

Mise à jour octobre 1994

Sols antidérapants

Critère d'évaluation de la résistance au glissement Application aux sols des industries de l'alimentation

S. Leclercq, M. Tisserand, H. Saulnier, service Ergonomie et psychologie industrielle, centre de recherche de l'INRS, Nancy

Slip-resistant flooring

A slip resistance assessment criterion
Application to floor coverings in the food industry

The French standards on slip resistance of ceramic tiles and flooring are based on a static friction coefficient.

The floor covering slip resistance criterion described here is based on the measurement of a dynamic friction coefficient; the results obtained match the subjective impression of safety experienced by people walking on slippery floors.

The criterion has all the makings of a potential standard: it is easy to measure, easy to reproduce, and it uses a well-defined sample. It has been validated by the opinion of the users consulted. It will help to prevent falls caused by slipping in industrial premises, but it will be most useful when laying or repairing flooring. Additional precautions to be taken when choosing non-slip flooring are also recommended.

Floor / Slipping / Slip resistance / Fall on a level / Standard / Food industry

Les normes françaises relatives à la glissance des carrelages et dalles céramiques utilisent la mesure d'un coefficient de frottement statique.

Le critère d'évaluation de la glissance des revêtements de sol décrit ici est basé sur la mesure d'un indice de frottement dynamique, sa valeur est reconnue comme représentative de la sécurité éprouvée par des sujets évoluant sur les sols glissants.

Ce critère possède toutes les propriétés d'une grandeur normalisable : sa mesure est simple, reproductible et met en œuvre un échantillon de sol bien défini. Il a été validé par le recueil des avis d'utilisateurs. Cette évaluation constitue un moyen de prévention des chutes par glissade dans les locaux industriels mais sera surtout utile dans le cas où des travaux d'installation ou de réfection de sol sont envisagés. Les précautions complémentaires à prendre lors du choix d'un revêtement antiglissant sont également exposées.

Sol / Glissance / Antidérapant / Chute de plain-pied / Normalisation / Agro-alimentaire / Revêtement

La lecture des déclarations ou analyses d'accidents mentionnant une glissade met en évidence la diversité des situations rencontrées. Dans l'enceinte de l'entreprise, une glissade peut se produire aussi bien au poste de travail que dans une allée de circulation ou au restaurant. En dehors de l'entreprise, les risques sont également présents, par exemple sur la voie publique ou sur un chantier.

Il est donc nécessaire de définir *plusieurs classes de situations*, exigeant chacune des moyens de prévention et de protection spécifiques :

- a) glissades survenant à l'extérieur, sur un sol meuble (chantier, terrain agricole ou forestier) ;
- b) glissades conduisant à une chute de hauteur, lorsqu'une personne

se trouve en équilibre précaire sur des revêtements souvent recouverts d'une couche glissante. C'est bien entendu la situation des travaux sur toiture recouverte de mousses et lichens ;

c) glissades qui ont lieu en atelier sur des sols lisses et pollués. Ces sols sont le plus souvent de dureté élevée par opposition à ceux de la situation a).

En ce qui concerne ces dernières, la présence d'un polluant gras représente la situation industrielle la plus fréquente pour susciter glissades et chutes dangereuses [1, 2]. Les mesures de prévention préconisées sont liées en priorité aux dispositions propres à prévenir la chute des polluants lubrifiants sur les sols, puis au nettoyage de ces sols.

Mais, dans certains secteurs d'activité tels que la plupart des industries agro-alimentaires, en particulier, dans les cuisines industrielles et les abattoirs, il n'est pas possible de maintenir un sol absolument exempt de liquide gras. La fréquence des glissades peut, dans ces cas, être réduite par le choix judicieux d'un sol et le port de chaussures antidérapantes.

Nous présentons ici l'étude d'un critère d'évaluation de la glissance des revêtements de sol. Elle est également l'occasion d'un rappel des normes françaises relatives à ce sujet et d'une présentation d'autres exigences propres au sol, qui contribuent à la prévention des chutes par glissades.

LA SITUATION NORMATIVE

Il existe deux normes AFNOR expérimentales [3, 4] pour la « détermination des propriétés antidérapantes des carreaux et dalles céramiques ». La première (P 61-515) s'applique aux « zones mouillées sur lesquelles on marche pieds nus » et la seconde (P 61-516) aux « pièces et zones de travail fortement exposées au risque de glissement », en raison de la présence de graisses ou d'huiles par exemple.

Toutes deux sont basées sur le même principe (fig. 1). Un échantillon du sol à éprouver étant incliné progressivement, il s'agit de repérer :

- soit l'angle limite α à partir duquel l'opérateur ne peut plus se maintenir sur le revêtement de sol sec puis mouillé (P 61-515),

- soit l'angle α correspondant au début de glissement d'un corps d'épreuve posé sur le revêtement de sol préalablement huilé (P 61-516).

