

Les causes des courants galvaniques qui se paraissent en milieu buccal et les corrosions de métaux et des alliages qui prennent naissance de ces courants (x)

M. Babür CANIKLIOĞLU**

INTRODUCTION

Les propriétés qualitatifs du courant galvanique entre les métaux et les alliages utilisés dans le milieu buccal sont étudiés par de plusieurs travaux et de recherches. Mais entre eux ceux qui s'occupent du courant galvanique et de la corrosion sont très limités. D'autre part si le milieu buccal est stéril, théoriquement on peut expliquer les différentes types de corrosions et ses traits en établissant une relation entre les lois et les principes d'électro-chimie et les résultats des travaux et des recherches déjà faites. Tandis que le milieu buccal est bactériel C'est pour cela en suivant les lois et les principe prononcées sur ce sujet nous nous sommes infléchis de chercher et de comparer les conditions de la corrosion pour le milieu stéril et bactériel. De plus nous avons tacher de déterminer:

a — Les rôles des bactéries pour la corrosion des métaux et des alliages dentaires.

* Le résumé du travail présenté pour avoir le titre du (Dr. Med. Dent) à la faculté dentaire de l'Université d'Istanbul.

** İ. Ü. Kuron Köprü Kürsüsü Asistanı (Dr. Med. Dent.)

b — La possibilité de définir le poids de substance perdues par la corrosion électro-chimique en milieu buccal.

GENERALITE

L'action corrosive est littéralement une altération. (du latin *a l t e r e* veut dire autre).

Elle se caractérise par sa progressivité dont l'idée est implicitement contenue dans le terme corrosion issue du latin *r o d e r e* qui signifie: ronger. (P i e r s o n 1950).

Pour P o u r b a i x (1963) «Corrosion est la destruction des matériaux, plutôt des métaux par les réactions chimiques et électro-chimiques qui se produisent en leurs milieux.

D'après P i e r s o n (1950) «L'action corrosive se caractérise par l'apport de modification importantes dans les propriétés des corps qui la subissent». Pour cette raison il ne faut pas confondre le mot corrosion avec celui d'érosion. Car érosion est l'usure des matériaux sous des forces mécaniques. (V a l e n s i 1968).

En 1938 S k i n n e r traite que le courant galvanique qui naît dans la structure de l'amalgame excite la pulpe de la dent.

L a i n , S c r i e v e r et C a u g h r o n (1940) d'après une étude précise prononcent trois principes suivants:

1 — La salive est un bon électrolyte.

2 — Les métaux dentaires ont toutes les conditions nécessaires pour provoquer le courant galvanique.

3 — Les restaurations et prothèses métalliques peuvent causer des lésions à la muqueuse buccale.

S c h o n o o v e r et ses collègues (1942) démontrent que si dans la composition de l'amalgame on introduit du zinc et de l'eau salée, pendant sa prise il dégage un gaz, ce qui cause une pression interne. Pour eux cette pression est la cause de la névralgie pulpaire sentie aussitôt d'une obturation.

N a c l i n (1954) pense que les obturations en amalgame pendant leur prise fonctionnent comme un condensateur. Selon leurs décharges que la pulpe est excitée.

L. e. maire avait travaillé sur la corrosion électro-chimique des alliages en milieu marin: bactériel et stéril. Il traite que les rôles des bactéries sur la corrosion peuvent être accélérateurs, inhibiteurs, indifférents.

Par leurs origines on peut classer la corrosion:

- 1 — Corrosion chimique
- 2 — Corrosion électro-chimique

Pour la corrosion chimique le milieu doit avoir une température assez élevée et un gaz. Pour la corrosion électro-chimique le milieu doit être un électrolyte. (Cela peut être liquide, gaz et solide.) et les métaux doivent être immergés dans lui.

Théoriquement on peut expliquer les corrosions électro-chimique et ses traits par quatre types de piles.

Pile Normal

Si on immerge deux métaux ou deux alliages dans un électrolyte entre eux on a une différence de potentiel. Celle-ci cause un courant galvanique. Le métal qui a de l'électropositivité petit sera la cathode l'autre sera l'anode du système. Lorsqu'on ferme le circuit on a une accumulation en cathode et une dissolution en anode. C'est à dire qu'une corrosion aura lieu en anode du système. (Fig: 1).

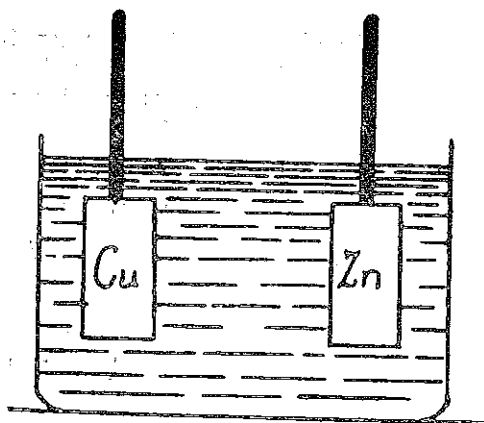


Fig : 1
Pile normale

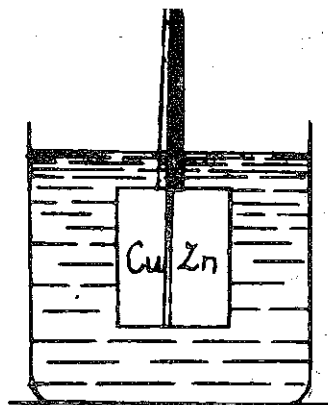


Fig : 2
Pile en contact

Pile en Contact

Si les électrodes d'un pile normal est en contact dans l'électrolyte les réactions précédentes sont mêmes. (Fig: 2).

