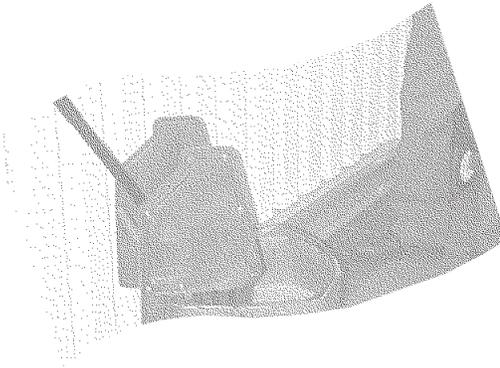


Étude préliminaire de la friction des planchers recouverts de matière grasse



André Massicotte
François Quirion

Juin 2002

R-294

RAPPORT



La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (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 subventionne 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, en téléphonant au 1-877-221-7046.

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

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2002

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
juin 2002.

Étude préliminaire de la friction des planchers recouverts de matière grasse

André Massicotte et François Quirion,
O1 Recherche et Développement Technologique inc.

ÉTUDES ET
RECHERCHES

RAPPORT

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



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

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

SOMMAIRE

Au cours des cinq dernières années, les chutes par glissades ont été la cause de plus de 32000 cas de lésions professionnelles au Québec. Ce type d'accidents est généralement associé à une mauvaise résistance au glissement des planchers, particulièrement dans les services alimentaires où les planchers sont exposés à la matière grasse.

De juin à novembre 2001, QInc a réalisé une étude préliminaire visant à évaluer l'impact de l'entretien et de l'encrassement sur la résistance au glissement des planchers de grès exposés à la matière grasse et à l'usure depuis plusieurs années.

Une procédure a été mise au point afin de simuler en laboratoire, le vieillissement accéléré des planchers de grès. Ainsi, l'usure et l'encrassement contribue à réduire de 60% la résistance au glissement initiale du grès. Cet effet est corroboré par les résultats obtenus sur le terrain.

L'entretien normal ne permet pas d'éliminer l'encrassement accumulé avec les années de sorte qu'il faut procéder à une opération plus agressive pour régénérer la résistance au glissement des vieux planchers.

Le traitement du grès encrassé avec des produits chimiques à base d'acide fluorhydrique ou de bifluorure (ces produits sont corrosifs et devraient être appliqués avec précautions¹) permet de régénérer en partie la résistance au glissement du grès, mais elle demeure toutefois au moins 40% inférieure à celle du grès neuf.

Ces traitements chimiques attaquent aussi le grès, ce qui en accélère l'usure. Une fois l'effet du traitement disparu, les planchers sont en général plus glissant qu'avant, de sorte que le traitement doit être ré-appliqué ou le revêtement changé.

¹ Consulter le répertoire toxicologique de la CSST à : <http://www.reptox.csst.qc.ca/>

Il est donc recommandé de réserver ce type de traitement aux planchers déjà usés dont on prévoit le remplacement dans un avenir rapproché.

La seconde partie de l'étude a porté sur l'efficacité de l'entretien dans 12 établissements de restauration et 4 centres hospitaliers. Lors de cette étude préliminaire sur le terrain, nous n'avons pas abordé la régénération des vieux planchers.

L'entretien normalement effectué par les employés des établissements de restauration est du type nettoyage humide, i.e. le passage d'une vadrouille partiellement saturée de solution de nettoyage sur le plancher.

Sur une zone peu souillée, cette méthode de travail n'améliore significativement la résistance au glissement que 7 fois sur 14. Cette proportion chute à 5 sur 23 pour les planchers plus exposés à la matière grasse, en accord avec une perte d'efficacité du nettoyage humide sur les zones ayant de fortes accumulations de matière grasse.

Un entretien expérimental plus vigoureux, de type nettoyage par immersion avec brossage et rinçage, a conduit à une amélioration significative de la résistance au glissement 15 fois sur 17 et 25 fois sur 28 pour des zones peu ou très exposées à la matière grasse.

Ces résultats terrains démontrent qu'un effort supplémentaire d'entretien résulte en une augmentation significative de la résistance au glissement des planchers, confirmant que l'entretien des planchers constitue une mesure préventive pour contrer les chutes par glissades chez les travailleurs.

GLOSSAIRE

Matière grasse	Huile ou graisse d'origine végétale ou animale susceptible de se retrouver sur les planchers des cuisines et des services alimentaires.
Nettoyant à plancher	Formulation liquide ou en poudre, à base de tensioactifs, utilisée pour déloger la saleté accumulée sur les planchers. Le nettoyant doit être dilué dans l'eau pour générer une solution de lavage.
Catégories de nettoyant à plancher	Qinc a identifié six catégories de nettoyants à planchers. Ces catégories sont définies dans les rapports de recherche R-210 et R-258. Ce sont : 1) Neutres anioniques (NA) ; 2) Neutres non-ioniques (NN) ; 3) Dégraisseurs anioniques (DA) ; 4) Cationiques (C) ; 5) Dégraisseurs à base de glycols (DG) ; 6) Dégraisseurs à base de limonène (DL).
Nettoyage humide	Opération d'entretien consistant à passer une vadrouille partiellement saturée d'une solution de lavage sur le plancher. La solution de lavage sèche sur le plancher, laissant un résidu de lavage.
Nettoyage par immersion	Opération d'entretien consistant à passer une vadrouille saturée d'une solution de lavage sur le plancher. Après un temps d'action de deux minutes, la vadrouille est essorée et repassée sur le plancher pour récupérer la solution de nettoyage. La solution de lavage sèche sur le plancher, laissant un résidu de lavage.
Rinçage	Opération d'entretien consistant à passer une vadrouille rincée à l'eau claire et essorée sur le plancher pour récupérer les résidus de lavage.
Résistance au glissement	Dans cette étude, la résistance au glissement est exprimée par le coefficient de friction dynamique sur des surfaces sèches.
Indice de rugosité	Paramètre associé aux fluctuations du coefficient de friction lors de la mesure en mode dynamique.
Encrassement ----- Régénération	Dans ce rapport, l'encrassement est le résultat du vieillissement de la saleté accumulée dans les pores des revêtements poreux au fil des ans. L'entretien vise à déloger la nouvelle saleté qui s'est accumulée pendant le dernier quart de travail. La régénération vise à déloger l'encrassement accumulé au fil des années.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	II
GLOSSAIRE	IV
TABLE DES MATIÈRES	V
CONTEXTE DE L'ÉTUDE	1
OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	2
PARTIE EXPÉRIMENTALE	3
RÉSISTANCE AU GLISSEMENT	3
Montage expérimental	3
Friction dynamique et indice de rugosité	4
Approche comparative	5
RÉFLECTIVITÉ	5
Montage expérimental	5
Lustre	6
Saturation et pénétration	6
REPRÉSENTATION DES RÉSULTATS	7
ENCRASSEMENT ET USURE DU GRÈS	8
Usure mécanique du grès	9
Encrassement du grès	9
Encrassement et usure mécanique combinées	10
DÉSENCRASSEMENT	13
Traitement de la céramique	14
Impact sur le lustre	14
Impact sur la friction dynamique	15
Impact sur l'indice de rugosité	15
Sommaire des traitements de la céramique	16
Traitement du grès encrassé	16
Impact sur le lustre	17
Impact sur la friction dynamique	17
Impact du traitement sur la pénétration	18
Laboratoire versus terrain.....	18
Sommaire des traitements du grès.....	18
ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LE TERRAIN	19
Résultats dans les restaurants	21
Zones sans accumulation de matière grasse ...	22
Zones avec accumulation de matière grasse ...	23
Sommaire des résultats dans les restaurants...	24
Résultats dans les centres hospitaliers	25
CONCLUSIONS	26
TRAVAUX ANTÉRIEURS	27
REMERCIEMENTS	27

CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Pour la seule période de 1998 à 2000, les chutes par glissades ont été la cause directe de près de 20,000 lésions professionnelles chez les travailleurs du Québec. Les établissements les plus à risque sont les restaurants (1,345), les édifices publics (912), les hôpitaux (857), les établissements d'enseignement (781), les centres d'accueil (596), les entrepôts de camionnage (576) et les commerces de détails aliments et boissons (573).

Les chutes par glissades se produisent lorsqu'il y a perte d'adhérence entre la chaussure et le revêtement de sol du plancher. Cette perte d'adhérence est souvent attribuable à la présence d'un agent glissant qui s'accumule sur le plancher et qui est difficile à détecter d'un simple coup d'œil, par exemple un mince film de matière grasse.

La principale hypothèse de travail, chez QInc, est : *L'entretien permet d'éliminer les agents glissants et il devient un outil de prévention des chutes par glissades.* La présente étude vise à vérifier cette hypothèse par le biais d'analyses de la résistance au glissement réalisées sur le terrain.

L'usure et l'encrassement constituent aussi deux réalités terrain qui affectent les caractéristiques des revêtements de sol et dont il faut tenir compte lors d'études en laboratoire. L'encrassement peut être associé à une procédure d'entretien inadéquate qui favorise l'accumulation de matière grasse, particulièrement dans les revêtements poreux comme le grès, ce qui résulte en une diminution de la résistance au glissement.

Il n'est donc pas surprenant de retrouver la notion d'encrassement et d'entretien optimal dans le cadre d'une étude portant sur la résistance au glissement des revêtements de grès exposés à la matière grasse.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

L'objectif global de cette étude est de caractériser l'impact de l'encrassement sur la résistance au glissement des planchers et d'identifier des voies de prévention des chutes par glissades par le biais d'un entretien optimal. Plus spécifiquement :

- Réaliser une étude préliminaire de l'impact de l'entretien sur la résistance au glissement des planchers rencontrés dans les établissements de restauration et dans les aires de préparation des aliments des centres hospitaliers.
- Mettre au point une procédure permettant de reproduire l'encrassement et l'usure du grès en laboratoire afin de permettre la préparation d'échantillons plus représentatifs de la réalité terrain.
- Évaluer la capacité de certains traitements chimiques à régénérer la résistance au glissement de la céramique et du grès.