La mesure de la tangente de l'angle α donne, soit le coefficient de frottement statique μ_s existant entre le revêtement huilé et l'élastomère avec relief placé sous le corps glissant (P 61-516), soit un angle traduisant l'estimation du sujet et vraisemblablement proche du coefficient statique de frottement entre le revêtement de sol sec ou mouillé et les pieds nus de l'opérateur (P 61-515).

Nous analysons dans le chapitre suivant les objections quant à la pertinence de ce critère pour traduire la sécurité.

LE CHOIX D'UN INDICE DE FROTTEMENT DYNAMIQUE

Il n'est pas possible de rassembler toutes les chutes par glissade dans une description simple et unique. La multiplicité des facteurs pouvant être à l'origine d'un tel accident rend chaque situation particulière et complexe [5]. Ces facteurs sont principalement liés à la chaussure portée, à l'état de surface du sol, au polluant qui le recouvre ainsi qu'à la dynamique des forces développées par l'homme qui évolue sur le sol. Il est cependant nécessaire de quantifier simplement la résistance au glissement offerte par une chaussure ou un revêtement de sol. Cette évaluation se fait à partir de la mesure d'un indice de frottement existant entre le sol ou la chaussure à tester et une contre-épreuve, dans des conditions bien spécifiées.

En partant de l'hypothèse qu'aucun mouvement relatif n'existe entre le pied et le sol durant la phase d'appui, pendant la marche normale, les premiers travaux des préventeurs ont concerné la mesure d'un indice de frottement statique mesuré au démarrage du mouvement relatif entre le sol ou la chaussure et la contre-épreuve [6]. En effet, maximiser le coefficient de frottement statique équivaut dans ce cas à minimiser la probabilité d'amorcer une glissade, mais cela ne présente aucune garantie d'empêcher la chute, dans le cas où une glissade surviendrait.

Dès 1969, l'INRS a montré la pertinence du coefficient de frottement dynamique (mesuré pendant le mouvement relatif), pour traduire la résistance au glissement offerte par une chaussure ou un revêtement de sol [7]. Pour parvenir à ce résultat, une démarche typiquement ergonomique a été mise en œuvre à l'occasion de l'étude de la glissance des chaussures de sécurité. Ont été analysées :

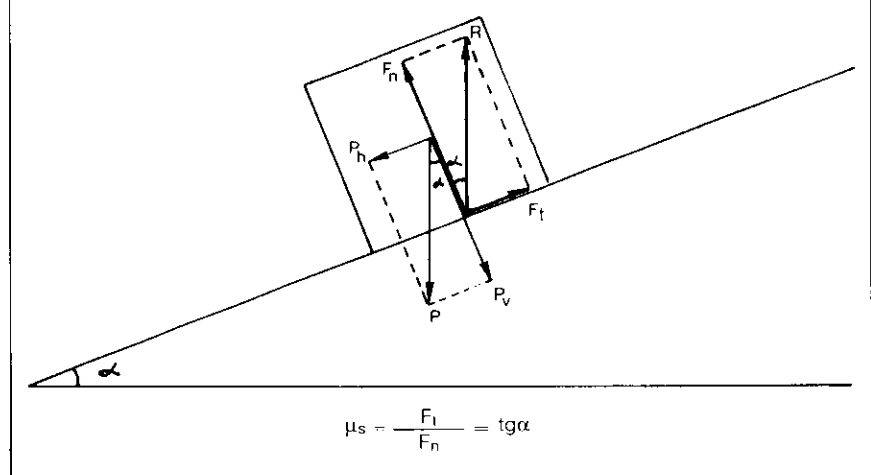
- la mesure des forces exercées par l'homme sur le sol durant des glissades expérimentales ;

- une modélisation mathématique simple du mécanisme de glissade ;

- des expériences subjectives visant à comparer et ordonner le risque réel de chute propre à chaque chaussure. La corrélation évaluée avec le coefficient p de Spearman entre ce classement subjectif et le classement issu de la mesure du coefficient dynamique pour un échantillon de 7 paires de chaussures de sécurité s'est établi à + 0,82.

Ces travaux expérimentaux ont permis de calculer également un indice de corrélation de (- 0,10) entre le classement subjectif et le classement issu de l'évaluation du coefficient de frottement statique, l'échantillon de chaussures considéré étant identique au précédent. Cela conforterait l'hypothèse selon laquelle le coefficient de frottement statique pourrait être anticorrélé avec la sécurité [7].

Fig. 1. Mesure du coefficient de frottement statique par la méthode du plan incliné - Measurement of the static friction coefficient



Cet indice dynamique a été validé de nouveau dans le cadre d'expérimentations effectuées sur des ensembles variés de chaussures, polluants et sols par Strandberg et Lanshammar [8]. Dans leur expérience, les sujets marchaient en ligne droite sur un sol plan, dans des conditions lubrifiées ou non. Ces auteurs ont enregistré des trajets ne comportant aucune glissade apparente et des trajets comportant des glissades suivies ou non de chutes. Toutefois, dans la plupart des enregistrements, il y a glissement du talon sur le sol au moment de l'attaque du talon ; ce mouvement n'étant pas systématiquement perçu par le sujet et intervenant même en l'absence de lubrifiant. Les expérimentations de ces scientifiques suédois constituent une preuve déterminante de l'importance du coefficient de frottement dynamique dans le déclenchement des glissades et des chutes.