(Fig: 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11 — 12 — 13)

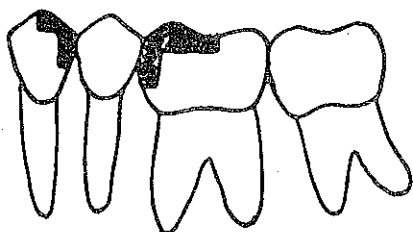


Fig: 3 — Deux obturations en amalgama ayant de pourcentage différent de mercure (Pile normal)

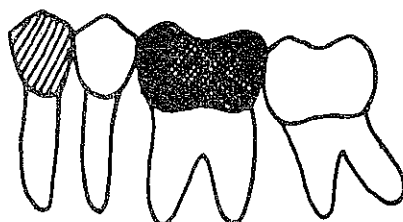


Fig: 4 — Couronne acier inoxydable
Couronne en or (P. N.)

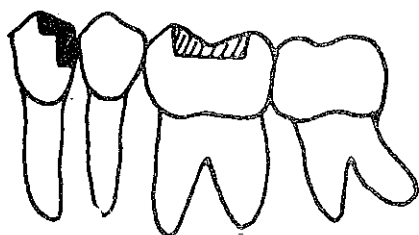


Fig: 5 — Inlay en or obturation en amalgame (P. N.)

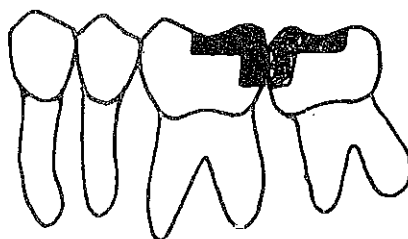


Fig: 6 — Deux obturations en amalgame dont leur composition chimique est différente. (Pile en contact)

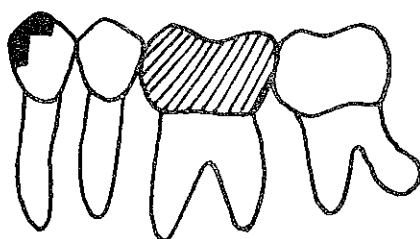


Fig: 7 — Obturation en amalgame
Couronne en or (P. N.)

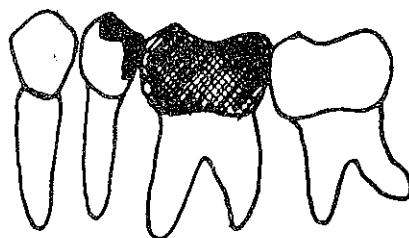


Fig: 8 — Obturation en amalgame
Couronne en acier inoxydable (P. C.)

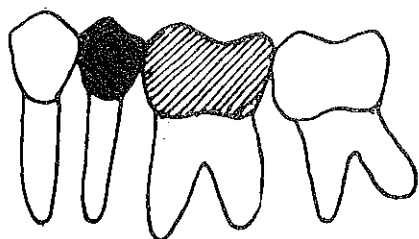


Fig: 9 — Couronne en or Couronne en acier inoxydable (P. C.)

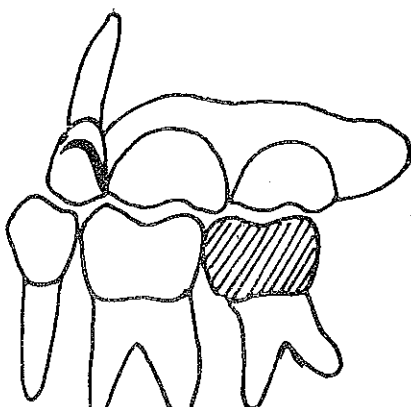


Fig: 10 — Crochet en acier inoxydable Couronne en or (P.C.)

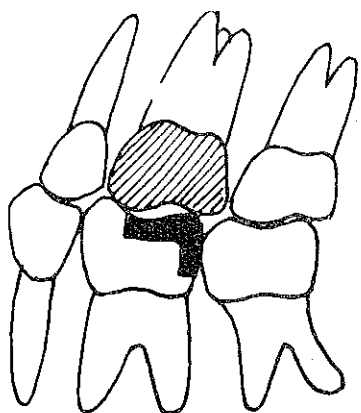


Fig: 11 — Couronne en or Obturation en amalgame (P.N. et P.C.)

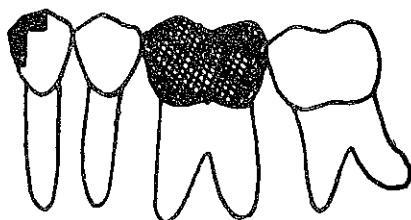


Fig: 12 — Obturation en amalgame Couronne en acier inoxydable (P.N.)