La présente étude met l'accent sur le grès poreux, qui est un matériau susceptible à l'encrassement et que l'on retrouve de façon courante dans les établissements de restauration et de service alimentaire.

Tous les produits utilisés pour l'entretien ou le traitement des revêtements de sol, sont disponibles commercialement. Nous avons choisi de ne pas les nommer puisque cette information ne donnerait pas plus de poids à nos conclusions.

Il est important de noter que dans ce document, le terme « **résistance au glissement** » fait référence au coefficient de friction dynamique déterminé avec la méthode de tirée horizontale dans des conditions sèches.

PARTIE EXPÉRIMENTALE

Les travaux de laboratoire visant à reproduire l'encrassement ont porté sur : la **résistance au glissement** ; le lustre ; la saturation ; et la pénétration de la matière grasse dans les revêtements de sol. Ces trois derniers sont obtenus par des mesures de la **réflectivité**. L'étude terrain a porté spécifiquement sur l'analyse de la **résistance au glissement** des planchers avant et après l'entretien.

RÉSISTANCE AU GLISSEMENT

La résistance au glissement s'exprime par la friction générée entre deux surfaces qui se déplacent l'une par rapport à l'autre. Lorsqu'un matériau se déforme peu, il contribue moins à la friction. Par exemple, la friction d'un élastomère sur une surface de céramique sera plus élevée que celle de l'acier inoxydable sur la même céramique.

Depuis 1997, QInc a opté pour la mesure de la friction avec des pointes d'acier inoxydable afin de maximiser la contribution du revêtement de sol à la friction. L'acier inoxydable a l'avantage d'être facile à nettoyer et les mêmes pointes peuvent être utilisées pour des milliers de mesures, ce qui facilite la comparaison entre les données expérimentales.

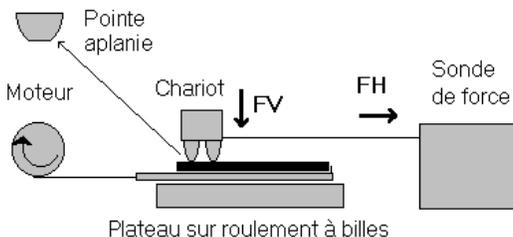


Figure 1 : Montage de tirée horizontale utilisé pour la détermination de la friction dynamique et de l'indice de rugosité en laboratoire. Le chariot pèse 126 g et il est monté sur trois pointes d'acier inoxydable aplanies de 2 mm de diamètre.

Montage expérimental

La **Figure 1** illustre la version laboratoire du montage expérimental. Le chariot est monté sur trois pointes d'acier inoxydable dont le bout est aplani avec un diamètre de contact de 2 mm. Nous avons opté pour la tirée horizontale qui, à notre avis, est la plus simple à utiliser sur le terrain et aussi la moins chère.

Dans la version laboratoire, l'échantillon est déposé sur un plateau qui est attaché à un moteur électrique par une corde souple. Le chariot de 126 g est attaché à la jauge de force avec le même type de corde. Lors d'une mesure, le chariot est déposé sur l'échantillon et le moteur est activé de sorte que l'échantillon se déplace sous le chariot qui est retenu par la jauge de

force qui demeure fixe. Le signal de la jauge est transmis à un logiciel afin d'être transformé en friction selon le temps écoulé. La vitesse de déplacement du chariot est de $2.5 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ et les pointes sont nettoyées à l'acétone et séchées entre chaque mesure.

Dans la version terrain, la jauge de force est tirée manuellement à une vitesse entre 2 et $3 \text{ cm}\cdot\text{sec}^{-1}$ alors que la zone analysée (plancher) demeure fixe.

Friction dynamique et indice de rugosité

$$\mu_K = \frac{F_H}{F_V}$$

Expérimentalement, on mesure la force de tirée horizontale, F_H , nécessaire pour maintenir le chariot à une vitesse constante, et le rapport entre la force de tirée horizontale et le poids du chariot, F_V , donne le coefficient de friction dynamique, μ_K .

$$I_R = 100 \cdot \sigma_\mu$$

Pendant une tirée, la friction fluctue de part et d'autre de la friction moyenne et l'amplitude de ces oscillations est attribuable en partie à la rugosité de la surface. Chez QInc, nous utilisons l'écart type sur la friction moyenne, σ_μ , comme un indicateur de la rugosité de la surface analysée, I_R .

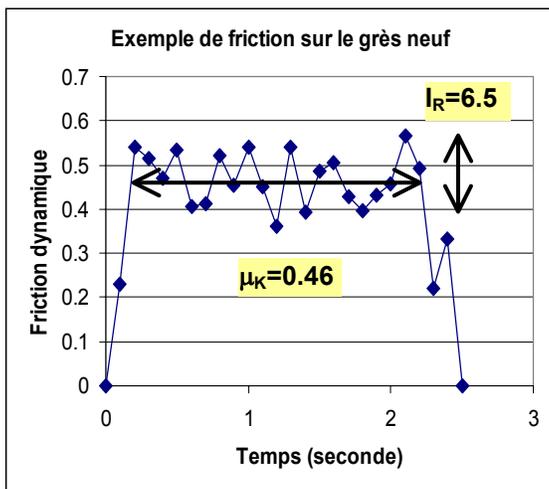


Figure 2 : Trace type de la friction dynamique pendant une mesure par tirée horizontale sur un échantillon de grès neuf. La friction dynamique, μ_K , correspond à la moyenne des valeurs au plateau et l'indice de rugosité, I_R , est associé aux oscillations de la friction autour de la valeur moyenne.

L'évolution type de la friction dynamique lors d'une tirée est montrée à la **Figure 2**. Au moins quatre tirées sont effectuées pour chaque échantillon. Le logiciel identifie les plateaux et calcule les paramètres de friction de chacune des tirées ainsi que la moyenne et l'écart type des paramètres sur l'ensemble des tirées effectuées sur l'échantillon pendant la mesure.

Le coefficient de friction dynamique et l'indice de rugosité dépendent du matériau et de la géométrie des patins du chariot. Comme nous avons utilisé la même configuration pour les études en laboratoire et sur le terrain et compte tenu que ces deux approches, appliquées aux mêmes surfaces, génèrent les mêmes résultats, toutes les valeurs de friction et de rugosité rapportées dans cette étude peuvent être comparées les unes aux autres.

Approche comparative

L'approche comparative met l'accent sur la variation d'un paramètre suite à une intervention, plutôt que sur la valeur absolue du paramètre. Dans cette étude, les différentes interventions sont : l'usure du grès ; l'encrassement du grès ; le traitement avec des produits acides et l'entretien.

$$\Delta\mu_K = \frac{(\mu_{K, \text{après}} - \mu_{K, \text{avant}})}{\mu_{K, \text{avant}}}$$

$$\Delta I_R = \frac{(I_{R, \text{après}} - I_{R, \text{avant}})}{I_{R, \text{avant}}}$$

L'impact de ces interventions sur la résistance au glissement, $\Delta\mu_K$, ou sur la rugosité, ΔI_R , est calculé à partir des valeurs obtenues avant et après l'intervention. Ces valeurs sont exprimées en pourcentage de variation par rapport à la valeur initiale du paramètre.

RÉFLECTIVITÉ

La réflectivité d'une surface correspond à la fraction de la lumière qui est réfléchiée par la surface. Plus une surface est lustrée et plus la réflexion de la lumière sera grande. La réflectivité a été utilisée pour caractériser le lustre des échantillons de même que la saturation en matière grasse et la pénétration de la matière grasse dans le revêtement de sol.

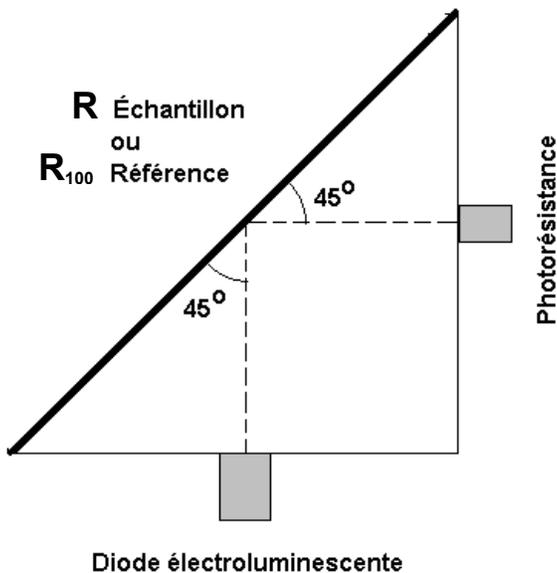


Figure 3 : Illustration du montage expérimental utilisé pour mesurer le lustre par le biais de la réflexion de la lumière sur l'échantillon. La lumière émise par une diode électroluminescente (DEL) est réfléchiée à 45° sur l'échantillon et détectée par une photorésistance. L'intensité de la lumière réfléchiée par un échantillon très lustré génère une référence correspondant à 100% de réflectivité, R_{100} , qui est utilisée pour évaluer la réflectivité de l'échantillon, R .

Montage expérimental

La **Figure 3** illustre le montage expérimental utilisé pour caractériser la réflectivité des échantillons en laboratoire. Le faisceau lumineux est produit par une diode électroluminescente et la réflexion spéculaire se fait à 45°. La détection consiste en une photorésistance dont le signal est acheminé vers un système d'acquisition qui traite les données pour calculer le lustre de l'échantillon. La réflectivité est mesurée au moins à quatre endroits différents sur l'échantillon et la valeur moyenne est utilisée pour le calcul du lustre.

$$L = 100 \cdot \frac{R}{R_{100}}$$

$$\Delta L = \frac{(L_{\text{après}} - L_{\text{avant}})}{L_{\text{avant}}}$$

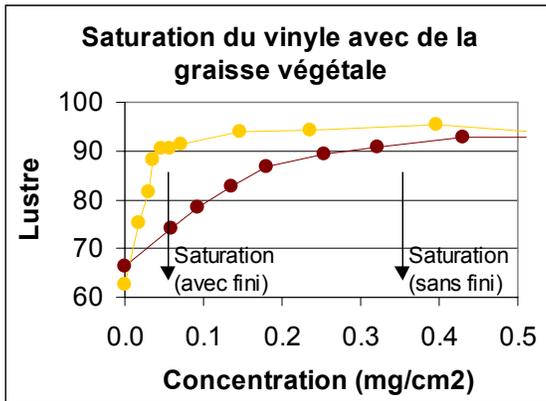


Figure 4 : Évolution du lustre d'un échantillon de vinyle avec ou sans fini acrylique selon la concentration de graisse végétale appliquée à la surface. Les flèches indiquent la concentration de graisse végétale requise pour saturer les échantillons.

