

Etats de surface des biomatériaux de restauration polies après usage du spray au bicarbonate de sodium: microscopie électronique à balayage

M. KULIRALO⁽¹⁾, N. DOUROV⁽²⁾

(1) *Laboratoire de 2e et 3e licences en science dentaire, Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles.*

(2) *Laboratoire d'Anatomie Pathologique et de Microscopie Electronique, Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles.*

RÉSUMÉ

Les effets du spray au bicarbonate de sodium sur le microrelief des surfaces polies des biomatériaux de restauration ont été examinés par microscopie électronique à balayage, par rugosimétrie et profilographie. Des altérations diverses du microrelief, du profil de surface ainsi qu'une rugosité accrue indiquent un repolissage des composites et un lustrage des amalgames et des alliages précieux après utilisation de ce spray. Les surfaces de céramique et d'alliage non-précieux ne sont pas affectées par ce procédé.

MOTS-CLÉS:

Etats de surface, matériaux de restauration, spray abrasif.

SUMMARY

The effects of an air-abrasive system on polished surfaces of restorative materials have been studied using scanning electron microscopy, metrology and profilography. Polished surfaces of composite resin, of amalgam and gold alloy show different alteration types in microtopography, in profile tracings and significant increased surface roughness after air-abrasive spraying; but ceramic and non-precious alloy surfaces are not affected. The composite resin surfaces should be repolished and amalgam and gold alloy surfaces made glossy after use of an air-abrasive system.

KEY WORDS:

Surface condition, restorative materials, air-abrasive system.

INTRODUCTION

Le spray au bicarbonate de sodium est actuellement bien connu de la profession odontologique pour son efficacité à enlever la plaque dentaire (Willmann et coll. 1980, Vanden Velde et coll. 1982, Atkinson et coll. 1984, Weeks et coll. 1984, Marumo et coll. 1985) et à nettoyer les zones inaccessibles (puits et fissures...) (Marumo et coll. 1985, Garcia - Gody et Medlock 1988). Au cours de son utilisation en bouche, il présente un pouvoir abrasif qui érode le ciment (Atkinson et coll. 1984) et la dentine (Van den Velde et coll. 1982, Marumo et coll. 1985) et qui altère le microrelief de surface de l'émail (Willmann

et coll. 1980, Kuliralo & Dourov, 1986). Cependant, en ce qui concerne ses effets sur les surfaces des restaurations, peu de données existent dans la littérature, en particulier, l'allure morphologique du micro relief des surfaces résultant de l'utilisation du spray n'est pas montré. Castagnola et coll. (1983) ont observé les effets sur les composites et un amalgame mais n'ont pas étudié les effets sur les biomatériaux de prothèse. Lubow et coll. (1986) ont mesuré la rugosité de surfaces des biomatériaux de restauration après utilisation du spray sans montrer l'allure morphologique de ces surfaces. Marumo et coll. (1985)

ont réalisé une étude clinique sans détails du microrelief des surfaces. Cette étude a pour but de montrer l'apparence du microrelief, du profil géométrique et la rugosité des surfaces des biomatériaux de restauration résultant de l'utilisation du spray au bicarbonate de sodium.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quatre échantillons de chaque biomatériau ont été préparés selon les dimensions 1.5 cm x 3 cm et polies en surface d'après les méthodes reprises dans le tableau I. Leur surface polie a été isolée partiellement par du papier adhésif avant d'être soumise au spray au bicarbonate de sodium grâce à un appareil «QUICK JET».

Les paramètres de surfaçage ont été les suivantes: temps chronométré à 15, 30, 60 secondes, pression du spray à 2.5 atm, distance du spray à la surface: 4 mm, angle spray/surface: 60°. Ensuite, le papier adhésif a été retiré et les surfaces ont été métallisées à l'or-palladium.

L'examen des surfaces au microscope électronique à balayage (type JEOL 50A) a été effectué sous une tension de 15 kv et les photos ont été prises aux agrandissements de 1000 x et 2000 x.