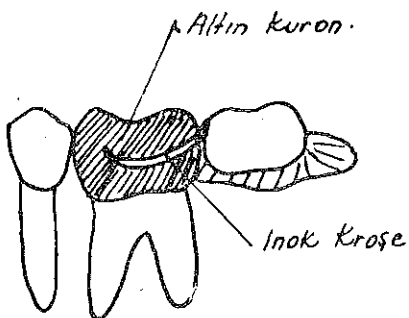


Fig: 13 — Couronne en or Crochet en acier inoxydable

Pile Local

Auguste de la Rive étudiant la pureté du zinc dans

l'acide sulfurique avait remarqué que le dégagement de l'hydrogène n'est pas uniforme sur la plaque métallique. D'après un étude précis il a démontré que le dégagement du gaz se produit où le zinc présente des impuretés. De ce résultat il a mis son hypothèse sur les piles locaux. Pour de la Rivé le metal et les impuretés qui sont en inclus forment des multiples de couples. Ainsi dans l'acide ces couples fonctionnent suivant les principes électro-chimiques prononcés pour un pile normal, sauf ici le nombre d'électrodes sont

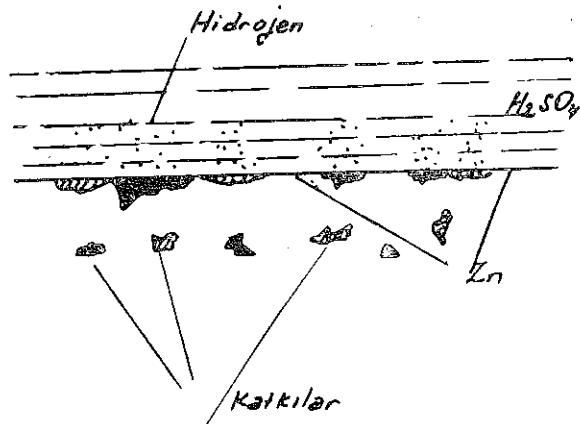


Fig: 14 — Les piles locaux sur la surface d'une plaque du zinc.

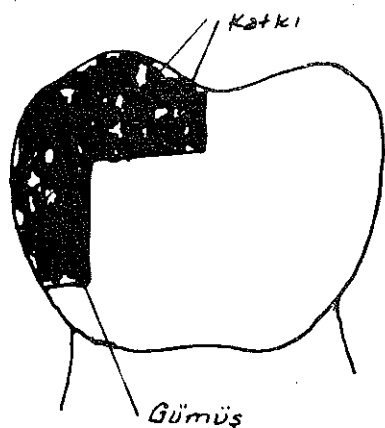


Fig: 15 — Les piles locaux qui prennent place sur une obturation en amalgame

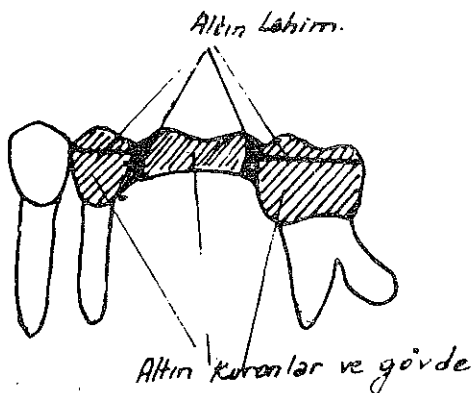


Fig: 16 — Les piles locaux qui fonctionnent sur un bridge en or

trop et ils prennent place dans un même plan. (Fig: 14),
 (Fig: 15 — 16 — 17 — 18 — 19).

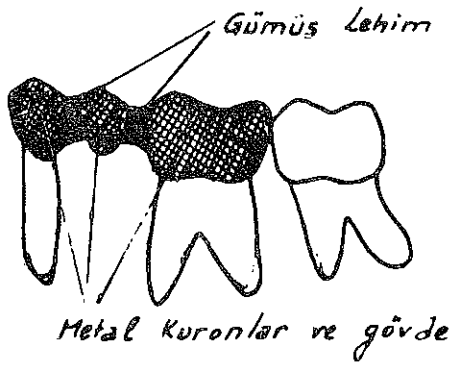


Fig: 17 — Les piles locaux sur un bridge en acier inoxydable.

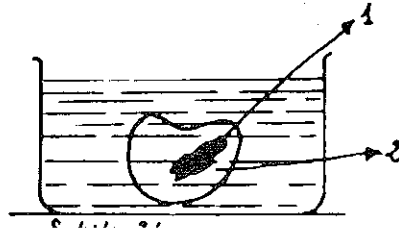


Fig: 18 — Dissolution du mercure qui avait été amalgamer avec un couronne en or.

