L'empreinte piézographique en pratique quotidienne

The piezographic impression technique in daily practice

Résumé

Abstract

MOTS-CLEFS :

- Piézographie, crête mandibulaire atrophie, zone neutre, stabilité, surfaces polies stabilisatrices

KEYWORDS:

- Piezography, atrophic mandibular ridge, neutral zone, stability, polished surface

AOS n° 289 – 2018

L'édentement complet demeure un handicap fréquent malgré les progrès obtenus par la prévention bucco-dentaire. La résorption continue de l'os alvéolaire suite à la perte des dents peut conduire à des situations cliniques défavorables pour nos patients. Dans ces cas, la réhabilitation par prothèse amovible complète constitue pour le praticien un défi très difficile à relever.

Actuellement, l'utilisation d'implants comme supports de moyens de rétention complémentaires est le traitement de choix pour pallier au manque de stabilité et de rétention des prothèses amovibles complètes.

Toutefois, l'empreinte piézographique, constitue une alternative intéressante surtout pour les patients chez qui le traitement implantaire ne peut être utilisé. Elle permet de réaliser des prothèses s'intégrant parfaitement au jeu musculaire fonctionnel liant anatomie et physiologie, en adaptant la forme à la fonction.

Ce travail se donne pour objectif de démystifier cette technique pour la rendre accessible dans notre pratique quotidienne au plus grand nombre d'omnipraticiens.

Despite the progress achieved by oral prevention, the total edentulism remains a frequent handicap. Providing complete denture therapy to patients with atrophic residual alveolar ridges is challenging.

Nowadays, the dental implant therapy may be a treatment of choice for improving the denture stability and retention.

However, piezography technique is also considered to be an important alternative approach to patients complaining of unstable dentures, particularly when implant therapy is not feasible. The aim of this technique is to construct a denture in muscle balance through physiologically appropriate denture tooth arrangement.

The aim of this paper is to demystify this technique to make it accessible in our daily practice and for a largest number of dentists.

► **Hasnaa ROKHSSI**, Chirurgien dentiste, résidente en prothèse maxillo-faciale – Université mohamed V, Faculté de médecine dentaire – Avenue Allal-El-Fassi, Rue Mohammed-Jazouli, Madinat Al Irfane, BP 6212, Rabat-Instituts, Maroc.

Annissa ABDELKOU, Chirurgien dentiste, spécialiste en prothèse adjointe – Université mohamed V, Faculté de médecine dentaire – Avenue Allal-El-Fassi, Rue Mohammed-Jazouli, Madinat Al Irfane, BP 6212, Rabat-Instituts, Maroc.

Nadia MERZOUK, Professeur de l'enseignement supérieur en prothèse adjointe – Chef de service de Prothèse adjointe – Université Mohamed V – Faculté de médecine dentaire – Avenue Allal-El-Fassi, Rue Mohammed-Jazouli, Madinat Al Irfane, BP 6212, Rabat-Instituts, Maroc.

Faiza BENFDIL, Professeur de l'enseignement supérieur en prothèse adjointe – Chef de département de prothèse adjointe – Université mohamed V – Faculté de médecine dentaire – Avenue Allal-El-Fassi, Rue Mohammed-Jazouli, Madinat Al Irfane, BP 6212, Rabat-Instituts, Maroc.

INTRODUCTION

Pendant la période d'enfance, en plus des facteurs génétiques, les dents font leurs éruptions sous l'influence de forces exercées par la musculature péri-buccale notamment les muscles de la langue, des joues et des lèvres. Ces forces ont une influence déterminante sur la position des dents, la forme de l'arcade dentaire et sur l'occlusion.

Après la perte des dents, pour simuler l'état naturel ci haut, les dents artificielles doivent être montées en harmonie avec les muscles environnants. Plus l'arcade mandibulaire est résorbée, plus la rétention et la stabilité prothétiques deviennent dépendantes de la position correcte des dents ainsi que des surfaces polies stabilisatrices [1].