Les mesures métrologiques ont été effectuées sur un rugosimètre bidimensionnelle (type SURTRONIC 3, Rank Taylor Hobson, UK) couplé à un profilomètre. Les portions traitées et non traitées ont été soumises tour à tour à 15 mesures de rugosité arithmétique (Ra) dans les 3 directions (longueur, largeur, diagonale) à un cut-off de 0.25 mm sur un parcours de 1.75 mm. Les tracés profilométriques ont été imprimés à la rugosité la plus rapprochée de la moyenne des 15 mesures aux amplifications horizontales de 20 à 100 x et verticales de 2000 à 5000 x. Une analyse statistique de la variance effectuée à $p < 0.001$ a permis de comparer l'influence du temps d'exposition des surfaces au spray abrasif.

RÉSULTATS

Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 montrent respectivement le microrelief des surfaces de composite, d'amalgame, d'alliage non-précieux, d'alliage précieux et de céramique avant et après application du spray.

Sur la figure 1a, la portion gauche G est lisse et la portion droite D présente une usure marquée dont les détails du microrelief sont agrandis à la partie b de la figure 1. Les surfaces non-traitées (aG, C) sont lisses tandis que le passage du temps d'application du spray de 15 sec (1b) à 30 sec (1d) rend les charges encore plus apparentes sans les abraser.

Sur la figure 2a, la surface lisse d'un amalgame poli présente des phases bien délimitées mais dont les contours deviennent moins marqués sur les surfaces traitées durant 30 sec (fig. 2b) et s'effacent sur les surfaces après 60 secondes (fig. 2c). Des débris ou éclats de poudre sont parfois visibles à la surface (fig. 2c).

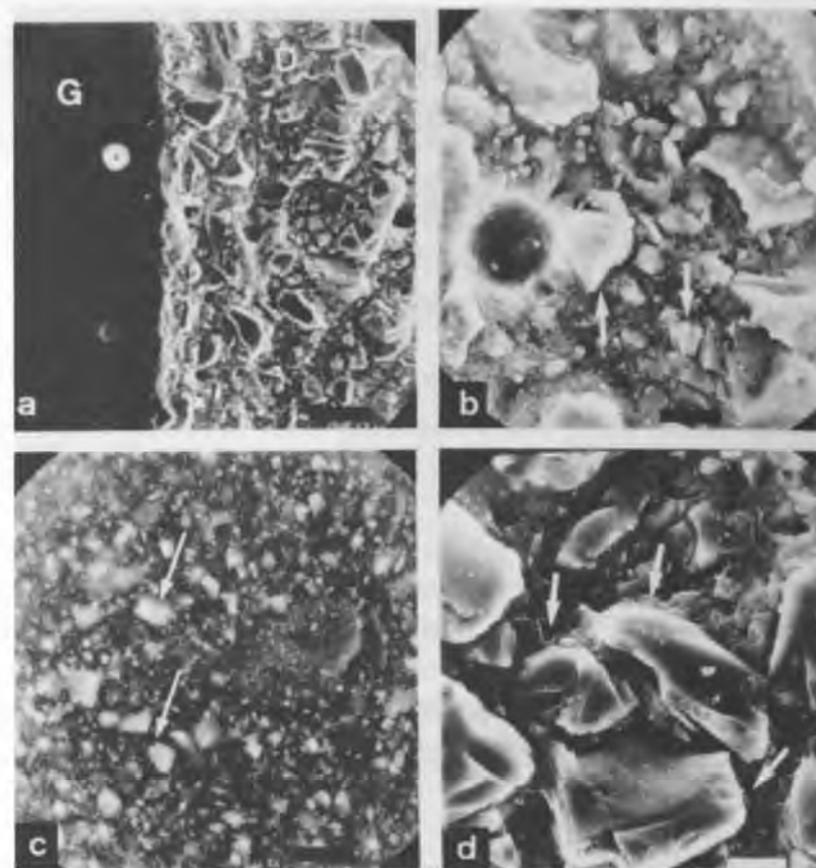


Fig. 1: Effets du spray abrasif sur le composite poli:

(a): effet du spray de bicarbonate de sodium sur la surface du composite après une durée de 15 secondes d'application – A gauche, partie polymérisée contre la matrice (G); – A droite, portion rugueuse après traitement (D) (barre = 63 μm).

(b): le microrelief des charges de différentes dimensions est apparent (flèches) (barre = 13 μm).

(c): surface lisse (G) de la figure (la partie gauche): on devine la présence des charges englobées dans la matrice du composite (flèches) (barre = 13 μm).

(d): influence de la durée d'application du spray sur le microrelief de surface du composite après 30 secondes: usure prononcée de la phase matrice et protrusion plus importante des charges. Les charges de petites dimensions sont dénudées complètement et décollées de la matrice. (barre = 13 μm).

