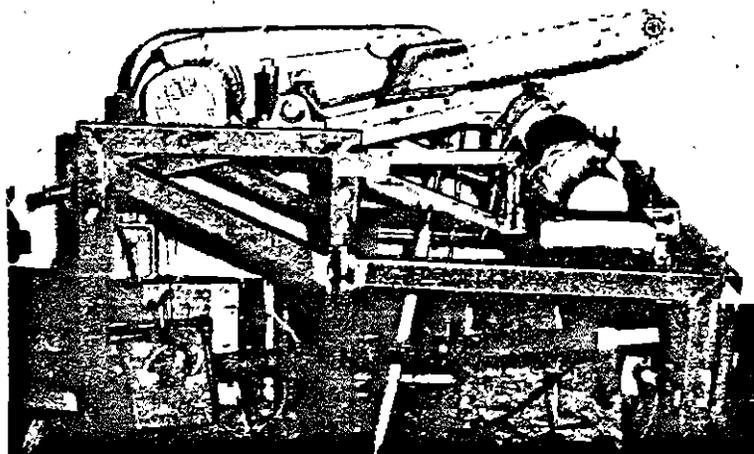


Figure 8: Banc d'essai de la Finlande

Source: Finnish Research Institute of
Engineering in Agriculture and Forestry
- Rapport 10446/76

Tableau IX: Comparaison des temps de traversée des jambières lors d'essais avec moteur électrique (à 5900 RPM)

Viiltosuojain Leg shield	Kiinnitys koepölkyn päälle Attachment on test log					
	Löysä Loose 0 N		Tiukka Tight 10 N		Kireä Very tight 60 N	
	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s
Nyloncord, 8 kerrosta 8 layers	0,76 - 0,74 1,00		0,73 0,33 0,54 0,57		0,45 0,34 0,33 0,42	0,38
Chameuse- nylon, 22 kerrosta 22 layers	0,35 0,36 0,35 0,30		0,30 0,29 0,26 0,26		0,21 0,21 0,23 0,20	0,22

Tableau X: Essai avec un moteur à combustion

Viiltosuojain Leg shield	Kiinnitys koepölkyn päälle - Attachment on test log								
	Löysä - Loose 0 N			Tiukka - Tight 10 N			Kireä - Very tight 60 N		
	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s	Moottorin nopeus Engine speed r/min	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s	Moottorin nopeus Engine speed r/min	Sahaus- aika Sawing time s	Keski- arvo Mean s	Moottorin nopeus Engine speed r/min
Nyloncord, 8 kerrosta 8 layers	ei läpi " "		5700 5620 5940 5760	0,70 ei läpi "		6360 6060 6000 6000	ei läpi 0,62 - 0,54		5880 6240 5700 5700
Chameuse- nylon, 22 kerrosta 22 layers	0,37 0,23 0,34 0,33		5760 6000 6060 5910	0,37 0,31 0,32 0,28		6000 5760 5650 6060	0,30 0,28 0,32 0,37	0,32	6000 6060 6000 6000

Source: "Comparison of test methods used for durability testing of leg shields for chain saw users"

3. Discussion

La revue de la littérature nous a permis d'obtenir suffisamment d'informations sur les méthodes d'évaluation du niveau de protection des jambières pour faire nos recommandations en ce qui a trait à la faisabilité d'un critère de performance et d'un banc d'essai correspondant. Dans la discussion qui suit, nous retrouverons les éléments supportant ces recommandations et les points importants se rattachant à l'élaboration d'un banc d'essai.

3.1 Capacité de classement des bancs d'essai

Chaque banc d'essai pris séparément permet d'obtenir des résultats valables. Effectivement, lorsque l'on augmente le nombre de couches du même textile, on mesure un niveau de protection plus élevé (voir tableau XI). De même, lorsque l'on diminue la vitesse de la scie à chaîne la mesure du niveau de protection augmente (tableau XIII). Ces résultats nous permettent d'affirmer qu'un critère de performance est possible car on peut obtenir un classement des jambières.