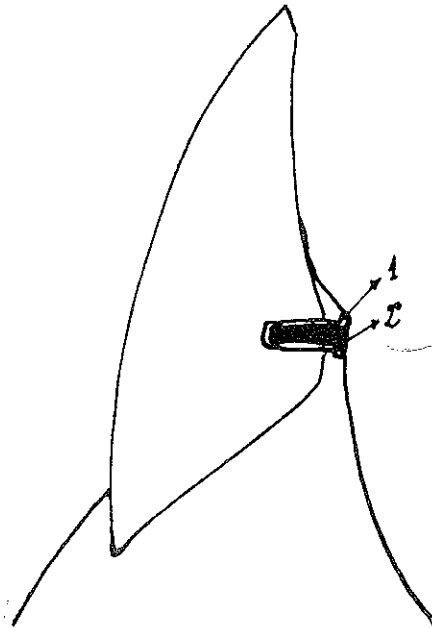


Fig: 19 — Les piles locaux sur la crampe d'une dent en porcelaine.

Pile de différentiel aération

Si la surface d'un métal se trouve dans un atmosphère qui présente une différence de concentration au point de vue d'oxygène; la surface du métal aura une différence de potentiel celle qui impliquera un courant galvanique dans le milieu. La figure 20 montre un tel pile qu'on réalise en laboratoire de chimie pour la démonstration

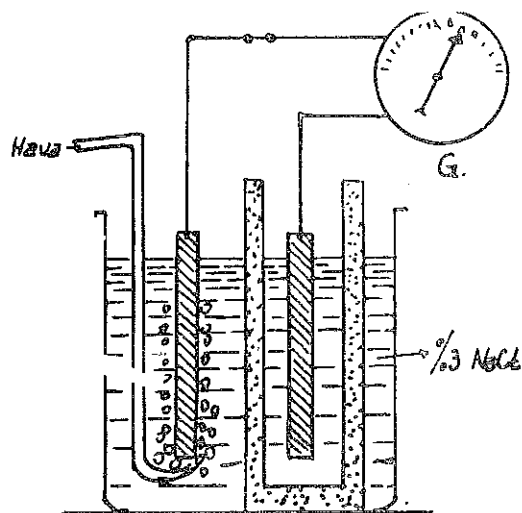


Fig: 20 — Pile de différentiel aération

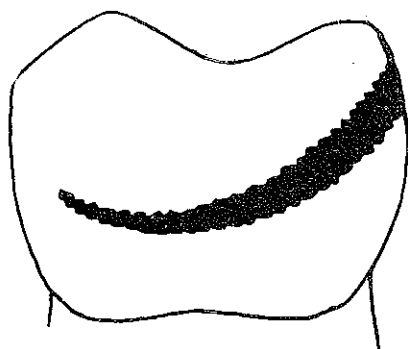


Fig: 21 — P. D. A. sur un crochet qui n'est pas poli.

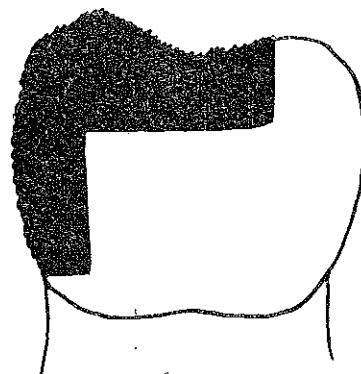


Fig: 22 — P. D. A. sur la surface d'un amalgame qui n'est pas bourni.

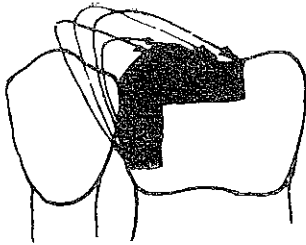


Fig: 23 — P. D. A. qui fonctionne entre deux lieux d'un obturation en amalgame.

MATERIEL

Pour notre recherche nous avons utilisé or du 22 carates, capsule inoxidable de vipla de Krupp No. 16, amalgame de Keurite et salive artificielle produit d'après la formule donnée par C a n i v e t.

On a laminé l'or jusqu'à 0,3 mm. On a coupé 4 disque dont le diamètre est de 1 cm. Puis nous les avons chauffés au rouge et laissés à refroidir à la température ambiante. Ainsi ils sont devenus identique au point de vue structurel. En fin nous les avons nettoyé par l'acide chloridrique.

Pour amalgame nous avons préparé 4 anneaux cylindriques dont leur diamètre est 5 mm et leur hauteur 2 mm. En amalgamant le poudre de l'amalgame et du mercure en égal portion nous l'avons bourré dans eux qui se sont placés sur une plaque de verre propre. Pour leur durcissement nous les avons laissés 48 heures dans un autoclave 37°C.

TABLEAU 1

COMPOSITION MOYENNE DE LA SALIVE MIXTE				
Eau			995 grammes	
Résidu fixe	Matières minérales	Phosphate di-sodique	1,00	
		Chlorure de sodium	0,86	
		Sulfocyanure de potassium ...	0,072	
	Autres sels	Sulfate de sodium	0,913	5 grammes
		Chlorure de calcium ...		
		Chlorure de magnésium		
	Matières organiques		2,845	
		2,15		
		4,995	1.000 grammes	

d'après P.A. CANIVET (14)

Nous avons poli les capsule de vipla No. 16 pour imiter ses etats en bouche.

Entre les différentes formules de la salive artificielle nous avons utilisé celle du C A N I V E T. Tableau I. Nous l'avons préparée de 1 litre sous des conditions tout à fait stérils.