Fig. 1: Effect of an air-powder abrasive on polished surface of composite resin.

(a): after use during 15 sec.

left side (G) shows a smooth surface hardened against a band matrix;

right-side (D) shows a rough surface after use of an air-abrasive system (bar = 63 μm); (b): the charge particles point out from the surface (arrows) (bar = 13 μm);

(c): the charge particles lie underneath the smooth surface and they are included in the resin matrix (arrows);

(d): the influence of the time of an air-abrasive system use during 30 sec. on composite resin: the resin matrix is worn and charge particles protrude from the surface. Some charge particles of small particles are completely stripped and loosen (bar = 13 μm).

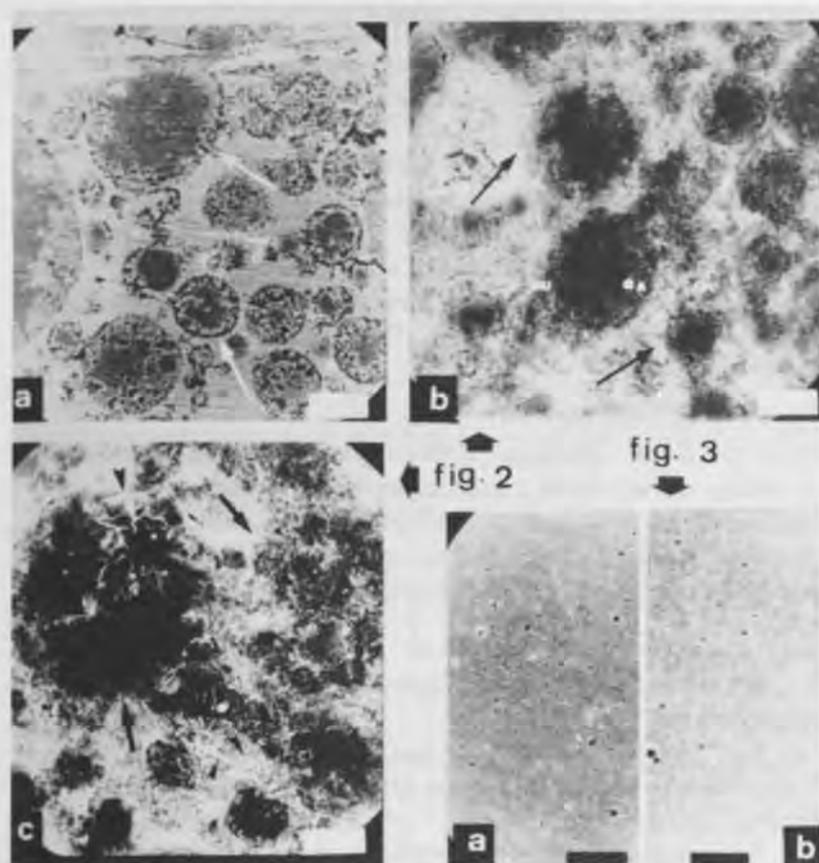


Fig. 2 et 3: Effets du spray abrasif sur l'amalgame et l'alliage non-précieux:

Fig. 2: sur l'amalgame:

- a) surface lisse de l'amalgame Valiant poli par des pointes silicones de Shofu: la configuration des phases est bien visible (flèches) (barre - 13 µm).
- b) surface de l'amalgame Valiant poli et traité au spray pendant 30 secondes: aspect dépoli de la surface; les contours des phases sont estompés (flèches) (barre = 13 µm).
- c) surface d'un amalgame traité au spray pendant 60 secondes: les contours des phases sont encore plus estompés et on observe la présence de fins éclats accolés (tête de flèche) à la surface (barre = 13 µm).

Fig. 3: sur l'alliage non-précieux:

- a) surface de l'alliage NHA polie au laboratoire (barre = 13 m);
- b) surface de l'alliage NHA polie et traitée pendant 30 secondes de traitement de surface: pas de modifications décelables sur la surface après usage du spray (barre = 13 µm).

Fig. 2, 3: Effects of an air-abrasive system on amalgam and non-precious alloys.