La quasi-totalité des auteurs européens ou du continent américain ayant travaillé sur ce sujet estiment que l'indice de frottement dynamique à différentes vitesses est le plus pertinent. Ces auteurs sont cités par Skiba et coll. [9].

LA METHODE INRS POUR L'EVALUATION DE LA GLISSANCE DES SOLS

Travaux relatifs à la prévention des chutes par glissades

A la suite des recherches exposées au paragraphe précédent, l'INRS a défini une méthode expérimentale basée sur la mesure d'un indice de frottement dynamique, permettant d'évaluer la résistance au glissement des chaussures de sécurité [5, 10]. Cette méthode a été normalisée en France [11].

Des mesures systématiques de la résistance au glissement des chaussures et des bottes de sécurité ont fait l'objet de plusieurs publications comportant les références nominatives des produits [5, 12].

En ce qui concerne les sols, les premiers travaux, objets de la présente note, ont été effectués avec des échantillons de sols neufs. Ce choix était nécessaire afin de s'affranchir des multiples facteurs additionnels qui modulent les mesures sur sols réels.

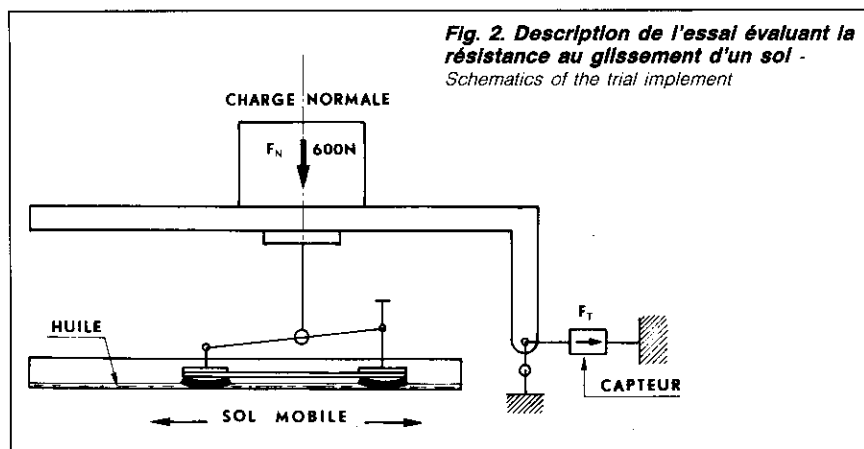


Fig. 2. Description de l'essai évaluant la résistance au glissement d'un sol - Schematics of the trial implement

Cette démarche répondait également au besoin le plus urgent qui est de pouvoir choisir, à l'occasion de travaux neufs ou de rénovation, une référence de sol en connaissance de son niveau de glissance.

L'INRS peut maintenant porter ses efforts sur la mesure de la glissance des sols en site réel, ce qui nécessite des techniques de mesure différentes. Les résultats en seront publiés ultérieurement.

Il faut également signaler des travaux concernant les caractéristiques mécaniques des élastomères et enfin des recherches sur la perception sensorielle du niveau de glissance.

Nécessité d'un critère représentatif et normalisable

Dans les entreprises à risque de glissance élevé, le caractère antidérapant du revêtement de sol doit être spécifié dans le cahier des charges. Par exemple, dans le secteur alimentaire, un compromis est difficile à réaliser entre l'état de surface du sol (lié à ses reliefs et à sa rugosité) qui est un facteur déterminant pour sa glissance, et la possibilité d'être correctement et facilement nettoyé qui conditionne l'hygiène du lieu. Or l'aspect d'un sol est parfois trompeur. Un revêtement parfaitement lisse et lubrifié n'est jamais antidérapant ; en revanche, un revêtement dont l'état de surface laisse préjuger une situation glissante peut présenter une bonne qualité antidérapante en présence de lubrifiant. Cela est généralement perçu au cours des essais subjectifs, lorsque les avis comparatifs des sujets sont recueillis. Il est donc nécessaire de quantifier cette propriété du sol.

De nombreux appareils permettent d'évaluer la glissance des sols ou des chaussures mais leurs résultats sont souvent contradictoires [13, 14].

L'INRS a donc défini un critère représentatif du caractère antiglissant d'un revêtement de sol, basé sur la mesure du coefficient de frottement dynamique et qui reproduit le classement établi par des sujets comparant un ensemble de sols deux à deux.

Description de la mesure

La méthode utilise l'appareil INRS normalisé par l'AFNOR pour la mesure de la glissance des chaussures et décrit par ailleurs [10]. L'essai est réalisé en présence de lubrifiant car les récits d'accidents par glissance mentionnent très souvent la présence d'un produit liquide entre la chaussure et le sol [1, 2]. D'autre part, les mesures de résistance au glissement de semelages en élastomère, pratiquées sur sol propre, sec ou mouillé, expriment des coefficients de frottement très supérieurs au rapport des forces exercées sur le sol durant la marche [8], donc le plus souvent incapables de provoquer une chute par glissance.