C'est pourquoi Klein, depuis 1970, a développée une technique d'empreinte appelée piézographie. Elle avait pour principe de modeler, sous l'effet de l'activité musculaire circum-prothétique, un matériau plastique, permettant de déterminer une zone d'équilibre dans laquelle doit être élaborée la prothèse pour obtenir une stabilité maximale où la résultante des forces horizontales développées par la langue et la sangle buccinato-labiale ne doit pas dépasser la rétention globale des prothèses [2].

La mise en place d'implants à l'intérieur de la zone d'équilibre déterminée par cette technique, permet d'assurer une stabilité prothétique maximale [3]. Cependant cette option thérapeutique peut être écartée pour des raisons médicales, chirurgicales ou financières. La technique piézographique constitue alors le traitement de choix pour pallier l'instabilité prothétique chez de nombreux patients, non seulement dans le cas de résorption crestale avancée mais également chez des patients présentant une importante tonicité musculaire ou une altération du contrôle neuromusculaire.

DÉFINITION DE LA PIÉZOGRAPHIE

Le terme « piézographie » est formé de deux mots grecs, « piézo » qui vient de (pisein) qui signifie « presser » et graphie qui vient de (graphein), qui signifie sculpter.

Selon Klein « La piézographie est le moulage d'une masse plastique par des pressions intrinsèques, engendrées par les masses musculaires péri-prothétiques » [2].

Nabid, quant à lui, définit la piézographie comme étant une technique qui permet la reproduction en trois dimensions, par le biais d'une maquette

piézographique, de l'espace prothétique mandibulaire de l'édenté total, et qui met en exergue la tonicité musculaire buccale spécifique de l'individu [4].

INDICATIONS

Les techniques piézographiques trouvent leur pleine indication dans plusieurs situations cliniques qualifiées de complexes en prothèse amovible, en prothèse maxillo-faciale et en prothèse implantaire :

- ▶ résorptions osseuses importantes de la crête : classe III (crêtes plates) ou classe IV d'Atwood (crêtes négatives) [5], classe V ou VI de Cawood- Howell, ou en cas de défaut de la continuité mandibulaire [6] ;
- ▶ les patients édentés restés très longtemps sans prothèse [5, 7] ;
- ▶ les patients très âgés avec une diminution du tonus des muscles faciaux [7] ou les patients avec une importante tonicité musculaire [5] ;
- ▶ déformations anatomiques [7] ou asymétrie faciale [8] ;
- ▶ altération du contrôle neuromusculaire, le cas par exemple d'un patient présentant une paralysie faciale, chez qui il faudra chercher un équilibre entre les muscles toniques et d'autres paralysés [5, 6, 9] ;
- ▶ en cas de pathologies buccales se manifestant par une rigidité des muqueuses, de la langue et des lèvres (ex : fibrose orale sous-muqueuse) [10] ;
- ▶ surfaces d'appui défavorables ou fragilisées suite à une irradiation, chirurgie ou greffes ;
- ▶ brides cicatricielles déstabilisant la prothèse ;
- ▶ couloir prothétique inexploitable ou inexistant conséquence par exemple d'une division palatine congénitale, où il n'existe ni vestibule, ni crête au niveau antérieur [11] ;
- ▶ maxillectomie, hémimandibulectomie, et en cas de chirurgie de reconstruction mandibulaire [6] ;
- ▶ mobilité linguale perturbée ou après glossectomies partielles [1, 6].

OBJECTIFS DE LA PIÉZOGRAPHIE

Cette technique présente plusieurs objectifs :

- ▶ une augmentation de la stabilité prothétique : la piézographie permet de situer la prothèse dans une zone où les forces horizontales excentriques et concentriques s'équilibrent. La sculpture de la fausse gencive en respectant le jeu des organes péri-prothétiques en statique et en dynamique autorise l'action stabilisatrice des muscles périphériques. Ainsi, la contraction de leurs fibres tend à plaquer la prothèse sur sa surface d'appui [1, 7, 12, 13] (Fig. 1).

▲ Fig. 1 : Rôle des surfaces polies stabilisatrices dans l'optimisation de la stabilité des prothèses.