Fig. 2: On an amalgam surface:

- (a): smooth surface of Valiant amalgam type which has polished by Shofu stones: amalgam phases are well-shaped (arrows) (bar = 13 µm);
- (b): Valiant type amalgam which surface was subjected to an air-abrasive system during 30 sec: the surface is dull and the outline of phases is worn off (bar = 13 µm);
- (c): Amalgam surface which result from use of air-abrasive during 60 sec: the outline of phases is completely worn off (arrows). Some cluster of small powder particles (arrow heads) can be observed (bar = 13 µm)

Fig. 3: On an no-precious alloy (type NHA).

- (a): No-precious alloy surface polished in the laboratory (barre = 13 µm);
- and (b): The same surface as in (a) but that has been subjected to an air-abrasive system during 30 sec: no surface changes are observed.

L'alliage non-précieux poli (fig. 3a) garde sa surface intacte après le traitement par spray pendant 60 secondes (fig. 3b). Sur la surface d'or poli (fig.4a), le traitement au spray fait apparaître après 30 sec (fig.4b) de fines depressions arrondies ou linéaires qui sont plus marquées après 60 sec (fig. 4c). Sur la surface de la céramique finie et glacée (fig. 5a), il n'y a pas de changements décelables après 30 sec (fig.5b), ni même après 60 sec (fig. 5c) excepté la présence de quelques bulles dues à la condensation de la céramique lors de la cuisson.

TABLEAU I:

Matériaux et résumé des techniques de préparation des surfaces. Summary of the polishing techniques of different restorative materials.

Matériau	Marque, fabricant	Technique de préparation
Composite	Addent, KENT, RFA	polymérisation contre une matrice plastique
Amalgame	Valiant (CAULK), Delaware DETREY - Suisse/ lot n° VI 082981.81/10	polissage par le Kit Shofu
Alliage d'or type II, III	Modulator, Biel-Bienne Suisse	meulettes COMO Italy
Céramique	VITA, Bad-Sackingen/ RFA	finissage-glaçage au Labo Gérard
Alliage NHA non-précieux	Heranium NA, Heraus Cie HANAN - RFA	polissage - Laboratoire Gérard

Le graphique de la figure 6 et le tableau II illustrent l'influence du temps d'application du spray sur la rugosité arithmétique (Ra) des surfaces des biomatériaux de restauration. L'influence du temps est très importante en présence des composites, mais reste modérée pour l'amalgame et peu marquée pour l'alliage précieux.

Elle se manifeste sur les biomatériaux après 30 sec d'utilisation du spray à l'exception du composite où le spray montre ses effets dès les premières secondes. Le temps d'exposition au spray n'influence pas les surfaces de l'alliage non-précieux ni celles de la céramique finie-glacée.

La figure 7 représente l'allure des tracés profilométriques des surfaces des biomatériaux de restauration avant (a) et après (b) application du spray durant 15 sec pour les composites et 30 sec pour les autres. Les profils confirment les altérations du microrelief observées en microscopie électronique: les écarts ou défauts de profil sont plus importants pour le composite, modérés pour l'amalgame et peu marqués pour l'alliage précieux.