L'essai est effectué entre un modèle de semelle posé à plat et comportant deux patins en élastomère lissé de forme semicylindrique dont la dureté est de 80 degrés shore et un échantillon de 600 x 300 mm du revêtement de sol à tester (fig. 2). Les deux patins en élastomère ont une largeur de 60 mm et une longueur de 90 mm. Mais lorsqu'ils sont en place, la forme semicylindrique limite la zone de friction approximativement au tiers de la longueur de chaque patin. Ces caractéristiques

téristiques, et en particulier la forme semicylindrique, résultent d'un long travail d'optimisation qui est décrit au paragraphe suivant. Le modèle de semelle supporte une charge de 600 N et l'éprouvette de sol à tester, recouverte d'huile, est animée d'un mouvement dont la vitesse évolue de façon sinusoïdale avec le temps. Le coefficient de frottement dynamique μ_d est mesuré au moment où la vitesse atteint son maximum (0,2 m/s), en faisant le rapport entre le module de la force de frottement F_T , qui s'oppose au mouvement, et celui de la force F_N normale au plan de friction [$\mu_d = F_T/F_N$].

Mise au point et validation du critère

Plusieurs lots de sols ont été constitués, à la fois dans le but d'élaborer la méthodologie de mesure, et également d'informer les fabricants et les utilisateurs des performances de chaque type de produit.

Un échantillon de sols très divers comprenant :

- une tôle lisse en acier inoxydable,
- des carrelages en grès cérame lisse, rugueux ou comportant des reliefs géométriques,
- des élastomères lisses ou comportant des reliefs géométriques.

Les mesures pratiquées avec cet échantillon de 19 sols ont permis de mettre au point le modèle de semelle représenté sur la figure 2. Ce modèle est indispensable, car il n'est pas envisageable d'utiliser une chaussure commerciale en tant que contre-épreuve de référence : ces produits évoluent parfois en fonction de la date de production ; les gammes de fabrication sont renouvelées régulièrement.

Chaque sol a été testé avec trois chaussures et deux bottes, représentatives des produits présents sur le marché. Le même essai a été ensuite pratiqué avec plusieurs modèles de semelle traduisant des améliorations successives. Ces améliorations étaient jugées en calculant le coefficient de corrélation linéaire entre les coefficients moyens des cinq chaussures sur chaque sol et les coefficients obtenus avec le modèle de semelle. Pour celui qui a été retenu, cette corrélation (fig. 3) s'établit à 0,96.

Elle met en évidence une différenciation plus nette des sols dont le coeffi-

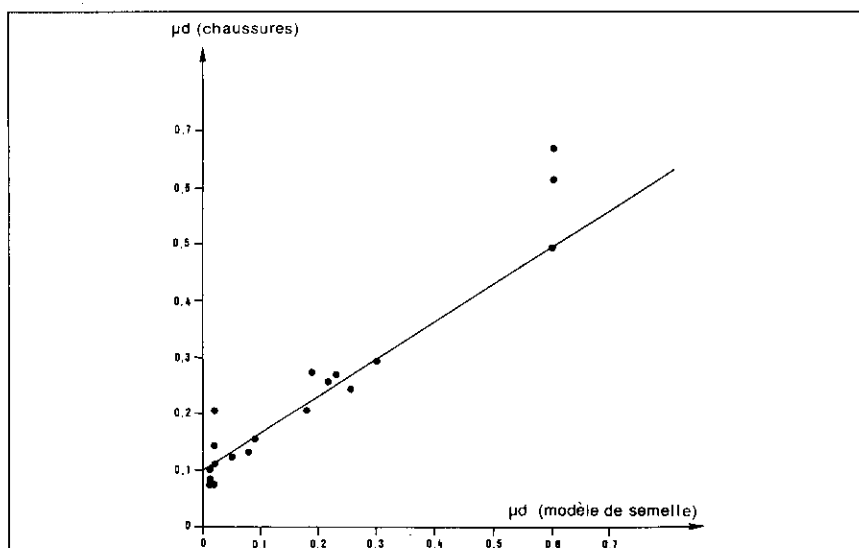


Fig. 3. Relation entre la moyenne des mesures de coefficients de frottement effectuées avec les cinq chaussures et la mesure du coefficient de frottement effectuée avec le modèle de semelle (mesures relatives à 19 sols). Coefficient de corrélation linéaire = 0,96 - Relationship between the mean value of the friction coefficients measured with the five shoes and the one measured with the test sole (on 19 different floors). Linear correlation coefficient = 0.96

cient de frottement est très faible ($< 0,05$) ou très élevé ($> 0,50$) lorsque les mesures sont effectuées au moyen des chaussures. Dans ce cas également, les coefficients de frottement des sols lisses ($\mu_d < 0,05$) sont plus élevés.