3.2 Différence entre les temps de traversée

Nous pouvons expliquer les différences entre les temps minimums de traversée proposés par les différents organismes par les trois facteurs suivants:

- l'utilisation d'un moteur électrique ou à combustion;
- les différents modes d'attache de la jambièrre sur le simulacre de jambe;
- et le fait que le simulacre puisse tourner ou non.

D'autres facteurs secondaires ont une certaine influence sur le temps de traversée, comme c'est le cas pour le type de chaîne utilisée, la hauteur de chute de la scie sur la jambièrre et la force appliquée au point de contact.

Cependant, ils ne changent rien au pouvoir discriminant d'un banc d'essai. Ainsi Putnam (5) démontre que le type de chaîne utilisée a un effet sur la vitesse limite mais que le classement des jambières demeure le même.

3.3 Choix du critère de performance

Pour le choix du critère de performance, le temps de blocage ne peut être utilisé car ce n'est pas un phénomène répétitif, c'est-à-dire qu'il ne peut être reproduit également pour des essais identiques. Les résultats finlandais présentés au tableau X montre que le blocage peut se produire ou non dans les mêmes conditions d'essai. Conséquemment ce type de critère doit être rejeté à cause de son caractère non reproductible.

Le temps de traversée est le critère de performance le plus employé pour des essais passe - passe pas. Même si Putnam utilise la vitesse limite, un autre critère de performance pour évaluer les jambières, il mentionne dans son rapport (6) que le temps de traversée est la mesure la plus efficace pour des tests dichotomiques (passe - passe pas).

Le critère "temps de traversée" inclut de fait le "blocage" puisque dans un tel cas le temps final est infini. Conséquemment, nous retenons le temps de traversée comme critère de performance à cause de sa généralité.

3.4 Composants d'un banc d'essai amélioré

3.4.1 L'entraînement de la chaîne

Le choix entre un moteur électrique ou à combustion pour l'entraînement de la chaîne est très important. Les caractéristiques du moteur électrique sont différentes; le couple appliqué au pignon d'entraînement n'est pas le même et la vitesse ne varie pas comme

pour un moteur à combustion. Par contre, l'emploi du moteur électrique facilite les essais car il élimine l'émanation des gaz toxiques et le haut niveau de bruit.

À notre avis, il ne faut pas ajouter de volant d'inertie (roue d'air) à l'arbre d'entraînement car la méthode d'essai discrimine des jambières qui pourraient être bonnes et s'éloigne de la réalité. Effectivement, le volant d'inertie a pour fonction de maintenir la vitesse constante durant les essais et c'est l'inverse qui se produit lors de l'accident. De plus, le volant d'inertie modifie le couple appliqué à l'arbre d'entraînement. Pour obtenir des essais se rapprochant de la réalité, il est donc préférable d'utiliser un moteur à combustion malgré les inconvénients déjà mentionnés.

Le tableau XIV résume les principes de fonctionnement et les critères de performance utilisés par les différents bancs d'essai.

3.4.2. Fixation de la jambière et du simulacre de jambe

Comme nous l'avons indiqué précédemment, le mode d'attache de la jambière et la mobilité du simulacre influencent la mesure du temps de traversée.

Ainsi, le mode d'attache lâche du banc d'essai du WCB (Workers' Compensation Board), permet d'obtenir des temps aussi longs que 4 secondes, comparativement à 0,5 seconde pour une jambière fixée solidement au simulacre immobile du banc d'essai de l'APA. Et lorsque nous comparons le banc d'essai de l'APA avec les autres bancs d'essai (tableau XIV), nous remarquons pour l'APA, l'absence totale d'une quelconque mobilité du simulacre et du mode d'attache de la jambière. Il appert que la mobilité du simulacre est essentielle car cela correspond à la réalité. En effet, lors des accidents, le pantalon du travailleur tout au moins est mobile.