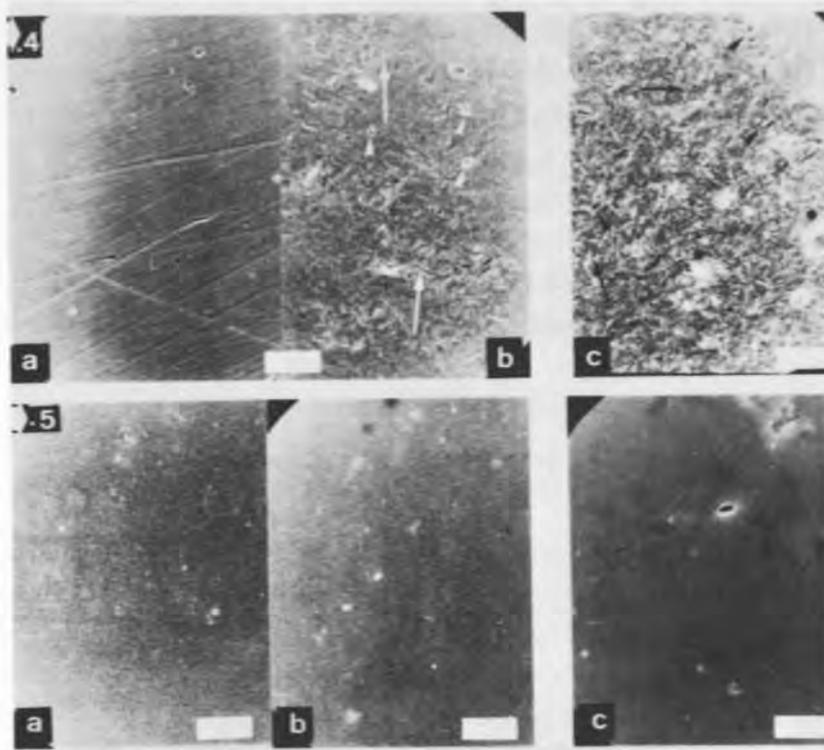


Fig. 4 et 5: Effets du spray abrasif sur les alliages précieux et les céramiques.

Fig. 4 and 5: Effects of an air-abrasive system on gold alloys and ceramics.

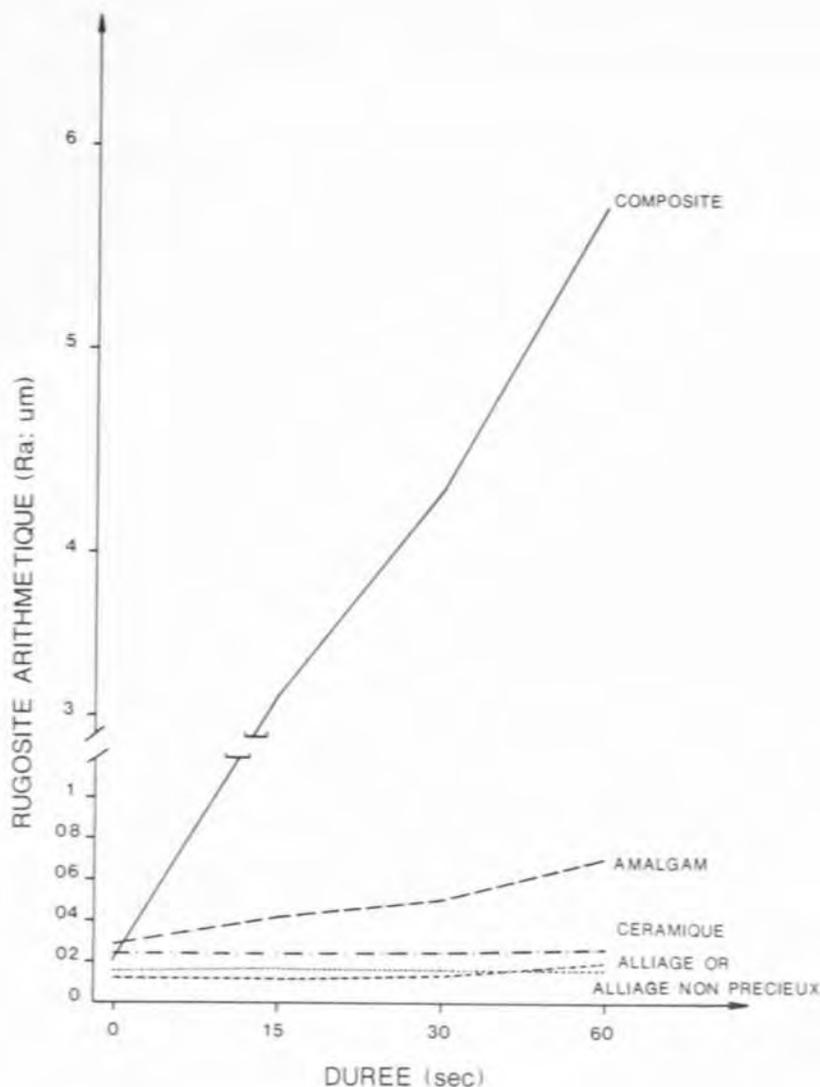


Fig. 4: sur les alliages précieux (I, II et III):
 a) alliage d'or poli par les meulettes Sauvenière durant 3 minutes: la surface est lisse exception faite de quelques stries de polissage (têtes de flèches) (barre = 13 μm);
 b) même surface traitée par le spray pendant 15 secondes: apparition de fines dépressions linéaires (flèches) ou arrondies (tête de flèche) (barre = 13 μm);
 c) surface d'alliage précieux (or) après 90 secondes de traitement: les dépressions linéaires (flèches) et arrondies (tête de flèche) sont mieux marquées. Présence de plusieurs éclats (barre = 13 μm).