Ces différences s'expliquent :

- par les vibrations de l'ensemble du banc lorsque les coefficients de frottement sont supérieurs à 0,5 ; vibrations qui ne permettent pas de garantir la fiabilité de la valeur calculée dans ce cas ; il faut souligner que peu de revêtements atteignent ou dépassent 0,5 ;

- par le fait que les semelles des chaussures possèdent des reliefs que n'a pas le modèle de semelle ; ces reliefs contribuent en partie à la force de frottement présente entre le sol et la semelle. Moins sensible lorsque le sol est rugueux, l'absence de relief du modèle de semelle entraîne avec les sols lisses une lubrification très supérieure à celle qui existe avec les chaussures témoins, d'où des coefficients plus faibles et une mauvaise discrimination. Ceci n'est pas gênant, car il est suffisant de savoir que ces sols sont très glissants. Il est d'ailleurs utile de tenir compte des semelles lisses, non représentées dans l'échantillon.

Ces différences ne représentent nullement un obstacle à la validation de la

mesure. En effet, nous recherchons ici un classement correct des sols en fonction de leur glissance au moyen d'un critère permettant une mesure simple et reproductible. Etant données les classes de sols qui seront définies au paragraphe suivant (glissant, à faible glissance, antiglissant, très antiglissant), nous pouvons affirmer que la différence entre les coefficients de frottement mesurés avec le modèle de semelle et ceux mesurés avec un ensemble de chaussures ne modifie pas sensiblement le classement des revêtements de sols.

Sur le plan du mécanisme de la friction, des coefficients de l'ordre de 0,01 peuvent laisser supposer qu'il s'établit une lubrification mixte élastohydrodynamique [15]. Mais la sensibilité des chaînes de mesure, adaptée aux coefficients de 0,05 à 1, ne permet pas une analyse fiable de valeurs situées vers 0,01. En revanche, la comparaison des coefficients de friction et des rugosités respectives des sols permet quelquefois de mettre en évidence la relation de base des forces de friction :

$$F_{\text{totale}} = F_{\text{adhésion}} + F_{\text{déformation}} \quad [15]$$

et en particulier la diminution de la force d'adhésion provoquée par l'introduction du lubrifiant. Mais ceci fait l'objet d'autres mesures et d'autres analyses [16].

Un second échantillon de 16 sols rassemblant la tôle lisse de référence et un ensemble de sols adaptés au revêtement des cuisines industrielles, a fait l'objet de mesures de coefficients de frottement et également d'« essais subjectifs » qui seront décrits ultérieurement :

- carrelages de dimensions suffisamment importantes, pour éviter la présence de joints trop nombreux pouvant favoriser le développement bactérien ; ils sont lisses, rugueux ou présentent des reliefs géométriques ;
- résines lisses ou rugueuses ;
- une tôle lisse en acier inoxydable.

Ces sols huilés ont été comparés deux à deux par dix sujets. Les expériences ont été successivement pratiquées avec deux paires de chaussures différentes. Les plateaux des sols d'essai de 600 x 300 mm sont posés à terre côte à côte. Le sujet, assuré par un harnais de sécurité, éprouve un sol différent à chaque pied. Il est en effet indispensable d'effectuer une comparaison instantanée, car du fait des adaptations biomécaniques rapides, les informations sur la glissance sont très mal quantifiées par la mémoire. Le sujet a pour consigne d'évaluer le risque de chute et non une efficacité globale, qui laisserait trop de champ à son interprétation. Il doit autant que possible accélérer et freiner pour éprouver l'aptitude à récupérer l'équilibre après l'amorce de glissement. Pour éviter des distorsions de jugements qu'entraîneraient des expériences trop longues, seules cinquante des cent vingt combinaisons ont été éprouvées par chaque sujet. Le coefficient de corrélation de rang de Spearman, de 0,91 entre le classement des sols par la mesure physique et le classement moyen des sujets, montre que le critère d'évaluation traduit bien les avis des sujets.

Rappelons que l'étude des appréciations de la sécurité vis-à-vis du risque de chute par glissement ressentie par des sujets dans une situation expérimentale précise a été utilisée par l'INRS dès 1969 [7]. Elle a déjà permis de valider la mesure normalisée en France de la résistance au glissement des chaussures de sécurité [10]. Cette méthode est de plus en plus pratiquée par d'autres auteurs [17, 18].

Reproductibilité de la mesure

La multiplicité des facteurs parasites pouvant agir sur la mesure du coefficient de frottement fait que les me-

sure sont généralement assez dispersées et difficilement reproductibles. C'est par exemple, la variation de température, l'imprégnation de l'élastomère par l'huile, la dégradation de cet élastomère sur les rugosités du sol. Il est donc nécessaire d'évaluer cette dispersion.