▲ Fig. 2 : Rôle des surfaces polies stabilisatrices dans l'optimisation des phénomènes physiques d'adhésion par augmentation de la surface de contact entre la muqueuse buccale et l'extrados prothétique.

► Une amélioration de la rétention prothétique : l'enregistrement des surfaces polies stabilisatrices permet d'optimiser les phénomènes physiques d'adhésion par augmentation de la surface de contact entre la muqueuse buccale et l'extrados prothétique [14, 15] (Fig. 2).

► Une optimisation des différentes fonctions orales (mastication, phonation, déglutition) : la prothèse piézographique est d'emblée fonctionnelle car elle est modelée par la fonction du patient.

► Une réduction de la rétention alimentaire, des dépôts tartriques et du risque de prolifération du *Candida albicans* dans la cavité buccale, et ce en raison du contact intime et permanent qui existe entre les muqueuses de la langue, des joues et des lèvres avec les surfaces polies [11, 16, 17].

► Une meilleure intégration prothétique : Mersel explique que la plupart des prothèses mandibulaires réalisées par des techniques « classiques » sont perçues comme un corps étranger dans la cavité buccale, donc mal intégrées par les patients. Ceci est dû à l'absence ou au manque d'adaptation des extrados prothétiques avec les organes paraprothétiques. Par contre, dans le concept piézographique, la prothèse totalement en accord avec l'anatomie et la fonction du patient, est mieux intégrée [18].

► Au stade de l'analyse pré-implantaire, un guide piézographique permet d'évaluer l'importance des artifices de soutien tissulaire et de faciliter la mise en place d'implants à l'intérieur de l'espace prothétique. Cette position idéale se caractérise par l'absence d'interférences avec la musculature péri-prothétique, aussi bien en statique qu'en dynamique. Ce qui permettra de préserver l'os péri-implantaire et éviter par la suite tout échec [19, 20, 21].

LES LIMITES DE LA PIÉZOGRAPHIE

Cependant cette technique présente certaines limites :

► Selon Klein, la piézographie ne permet ni la suppression des rides, ni le rétablissement d'un profil jeune.

La piézographie s'intégrant dans le contexte anatomo-physiologique actuel, résultat du vieillissement, ne peut en recréer un autre. Son indication se limite aux cas où « le naturel » est recherché [22].

► Temps et difficultés de réalisation.

► Réduction vestibulo-linguale des dents et des surfaces occlusales quand le couloir prothétique est très réduit.

PROTOCOLE DE RÉALISATION

Phonation : vecteur du modelage piézographique

Parmi les différentes techniques du modelage piézographique, la phonation et la déglutition semblent les fonctions les plus couramment utilisées. Cependant d'autres techniques sont également rapportées dans la littérature à savoir : le rire, le sourire, le pincement des lèvres, la succion, la mastication, les exercices fonctionnels de la musculature buccale et le sifflement [21, 24]. Comme P. Klein, nous avons choisi la phonation comme vecteur du modelage piézographique pour plusieurs raisons :

► elle constitue la fonction orale la moins affectée par la perte des organes dentaires et para-dentaires [25] ;

► elle constitue la fonction orale la plus développée [25] ;

► elle est à l'origine de forces horizontales actives désstabilisatrices pour les structures prothétiques mandibulaires, car elle s'effectue, à l'inverse de la mastication et de la déglutition, sans contacts inter-occlusaux directs ou indirects. Ces dernières ont une action neutralisante et elles n'utilisent en général que des actions symétriques [4, 25] ;

► la phonation fait intervenir la synergie entre les élévateurs et les abaisseurs mandibulaires, et permet le réglage de la dimension verticale de l'étage inférieur de la face [25].

Base prothétique

La base piézographique doit être réduite de manière à ne pas interférer avec le jeu des organes paraprothétiques.

Cette base peut être confectionnée sous forme d'un PEI en résine doté d'un bourrelet en lame de Brill (Fig. 3) ou sous forme d'un fil préformé selon la configuration de l'arcade [9].

Le matériau

Au cours des années, différents matériaux ont été recommandés pour enregistrer le couloir prothétique par la technique piézographique.