Fig. 5: les céramiques:
 a) surface d'une céramique finie et glacée (barre = 13 μm);
 b) même surface après 15 secondes de traitement de surface: le caractère lisse de la surface n'est pas modifié (barre = 13 μm);
 c) même surface (a) après 60 secondes d'application du spray: pas de modifications significativement décelables (barre = 13 μm).

Fig. 4: On gold alloys surfaces (types II, III). (original magnification X 200).
 (a): gold alloy (III) polished by Sauvenière rubber wheels during 3 min: smooth surface with some small scratches is obtained (arrow heads);
 (b): the same surface as in (a) but has been subjected to an air-abrasive system during 15 sec: some fine depressions are linear (arrows) or round (arrow heads);
 (c): gold alloy surface after 60 sec. air-abrasive spraying: the linear (arrows) and round (arrow heads) depressions are now well marked. Some powder fragments are observed

Fig. 5: On ceramic surfaces (original magnification x 2000).
 (a): ceramic surface finished and glazed; (b): the same surfaces as in (a) but after use of an air-abrasive system during 15 sec; no change in the surface smoothness can be observed.
 (c): the same surface as in (a) but after use of an air-abrasive system during 60 sec: no significant changes are detected.

Fig. 6: Influence du temps d'application du spray abrasif sur la rugosité de surface des restaurations polies.
 Fig. 6: Effect of the duration of an air-abrasive use on the surface roughness of polished restorations.

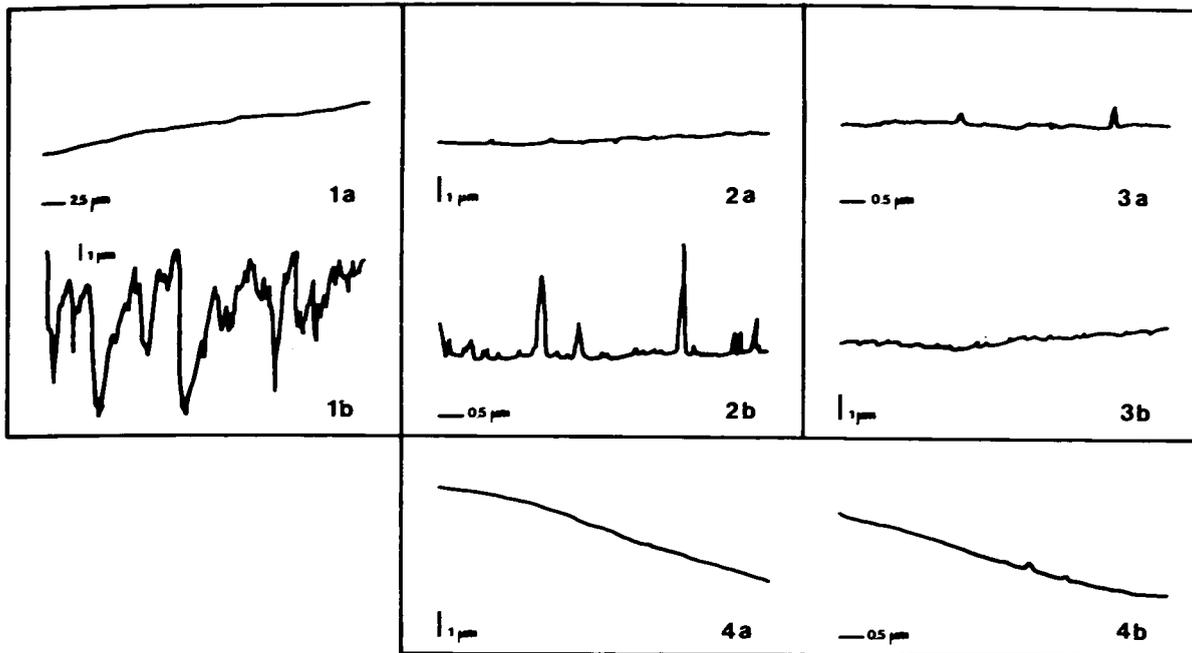


Fig. 7: Effets du spray abrasif sur les surfaces polies des restaurations: profils de surface.

