

**PLAN D'APPUI SCIENTIFIQUE A UNE POLITIQUE DE
DEVELOPPEMENT DURABLE**

Appui scientifique à la recherche prénormative dans le secteur alimentaire dans un contexte de développement durable

- Projet pilote -

*Méthode de mesure du scuffing sur
verre d'emballage consigné*

Résumé

Contrat de recherche N° NP/D1/O28

**SSTC SERVICES DU PREMIER MINISTRE
AFFAIRES SCIENTIFIQUES TECHNIQUES
ET CULTURELLES**

INSTITUT SCIENTIFIQUE DU VERRE a.s.b.l.

Mars 2000

METHODE DE MESURE DU SCUFFING SUR VERRE D'EMBALLAGE CONSIGNE

RESUME

Suivant la volonté européenne (directive 94/62/CE) de promouvoir le verre d'emballage réutilisé, un pourcentage toujours croissant de bouteilles en verre sont consignées sur le marché de l'Europe du Nord. Autrement dit, les bouteilles sont de plus en plus prises en charge par l'embouteilleur après utilisation. Celui-ci procède alors au lavage des bouteilles, à leur remplissage, leur étiquetage et leur stockage. Les bouteilles sont ensuite remises en circuit pour un nouveau cycle d'utilisation.

Le verre qui constitue ces bouteilles étant un matériau fragile, sa résistance mécanique potentiellement très élevée est altérée par la présence de défauts, qui sont rares dans la masse du verre mais fréquents à sa surface. Il est donc primordial de protéger ou renforcer la surface du verre grâce à un ou plusieurs films composés d'oxydes métalliques ou de molécules organiques. Cependant, suite aux manipulations et au lavage des bouteilles, il apparaît des marques blanchâtres superficielles, essentiellement aux différents points de contact des bouteilles, appelées «scuffing» dans le jargon des verriers et embouteilleurs. Ces marques modifient non seulement la résistance mécanique du verre mais surtout sa transparence et son aspect esthétique.

Le présent projet a pour objet la mise au point d'une méthode et d'un appareil de mesure pour quantifier le scuffing. L'intérêt d'une telle méthode repose sur les avantages suivants :

- avoir la possibilité de définir un *seuil tolérable* de scuffing
- disposer d'un moyen de déterminer le *taux de scuffing généré* par une ligne d'embouteillage
- pouvoir mettre au point et contrôler l'efficacité de nouveaux moyens visant à *combattre* le phénomène de scuffing

Pour aborder cette étude, une analyse préalable sur le problème et l'origine du scuffing a été effectuée sur base d'informations bibliographiques. Ensuite un examen critique des méthodes potentiellement utilisables pour quantifier le scuffing a conduit à la sélection d'un principe de mesure exploité pour la conception du prototype. Des tests et étalonnages ont été menés afin de valider le prototype mis au point.

CHOIX DE LA METHODE ET CONCEPTION DU PROTOTYPE

Il est admis par les experts en la matière que la génération du scuffing est causée par la combinaison de dommages de nature chimique et mécanique occasionnés à la surface du verre. Le scuffing n'est pas une grandeur physique. Il faut donc identifier les manifestations qui le caractérisent et trouver le moyen de mesurer ces manifestations. Plusieurs techniques peuvent être envisagées pour quantifier une altération de l'état de surface du verre telle que le scuffing: évaluation visuelle, mesure de la perte en poids, de la rugosité, de la transmission ou de la réflexion diffuse. Toutes ces méthodes ont des avantages et des inconvénients qui ont été étudiés. La mesure de la réflexion diffuse nous a semblé être la méthode qui rencontrait au mieux les suggestions de l'appareil à

concevoir, autrement dit permettre une mesure directe, précise et rapide du scuffing indépendamment de l'influence de paramètres extérieurs.

Le principe de base de l'instrument développé par l'InV, "le scuffmètre", consiste à envoyer une source de lumière sur la paroi latérale de la bouteille. La direction du rayon lumineux est différente de la normale afin de pouvoir distinguer la réflexion normale de la réflexion due aux défauts de surface de la bouteille analysée. Les renseignements réceptionnés par le capteur sont envoyés vers un automate programmable et traités par des logiciels pour construire la cartographie de l'état de surface des bouteilles. On transforme cette information en taux de scuffing qui correspond au rapport du nombre de réponses positives (= nombre de défauts ou scuffs) sur le nombre total de mesures effectuées.

Le capteur sélectionné est un capteur photoélectrique digital simple et peu coûteux fonctionnant en mode « tout ou rien » par rapport à un seuil réglable de lumière réfléchi par diffusion. Ce capteur est compris dans une cellule où se trouve également l'émetteur (faisceau lumineux de diamètre constant). La cellule entraînée par un moteur pas à pas se déplace le long d'un axe vertical. La bouteille est maintenue grâce à un système de préemption mécanique de type AGR (American Glass Research, Inc.) réglable manuellement et sa rotation est commandée par un automate. La mesure se fait initialement dans le bas de la bouteille sur toute la périphérie et après chaque tour la cellule monte d'un pas. Les données de type binaire (absence ou présence de défaut) sont acquises jusqu'à l'épaulement de la bouteille.