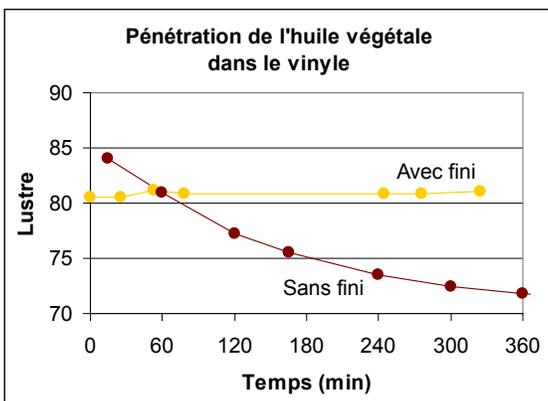


Figure 5 : Évolution du lustre d'un échantillon de vinyle avec ou sans fini acrylique après l'application d'huile végétale à la surface. La diminution du lustre indique que l'huile quitte la surface pour pénétrer le vinyle.

Lustre

Dans cette étude, le lustre d'un échantillon, L , est calculé à partir de la réflectivité de l'échantillon, R , et de la réflectivité d'une référence correspondant à une réflexion de 100% de la lumière, R_{100} . Le lustre peut être intrinsèque au revêtement (émail, finis) ou induit par la présence de matière grasse.

L'approche comparative peut aussi être appliquée à l'impact d'une intervention sur le lustre.

Saturation et pénétration

Le lustre d'une surface mate augmente avec la quantité de matière grasse présente à la surface et ce jusqu'à ce que la surface soit complètement saturée. Au-delà de cette concentration, le lustre n'augmente plus puisque la nature de la surface ne change plus. Cette approche permet d'évaluer la concentration de matière grasse nécessaire pour saturer la surface d'un échantillon. Cette concentration est appelée la concentration de saturation.

À titre d'exemple, la **Figure 4** compare la saturation d'un revêtement de vinyle recouvert ou non d'un fini acrylique. On note que l'application d'un fini réduit la porosité du vinyle et, par la même occasion, la concentration de matière grasse nécessaire pour saturer la surface.

Lorsque la matière grasse pénètre dans le revêtement, la réflectivité de la surface diminue. On peut donc évaluer le taux de pénétration de la matière grasse dans le revêtement en suivant l'évolution de la réflectivité. Cette approche est valide seulement si la concentration de surface au départ est inférieure à la concentration de saturation. À titre d'exemple, la **Figure 5** compare l'évolution dans le temps du lustre de deux revêtements de vinyle, recouvert ou non d'un fini acrylique, sur lesquels on a appliqué de l'huile végétale. On note que l'application d'un fini acrylique ralentit la pénétration de l'huile dans le revêtement de vinyle par rapport au vinyle sans fini acrylique.

REPRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Paramètres expérimentaux affectant l'efficacité du nettoyage

- ❑ Type et âge du revêtement de sol
- ❑ Accumulation de la matière grasse
- ❑ Type de matière grasse
- ❑ Présence d'autres saletés
- ❑ Température, humidité de la pièce
- ❑ Fréquence des nettoyages
- ❑ Catégorie et dilution du nettoyant à plancher
- ❑ Température de l'eau pour la préparation de la solution de lavage
- ❑ État du matériel utilisé pour l'entretien des planchers
- ❑ Méthode de nettoyage

La reproduction d'une expérience, toujours dans les mêmes conditions, génère des résultats ayant une valeur moyenne avec un écart type qui permet d'évaluer l'incertitude sur la valeur moyenne. Par exemple, la mesure du coefficient de friction dynamique sur le grès neuf par tirée horizontale conduit à une valeur moyenne de $\mu_K = 0.491$ avec un écart type de ± 0.019 pour les 20 échantillons testés. L'écart type sur le coefficient de friction de chacun des échantillons est légèrement plus élevé, typiquement ± 0.03 , correspondant à une incertitude relative de $\pm 6\%$.

Lors des études sur le terrain, l'état des planchers est très variable d'une section à l'autre et d'un établissement à l'autre, conduisant à une grande dispersion dans les résultats expérimentaux. L'encadré ci-contre résume quelques-uns des paramètres incontrôlables lors d'une étude terrain et qui peuvent affecter l'état des planchers.

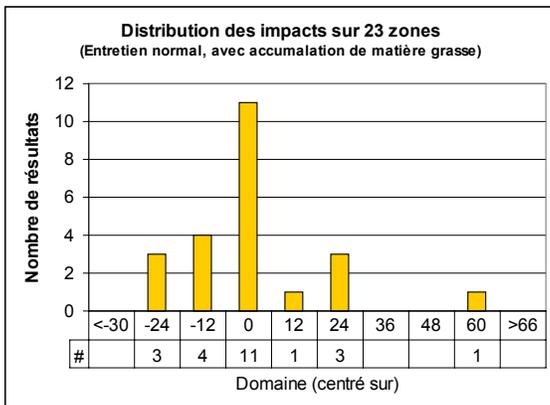


Figure 6 : Représentation sous la forme d'une distribution des valeurs d'impact de l'entretien normal sur la friction dynamique lors de l'étude terrain dans les établissements de restauration.

Dans ces conditions, il est préférable de représenter les résultats sous la forme d'une distribution. Un exemple est montré à la **Figure 6** pour l'impact de l'entretien normal sur 23 zones. Une distribution indique le nombre de résultats qui se situent dans un domaine de valeurs expérimentales donné.

Dans cette étude, les distributions sont surtout utilisées pour représenter l'impact de l'entretien sur la friction dynamique lors des études terrain. Chaque marche de la distribution (abscisse) regroupe les valeurs d'impact allant de $x-6\%$ à $x+5\%$, où x est la valeur de la marche. Par exemple, la marche à -12 couvre les impacts allant de -18% à -7% alors que la barre à $+12$ couvre les impacts allant de $+6\%$ à $+17\%$.

ENCRASSEMENT ET USURE DU GRÈS

Tableau 1: Lustre, L , friction dynamique, μ_k , indice de rugosité, I_R , et volume libre, V_L , du grès neuf utilisé dans cette étude. Moyenne sur 20 échantillons sauf pour V_L déterminé sur un seul échantillon.

L	45.5±1.3
μ_k	0.491±0.019
I_R	6.1±0.8
V_L (%)	18

Le grès, lorsqu'il est neuf, est un matériau poreux offrant une bonne résistance au glissement. S'il n'est pas scellé, le grès est relativement perméable de sorte que la matière grasse peut le pénétrer et s'y accumuler.

Le **Tableau 1** montre quelques caractéristiques du grès neuf utilisé lors de cette étude. Ce grès est mat, avec une bonne résistance au glissement et un volume libre, V_L , relativement élevé. Le volume libre est une mesure de la quantité maximale de matière qui peut être absorbée. Par exemple, le volume maximal de matière grasse pouvant être absorbé par ce grès est autour de 100 mg / cm².

Avec le temps, l'accumulation de matière grasse finit par obstruer le grès, réduisant drastiquement sa perméabilité. Cet encrassement, combiné à l'usure mécanique due à la circulation, réduit la rugosité et la résistance au glissement du grès avec le temps.

Dans cette partie de l'étude, l'usure mécanique et l'encrassement sont d'abord traités séparément afin d'évaluer leur contribution individuelle à la perte de résistance au glissement du grès. Par la suite, ils sont combinés pour simuler le vieillissement du grès. Notre approche s'inspire des travaux de Underwood².

² « Effect of floor soil on the coefficient of friction in food service operations » Ceram. Eng. Sci. Proc. 1992, 13, 78.

USURE MÉCANIQUE DU GRÈS

Tableau 2 : Impact du ponçage sur la masse, m , le lustre, L , la friction dynamique, μ_k , et l'indice de rugosité, I_R , du grès.

Maille	80	120	150	220
Δm (mg/cm ²)	-2.2	-2.0	-1.3	-1.3
ΔL (%)	-14	-2	0	+3
$\Delta \mu_k$ (%)	-48	-54	-53	-48
ΔI_R (%)	-69	-76	-78	-56

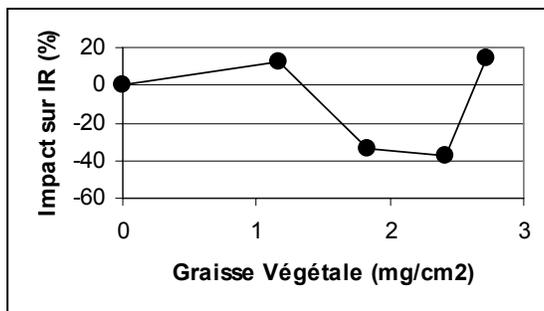
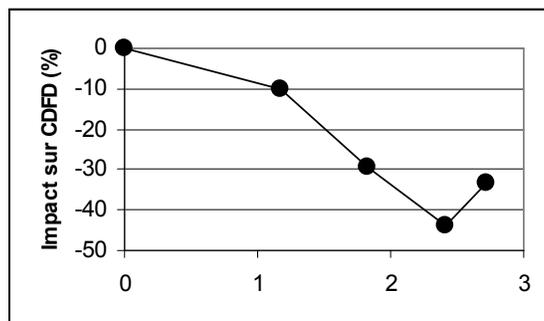
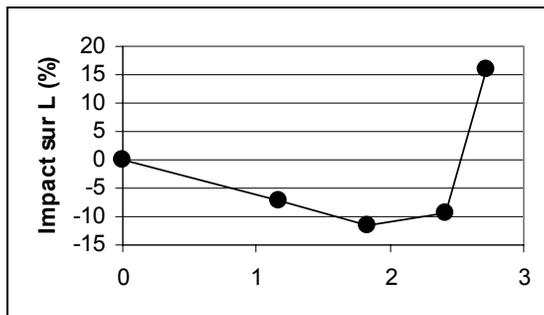


Figure 7 : Évolution du lustre, L , de la friction dynamique, $CDFD = \mu_k$, et de l'indice de rugosité, I_R , selon le niveau d'encrassement du grès. Chaque point correspond à un cycle incluant la cuisson de la graisse végétale. Dans cette série, l'encrassement se fait en absence d'usure mécanique.