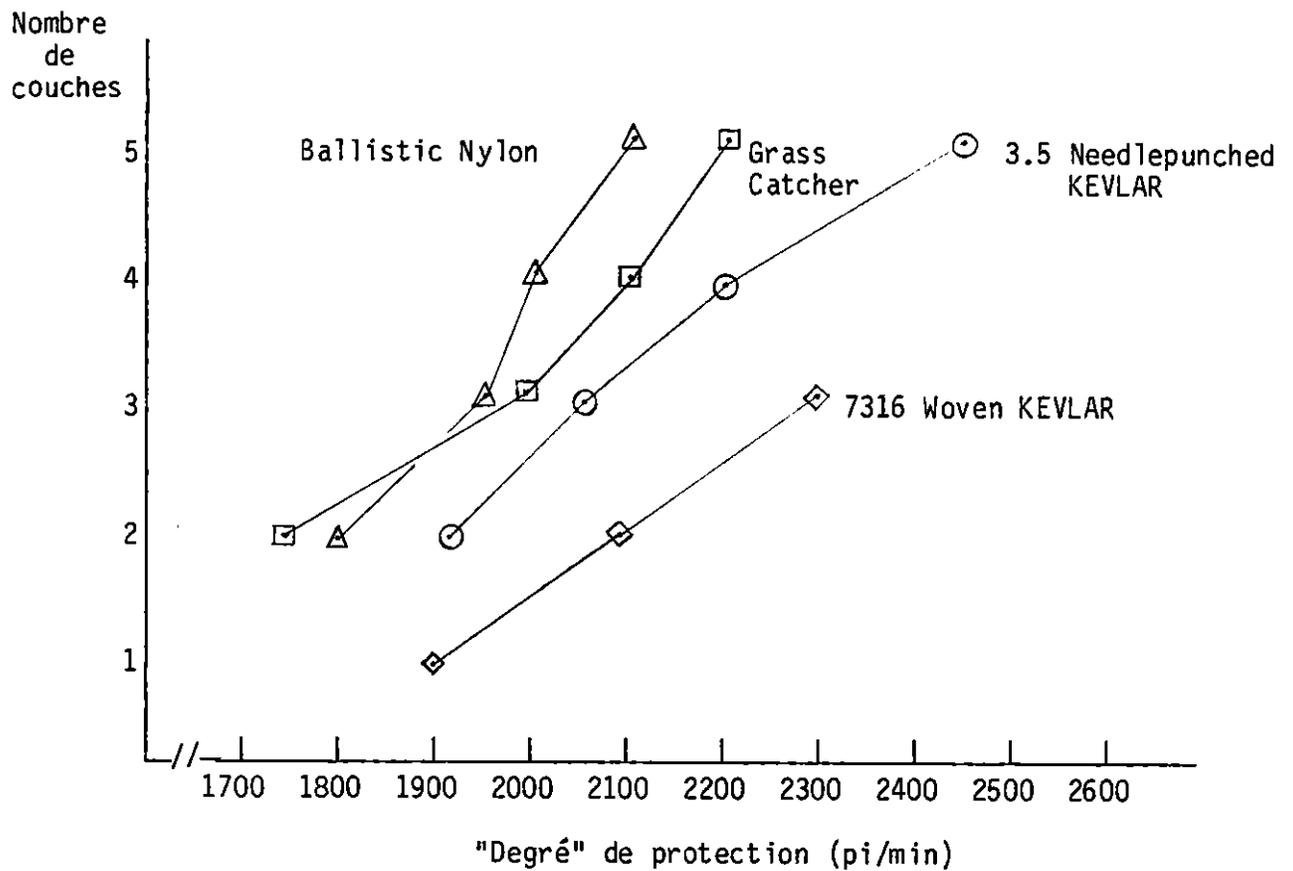
3.4.3 Discussion complémentaire

Nous complétons ici la discussion sur l'entraînement de la chaîne et la fixation de la jambière des deux sections précédentes (3.4.1 et 3.4.2).