Tench et al. utilisaient pour la première fois, une substance plastique à modeler comme matériau d'empreinte pour enregistrer l'espace prothétique [21]. Actuellement, la réussite de cette technique impose le choix adapté du matériau d'enregistrement. Ce dernier doit répondre aux critères de fidélité et de stabilité dimensionnelle. Il doit également présenter un temps de travail suffisamment lent pour permettre les différentes manipulations en bouche. Les matériaux qui peuvent être utilisés pour cet effet sont : les conditionneurs tissulaires, les silicones, les cires thermostables, l'oxyde de zinc eugénol, les polysulfures de moyenne viscosité ou encore les polyéthers [1, 4, 8, 12, 21, 26].

Technique piézographique : le pas à pas Empreinte primaire

Une empreinte primaire muco-statique est prise avec un hydrocolloïde irréversible à l'aide d'un porte empreinte de commerce (1, 8). Un PEI est ensuite réalisé classiquement en résine autopolymérisable.

Contrôle de l'adaptation du PEI inférieur (intrados, bords et extrados) (Fig. 4, 5)

Dans un premier temps, la base et les bords du PEI sont enduits d'adhésif et chargés d'un silicone de moyenne viscosité. Le PEI est ensuite placé bien centré en bouche. Le patient est invité à effectuer certains mouvements (tests de Herbst). Après polymérisation du matériau, les zones de compression sont tracées au crayon puis réduites à la fraise. Dans un second temps, les extrados du PEI sont enduits du même matériau puis, on demande au patient d'effectuer des mouvements mobilisant les organes périphériques et/ou d'émettre certains phonèmes [27]. L'empreinte est prise bouche semi-ouverte, sous appui digital léger [28]. Après polymérisation du matériau, les manques importants doivent être corrigés par apport de matériau, et les zones de compression doivent être éliminées.

Avant de prendre l'empreinte piézographique, le PEI doit satisfaire en bouche les tests de Herbst, les tests phonétiques de Devin, et le patient doit pouvoir parler avec aisance sans que le PEI ne quitte son siège [9, 27, 29].

◀ Fig. 3 : Réalisation d'un porte empreinte individuel avec un bourrelet en lame de Brill sur le modèle issu de l'empreinte primaire.

▲ Fig. 4 : Élimination de toute interférence du PEI avec le jeu de la musculature périphérique.

▲ Fig. 5 : Essayage de la stabilité du PEI lors des mouvements.

▲ Fig. 6 : Enregistrement du joint rétromylo-hyôidien.

▲ Fig. 7 : Application de l'adhésif universel sur l'ensemble du PEI.

▲ Fig. 8 : Garnissage de l'ensemble du PEI avec du Permlastic® de moyenne viscosité.

▲ Fig. 9 : Utilisation de la phonation comme vecteur du modelage piézographique.

▲ Fig. 10 : Les phonèmes correspondants à chaque secteur.

Empreinte secondaire piézographique

Un remarginage des régions paralinguales est réalisé afin d'améliorer la stabilité du PEI (Fig. 6). Ensuite l'ensemble du PEI (intrados, bords et extrados) est enduit d'adhésif (Fig. 7), puis d'un polysulfure light (Fig. 8). Le patient est invité à lire une séquence de mots sur une feuille tenue à la hauteur des yeux, sans que le patient ne penche la tête vers le bas (Fig. 9). Un entraînement préalable à cette lecture est recommandé. Elle est répétée jusqu'au durcissement final du matériau à empreinte [27] (Fig. 10) :

► pour la région buccinatrice, les phonèmes « SIS » répétés 6 fois et « So » une fois,

► pour la région antérieure de la mandibule :

L'action centrifuge de la langue est obtenue par l'émission du « TE » et « DE »,

L'action centripète provient des lèvres au moment de l'émission du « SE », « ME » et « PE » [12].

Une technique d'enregistrement globale est à privilégier par rapport aux techniques sectorielles ou fractionnées [30, 31].

Dans un souci de simplification, Singiuolo propose au patient une lecture à haute voix [12]. Une conversation banale est tout aussi satisfaisante.