Dans cette étude, l'usure mécanique due à la circulation est simulée par un ponçage orbital. Dans une première étape, nous avons évalué l'impact de la taille des particules utilisées pour poncer le grès.

Le **Tableau 2** montre que le ponçage fin (Maille 220) augmente le lustre du grès alors que les ponçages grossiers l'abaissent (Maille 80). L'impact sur la friction dynamique est essentiellement le même que le ponçage soit fin ou grossier. Par contre, la perte de rugosité est moins importante pour le ponçage fin.

Nous avons choisi de représenter l'usure due à la circulation par un ponçage fin (Maille 220). L'impact de l'usure mécanique, en absence d'encrassement, correspond à une diminution de l'ordre de 50% de la friction dynamique et de la rugosité du grès par rapport à son état neuf.

Notons que l'usure mécanique affecte peu la perméabilité du grès à la matière grasse qui est absorbée très rapidement par le grès.

ENCRASSEMENT DU GRÈS

Dans cette section, des échantillons de grès ont été encrassés avec de la matière grasse, cuits au four et caractérisés. La cuisson s'est avérée nécessaire pour accélérer le vieillissement de la matière grasse conduisant à l'encrassement du grès. La **Figure 7** montre l'impact sur le lustre, la friction dynamique et l'indice de rugosité du grès en fonction de la quantité de graisse végétale accumulée par cycle d'encrassement.

Les premières accumulations de graisse végétale donnent une coloration plus foncée au grès, ce qui explique qu'au début de l'encrassement le lustre diminue. Après le second cycle (~ 2.4 mg/cm²), le lustre augmente, possiblement à cause de l'aspect vitrifié de la matière grasse polymérisée par la cuisson. À cette concentration, la friction dynamique est minimale de même que l'indice de rugosité.

L'ajout supplémentaire de matière grasse rend la surface hétérogène et cette rugosité artificielle contribue à faire ré-augmenter la friction dynamique et l'indice de rugosité. Rappelons que ces tests sont réalisés en l'absence d'usure mécanique. Dans la réalité, il est probable que l'usure mécanique éliminerait cette rugosité artificielle.

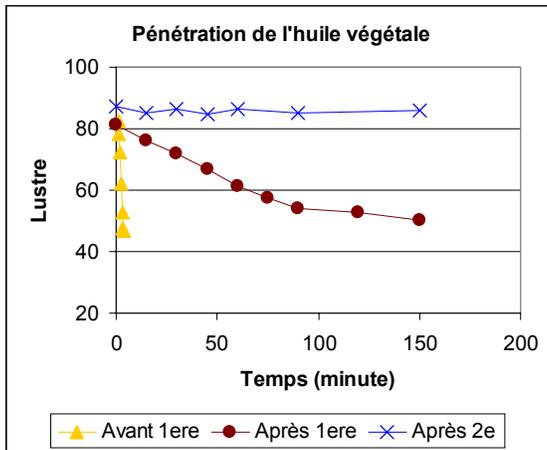


Figure 8 : Évolution du lustre sur le grès à trois niveaux d'encrassement : Avant la première cuisson ; après la première cuisson et après la seconde cuisson.

Cette série de tests montre qu'en absence d'usure due à la circulation, l'encrassement est en mesure de réduire de 40%, la friction dynamique et la rugosité du grès.

En plus de réduire la résistance au glissement, l'encrassement du grès bouche les pores de surface et réduit du même coup la perméabilité à la matière grasse. Ceci est montré à la **Figure 8** où la pénétration, suite à l'application d'huile végétale, se manifeste par une diminution du lustre du grès.

Le taux de pénétration de la matière grasse ralentit avec l'encrassement (nombre d'application). Une fois que les pores du revêtement sont encrassés, la matière grasse demeure à la surface rendant le plancher plus glissant.

ENCRASSEMENT ET USURE MÉCANIQUE COMBINÉES

Dans la réalité, l'encrassement des planchers se produit simultanément à l'usure. De plus, les planchers sont nettoyés de sorte qu'ils accumulent aussi des produits chimiques provenant des nettoyeurs à plancher. Nous avons mis au point une procédure qui combine l'encrassement, l'usure mécanique et l'accumulation de produits chimiques et elle est décrite dans l'encadré ci-contre.

L'étape de cuisson est nécessaire pour le vieillissement accéléré. De plus, la procédure comporte plusieurs cycles afin de simuler l'évolution du grès neuf vers le grès encrassé. Typiquement, la friction dynamique devient minimale après 4 ou 5 cycles et elle correspond assez bien avec l'augmentation du lustre.

Procédure pour l'encrassement en laboratoire

1. Poncer le grès à l'aide d'un papier de maille 220.
2. Appliquer la graisse végétale, typiquement $3 \text{ à } 4 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$.
3. Cuire au four à 125°C pendant 17 heures.
4. Poncer (Maille 220) pour enlever typiquement $1 \text{ à } 1.5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$.
5. Nettoyer par immersion avec un dégraissant anionique (DA, catégorie 3) et sécher à l'air libre.
6. Reprendre la séquence 2 à 6, 3 à 4 fois.

Tableau 3 : Comparaison de la friction dynamique, μ_K , et de l'indice de rugosité, I_R , du grès encrassé en laboratoire avec les grès analysés sur le terrain.

Grès encrassé	L	μ_K	I_R
Laboratoire (12 échantillons)	50.8 ± 2.4	0.206 ± 0.013	1.4 ± 0.2
Restaurants (18 zones)	---	0.183 ± 0.034	1.7 ± 0.5
Hôpitaux (18 zones)	---	0.194 ± 0.020	1.6 ± 0.3

Le **Tableau 3** compare les caractéristiques moyennes de douze échantillons encrassés et usés en laboratoire avec les caractéristiques d'échantillons de grès analysés sur le terrain.

L'encrassement en laboratoire génère des échantillons de grès dont les caractéristiques sont en très bon accord avec les résultats obtenus sur le terrain pour les planchers de grès ayant été exposés à l'usure et à la matière grasse pendant une quinzaine d'années.

Par rapport au grès neuf (voir le Tableau 1), la procédure d'encrassement et d'usure conduit à une réduction de près de 60% de la friction dynamique et de près de 80% de l'indice de rugosité. Ces impacts sont plus élevés que ceux des traitements individuels sans toutefois être cumulatifs.

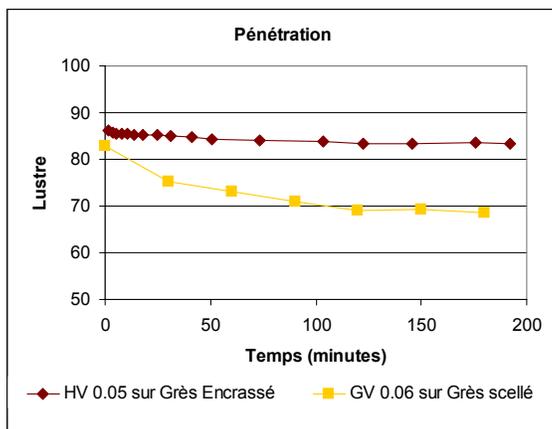


Figure 9 : Comparaison de l'évolution du lustre sur le grès encrassé et sur le grès scellé d'un bouche pore acrylique. HV = Huile végétale ; GV = Graisse végétale.

La quantité de graisse végétale ajoutée lors de l'encrassement en laboratoire se situe autour de $14 \pm 2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2}$, soit autour de 14% de l'encrassement maximal du grès. Cette valeur correspond à un maximum puisqu'une partie de cette matière est éliminée lors des opérations de ponçage.

La procédure d'encrassement décrite dans cette section mène à des échantillons de grès imperméables à la matière grasse, en accord qualitatif avec l'état des planchers de grès rencontrés sur le terrain. Ceci est montré à la **Figure 9** où la pénétration de l'huile végétale dans le grès encrassé est comparée avec celle dans le grès scellé par un bouche pore acrylique. La pénétration y est lente dans les deux cas, surtout lorsqu'on considère que la quantité de matière grasse appliquée ($0.05\text{-}0.06 \text{ mg/cm}^2$) aurait été absorbée spontanément par la porosité du grès neuf.

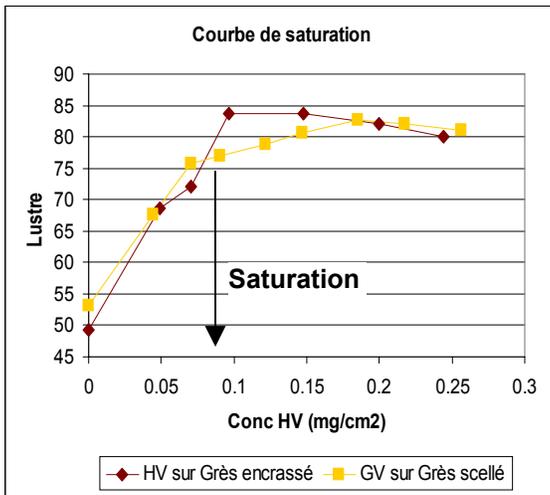


Figure 10 : Comparaison du lustre du grès encrassé et du grès scellé d'un bouche pore acrylique selon la concentration de matière grasse à la surface. HV = Huile végétale ; GV = Graisse végétale.