Si nous comparons globalement les résultats du VPI (Virginia Polytechnic Institute), qui a réalisé l'étude pour le compte de l'APA, avec ceux de Putnam (6), nous constatons que le VPI classe différemment les jambières. En nous référant au tableau XII, nous retrouvons en abscisse les résultats de Putnam et en ordonnée ceux du VPI. Si les différents bancs d'essai classent les jambières de façon identique, nous devrions retrouver une droite de pente positive; au contraire, nous constatons que l'ensemble des points sont dispersés autour d'une droite de pente négative. Les résultats du VPI démontrent que le nylon de type 2080 se classe parmi les meilleurs textiles alors que les essais de Putnam classent faiblement ce même textile. Par contre les résultats de Putnam montrent que les textiles de KEVLAR^{md} (marque déposée de Dupont) sont supérieurs au nylon 2080. (Il nous semble que les essais du VPI ne sont pas réalistes).

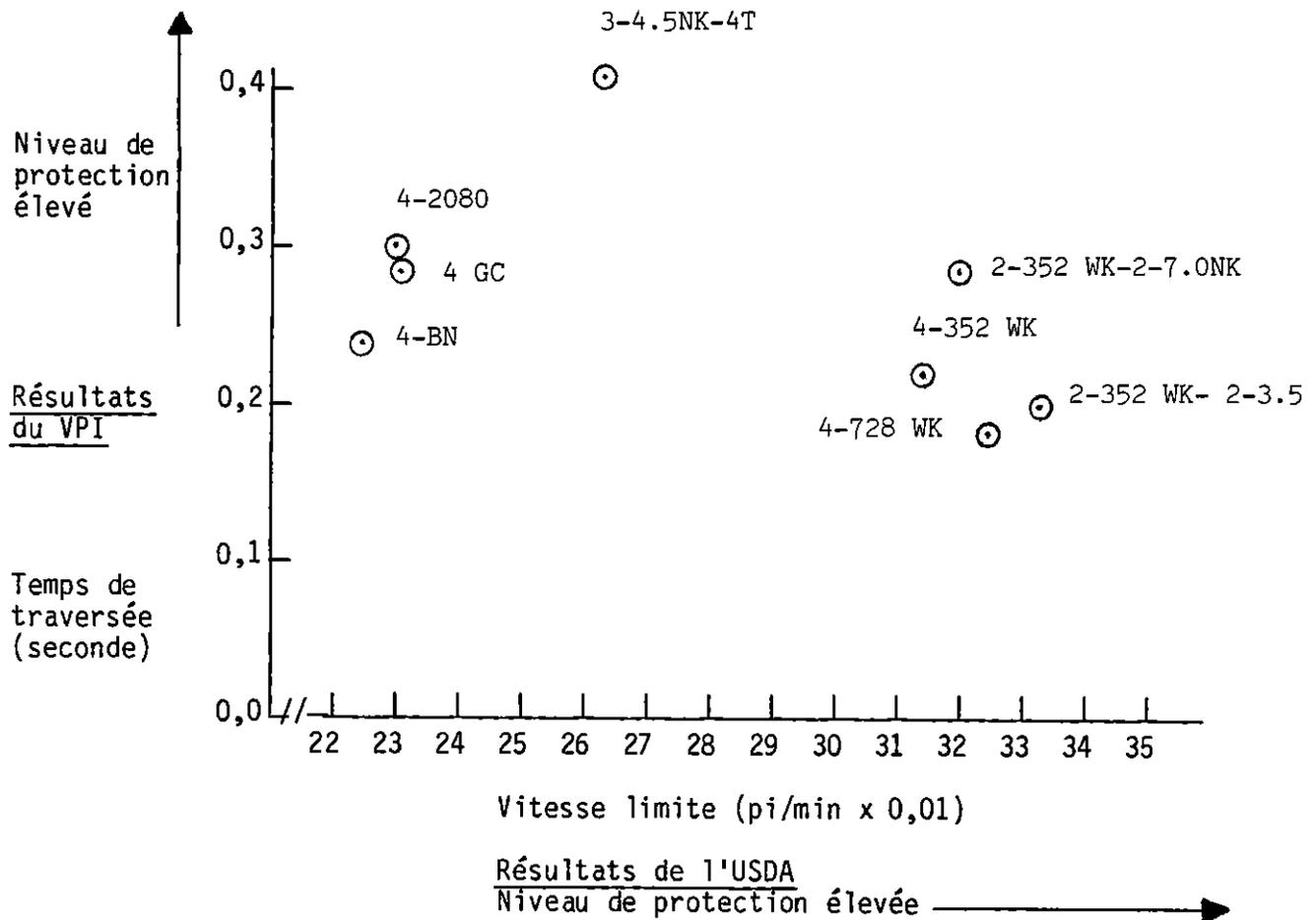
Notre argumentation repose sur la résistance mécanique de la fibre, lorsque le tissu conserve le même type de tissage. Si on augmente la résistance mécanique de la fibre (le KEVLAR^{md} a un point de rupture plus élevé que celui du nylon 2080) on doit avoir soit le même facteur de protection si la résistance de la fibre n'est pas un facteur contrôlant, soit une protection plus grande si la résistance de la fibre est un facteur contrôlant. L'étude de Putnam semble confirmer ce dernier point. Ceci nous confirme la nécessité de rejeter les essais marqués par l'absence totale de mobilité de la jambière et d'éviter l'utilisation d'un volant d'inertie sur l'arbre d'entraînement pour les raisons énumérées au point 3.4.1.