1.a,b: profils de surface de composite élaborée à partir d'une matrice (1a) et ensuite traité au spray pendant 15 secondes (1b) ($V_v = 2000 X$);

2.a,b: profils de surface d'un amalgame poli Kit SHOFU (2a) et puis traité au spray durant 15 secondes (2b) ($V_v = 5000 X$);

3.a,b: profils de surface d'un alliage d'or poli au laboratoire (3a), puis traité au spray pendant 30 secondes (3b) ($V_v = 5000 X$).

4.a,b: profils de surface d'un alliage NHA poli au laboratoire (4a), puis traité pendant 60 secondes (4b) ($V_v = 5000 X$).

L'influence du spray est importante sur les composites, peu marquée sur l'alliage d'or et nulle sur l'alliage non-précieux.

Fig. 7: Surface profiles showing the effects of an air-abrasive system on polished surfaces of restorations.

1a, b: profile tracings of composite resin made from a band matrix (1a) and then subjected to an air-abrasive system during 15 sec (1b) (vertical amplification $\times 2000$).

2a, b: profile tracings of an amalgam surface polished with abrasive Shofu stones (2a), thereafter treated with an air-abrasive system during 15 sec (2b) ($V_v = X 5000$);

3a, b: profile tracings of a gold alloy polished in laboratory (3a), and then submitted to an air-abrasive system during 30 sec (3b) ($V_v X 5000$);

4a, b: profile tracings of a no-precious alloy (type NHA) surface polished in the laboratory (4a) and then treated during 60 sec by an air-abrasive system (4b) ($V_v X 5000$).

TABLEAU II:

Rugosité de surface des restaurations polies en fonction des différentes durées d'application du spray abrasif.

Surface roughness (R_a) of polished restorations at different times of application of an air-abrasive system.

Biomatériau	Temps exposition (sec)	$R_a \pm SD$ m	F	p
Composites	0	0.21 ± 0.07	65.5	0.000
	15	3.20 ± 0.25		
	30	4.30 ± 0.51		
	60	5.71 ± 0.87		
Amalgames	0	0.28 ± 0.04	35.8	0.000
	15	0.42 ± 0.08		
	30	0.50 ± 0.06		
	60	0.70 ± 0.12		
Alliages d'or I, II	0	0.13 ± 0.03	10.4	0.000
	15	0.13 ± 0.03		
	30	0.15 ± 0.03		
	60	0.20 ± 0.02		
Céramiques	0	0.24 ± 0.03	3.68	0.03
	15	0.24 ± 0.05		
	30	0.25 ± 0.04		
	60	0.26 ± 0.03		
Alliages non-précieux	0	0.15 ± 0.03	1.97	0.15
	15	0.16 ± 0.05		
	30	0.16 ± 0.02		
	60	0.17 ± 0.04		

$n = 15$, F: valeur du test, P = probabilité du test, o = surface polie sec

L'influence du temps de traitement par le spray se manifeste de façon significative (à $p 0.01$) pour les composites, amalgames et alliage d'ors (II, III). Les effets du spray se manifestent dès les premières secondes sur la surface du composite et plus tard pour l'amalgame et l'alliage précieux. Les surfaces de céramique et d'alliages non-précieux ne sont pas influencées.

The effect of the duration of an air-abrasive application is significant ($p \leq 0.01$) on composite resin, amalgam and gold alloy surfaces. Ceramic and no-precious alloys are very little or not affected by the procedure.

DISCUSSION

D'une façon générale, les effets dus à l'utilisation du spray au bicarbonate de sodium sur des surfaces polies des biomatériaux de restauration, à l'exception des céramiques et des alliages non-précieux, se manifestent par des altérations du microrelief et une rugosité accrue. Ces altérations sont dues au mécanisme de l'usure par érosion ou par billage. Dans le cas des composites, cette usure érode la phase la moins dure (= résine matrice) et les charges, particules en protrusion à la surface, restent intactes à cause de leur dureté plus élevée.

Quant aux autres biomatériaux, ce billage provoque une altération modérée de l'amalgame ou peu marquée des alliages précieux; ce qui donne à leur surface un aspect dépoli. L'usure érosive semble dépendre partiellement de la dureté de surface du biomatériau. Marumo et coll. (1985) ont fait la même constatation, et ceci reflète le comportement général de l'usure érosive due à des particules en mouvement dans les conditions expérimentales définies par Blouet et Gras (1983).