ESSAIS ET RESULTATS

Des essais ont permis de sélectionner la meilleure position du capteur (distance capteur-bouteille 22mm, inclinaison par rapport à la normale 17°) compte tenu de la géométrie de la bouteille.

Validation

Afin de valider notre méthode, des mesures ont été réalisées sur 10 bouteilles récupérées sur une ligne de lavage, préalablement mesurées par une méthode établie par le TNO. On obtient une décroissance presque linéaire des valeurs du taux de scuffing en fonction du taux d'usure et correspondant bien à la mesure faite par le TNO (tableau 1).

De plus, lorsque l'on mesure uniquement le scuffing sur les anneaux supérieur et inférieur du corps de la bouteille (parties les plus abîmées), on constate que la courbe a la même allure que celle obtenue précédemment. Il est donc possible, si nécessaire, d'optimiser la mesure des zones scuffées sur les bouteilles. En effet, l'analyse seule des deux zones (inférieure et supérieure) les plus scuffées réduirait fortement le temps de mesure par bouteille, facteur non négligeable dans l'optique d'une valorisation du scuffmètre pour des mesures de contrôle en ligne.

Tableau 1 : comparaison des mesures en mV réalisées par le TNO et les mesures obtenues avec le prototype.

Etalon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Méthode de mesure du scuffing sur verre d'emballage consigné

mV (TNO)	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100
intensité	fort				moyen		faible			
taux scuf	0.399	0.322	0.318	0.298	0.209	0.131	0.126	0.069	0.019	0.042
nb scuffs	3192	2577	2540	2380	1669	1047	1006	555	157	334

D'autre part, deux séries d'échantillons ayant subi 0, 5, 10, 15 et 20 cycles standard d'usure ont été analysées. Bien que ces essais aient été réalisés avec un nombre restreint d'échantillons, ils confirment la validité des choix techniques. En effet :

- Une très nette distinction est obtenue entre les mesures correspondant à un nombre différent de cycles d'usure.
- La dispersion des résultats est faible (petit écart-type).
- Le niveau de scuffing devient relativement important après 10 cycles (ce qui recoupe les résultats relatifs correspondant à l'analyse visuelle).
- Le niveau de bruit, représentatif de l'influence d'autres défauts que le scuffing (pour 0 cycle d'usure), est assez faible.
- L'erreur maximale obtenue sur une même bouteille est inférieure à 5% ce qui est tout à fait compatible avec une bonne reproductibilité.

Relation scuffing-résistance mécanique

Les embouteilleurs souhaitent connaître la relation qui existe entre le taux de scuffing des bouteilles consignées et leur résistance mécanique. Pour cela, des bouteilles VGF de type APO 25 cl brunes à des stades d'usure différents ont été utilisées.

Le taux de scuffing est mesuré avant que les bouteilles ne subissent un test destructif de résistance à la pression interne. Pour indication, des bouteilles neuves ont résisté à une pression interne de 40 psi (pound per square inch). Lorsque les bouteilles sont simplement cognées les unes contre les autres, la résistance reste maximale. Par contre, lorsque les bouteilles sont griffées, leur résistance à la pression interne chute considérablement pour atteindre des valeurs comprises entre 26 et 37 psi. A fortiori, lorsqu'elles ont subi plusieurs cycles de lavage-usure, leur résistance peut chuter jusqu'à 20 psi.

Ces tests montrent que les traitements de surface des bouteilles consignées sont d'excellents protecteurs de la surface du verre et de la résistance de l'emballage. Une simple griffe détruisant les traitements de surface fragilise fortement la bouteille et diminue drastiquement sa résistance à la pression interne, ce qui peut causer de graves dégâts sur les lignes d'embouteillage. Cette simple griffe est le point de départ du phénomène de scuffing car elle permet aux solutions de lavage d'atteindre la surface du verre qui n'est alors plus protégée.

Etablissement de séries d'étalons

Deux lots de 10 bouteilles ont été constitués pour servir d'étalons, d'une part pour calibrer l'appareil, et d'autre part pour pouvoir déterminer, en concertation avec les partenaires économiques, le taux de scuffing à partir duquel une bouteille n'est plus

esthétiquement acceptable pour l'embouteilleur comme pour le client. Deux types de bouteilles très utilisées en Belgique ont été choisis: APO 25 cl brune et Spadel 20 cl incolore. Les bouteilles ont été scuffées selon des cycles de lavage-usure. On obtient ainsi une courbe d'étalonnage régulière, qui permettra en outre de définir un taux de scuffing limite. Ce type d'étalonnage peut être reproduit facilement pour tout autre type de bouteille qu'il faudrait examiner.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le scuffmeter conçu et utilisé actuellement à l'InV est un prototype de laboratoire qui nécessite encore quelques améliorations techniques pour répondre aux exigences d'une utilisation sur ligne de production. Les prochains développements concerneront entre autres la réduction du temps de mesure et la programmation d'un traitement statistique automatique des résultats.