Le patient est invité à parler, à déglutir et à effectuer les différents mouvements fonctionnels pour éliminer les excès du matériau et libérer le jeu des différents muscles concernés.

Précisons ici, qu'il est impératif que la prise finale du matériau se déroule alors que la cavité buccale est au repos, pour appréhender la position d'équilibre musculaire [16].

Repérage du plan d'occlusion prothétique (Fig. 11)

La piézographie est reconnue par bien des auteurs comme une bonne approche physiologique de la détermination du couloir prothétique et du plan d'occlusion chez l'édenté complet [33].

Le plan d'occlusion prothétique peut alors être repéré sur les faces vestibulaires et linguales du volume piézologique. Il est à référence musculaire et se localise principalement dans les régions postérieures de la maquette :

- ▶ en vestibulaire : il est situé en regard des fonds des sillons imprimés par les fibres horizontales des muscles buccinateurs.
- ▶ en lingual : il correspond aux lignes de jonction « muqueuse lisse-muqueuse papillaire des faces latérales de la langue au repos.
- ▶ dans la région antérieure de la maquette : il répond aux règles esthétiques et phonétiques classiques [28].

Réalisation des clés de montage

Après coffrage (Fig. 12), l'empreinte est coulée en plâtre classe III spatulé sous vide. Avant de démouler l'empreinte, des clés vestibulaire et linguale en silicone de haute viscosité sont confectionnées de façon à s'appliquer sur les surfaces polies stabilisatrices à hauteur du plan d'occlusion [28] (Fig. 13) sans oublier de réaliser au préalable des rétentions sur le modèle afin de faciliter le repositionnement précis des clés sur le modèle (Fig. 14).

Enregistrement du rapport intermaxillaire

Les séquences d'enregistrement du rapport intermaxillaire sont identiques aux techniques conventionnelles avec la seule particularité de confectionner la maquette d'occlusion mandibulaire dans le couloir prothétique en respectant les clés en silicone.

▲ Fig. 11 : Empreinte finale piézographique mandibulaire.

▲ Fig. 12 : Coffrage de l'empreinte piézographique.

▲ Fig. 13 : Clés de montage réalisées en silicone de haute viscosité permettant de déterminer le couloir prothétique, l'orientation du plan d'occlusion et la sculpture de l'extrados prothétique.

▲ Fig. 14 : Réalisation des rétentions pour le repositionnement précis des clés.

Montage des dents

L'espace prothétique délimité par les clés en silicone est coulé en cire dure liquéfiée au préalable au dessus de la flamme (Fig. 15).

À la fin du refroidissement de la cire, les clés sont retirées, laissant en place une réplique semblable à la maquette piézographique [28].

La face externe de la maquette en cire définit l'enveloppe vestibulaire des dents artificielles ainsi que le profil naturel des organes sous jacents (os alvéolaire et gencive) ; sa face supérieure définit la situation des bords libres et des surfaces occlusales des dents cuspidées.

Le montage des dents respectant la morphologie de la maquette piézographique (Fig. 16), doit répondre aux impératifs esthétiques et fonctionnels. On recherche systématiquement un montage respectant le concept

de l'occlusion bilatéralement équilibrée (un maximum de contacts postérieurs en ORC avec béance antérieure et des contacts équilibrants lors des mouvements excursifs [34]).

DISCUSSION

L'allongement de la durée de vie amène un nombre de plus en plus important d'édentés complets à consulter. Le rôle du médecin dentiste est d'aider les patients à conserver leurs dents en bon état de santé tout au long de leur vie. En dépit de tous les efforts fournis, si les dents sont perdues, une réhabilitation prothétique fonctionnelle et confortable doit être réalisée en harmonie avec les muscles du système stomatognathique. Le praticien se trouve souvent désarmé face à des situations difficiles (crêtes plates voire négatives, langue volumineuse, forte compétence labiale refoulant la prothèse mandibulaire, etc.) rendant la stabilisation et l'intégration de la prothèse amovible complète très difficiles. La piézographie est une conception prothétique qui vise à résoudre cette problématique : il s'agit d'un modelage en bouche d'un matériau plastique par des forces de compression engendrées par l'activité musculaire linguale et buccinato-labiale lors de la fonction dans le but de réduire à minima les forces horizontales déstabilisatrices qui agissent sur les surfaces polies stabilisatrices de la prothèse [30].