Tableau XI: Nombre de couches vs degré de protection selon les essais de l'USDA



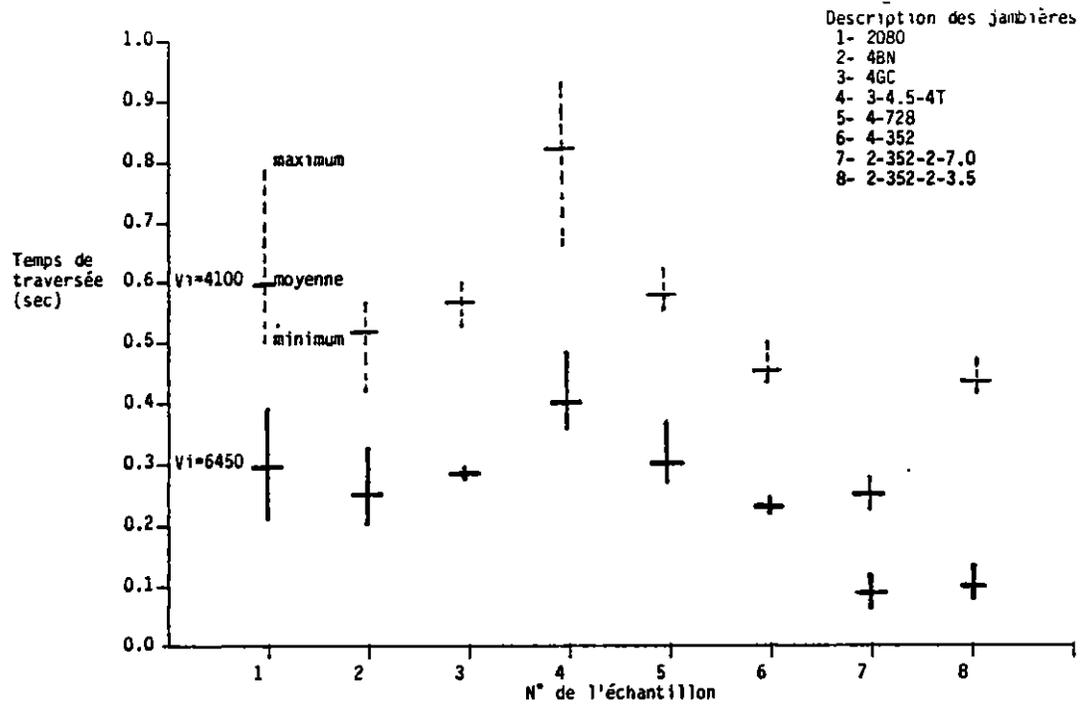
Note: Voir l'annexe 2 pour la description textile des jambières
Source: "Chain saw chaps redesign"

TABLEAU XII: Différences de classement entre les essais de l'USDA et du VPI



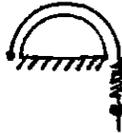
Note: Voir l'annexe 2 pour la description textile des jambières

TABLEAU XIII: Comparaison du temps de traversée des jambières pour différentes vitesses de la scie à chaîne