Les coefficients de frottement d'un ensemble de 27 sols ont été mesurés durant une période de dix jours. Cinq mesures ont été réalisées sur chaque sol. La variation de la mesure autour de la moyenne est inférieure ou égale à 5 % pour 19 des 27 sols testés. Dans un seul cas, elle dépasse 10 %. Notre expérience des mesures pratiques de coefficients de frottement à l'état lubrifié nous permet d'estimer que cette dispersion est très admissible.

Limites de la méthode

L'évaluation de la glissance des sols a nécessité de considérer un modèle de semelle lisse et un polluant de référence ; l'un et l'autre sont représentatifs des situations où les risques de glissance sont les plus élevés. Le revêtement testé sera donc jugé par rapport aux situations industrielles

dans lesquelles le sol est recouvert d'un polluant liquide. Il n'est pas certain que ce choix soit optimum pour les situations particulières qui s'écarteraient beaucoup de ce contexte. De plus, même si le coefficient de frottement entre le sol lubrifié et la semelle est très important, la présence de produits lubrifiants en quantités excessives ou la présence de déchets solides glissants peuvent annihiler la protection initiale.

Par ailleurs, la mesure étant réalisée sur une éprouvette de sol fabriquée spécialement pour cet essai, elle traduit uniquement la valeur des revêtements de sols neufs. L'évolution de l'état de surface du sol, liée aux agressions mécaniques et chimiques qu'il subit, n'est donc pas prise en compte dans les résultats publiés ici.

CLASSIFICATION DES SOLS

La qualité antidérapante de nombreux revêtements de sol a été évaluée à l'INRS. Les mesures reportées dans le tableau I permettent d'établir une clas-

TABLEAU I

Classification des revêtements de sols - Classification of floor covering

Type de revêtement	Coefficient de frottement	Classe
Dalle de béton	0,61	Sols très antiglissants
Carrelage rugueux	0,49	
Carrelage rugueux	0,46	
Carrelage rugueux	0,45	
Mélange rugueux de ciment et de résine	0,43	
Carrelage à relief	0,41	
Carrelage à relief	0,39	Sols antiglissants
Résine rugueuse	0,39	
Carrelage à relief	0,37	
Carrelage rugueux	0,35	
Carrelage rugueux	0,34	
Carrelage à relief	0,34	
Carrelage à relief	0,33	
Résine rugueuse	0,31	
Résine rugueuse	0,30	Sols à faible glissance
Carrelage à relief	0,29	
Carrelage à relief	0,26	
Carrelage à relief	0,20	
Résine rugueuse	0,18	
Résine rugueuse	0,16	
Carrelage rugueux	0,15	Sols glissants
Elastomère à relief	0,15	
Elastomère à relief	0,13	
Elastomère à relief	0,11	
Elastomère lisse	0,10	
Carrelage rugueux	0,10	
Résine lisse	0,08	
Résine rugueuse	0,07	
Résine lisse	0,07	
Résine lisse	0,07	
Carrelage lisse	0,06	
Résine lisse	0,01	

sification des sols testés. Le sol est d'autant moins glissant que le coefficient de frottement est élevé. Pour les préventeurs, 0,30 paraît être le minimum acceptable [20, 21].

La figure 4 met en évidence la variété des états de surface rencontrés : soit le sol est parfaitement lisse, soit il comporte des particules rugueuses dont la géométrie et le nombre sont très diversifiés. Les carrelages ou élastomères possèdent éventuellement des reliefs à géométrie régulière. Les nombreuses caractéristiques d'un état de surface, qui sont susceptibles d'influencer la mesure du caractère antidérapant du revêtement (amplitude, forme, densité des particules rugueuses ou des motifs géométriques), ne permettent pas, au seul vu de la surface, de prédire la qualité antiglissante du revêtement. Il ressort néanmoins des essais qu'un sol parfaitement lisse n'est jamais antidérapant, mais dans le cas précis des carrelages lisses, le nombre important de joints imposé par les faibles dimensions des carreaux permet d'augmenter la résistance au glissement du revêtement et de freiner une glissade amorcée.