METHODE

Pour la mesure de la corrosion électro-chimique dépendant d'un courant galvanique ayant une tension trop petite nous avons pensé d'appliquer deux méthodes d'analyses d'électro-chimie, ceux qui sont:

- 1 — Polarographie.
- 2 — Colorimétrie.

CONDITIONS D'EXPERIENCE

Salive artificielle, stérilisée à 110° pendant 15 minutes, répartie en flacons de 200 ml, à raison de 50 ml de milieu par flacon.

Matériaux stérilisés par un mélange d'alcool éthylique à 95° et éther sulfurique. Flambage rapide à la flamme au moment de l'emploi.

Les métaux stérilisés sont introduits dans les flacons de salive et ceux ci répartis en deux séries:

A: Sans microbes

B: Avec microbes: *Streptococcus fecalis*

Tableau: II

Groupe (A)	Wipla	Wipla	Wipla	Wipla
Milieu	+	+	+	+
Steril		Amalgame en argent	Or	Au Amalgame en Ag
Groupe (B)	Wipla	Wipla	Wipla	Wipla
Streptococcus		+	+	+
Fecalis		Amalgame	Or	Au
Milieu bactériel		en argent		Amalgame en Ag

Le tout est incubé à 37°. Les dosages des matériaux qui sont passés dans les milieux effectués au 6^{ème} jour, 18^{ème} jour et 40^{ème} jour.

À la fin de 6^{ème} jour par polarographie nous avons cherché le cuivre dans les deux milieux. Mais nous n'avons aucun trace. Deuxième étape nous avons pensé de chercher le fer. Mais la question de potentiel de séparation entre le Fe et Cu nous ne permet pas de faire notre analyse. Pour cette raison nous avons informé à la méthode colorimétrique. Mais par sa propre réactif de cuivre nous n'avons pas aussi trouvé aucun trace dans la solution d'expérience. Cela nous montre que par la corrosion des matériaux que nous avons utilisés n'est pas une relation avec celle de cuivre. A cet étape nous avons pensé qu'entre les matériaux que nous avons éssyés il y'a du Vipla et le fer a une grande portion dans sa composition. Donc par colorimétrie nous pouvons chercher le fer. Ainsi nous avons fait son dosage.

DOSAGE

Par colorimétrie à la bathophénanthroline. Prise d'essai: 0,5 ml. Coloration rouge en milieu acide en présence d'acide ascorbique à 5%. Réactifs SCHWEIZERHALL.

Lecture au spectrophotomètre de Zeiss PMQ II. à la longueur d'onde 525.

Calcul des résultats: Ea: % absorption de l'échantillon, Est: % d'absorption de la solution standart.

$$\mu\text{g de fer} / 100 \text{ ml} = \frac{Ea}{Est} \times 250$$

RESULTATS.

Nous avons préféré d'étudier les résultats par les graphiques. Sur eux les jours sont les abscisses et le poids de matériaux dissout sont ordonnées des courbes.

Fig. 24

La corrosion du vipla en deux milieux d'expérience. On voit que la corrosion en milieu stéril est plus intense que celle du bactériel. Le maximum de la corrosion bactérielle est en 6^{ème} jour tandis que celui de stéril est en 18^{ème} jour.

Figure: 25

Les deux courbes atteignent au maximum à la fin de 6^{ème}

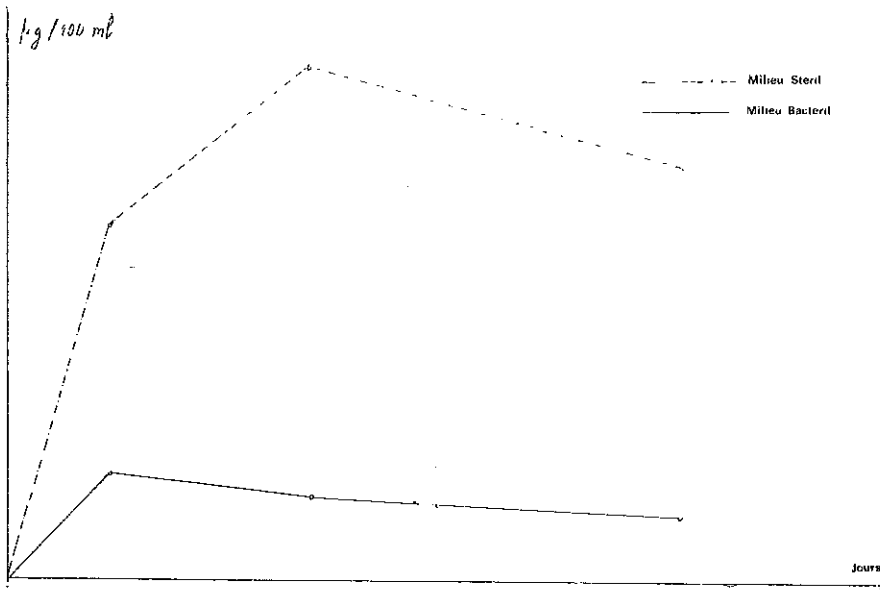


Fig : 24 — Wipla.