Note: V₁ = Vitesse initiale de la scie au pignon d'entraînement avant l'essai (RPM)
 Voir annexe 2 pour la description textile des jambières
 Source: Résultats VPI

Tableau XIV: Résumé

	APA	USDA	WCB	FINLANDE
Type de moteur utilisé pour les essais	Électrique	à combustion	à combustion	Électrique + Essai avec moteur à combustion
Type de simulacre				
Mode d'attache de la jambière	Fixe	Fixe	Mobile	Mobile restreinte
Critère de performance	Temps de traversée	Vitesse limite de la chaîne (pour obtenir une norme descriptive)	Temps de traversée	Temps de traversée

Note: Simulacre  ou 

Jambière 

Conclusion

Les informations recueillies nous ont permis de conclure qu'il est possible d'établir un critère de performance pour l'évaluation du niveau de protection des jambières. Cette conclusion s'appuie principalement sur le fait que les bancs d'essai permettent de classer les jambières des moins bonnes aux meilleures. Nous avons pu remarquer que le temps de traversée convient parfaitement pour des essais dichotomiques.

La différence entre les temps minimums de traversée proposés par les différents organismes provient surtout de l'utilisation d'un moteur électrique ou à combustion ainsi que du choix du mode d'attache du simulacre de jambe et de la mobilité de celui-ci.

Pour la conception d'un banc d'essai, l'utilisation d'une scie à chaîne avec son propre moteur à combustion ou un moteur électrique comme moyen d'entraînement de la chaîne, est un choix important. Nous préférons l'emploi d'un moteur à combustion car il permet de faire des essais plus près de la réalité.

Quant au simulacre de jambe, il doit permettre une certaine mobilité de la jambièrre. Le genre et l'étendue de la mobilité seront déterminés dans une phase de mise en oeuvre du banc d'essai.

Recommandations

1. Établir un critère de performance en se basant sur le temps de traversée.
2. Mesurer le temps de traversée sur un banc d'essai qui:
 - utilise une scie à chaîne de façon complète avec son propre moteur à combustion;
 - utilise un simulacre de jambe qui permet la rotation (tension ajustable);
 - mesure le temps et la vitesse de façon continue;
 - détermine les autres paramètres (vitesses...) lors des essais.

Références

1. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC, "Forêts et scieries, monographie sectorielle", dépôt légal 4^e trimestre, 1982.
2. HAYNES, C.D., WEBB, W.A., FENNO R., "Chain saw injuries: review of 330 cases", The Journal of Trauma, vol. 20., n° 9, pp. 772-775, September 1980.
3. COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC, "Règlement; Travaux forestiers", S-2.1, R.22, a.60.
4. PUTNAM, T., "FY79 Chainsaw chap project", USDA Forest Service MEDC, Missoula (Montana).
5. PUTNAM, T., JACKSON, G., DAVUS, J., "Chain Saw Chaps Redesign", ED & T 9102, MEDC, August 1982.
6. FOREST SERVICE, USDA, MEDC, "Inspecting and repairing your chain saw chaps", December 1982.
7. TURTIAINEN, K., "Comparison of test methods used for durability testing of leg shields for chain saw users", VAKOLA, Finnish Research Institute of Engineering in Agriculture and Forestry, Helsinki, 1979.

Annexe 1

Répartition en différents groupes des codes d'unités d'employeurs

1- Agriculture

- 1111 Exploitation d'un troupeau de vaches laitières
- 1131 Élevage de volailles, d'animaux à fourrures
- 1152 Élevage de porcs, de moutons, chèvres ou sangliers
- 1931 Production de légumes ou de plants de légumes en serres
- 2132 Émondage ou arrosage d'arbres et arbustes (services agricoles)

2- Coupe de bois

- 3101 Coupe du bois; chargement des grumes ou des billes de bois; récupération de billes de bois; écorçage et commerce de poteaux
- 3102 Coupe du bois avec camionnage; chargement avec camionnage des grumes ou des billes de bois
- 3106 Travaux sylvicoles, reboisement
- 3111 Coupe de bois avec débordage, flottage du bois
- 3114 Déboisement
- 3115 Coupe du bois et débordage avec camionnage
- 3116 Coupe du bois et scierie
- 3117 Coupe du bois, scierie et atelier de rabotage