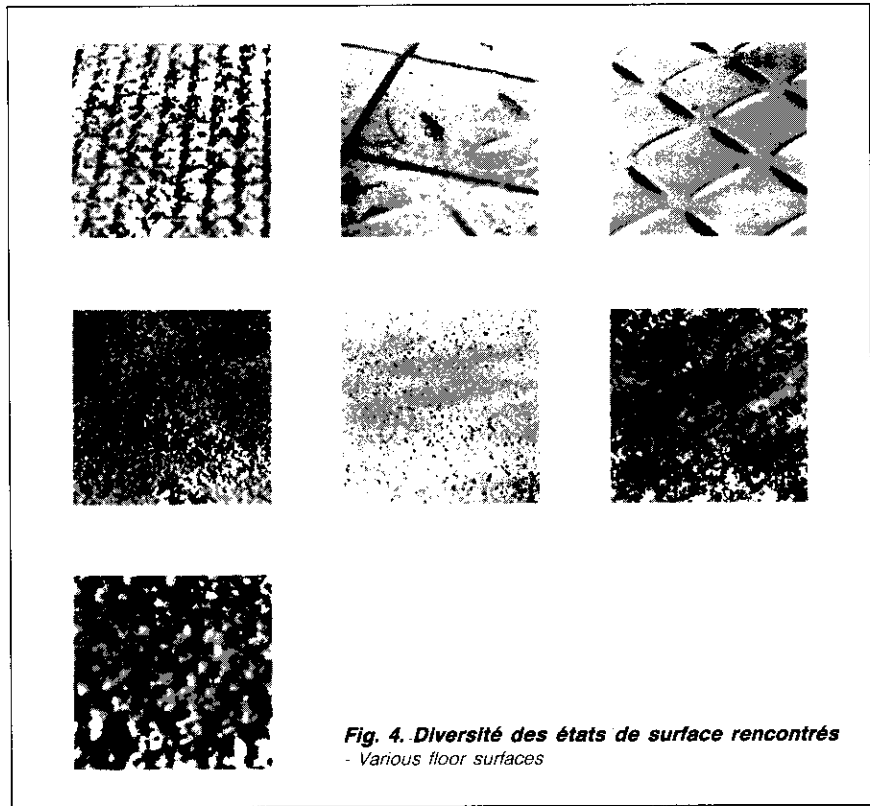


Fig. 4. Diversité des états de surface rencontrés
- Various floor surfaces

CHOIX D'UN REVETEMENT

ANTIDERAPANT :

UNE MESURE NECESSAIRE

MAIS NON SUFFISANTE

Pour limiter les chutes par glissade, il n'est pas suffisant de choisir un revêtement de sol dont le coefficient de frottement dynamique est maximum. Plusieurs dispositions ou précautions complémentaires sont à prendre.

1. Conformité du sol industriel à l'échantillon mesuré

Dans le cas des carrelages ou des revêtements préfabriqués tels que les élastomères, le critère mesuré sur échantillon de sol sera bien représentatif du caractère antiglissant du sol de l'atelier après la pose du revêtement. Mais dans le cas des sols en béton, des résines ou des peintures rugueuses, le coefficient prévu ne sera confirmé que si la réalisation du revêtement assure un état de surface identique à celui de l'échantillon de revêtement testé. Il peut être judicieux dans ce cas de référencer les produits

par des caractéristiques dimensionnelles de rugosité. Après sa définition, la normalisation d'un tel contrôle serait souhaitable.

2. Variabilité de la glissance des sols d'une entreprise

Il est important de s'assurer de l'uniformité des qualités antidérapantes du revêtement. En effet, dans les ateliers dont le sol est hautement glissant, le personnel évolue en étant conscient du risque ; il adapte sa démarche en la situant entre la marche normale et une sorte de « patinage ». En revanche, si une personne est surprise par une différence sensible de la glissance lorsqu'elle passe d'un sol antiglissant à un sol glissant, le risque de chute est notablement augmenté. Cette homogénéité des glissances, déjà conseillée par d'autres auteurs [22, 23], est à respecter notamment lors du choix d'un caillebotis recouvrant les rigoles d'évacuation des liquides, lors de la réfection d'une partie du sol ou lors du recouvrement

de certaines zones glissantes par des revêtements très antidérapants.

3. Mise en évidence des zones polluées

La couleur du sol choisie et son aptitude à changer nettement d'aspect en présence d'un liquide lubrifiant permettent de détecter plus sûrement les zones limitées que ces lubrifiants pourraient rendre très glissantes.

CONCLUSION

La mesure du coefficient de frottement qui vient d'être décrite présente toutes les propriétés d'un critère normalisable : elle est effectuée sur une éprouvette de sol bien définie, elle est simple et reproductible et elle a été validée. L'application de cette méthode n'est pas limitée aux carrelages ou dalles. Mais dans le cas des

résines et des peintures chargées d'abrasifs, il faut que les sols réalisés industriellement respectent strictement les règles de préparation et d'application pour retrouver le même état de surface et donc le même coefficient de frottement que sur l'échantillon éprouvé.

Cette mesure contribue à la prévention des chutes par glissade dans les locaux industriels. Elle est surtout utile dans le cas où des travaux d'installation ou de réfection des sols sont envisagés.

D'autres perspectives prolongent cet axe de recherche : par exemple, des mesures en entreprise au moyen d'un appareil portable fournissant une information similaire à celle de l'essai qui vient d'être présenté. Il sera alors possible de prendre en compte l'usure des reliefs du sol, et des lubrifications complexes difficilement reproductibles en laboratoire. Cela permettra également de mettre en relation les coefficients de frottement mesurés en site réel avec les accidents enregistrés et les doléances exprimées. C'est l'un des projets actuels du laboratoire de l'INRS spécialisé dans l'étude des accidents dus aux glissades.