Le choix de la phonation comme fonction modelante avec des phonèmes judicieusement sélectionnés permet d'obtenir des résultats probants. « *La phonation exige une désocclusion totale et prolongée au moment même où les mouvements des lèvres, des joues et de la langue sont les plus actifs* ». C'est elle qui est responsable du développement des forces d'expulsions horizontales les plus perverses à l'encontre des parties

▲ Fig. 15 : Coulée de la cire liquéfiée.

▲ Fig. 16 : Montage des dents prothétiques mandibulaires respectant strictement l'espace prothétique délimité par les clés (le couloir prothétique).

verticales d'un couloir prothétique en situation erronée [31].

De nos jours, l'amélioration de la stabilité des prothèses mandibulaires par des empreintes piézographiques grâce à l'exploitation de l'espace neutre n'est plus à démontrer [24].

Le concept de zone neutre en prothèse complète a été fourni par Wilford Fish and Russell Tench. Plusieurs auteurs, y compris Perry ont contribué à faire progresser et développer à la fois la théorie de base ainsi que les modalités pratiques.

Le terme « concept de la zone Neutre » a été inventé par Bersein et Schiesser en 1976 [21]. Dans la littérature, la zone neutre est également nommée l'espace mort, la zone stable, la zone de moindre interférences, la zone d'équilibre, l'espace de prothèse biométrique, ou encore l'espace prothétique [6, 21, 24, 35]. La zone neutre a été définie comme la zone de la cavité buccale où les forces centripètes exercées par les lèvres et les joues neutralisent les pressions centrifuges de la langue lors des différentes fonctions [21, 35, 36, 37].

Ces forces peuvent varier en amplitude et en direction entre les différentes zones de la cavité buccale, entre les différents individus et à différentes périodes de la vie [6, 10].

Plusieurs études ont mis la lumière sur les avantages de l'exploitation de l'espace neutre par piézographie. Stromerg and Hichey in 1965 ont montré une meilleure adaptation aux prothèses piézographiques par rapport à celles réalisées d'une manière classique [38]. Mubashir and al. [39] ont conclu d'après leur étude, que le niveau de satisfaction des patients avec des prothèses réalisées selon le concept de la zone neutre est meilleur qu'avec des techniques

conventionnelles. Les résultats de l'étude clinique de Fahmy et Khayat ont révélé, un meilleur confort, une meilleure clarté de la phonation avec des prothèses placées au niveau de l'espace neutre par rapport aux techniques conventionnelles [40]. Rajat et al. [41] ont trouvé dans leur étude, que les prothèses piézographiques permettent une amélioration de la stabilité et de la rétention prothétiques, l'aménagement d'un espace lingual suffisant, une réduction de la rétention alimentaire en regard des molaires et un meilleur rendu esthétique, chez des patients avec une longue période d'édentation (17).

Quant à Berrenas and Odman, ils ont conclu que, les doléances après insertion de prothèses myo-dynamiques sont plus faibles que celles issues de techniques conventionnelles et que l'acceptation de la prothèse par le patient est supérieure dans le cas d'empreinte piézographique [42].

CONCLUSION

L'échec ou la réussite d'une PAC dépend essentiellement du respect de la physiologie buccale. Le montage des dents prothétiques ainsi que la sculpture des reliefs des surfaces polies stabilisatrices doivent être exécutés en harmonie avec la fonction musculaire. La piézographie participe au succès thérapeutique et aboutit à une prise en charge fonctionnelle et psychologique d'un patient altéré aussi bien dans son intégrité physique que psychique. Son principe repose sur l'exploitation des comportements musculaires oraux chez les édentés dans le but d'optimiser l'équilibre des prothèses adjointes.