L'encrassement remplit les vallées du grès alors que l'usure aplanit les pics de sorte que la surface du grès encrassé et usé est plus homogène. Cette homogénéité combinée à l'imperméabilité du grès encrassé, réduit significativement la concentration de saturation du grès qui se comporte comme un matériau scellé. La **Figure 10** montre que le grès encrassé et usé a une saturation en huile végétale équivalente à un grès scellé par un bouche pore acrylique, soit autour de $0.08 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

L'avantage du bouche pore, c'est qu'il peut être choisi pour augmenter la résistance au glissement alors que l'encrassement la réduira toujours. Ainsi, il est préférable d'appliquer un bouche pore sur les revêtements poreux afin d'éviter l'encrassement et d'améliorer la résistance au glissement.

Il est toutefois important de noter que, tout comme le revêtement encrassé, le revêtement recouvert d'un bouche pore sera saturé plus rapidement qu'un revêtement poreux et qu'il demandera un entretien plus fréquent. Les revêtements recouverts d'un bouche pore sont toutefois beaucoup plus facile d'entretien que les revêtements poreux.

DÉSENCRASSEMENT

Dans la section précédente, on a vu que l'encrassement combiné à l'usure conduit à une réduction significative de la résistance au glissement du grès. Cet encrassement à long terme ne disparaît pas avec l'entretien normal. La question est donc : Est-il possible de régénérer les qualités initiales du grès par un traitement simple et peu coûteux ?

On retrouve de plus en plus de traitements chimiques visant à augmenter la résistance au glissement des céramiques et du grès. Dans cette partie de l'étude, nous avons évalué l'efficacité de cinq produits disponibles au Québec. Deux des produits (**HF-1** et **HF-2**) contiennent de l'acide fluorhydrique et les trois autres (**BiF-1**, **BiF-2**, **BiF-3**) contiennent du bifluorure comme principe actif. Les produits à base d'acide fluorhydrique sont en général plus agressifs et ils sont généralement appliqués par des professionnels.

Le grès, la céramique et la glaçure contiennent des composés de silice pouvant être dissous par l'action de l'acide fluorhydrique ou du bifluorure. La disparition d'une partie du revêtement génère une rugosité microscopique qui augmente la résistance au glissement dans des conditions sèches.

La rugosité créée par le traitement rend aussi les carreaux de céramique plus difficiles à nettoyer de sorte que le traitement doit être accompagné d'un changement vers un entretien plus efficace³.

Dans un premier temps, nous présentons l'impact de ces traitements sur les caractéristiques de la céramique recouverte de glaçure, en absence de matière grasse. Par la suite, nous abordons l'impact des mêmes produits sur les caractéristiques du grès encrassé et usé en laboratoire.

³ L'efficacité de l'entretien de la céramique traitée à l'acide fluorhydrique a été abordé dans le rapport de recherche R-258 (voir référence à la fin du document).

TRAITEMENT DE LA CÉRAMIQUE

Dans cette partie de l'étude, les traitements ont d'abord été appliqués sur la glaçure de la céramique neuve selon les recommandations des fabricants. Par la suite, la céramique traitée a été poncée pour simuler l'usure mécanique. Finalement, la céramique traitée et usée a été traitée une seconde fois.

L'impact du premier traitement, de l'usure et du second traitement sur le lustre, la friction dynamique et l'indice de rugosité a été évalué en utilisant les valeurs de la céramique neuve comme référence. Chaque résultat est la moyenne des mesures obtenues sur deux échantillons.

Impact sur le lustre

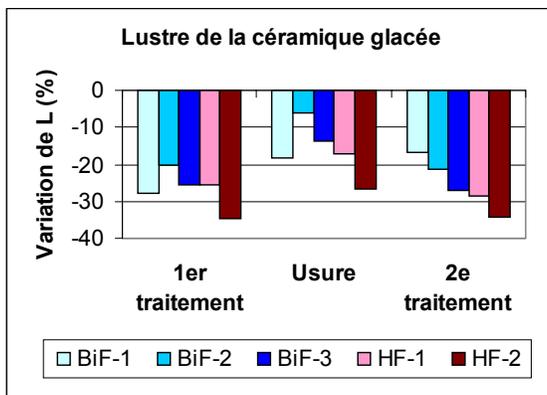


Figure 11 : Impact des traitements sur le lustre, L, de la céramique : Suite au traitement de la céramique neuve ; suite à l'usure de la céramique traitée ; suite au traitement de la céramique usée. Produits à base de bifluorure (BiF) ou d'acide fluorhydrique (HF).

L'impact des traitements sur le lustre de la céramique est montré à la **Figure 11**. Dans les cinq cas, la première application du produit réduit le lustre de la glaçure de 20 à 35% avec une perte de lustre maximale pour le **HF-2**. La perte de lustre est associée à la dissolution d'une partie de la glaçure. Or, la perte de masse due à la dissolution est beaucoup plus importante pour les traitements à base d'acide fluorhydrique, **HF-1** = $0.4 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ et **HF-2** = $1.1 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$, que pour les traitements à base de bifluorure ($<0.06 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$), confirmant l'agressivité plus importante de l'acide fluorhydrique par rapport au bifluorure.

Suite au 1er traitement, les carreaux ont été poncés pour simuler l'usure due à la circulation. Cette usure élimine la partie rugueuse de la surface et augmente le lustre qui se rapproche de sa valeur initiale sans toutefois l'atteindre.

La perte de masse associée à l'usure est de l'ordre de $0.5 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ pour le **HF-2** alors qu'elle est inférieure à $0.2 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ pour les autres traitements, confirmant que le traitement **HF-2** est plus agressif que les autres et que la surface est fragilisée sur une profondeur plus importante.

Le second traitement réduit le lustre à la valeur obtenue lors du premier traitement. Une fois encore, la perte de masse par dissolution de la céramique est plus élevée pour les produits à base d'acide fluorhydrique, **HF-1**=0.2 mg·cm⁻², **HF-2**=2.1 mg·cm⁻², que pour les produits à base de bifluorure.

Impact sur la friction dynamique

La **Figure 12** montre que la friction dynamique de la céramique neuve et sèche est peu affectée par les traitements à base de bifluorure alors qu'elle augmente significativement suite à un traitement à base d'acide fluorhydrique.

L'usure de la céramique traitée provoque une chute de 50% de la friction dynamique par rapport à la céramique neuve.

Le traitement de la céramique usée avec des produits à base de bifluorure ne réussit pas à régénérer la friction dynamique qui demeure entre 40 et 45% inférieure à celle de la céramique neuve. Les traitements à base d'acide fluorhydrique régénèrent en totalité (**HF-2**) ou en partie (**HF-1**) la résistance au glissement de la céramique.

Impact sur l'indice de rugosité

La glaçure de la céramique présente des hétérogénéités de surface qui confèrent une rugosité à la surface. La dissolution de la glaçure aplanit la surface et réduit la rugosité macroscopique, malgré la création d'une rugosité microscopique.

Ceci est montré à la **Figure 13** où l'on note une diminution de 20 à 40% de la rugosité macroscopique de la céramique suite au traitement à base de bifluorure. Cet effet est moins important pour les traitements à base d'acide fluorhydrique. Ceci pourrait s'expliquer par une dissolution plus importante de matière et par la création de pics et vallées de plus grandes dimensions.

L'usure de la céramique traitée abaisse encore plus la rugosité et rend la céramique très lisse. Le second traitement avec le **HF-2** réussit à régénérer une

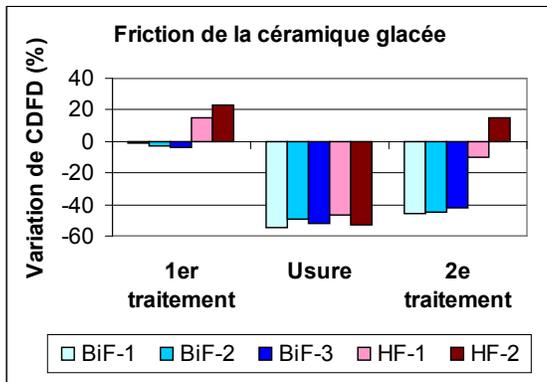


Figure 12 : Impact des traitements sur la friction dynamique, $CDFD = \mu_k$, de la céramique : Suite au traitement de la céramique neuve ; suite à l'usure de la céramique traitée ; suite au traitement de la céramique usée. Produits à base de bifluorure (**BiF**) ou d'acide fluorhydrique (**HF**).

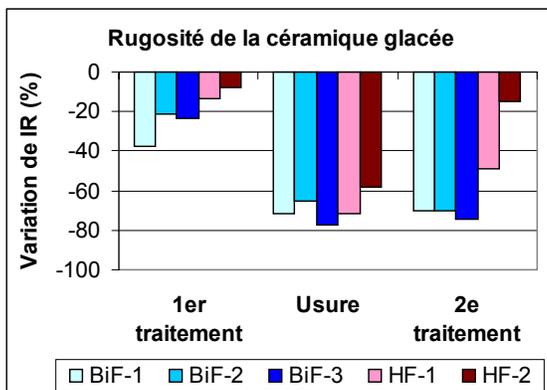


Figure 13 : Impact des traitements sur l'indice de rugosité, I_R , de la céramique : Suite au traitement de la céramique neuve ; suite à l'usure de la céramique traitée ; suite au traitement de la céramique usée. Produits à base de bifluorure (**BiF**) ou d'acide fluorhydrique (**HF**).

bonne partie de la rugosité alors que les autres produits ont peu d'impact. Ces résultats sont en accord avec les grandes pertes de masse attribuables au traitement **HF-2** par rapport aux autres traitements.

Sommaire des traitements de la céramique

La céramique neuve et sèche possède une résistance au glissement attribuable en partie à sa rugosité macroscopique. Cette dernière disparaît avec l'usure pour générer une surface lisse ayant une mauvaise résistance au glissement.

L'application d'un traitement antidérapant doit donc se faire sur la céramique déjà usée et de préférence avec un produit à base d'acide fluorhydrique appliqué par des professionnels.

Ces traitements fragilisent la céramique qui s'usera plus rapidement⁴. Il faudra donc appliquer le traitement sur une base régulière pour maintenir ses propriétés. Comme ce traitement dissout une partie de la céramique, cette solution devrait être adoptée pour donner un court sursis à un plancher de céramique avant de le remplacer par un revêtement de sol plus adéquat.