Une liste des revêtements de sols ayant fait l'objet de mesures de glissance à l'INRS et satisfaisant à d'autres exigences des industries de l'alimentation a été publiée dans des guides professionnels réalisés par M. Godefroy de la CNAM [20-21]. Cette liste est régulièrement mise à jour ; le lecteur pourra l'obtenir sur simple demande auprès du responsable de la prévention dans les industries de l'alimentation :
Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés
Monsieur Jean-Paul LIOT
Direction de la prévention et des risques professionnels
Tour Montparnasse
33, Avenue du Maine
B.P. 07
75755 Paris cedex 15
Tél. (1) 45.38.60.02
Télécopie (1) 45.38.60.04

Bibliographie

1. Les accidents de plain-pied dans les usines de fabrication du papier. *Travail et Sécurité*, mai 1972, pp. 281-285.
2. Les accidents de plain-pied dans les professions de l'industrie chimique. *Travail et Sécurité*, mai 1969, pp. 273-280.
3. P 61-515 - Carreaux et dalles céramiques : détermination des propriétés antidérapantes. Zones mouillées sur lesquelles on marche pieds nus. Paris - La Défense, AFNOR, déc. 1983, 3p. (*norme expérimentale*).
4. P 61-516 - Carreaux et dalles céramiques : détermination des propriétés antidérapantes. Pièces et zones de travail fortement exposées au risque de glissement. Paris - La Défense, AFNOR, déc. 1983, 6 p. (*norme expérimentale*).
5. TISSERAND M. - Adhérence des semelles des chaussures d'atelier. *Travail et Sécurité*, avril 1977, pp. 180-185.
6. EKKEBUS C.F., KILLEY W. - Measurement of safe walkway surfaces. *Soap, Cosmetics, Chemical Specialties*, fév. 1973, pp. 40-45.
7. TISSERAND M. - Critères d'adhérence des semelles de sécurité. Vandœuvre-lès-Nancy, INRS, Rapport d'étude, 1969.
8. STRANDBERG L., LANSHAMMAR H. - The dynamics of slipping accidents. *Journal of Occupational Accidents*, 1981, 3, pp. 153-162.
9. SKIBA R., KUSCHEFSKI A., CZIUK N. - Entwicklung eines normgerechten Prüfverfahrens zur Ermittlung der Gleitsicherheit von Schuhsohlen. *Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz*, 1987, Fb Nr 526.
10. TISSERAND M. - Progress in the prevention of falls caused by slipping. *Ergonomics*, 1985, 28, 1, pp. 1027-1042.
11. NF S 73-010 - Bottes et chaussures de sécurité. Spécifications et essais. Paris - La Défense, AFNOR, 1984, 34 p. (*norme homologuée*).
12. TISSERAND M., SAULNIER H. - Résistance des bottes au glissement. Bottes en élastomère utilisées dans les industries de l'alimentation. *Travail et Sécurité*, déc. 1987, pp. 641-644.
13. ANDRES O.A., CHAFFIN D.B. - Ergonomic analysis of slip resistance measurement devices. *Ergonomics*, 1985, 28, 7, pp. 641-644.
14. STRANDBERG L. - The effect of conditions underfoot on falling and overexertion accidents. *Ergonomics*, 1985, 28, 1, pp. 131-147.
15. MOORE D.F. - Friction and lubrication of elastomers. Oxford, Pergamon Press, 1972.
16. LECLERCQ S., TISSERAND M., SAULNIER H. - Tribological concepts involved in slipping accident analysis. In : Proceedings 4th International Conference on Slipping, Tripping and Falling Accidents, Londres, 1991.
17. NAGATA H. - The methodology of insuring the validity of a slip resistance meter. ISO TC 94/SC 3 WG 1. In : Slip resistance meeting, Saint-Hippolyte-du-Fort, France, 1987.
18. HARRIS G.W., SHAW S.R. - Slip resistance of floors : users' opinions. Tortus instrument readings and roughness measurement. *Journal of Occupational Accidents*, 1988, 9, pp. 287-298.
19. GODEFROY M. - Guide professionnel de la restauration. Paris, Lanore, 1985.
20. GODEFROY M. - Guide professionnel de l'abattage des animaux de boucherie. Paris, Lanore, 1986.
21. GODEFROY M. - Guide professionnel du découpage et du desossage. Paris, Lanore, 1987.
22. Merkblatt Keramische Bodenbeläge für Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit erhöhter Rutschgefahr. Cologne, Carl Heymanns Verlag, 1979, ZH 1/571.
23. PATER R. - How to reduce falling injuries. *National Safety and Health News*, oct. 1985, pp. 87-91.

Reçu en décembre 1990, accepté en juillet 1991 ■

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SÉCURITÉ
30, rue Olivier-Noyer, 75680 Paris cedex 14

Tiré à part des Cahiers de notes documentaires, 4^e trimestre 1991, n° 145 - ND 1853 - N° CPPAP 804 AD/PC/DC du 14-03-85
Directeur de la publication : D. MOYEN - 3^e éd. Octobre 1994 - Imprimerie CHIRAT N° 2307
ISSN 0007-9952 - ISBN 2-7389-0146-8