Nos résultats sont partiellement en désaccord avec ceux de Gastagnola et coll. (1983) qui ont trouvé que l'amalgame n'était pas influencé par le spray abrasif.

Ces résultats peuvent paraître peu importants sur le plan clinique, alors qu'au niveau du microrelief de surface, l'augmentation de la rugosité de surface va faciliter l'accumulation et le taux de croissance de la plaque et des pigments colorants (Shwartz et Philipps, 1962; Roulet-Mehrens et Roulet, 1982). L'aspect dépoli des surfaces implique en lui-même des défauts de microgéométrie à régulariser et une apparence inesthétique.

L'influence du temps de traitement des surfaces se manifeste de façon importante dès les premières secondes sur les composites et de façon modérée mais tardive sur les autres matériaux. Cette observation est en accord avec les résultats de Lubow et coll. (1986) cependant son diagramme n'est pas identique à notre graphique probablement à cause des techniques de polissage initial et les conditions expérimentales utilisées.

CONCLUSION

Les effets résultant de l'application du spray au bicarbonate de sodium sur les surfaces polies des biomatériaux de restauration se manifestent par des altérations diverses du microrelief, du profil de surface ainsi qu'une rugosité accrue sur les surfaces des composites, des amalgames et des alliages précieux.

Les surfaces de céramique et d'alliage non-précieux ne sont pas affectées. Il est souhaitable de repolir les surfaces composite et de lustrer les amalgames et les alliages précieux après usage de ce spray.

BIBLIOGRAPHIE

Atkinson, D.R., Cobb, C.M. and Kiloy, W.J. — The effect of an Air-Powder abrasive system on in Vitro Root Surfaces. *J. Periodontol.* 55: pp. 13-18, 1984.

Blouet, J. et Gras, J. — Cours de tribologie, Tome 1, 2ème partie. Ed. Université de technologie de Compiègne, 103 p., 1981.

Castagnola, L., Wirz, J., Garberoglio, R. — Cleaning of enamel surfaces from plaque and strong discolouration with the prophjet. *Quintess. J.*, 34: pp. 963-972, 1983.

Garcia-Gody, F. and Medlock, J.W. — An SEM study of the effects of airpolishing on fissure surfaces. *Quintessence International*, 19: pp. 465-467, 1988.

Kuliralo, M. et Dourov, N. — Etude des effets du jet abrasif au bicarbonate de sodium sur l'émail humain sain. *Archives of Biology*, 7: p. 58, 1986.

Lubow, R.M., Cooley, R.L. — Effect of air-powder abrasive instrument on restorative materials. *J. Prosthet. Dent.* 55: pp. 462-465, 1986.

Marumo, Y., Suzuki, A., Kimura, S., Shimizu, M., Yokozuka, S., Uchida, T., Suda, Y. and Motohashi, K. — Clinical evaluation of air polishing system. *Nip. Dent. Univ. Ann. Publications*, 19: p. 83, 1985.

Roulet, J.F. and Roulet-Mehrens, T.K. — The surface roughness of restorative materials and dental tissues after polishing with prophylaxis and polishing pastes. *J. Periodontol.* 53: pp. 257-266, 1982.

Shwartz, M.L. and Philipps, R.W. — Influence of manipulative variables on the marginal adaptation of certain restorative materials. *J. Prosthet. Dent.*, 12: pp. 172-181, 1962.

Van den Velde, F., Adrians, P., De Boever, J. — Klinische histologische en scanning elektronen mikroskopische evaluatie van het gebruik van de Prophyl-jet in vivo en in vitro. *Rev. Belg. Med. Dent. Bel. Tijdsch. Tandheelk.*, 37: pp. 153-157, 1982.

Weeks, L.M., Lescher, N.M.B., Barnes, C.M. — Clinical evaluation of the Prophyl-jet as an instrument for routine removal of tooth stain and plaque. *J. Periodontol.*, 55: pp. 486-488, 1984.

Willmann, D.E., Norling, B.K., Johnson, W.N. — A New prophylaxis instrument: effect on enamel alterations. *J. Am. Dent. Assoc.*, 101: pp. 923-925, 1980.

Adresse de l'auteur: N. Dourov,
Laboratoire d'Anatomie Pathologique
et de Microscopie Electronique,
Route de Lennik, 808, 1070 Bruxelles (Belgique).