TRAITEMENT DU GRÈS ENCRASSÉ

Le recours à un traitement antidérapant se fait sentir lorsque les planchers deviennent glissants. Dans le cas des planchers de grès poreux, la diminution de la résistance au glissement apparaît avec l'usure et l'encrassement. Il est donc peu probable que les traitements seraient effectués sur du grès neuf. De plus, un test préliminaire montre que l'application d'un traitement sur un grès neuf n'améliore pas la résistance au glissement qui est déjà élevée.

Dans cette section, les traitements ont été appliqués à deux reprises sur le grès encrassé avec une évaluation de l'impact après chaque traitement.

⁴ L'impact de l'entretien sur l'usure de la céramique traitée à l'acide fluorhydrique est présenté dans le rapport de recherche R-283 (référence à la fin du document).

Toutes les valeurs d'impact sont la moyenne sur deux échantillons et elles sont relatives au grès encrassé.

Impact sur le lustre

La **Figure 14** indique que le premier traitement abaisse le lustre du grès encrassé dans les quatre cas. Le second traitement a peu d'effet, sinon une légère augmentation du lustre par rapport au premier traitement.

Il est intéressant de noter que les traitements au bifluorure abaissent autant le lustre du grès encrassé que les traitements à l'acide fluorhydrique.

Impact sur la friction dynamique

L'impact des traitements sur la friction dynamique est montré à la **Figure 15**. On note que le premier traitement a peu d'impact. Il est possible que l'encrassement protège le grès contre l'action du bifluorure ou de l'acide fluorhydrique. Le traitement a donc été appliqué une seconde fois sur les mêmes échantillons. L'impact du second traitement est plus important que celui du premier traitement dans tous les cas, en accord avec une inhibition des traitements par l'encrassement.

L'impact, même après deux traitements, demeure toutefois assez faible, conduisant à une augmentation de 20% de la résistance au glissement pour les bifluorures. Les résultats des traitements à l'acide fluorhydrique sont significativement différents, le **HF-1** causant une augmentation autour de 10% alors que le **HF-2** augmente la résistance au glissement de près de 40%. Nous n'avons pas d'explication pour cette différence. Il est possible qu'elle soit attribuable à la concentration en acide fluorhydrique et/ou à la capacité à pénétrer l'encrassement.

À ce stade-ci, il est important de rappeler qu'une régénération complète conduirait à une augmentation de l'ordre de 140% de la résistance au glissement. On doit donc parler de régénération partielle de la résistance au glissement.

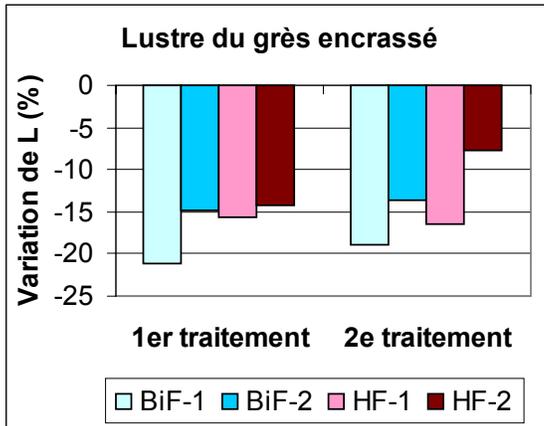


Figure 14 : Impact des traitements sur le lustre, L , du grès encrassé : Suite à un premier traitement ; suite à un second traitement, sans usure entre les deux. Produits à base de bifluorure (**BiF**) ou d'acide fluorhydrique (**HF**).

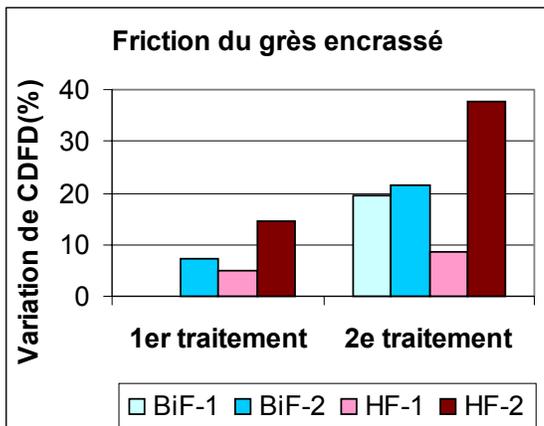


Figure 15 : Impact des traitements sur la friction dynamique, $CDFD = \mu_k$, du grès encrassé : Suite à un premier traitement ; suite à un second traitement, sans usure entre les deux. Produits à base de bifluorure (**BiF**) ou d'acide fluorhydrique (**HF**).

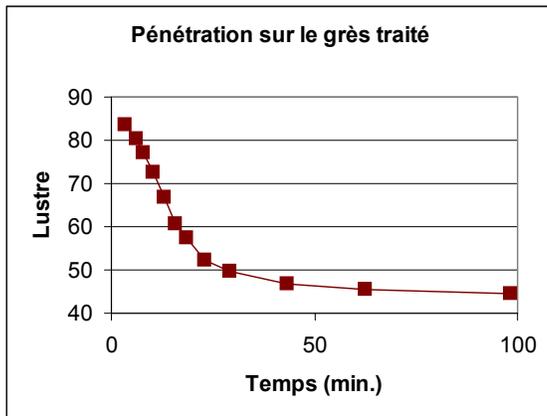


Figure 16 : Évolution du lustre du grès encrassé et traité avec un produit à base d'acide fluorhydrique, **HF-2**, suite à l'application d'huile végétale à la surface. L'abaissement du lustre indique la pénétration de l'huile végétale dans le grès.

Tableau 4 : Comparaison de l'impact du traitement du grès avec le **HF-1** pour des échantillons encrassés en laboratoire et sur le terrain.

Grès encrassé et terrain	$\Delta\mu_k$ (%)
2 échantillons labo.	+5
4 échantillons terrains jamais traités	+3
6 échantillons terrains déjà traités	+6

Impact du traitement sur la pénétration

Nous avons vu que l'encrassement bouche les pores du grès et le rend essentiellement imperméable à la matière grasse. Cet encrassement affecte surtout la surface du grès. La **Figure 16** montre que le traitement à l'acide fluorhydrique (**HF-2**) régénère une partie de la perméabilité du grès. La pénétration de l'huile végétale sur le grès traité est plus rapide que sur le grès encrassé mais elle demeure plus lente que sur le grès neuf, encore une fois en accord avec une régénération partielle.

Laboratoire versus terrain

Pendant cette étude, nous avons eu l'opportunité d'évaluer l'impact du traitement d'un plancher de grès sur le terrain avec le **HF-1** et les résultats sont présentés au **Tableau 4**. L'impact du traitement sur la friction dynamique des planchers secs se situe entre +3% et +6 % alors que le même traitement effectué en laboratoire sur des échantillons de grès encrassé avait généré un impact de +5%. Ces résultats confirment un impact peu significatif du produit **HF-1**.

L'accord entre les deux séries de données suggère que les échantillons de grès encrassés préparés en laboratoire sont représentatifs de la réalité terrain.

Sommaire des traitements du grès

Le traitement du grès encrassé avec un produit à base d'acide fluorhydrique ou de bifluorure régénère une partie de la résistance au glissement du grès encrassé.

Pour être performant, le produit doit pénétrer et déloger l'encrassement pour accéder au minéral. En ce sens, il doit contenir des ingrédients qui favorisent la pénétration dans la matière grasse.

ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LE TERRAIN

Les tests en laboratoire montrent que la diminution de la résistance au glissement du grès est associée à l'usure et à l'encrassement et que le traitement avec des produits à base d'acide fluorhydrique ou de bifluorure permet de régénérer une fraction de la résistance au glissement.

Ce gain de résistance au glissement va s'estomper avec l'encrassement et l'usure du plancher traité de sorte qu'à plus ou moins long terme, le plancher redeviendra glissant. On ne peut ralentir l'usure due à la circulation, surtout pour les surfaces fragilisées par les traitements avec des acides forts. Par contre, il est possible de ralentir l'encrassement en optimisant la méthode de nettoyage afin d'éviter l'accumulation de matière grasse.

Cette approche rejoint l'hypothèse de travail directrice chez QInc, à savoir que l'entretien optimal des planchers en améliore la résistance au glissement.

L'entretien optimal des planchers agirait donc à deux niveaux :

1. Il ralentit l'encrassement responsable de la dégradation de la résistance au glissement des planchers.
2. Il maintient la résistance au glissement à un niveau optimal en éliminant de la surface les accumulations d'agents glissant.

Bien entendu, tous les planchers de tous les établissements sont entretenus. Reste à savoir s'il y a place à l'amélioration dans une perspective d'augmentation de la résistance au glissement. C'est à cette question que nous avons voulu répondre dans le cadre d'une étude préliminaire réalisée avec la participation volontaire de 12 établissements de restauration et de 4 centres hospitaliers pour un total de 80 zones analysées.

L'étude terrain vise à évaluer si un effort supplémentaire, par rapport à l'entretien normal des planchers, résultait en une amélioration de la résistance au glissement

Pour répondre à cette question, nous avons mesuré la friction dynamique et l'indice de rugosité avant et après l'entretien normal effectué par les employés de l'établissement. L'entretien normal par nettoyage humide consiste à passer une moppe partiellement essorée sur les planchers. Par la suite, nous avons effectué un nettoyage de type immersion en ajoutant une étape de brossage léger et une étape de rinçage à l'eau claire. La solution de lavage était composée d'eau et d'un dégraissant anionique (DA) à la concentration recommandée. Une fois le plancher sec, la friction et l'indice de rugosité ont été mesurés à nouveau. L'entretien expérimental est décrit ci-dessous.

- Appliquer une solution d'un nettoyant de type DA.
- Laisser agir pendant 2 minutes
- Brosser doucement avec un tampon rouge.
- Récupérer la solution de lavage.
- Rincer à l'eau claire.

Rappelons que l'objectif n'est pas de promouvoir cet entretien mais d'évaluer si un effort supplémentaire conduit à des améliorations significatives de la résistance au glissement des planchers secs.