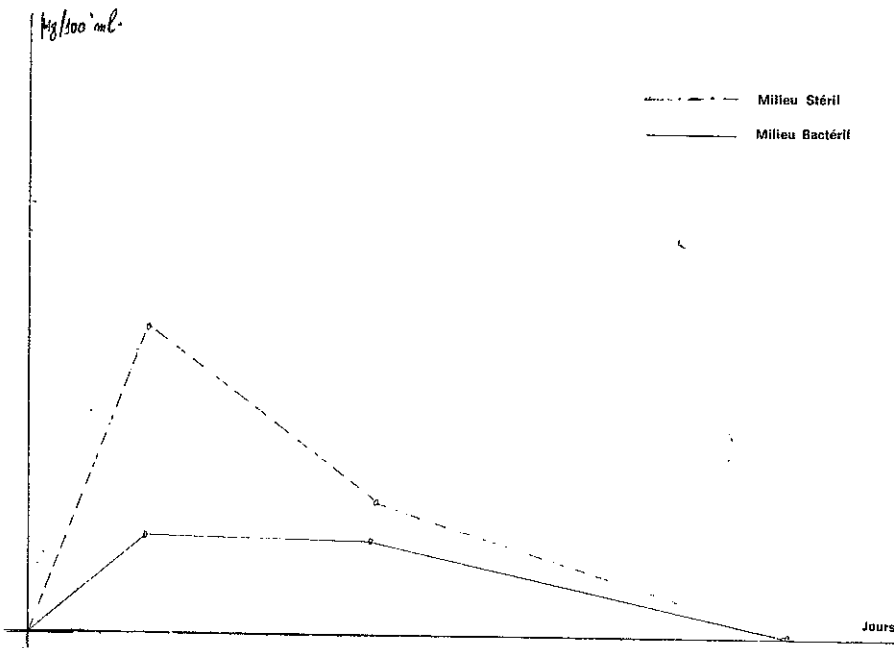


Fig : 25 — Wipla - Amalgame en Ag.

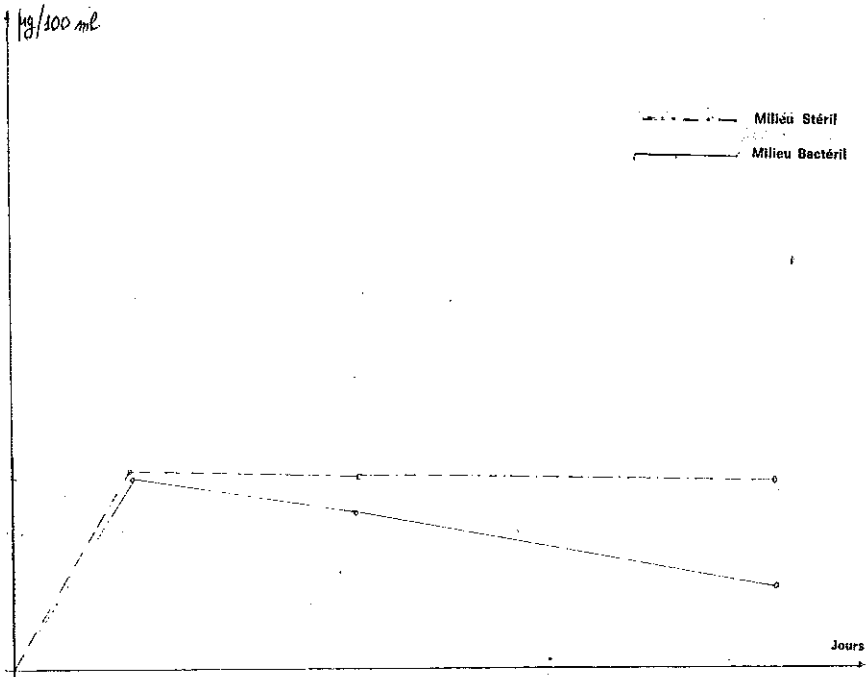


Fig : 26 — Wipla - Au de 22 carates

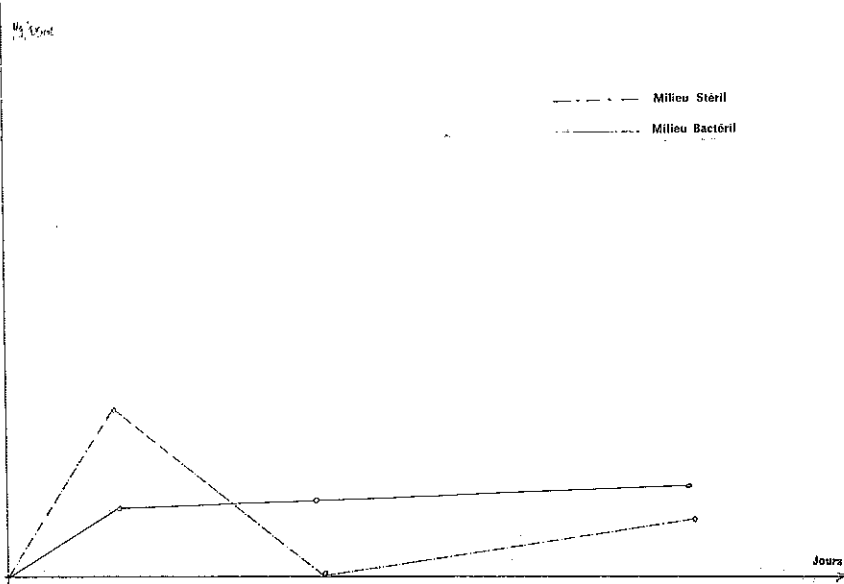


Fig : 27 Wipla - Au - Amalgame en Ag.

jours. Ici aussi la corrosion est plus intense en milieu stéril qu'en milieu bactérielle. La corrosion en deux milieux s'arretent à la fin de 40 ème jours.