3- Travaux généralement exécutés en forêt

- 9801 Forage pour le minerai
- 9912 Prospection minière; relevés géophysiques, travaux de géologie
- 57201 Production et distribution d'électricité
- 86202 Service de publicité; organisme d'encouragement ou de développement
- 86420 Services d'arpenteurs-géomètres; études de photographies aériennes; recherche archéologique

4- Fabrications

- 25141 Scierie et atelier de rabotage avec le commerce du bois
- 25142 Scierie et atelier de rabotage avec le commerce du bois
Fabrication du papier
- 39320 Fabrication d'articles de sport ou d'équipement de gymnase en
bois et métal

5- Commerce et service

- 50701 Camionnage en vrac
- 62683 Vente en gros du bois ou de matériaux de construction
- 65881 Réparation et installation de boîtes de vitesse de véhicules
automobiles
- 85102 Entreprises fournissant les services de professionnels, d'em-
ployés de secrétariat ou de bureau
- 87408 Buanderie industrielle
- 88657 Restaurants, traiteurs, tavernes, économat
- 89893 Entretien ménager d'édifices ou de maisons; ramonage de che-
minées, nettoyage de tapis ou chaudières

6- Construction

- 40491 Construction de bâtiments commerciaux et publics
- 40942 Entrepreneurs généraux en travaux municipaux
Excavation pour constructions résidentielles
- 42241 Entrepreneurs spécialisés: location de grues avec conducteurs
- 42243 Entrepreneurs spécialisés: location d'engins de construction
avec conducteurs; entretien des routes
- 42294 Travaux de coffrage pour bâtiments résidentiels
- 42296 Travaux paysagers
- 42298 Forage, dynamitage pour construction

7- Administration provinciale, municipale et locale

80232 Écoles primaires et secondaires: institutions privées

80501 Établissements post-secondaires CEGEP

93102 Administration provinciale: ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, tourisme, industrie et commerce, justice, énergie et ressources, loteries et courses, assemblée nationale

93103 Administration provinciale, ministère du loisir, chasse et pêche, transports, travaux publics d'approvisionnement, office des autoroutes

95103 Administration locale: conseil de bande

95104 Administration locale: communauté urbaine ou régionale

95107 Administration locale: corporation municipale avec services

95108 Corporation municipale à l'exclusion des policiers et des pompiers

8- Exploitation d'un terrain pour activité

84962 Exploitation d'un club ou d'un terrain de golf

84963 Exploitation d'un centre de ski

88401 Association ou club de chasse ou de pêche

88403 Exploitation d'un terrain de camping, d'une base de plein air, d'une colonie de vacances, pourvoyeurs en chasse ou pêche

9- 90902 Programmes d'aide à la création d'emplois

10- Autres

82251 Nil

82812 Nil

Annexe 2

Composition textile de certaines jambières

<u>Jambières</u>	<u>Description</u>
4-2080	4 couches de nylon "2080" recouvertes de 2 toiles de coton
4BN	4 couches de nylon balistique recouvertes de 2 toiles de coton
4GC	4 couches de "Grass Catcher" recouvertes de 2 toiles de coton
3-4.5NK-4T	3 couches de "Needlepunched Kevlar" de 4.5 oz/v ² insérées entre 4 couches de "Taffeta" recouvertes de 2 toiles de coton
2-352WK-2-3.5NK	2 couches de "Woven Kevlar" type 352, 2 couches de "Needlepunched Kevlar" de 3.5 oz/v ² , recouvertes de 2 toiles de coton
2-352WK-2-7.0NK	2 couches de "Woven Kevlar" type 352, 2 couches de "Needlepunched Kevlar" de 7.0 oz/v ² , recouvertes de 2 toiles de coton
4-728WK	4 couches de "Woven Kevlar", type 728 recouvertes de 2 toiles de coton
4-352WK	4 couches de "Woven Kevlar", type 352 recouvertes de 2 toiles de coton