Rappelons aussi que l'objectif de cet entretien est d'éliminer la matière grasse accumulée durant le quart de travail et non de désencrasser les planchers.

Typiquement, les zones ont été caractérisées avant et après l'entretien normal ainsi qu'après l'entretien expérimental. L'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental est relatif aux caractéristiques initiales des zones.

Les résultats obtenus dans les établissements de restauration sont présentés indépendamment de ceux obtenus dans les centres hospitaliers. La principale différence étant que, pour des raisons d'horaires, l'entretien normal n'a pas été évalué dans les centres hospitaliers.

Tableau 5 : Sommaire des impacts de l'entretien normal ou expérimental sur la friction dynamique, μ_k et l'indice de rugosité, I_R , des planchers des établissements de restauration visités.

Impact sur la friction dynamique (%)		Impact sur l'indice de rugosité (%)	
Normal	Expér.	Normal	Expér.
-20.2	-22.3	-34.2	-38.4
-23.2	-21.5	-5.0	-21.2
-9.2	-1.1	-48.5	-49.8
	1.8		-3.1
	4.0		12.6
	6.2		14.4
-12.4	7.5	-11.8	-13.3
3.2	10.5	13.2	-28.7
	11.2		6.0
	11.6		-3.2
-0.9	14.3	-19.1	14.5
	15.0		8.5
-1.0	15.9	0.9	33.5
8.1	16.1	13.9	14.9
	16.1		8.0
	16.6		6.6
3.3	17.1	-0.5	1.5
22.8	17.2	-11.6	-27.2
-3.5	18.2	-35.7	-25.9
-3.9	18.4	-18.5	-9.2
3.9	19.2	13.2	3.5
	20.2		-3.9
-10.4	22.0	2.1	14.5
-5.0	22.8	-52.5	-20.0
2.2	23.0	50.6	25.1
-7.0	23.6	-31.8	-39.6
2.2	24.3	-1.9	28.4
25.2	25.5	28.9	23.9
-3.5	27.9	-37.0	-24.0
	28.0		-17.3
10.2	29.0	-10.6	-10.5
4.1	32.0	-11.7	-19.2
28.1	32.1	34.9	-9.7
	32.3		43.0
4.4	35.0	-10.9	-12.5
-1.6	35.8	-5.5	25.3
6.8	36.3	-3.5	0.5
11.3	39.7	-32.6	-33.9
-10.5	42.9	17.9	40.9
-5.2	43.3	-24.8	6.4
-11.9	45.2	-42.9	-14.0
-28.3	55.1	-9.3	80.6
23.2	71.3	42.5	59.8
64.0	94.5	78.0	31.7
13.1	123.5	8.2	191.9
1.8		17.4	
13.7		1.8	
19.9		19.6	
Moyennes ±écarts types		Moyennes ±écarts types	
+3	+26	-3	+6
±17	±25	±28	±40

RÉSULTATS DANS LES RESTAURANTS

Les résultats antérieurs obtenus en laboratoire montrent que l'efficacité de l'entretien dépend de la concentration de matière grasse à éliminer, particulièrement pour la méthode de nettoyage humide. Comme le nettoyage humide correspond à la méthode de travail adoptée par la plupart des personnes qui ont la tâche de nettoyer les planchers, on peut s'attendre à ce que l'entretien soit plus ou moins efficace selon le niveau d'accumulation de matière grasse au moment du nettoyage.

Ceci a été vérifié en obtenant l'impact de l'entretien normal et l'impact de l'entretien expérimental sur des zones avec et sans accumulation de matière grasse. À titre d'exemple, une section de plancher située devant une friteuse correspond à une zone avec accumulation de matière grasse alors que le plancher devant un évier correspond à une zone exposée à la matière grasse mais sans accumulation.

Douze restaurants ont été visités et cinquante zones différentes ont été analysées. De ces cinquante zones, 48 correspondaient à du grès, de la céramique ou de la porcelaine, confirmant l'importance de ce type de revêtement dans les aires de service alimentaire. Typiquement, les revêtements de sol étaient installés depuis une quinzaine d'années.

Le **Tableau 5** rapporte l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur les 48 zones analysées dont trente correspondent à des zones avec accumulation de matière grasse et 18 à des zones sans accumulation de matière grasse.

Comme il a été mentionné dans la section « Partie expérimentale », la moyenne des impacts est entachée d'une très grande incertitude puisqu'il y a trop de paramètres qui ne sont pas contrôlés lors de l'étude sur le terrain. Il est donc préférable de représenter ces résultats sous la forme de distributions selon le niveau d'accumulation de matière grasse.

Zones sans accumulation de matière grasse

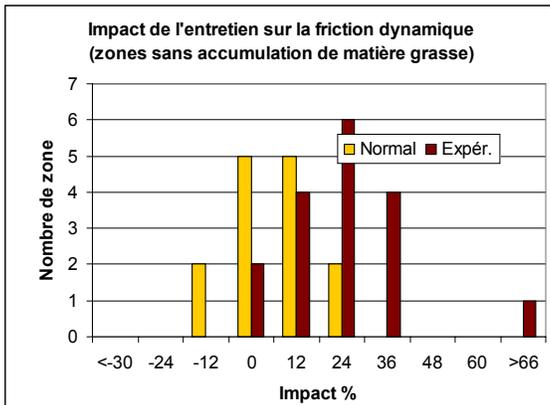


Figure 17 : Comparaison de l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur la friction dynamique, μ_k , des zones sans accumulation de matière grasse dans les établissements de restauration. Chaque barre verticale correspond au nombre de zones dont l'impact se situe entre $x-6\%$ et $x+5\%$, x étant la valeur de l'abscisse.

Une zone sans accumulation correspond à des planchers où la quantité de matière grasse est relativement faible par rapport à une zone avec accumulation. La **Figure 17** compare l'impact de l'entretien normal (14 zones) et l'impact de l'entretien expérimental (17 zones) sur la friction dynamique des planchers pour les zones sans accumulation de matière grasse. Suite à l'entretien normal, la friction dynamique augmente significativement (6% et +) pour 7 des 14 zones alors qu'elle demeure inchangée ou abaissée pour les autres. L'entretien expérimental, quant à lui, améliore la friction dynamique de façon significative sur 15 des 17 zones testées.

Ceci démontre que l'entretien normal, de type nettoyage humide, est moins efficace que l'entretien expérimental, de type nettoyage par immersion, pour améliorer la résistance au glissement et ceci même si l'entretien se fait sur des zones où il y a peu d'accumulation de matière grasse.

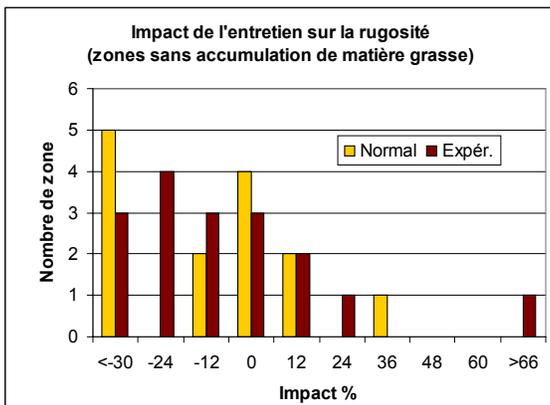


Figure 18 : Comparaison de l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur l'indice de rugosité, I_R , des zones sans accumulation de matière grasse dans les établissements de restauration. Chaque barre verticale correspond au nombre de zones dont l'impact se situe entre $x-6\%$ et $x+5\%$, x étant la valeur de l'abscisse.

La **Figure 18** compare l'impact de l'entretien normal et l'impact de l'entretien expérimental sur l'indice de rugosité pour les zones sans accumulation de matière grasse. Les deux entretiens ont des impacts similaires sur la rugosité des planchers. Ceci suggère que la saleté qui affecte la rugosité de surface est facilement délogée par le nettoyage humide de l'entretien normal. Ces résultats montrent aussi que l'entretien expérimental, quoique plus agressif, n'affecte pas significativement la structure de la surface responsable de la rugosité.

Le peu d'efficacité de l'entretien normal, même sur des zones avec peu de matière grasse, pourrait être attribuable à de mauvaises pratiques d'entretien comme : L'utilisation d'une vadrouille souillée et/ou d'une solution de lavage souillée ; un surdosage du nettoyant laissant beaucoup de résidus de lavage ; l'utilisation d'un nettoyant à plancher inadéquat. De telles pratiques, sans être généralisées à tous les établissements, ont été observées à plusieurs reprises lors de l'étude terrain.

Zones avec accumulation de matière grasse

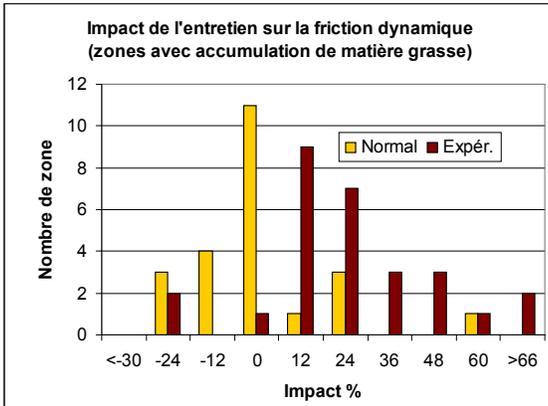


Figure 19 : Comparaison de l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur la friction dynamique, μ_k , des zones avec accumulation de matière grasse dans les établissements de restauration. Chaque barre verticale correspond au nombre de zones dont l'impact se situe entre $x-6\%$ et $x+5\%$, x étant la valeur de l'abscisse.