Fig. 26

Dès le début jusqu'au maximum l'intensité de la corrosion en deux milieu est à peu près même. Mais dès le 6 ème jours la corrosion en milieu stéril se continue ayant une pente assez petite assez élevéé tandis qu'à partir de ce moment elle perd son intensité une passivation. A la fin de 40 ème jours la corrosion en deux milieu est en fonction.

Fig. 27

Ici les courbes représentent la corosion de trois matériaux d'expérience. La courbe du milieu stéril présente un maximum et plus intense que celle du milieu bacteriel. On a souvent un maximum mais dès le début jusqu'au 6 ème jours la corrosion a une intensité assez élevéeé tandis qu'à partir de ce moment elle perd son intensité et continue ayant une trop petite accélération.

DISCUSSION

En comparant les résultats qu'on a trouvé sur les graphiques on peut dire que, généralement la corrosion en milieu stéril est toujours plus intense que celle du milieu bacteriel. On a souvent un maximum sur les graphiques. Ces résultats s'accordent avec celui du Lemaire qui avait étudié la corrosion en milieu marin bactériel et stéril. La corrosion du vipla sur la figure 24 peut s'interpréter par l'hypothèse de La Rive. Dès le début la corrosion du vipla est trop intense tandis qu'par le temps son intensité se diminue. Cela pour nous vient le décharge continue des micro element. Car pour un pile normale des premiers jours on a une tension assez élevéé par le temps, cette tension s'abaisse et le pile ne fonctionne plus. Puisque la corrosion a une relation avec la decharge du pile d'après cette raisonnement nous pouvons dire que par le temps la corrosion dans les milieu perdra son intensité. D'autre part nous pouvons aussi expliquer par cette conclusion la nevralgie senti par le patient aussitôt d'un plombage. Même l'existence du ciment comme isolant la disparition d'une telle nevralgie par le temps nous montre que l'intensité du courant au début de la réaction est assez grande et peut capable d'exciter la pulpe de la dent pour un temps limité.

Nos résultats achevent aussi celles du SCHOONOVER et SOUDER ceux qui sont inclus dans l'amalgame de l'eau salée avant son bourrage dans la cavité et ils ont remarqué que pendant la prise du plombage il y a un dégagement d'un gaz. Cela veut dire que dans le milieu il y a un phénomène électro-chimique. Pour eux le dégagement interne du bloc implique une pression sur la pulpe et ainsi le patient sent de la névralgie pulpaire. Expliquant la cause de la névralgie ils ont trouvé une solution à leur étude mais ils n'ont pas expliqué la cause de ce dégagement. C'est à dire ils n'ont pas pris pour la cause principale la corrosion électro-chimique qui se passe dans l'obturation métallique. Car pour nous le dégagement du gaz c'est le résultats du fonctionnement des micro éléments qui forment l'amalgame et l'électrolyte du milieu c'est l'eau salée qui était inclus dans lui pendant son bourrage. Pour eux aussi le polissage après le durcissement de l'obturation cause un soulagement de la névralgie, mais ils n'expliquent pas aussi par quel effet ce soulagement s'arrive-t-il? Pour nous c'est la réduction du nombre des micro éléments qui prennent place sur la surface de l'obturation. C'est à dire diminution de la tension du courant galvanique. En polissant la surface du plombage on diminue le nombre des micro-éléments, car on sait qu'une surface non polie est toujours a une valeur numérique plus grande qu'une surface polie ayant même dimensions. Relativement le nombre des micro-éléments qui prennent place sur ces deux surfaces et la tensions entre eux dépendent de la qualité de la surface de l'obturation.

Sur les figures (24-25-26-27) on voit que les bactéries ont une rôle inhibiteur pour la corrosion. Cela s'accorde avec le résultat prononcé par LEMAIRE. D'après ses recherches pour lui les bactéries ont des rôles paramétrique pour la corrosion des métaux qui se trouvent en milieu électrolytique. C'est à dire qu'ils peuvent être accélérateur, inhibiteur, indifférent pour des conditions différents.

Dans notre recherche on voit que le strepto-coccus fécalis pour la corrosion de vipla-, vipla amalgame, et vipla or joue un rôle inhibiteur. Tandis que pour la corrosion de ViplaAmalgame Or joue un rôle accélérateur. Cela nous montre que le rôle d'une sorte de bactérie pour la corrosion électro-chimique n'est pas un constant, plutôt il est un paramètre. Pour nous ce rôle paramétrique du bactérie dépend des réaction qui se passent entre leurs métabolisme

et les ions qui se libèrent dans l'électrolyte pendant le fonctionnement des piles et des micro-piles.