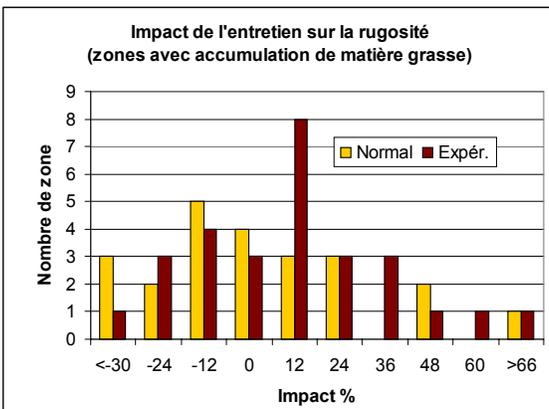


Figure 20 : Comparaison de l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur l'indice de rugosité, I_R , des zones avec accumulation de matière grasse dans les établissements de restauration. Chaque barre verticale correspond au nombre de zones dont l'impact se situe entre $x-6\%$ et $x+5\%$, x étant la valeur de l'abscisse.

La **Figure 19** compare l'impact de l'entretien normal (23 zones) et l'impact de l'entretien expérimental (28 zones) sur la friction dynamique pour les zones avec accumulation de matière grasse.

L'entretien normal n'augmente significativement (6% et +) la friction dynamique que pour 5 des 23 zones testées, ce qui correspond à un résultat nettement inférieur aux 7 zones sur 14 obtenu pour les planchers sans accumulation de matière grasse (voir section précédente). Ce résultat est en accord avec l'hypothèse voulant que l'impact des mauvaises pratiques d'entretien soit accentué pour les planchers plus souillés. Ces résultats corroborent aussi les résultats obtenus antérieurement en laboratoire et qui démontraient que l'entretien des planchers de grès était inefficace avec la méthode du nettoyage humide lorsque les concentrations de matière grasse étaient élevées.

L'entretien expérimental, de type nettoyage par immersion, augmente la résistance au glissement pour 25 des 28 zones testées. Cette fraction est essentiellement la même que celle obtenue pour les planchers sans accumulation de matière grasse (voir section précédente). Ce résultat indique clairement qu'un effort supplémentaire pour l'entretien des planchers se traduit par une amélioration significative de la résistance au glissement.

La **Figure 20** montre que l'impact de l'entretien normal et de l'entretien expérimental sur l'indice de rugosité des zones avec accumulation de matière grasse diffèrent peu. Comme la rugosité est affectée par la présence de matière à la surface, on peut encore une fois conclure que l'entretien normal, de type nettoyage humide, permet d'éliminer l'excès de matière présent à la surface. Toutefois, le nettoyage des traces responsable de l'abaissement de la résistance au glissement se fait par un entretien plus agressif, dans ce cas-ci l'entretien expérimental, du type nettoyage par immersion.

Sommaire des résultats dans les restaurants

L'étude sur les planchers des restaurants démontre qu'il est possible d'améliorer la résistance au glissement en modifiant la méthode d'entretien. Un entretien plus agressif que le nettoyage humide, devrait être réalisé au moins une fois par quart de travail afin de maintenir la résistance au glissement des planchers. Cette approche a aussi l'avantage de retarder l'encrassement des planchers, en éliminant plus de matière grasse, et la détérioration de la résistance au glissement.

L'optimisation de l'entretien des planchers, tant au niveau de la méthode de travail que du choix des nettoyants appropriés constitue donc une arme efficace pour maximiser la résistance au glissement des planchers et réduire l'incidence des chutes par glissades dans le secteur de la restauration.

RÉSULTATS DANS LES CENTRES HOSPITALIERS

Tableau 6 : Sommaire des impacts de l'entretien expérimental sur la friction dynamique, μ_K , et l'indice de rugosité, I_R , des planchers de grès dans les centres hospitaliers visités.

Impact de l'entretien expérimental (%)			
μ_K	I_R	μ_K	I_R
-9.5	-1.0	26.2	12.0
-0.9	-5.0	27.5	8.1
1.3	-30.6	27.7	0.1
2.1	-16.3	28.0	-0.6
2.8	-16.6	32.7	45.5
4.3	-33.7	38.0	23.4
7.1	-24.2	38.8	13.5
8.8	-28.7	46.4	12.0
10.0	-1.2	50.7	48.6
11.5	-23.7	61.9	146.4
11.7	-6.7	64.4	14.8
16.0	-1.9	67.8	16.0
21.7	13.4	73.0	49.0
23.3	-25.9	74.4	58.5
24.9	2.9	87.9	46.9
25.2	23.1	104.1	58.9
Moyennes		+32	+12
Écarts types		±28	±36

Quatre centres hospitaliers ont été visités afin de compléter les résultats sur l'entretien du grès encrassé. Trente-deux zones dont vingt-six situées dans les aires de préparation et de distribution des aliments et six situées dans les laveries ont été testées. Pour des raisons d'horaires, l'impact de l'entretien normal n'a pas été effectué.

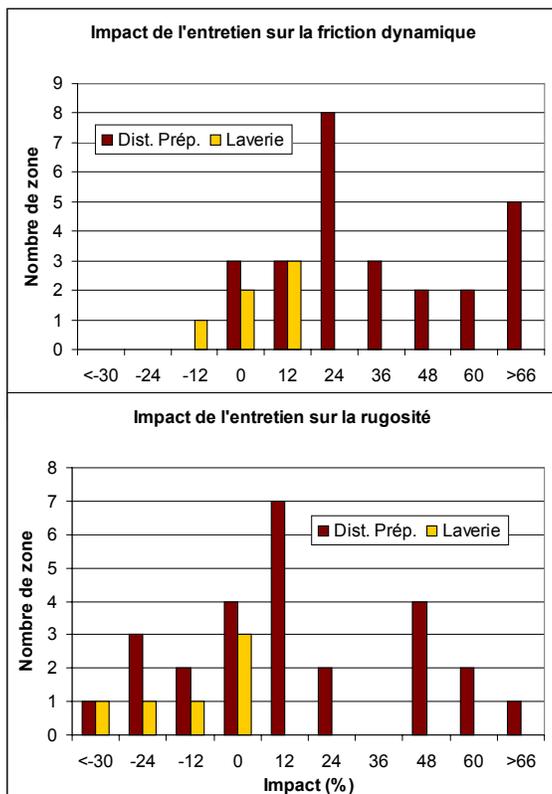
Le **Tableau 6** résume les impacts de l'entretien expérimental sur la friction dynamique, $\Delta\mu_K$, et sur l'indice de rugosité, ΔI_R , des planchers des centres hospitaliers visités. L'impact moyen sur la friction dynamique et sur la rugosité est entaché d'une grande incertitude, indiquant une grande dispersion dans les résultats.

La **Figure 21** montre que l'entretien expérimental améliore significativement la friction dynamique sur 23 des 26 zones testées dans les aires de distribution et préparation des aliments et qu'il a peu d'impact sur l'indice de rugosité. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans les établissements de restauration.

L'impact est moindre du côté des laveries puisque les planchers de ces sections sont souvent exposés à des eaux savonneuses qui contribuent à nettoyer le plancher. Ces planchers ont en effet des frictions initiales plus élevées que les planchers susceptibles de recevoir de la matière grasse.

La similitude entre les résultats obtenus dans les centres hospitaliers et les établissements de restauration démontre que la problématique de l'entretien des planchers ne dépend pas du secteur d'activité.

Figure 21: Comparaison de l'impact de l'entretien expérimental sur la friction dynamique, μ_K , et l'indice de rugosité, I_R , des planchers situés dans les aires de distribution et de préparation des aliments (Dist. Prép.) avec ceux situés dans les laveries des centres hospitaliers. Chaque barre verticale correspond au nombre de zones dont l'impact se situe entre $x-6\%$ et $x+5\%$, x étant la valeur de l'abscisse.



CONCLUSIONS

Les résultats de l'étude préliminaire sur le terrain confirment que l'entretien optimal des planchers augmente la résistance au glissement. Par exemple, 89% des zones exposées à la matière grasse voient leur résistance augmenter significativement suite à un entretien optimal, de type nettoyage par immersion, alors que cette proportion n'est que de 18% suite à l'entretien normal, de type nettoyage humide.

L'optimisation de l'entretien des planchers devrait donc être considérée comme une arme préventive pour contrer la problématique des chutes par glissades et rendre le milieu de travail plus sécuritaire.

Nous avons aussi démontré qu'il est possible de reproduire en laboratoire des échantillons de grès encrassés dont les caractéristiques physiques sont similaires à celles des revêtements de grès encrassés retrouvés sur le terrain. L'usure et l'encrassement du grès augmentent son lustre, réduit sa rugosité, bouche les pores de surface et réduit de plus de 50% la résistance au glissement.

La production de grès usé et encrassé en laboratoire permettra d'accélérer les recherches visant à identifier des méthodes de régénération efficaces des caractéristiques du grès.

L'évaluation des traitements chimiques démontre que les produits à base d'acide fluorhydrique sont plus efficaces que ceux à base de bifluorure pour régénérer une partie de la résistance au glissement de la céramique usée et du grès encrassé. L'amélioration demeure toutefois marginale dans le cas du grès encrassé.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

Le présent rapport fait référence à d'autres travaux réalisés par QInc et portant sur différents aspects de l'optimisation du nettoyage des planchers dans le but de réduire l'incidence des chutes par glissade chez les travailleurs du Québec.

Ces rapports sont disponibles en format .pdf sur le site internet de l'IRSST www.irsst.qc.ca.

Conditions optimales d'utilisation des nettoyeurs à plancher : Gras animaux et végétaux sur vinyle et grès. Rapport R-210, Décembre 1998.

Répertoire des nettoyeurs à plancher fabriqués au Québec : Vol I. Rapport R-230, Octobre 1999.

Conditions optimales d'utilisation des nettoyeurs à plancher : Huile à moteur et hydraulique sur le béton. Rapport R-249, Août 2000.

Conditions optimales d'utilisation des nettoyeurs à plancher : Une approche globale. Rapport R-258, Octobre 2000.

Impact de l'entretien sur la glissance des planchers en absence de matière grasse. Rapport R-283, Novembre 2001.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail pour le support financier et logistique de même que l'Association des restaurateurs du Québec, le groupe AST et l'Association des hôpitaux du Québec pour leur soutien logistique.

Cette étude n'aurait pu avoir lieu sans la collaboration volontaire des établissements de restauration et des centres hospitaliers ayant acceptés de participer à l'étude terrain. À toutes les personnes concernées, un gros merci.