CONCLUSION

1 — Les prothèses faits en acier inoxydables peuvent se corroder en milieu buccal. Leur corrosion est inévitable.

2 — Si Vipla forme un couple avec or ou bien amalgame, l'intensité de sa propre corrosion est plus petite que par rapport en cas où il se trouve seule dans le milieu.

3 — *Stréptococcus fécalis* est inhibiteur pour Vipla, et pour les couple Vipla - Or, Vipla - Amalgame mais accélérateur pour les cas où ils se trouvent les trois ensembles.

4 — Pour les trois premières courbes on a un maximum.

5 — Les métabolismes des bactéries causent la naissance des réactions secondaires entre les ions de l'électrolyte et ceux qui causent parfois une passivation.

6 — La corrosion est inévitable en cas où l'or est l'amalgame est en contact dans la bouche.

7 — L'Intensité du courant galvanique qui naît aussitôt d'une obturation provoque la névralgie pulpaire. Celle-ci peut être soulagée par le polissage de sa surface.

8 — Pour empêcher la corrosion des obturations en amalgame il faut les bien polir et bien homogénéiser avant sa bourrage à la cavité.

9 — La règle principale «il faut toujours enfoncer les crampons des dents antérieures d'une prothèse partielle et complète dans la résine» est confirmée par nos résultats.

10 — Les patients qui ont des muco-allergiques doivent avoir des prothèses et des restaurations métalliques d'un seul type de métal ou d'alliage.

11 — Enfin nous prétendons que les métaux et les alliages utilisés en art dentaire doivent obéir à des standards posés par un organe scientifique et administratif.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 — **Akimov, G.V.** : Theorie et méthodes d'essai de la corrosion des métaux. Dunod Paris 1957.
- 2 — **Ata, P.** : Konservatif Diş Tedavisi İstanbul 1966.
- 3 — **Belger, L.** : Dişhekimiğinde Maddeler Bilgisi ve Metalurgi İstanbul 1960.
- 4 — **Berkem, A.R.** : Elektrokimya manipülasyonları. İstanbul 1963.
- 5 — **Canivet, P.A. et Boll. M.** : Chimie appliqué à l'art Dentaire J. B. Bailliere et Fils. Ed. Paris 1947.
- 6 — **Brisou J. et T de Rautlin de la Roy** : Le role des bacteries aerobies sulphydrogènes dans la corrosion des métaux. Extrait des comptes rendus du congrès international de la corrosion marine et des salissures. Mai. 1965.
- 7 — **Chandelle, R., Vandael, V.** : Chimie appliqué à la métallurgie. Mason 1953 Paris.
- 8 — **Constant, R.** : Thèse de 3 ème cycle Poitiers 1966.
- 9 — **Fusayama, T., Katayori, T. and Nomoto, S.** : Corrosion of gold and amalgam placed in contact with each other J. D. Res 31: 1183 Sept. - Oct. 1963.
- 10 — **Invay, J., Banoczyj** : The rol of electrical potential differences in the etiology of chronic disases of the oral mucosa. J.D. Res. 40, 5, 884, 1961.
- 11 — **Jablonsky, I., Simaljak, J., Keemon, V.** : Revue. Fr. Odontostomatologie 1959 No. 7. p. 1147.
- 12 — **Pierson, M.** : Metallotechnie J.B. Baillière et fils ed. Paris 1950.
- 13 — **Lain, J. R.** : Survey of Dental Aloys J.A.D.A. 39: 4414 Oct. 1949.
- 14 — **Lain Schriever and Caughron G. S.** : Problem of electro galvanism in the oral cavity caused by dissimilar dental metals. J.A.D.A. 27: 1765 Nov. 1940.
- 15 — **Lemaire, G.** : Thèse de doctorat de 3 ème cycle Poitiers. 1968.
- 16 — **Nachlin, J.J.** : A type of pain associated with the restoration of teeth with amalgam. J.A.D.A. 48: 284 March. 1954.
- 17 — **Schoonover, I.C. and Souder, W.** : Research on dental materials. Gouverne-ment pritting office. (J.A.D.A. March. 1954).
- 16 — **Schoonover, Schriever and Ball** : Excessive expansion of dental amalgam. J.A.D.A. 29: 1825 Oct. 1942.
- 19 — **Schriever and Diamond, L. E.** : Electromotive force and electric courent caused by metallic dental fillings J. D. Res. 31. 205 April. 1952.

- 20 — **Skinner - Phillips** : The Science of Dental Materials Philadelphia and London 1960.
- 21 — **Strader, K. H.** : Amalgam alloys its heat treteament floww cosent and distributional dimensional change. J.A.D.A. 38. 602 May. 1949.
- 22 — **Terem, H. N.** : Metalurji İstanbul 1965.
- 23 — **Tingley, H. E.** : The clinical use of amalgam. Them interest 62. 608 July 1940 (J.A.D.A. 48: 284 March 1954).
- 24 — **Valensi, G.** : Conference sur la corrosion electrochimique Potiers 1968.
- 25 — **Zembilci, G.** : Dişhekimiğinde Maddeler Bilgisi. A. 1968 İstanbul.
- 26 — **Zembilci, G.** : Total Protez B. : 1968 İstanbul.