Bibliographie

- [1] Arora S, Arora A, Khullar A. Functionally trimmed denture for atrophic ridges. *Indian J Dental Sciences* 2015; 1: 71-7.
- [2] Klein P. Quelques définitions pour mieux comprendre la piézographie. *Info Dent* 1988 ; 29: 2519-23.
- [3] Nabid A. Traité odontologique de piézologie. ENAG édit, Alger, 2014.
- [4] Nabid A. Piézologie. Applications cliniques. *Encycl Méd Chir, Stomatologie-Odontologie* ; 23-325-M-10, 1996.
- [5] Fajri L, Benfdil F, El Mouhtarim B, El Wady W, Abdedine W. La prothèse complète mandibulaire : stabilité et rétention. *Actual Odonto Stomatol* 2009 ; 246: 267-86.
- [6] Arora A, Kaur I, Duggal A, Arora P C. Management of atrophic mandibular ridge using neutral zone technique: a case report. *Indian J Comprehensive Dent Care* 2014 ; 4(2): 455-459.
- [7] Yeh YL, Pan YH, Chen YY. Neutral zone approach to denture fabrication for a severe mandibular ridge resorption patient: systematic review and modern technique. *J Prosthodont Res* 2013 ; 8: 432-38.
- [8] Sadihpour L, Geramipناه F, Falahi S, Memarian M. Using neutral zone concept in prosthodontics treatment of a patient with brain surgery: a clinical report. *J Prosthodont Res* 2011 ; 55: 117-120.
- [9] Zeroual R, Kaoun K, Cisse C, Bellamkhannette S. Le modelage de l'espace prothétique dans les édentations mandibulaires à crêtes résorbées. *Courrier Dent* 2000 ; 12: 8-10.
- [10] Afroz S, Rahman SA, Rajawat I, Verma AK. Neutral zone and oral submucous fibrosis. *Indian J Dent Res* 2012 ; 23, 3: 407-10.
- [11] Le Guehennec L, Le Bars P, Amichia YA, Giumelli B. Les empreintes piézographiques en prothèse maxillo-faciale. *Cah Proth* 2008 ; 141: 47-53.
- [12] Samoian R. Apport des techniques piézographiques en prothèse adjointe totale. *Actual Odonto Stomatol* 1992 ; 177: 157-77.
- [13] Hue O, Berteretche MV. Prothèse complète : réalité clinique et solutions thérapeutiques. *Quint International* édit, Paris, 2004.
- [14] Martin JP, Millet P, Coeuriot JL. Étude expérimentale de la rétention en prothèse adjointe complète. Rôle de la surface. *Rev Odonto-Stomatol* 1992 ; 21: 11-16.
- [15] Klein P. La piézographie : modelage dynamique ou volume prothétique. *Actual Odonto-Stomatol* 1974 ; 106: 266-277.
- [16] Regragui A, Sefrioui A, Benfdil F, Benamar A, Abdedine A. Couloirs prothétique et gérodonnologie : traitement simple pour une stabilité optimum. *Actual Odonto-Stomatol* 2012 ; 258: 161-173.
- [17] Gahan MJ, Walmsley AD. The neutral zone impression revisited. *British Dent J* 2005 ; 198: 269-72.
- [18] Mersel A. Solution piézographique à une édentation bimaxillaire de classe III. *Conférence aux entretiens de Garancière*, Paris, 1984.
- [19] Amazalag G, Irurzun JP, Klein P. Piézographie et implantologie. *Info. Dent* 1999 ; 40: 3141-56.
- [20] Kokubo Y, Fukushima S, Sato J, Seto K. Arrangement of artificial teeth in the neutral zone after surgical reconstruction of the mandible: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2002 ; 88: 125-37.
- [21] Philip GB, Thomas V, Rajapur A, Gupta A, Jeetendra S. The neutral zone. *Dent Impact* 2013 ; 5(2): 105-108.
- [22] Klein P. Que peut-on attendre de la piézographie, dans la réhabilitation esthétique de l'édentation totale. *Rev Fr Odonto Stomatol* 1985 ; 14(4): 285-90.
- [23] Lejoyeux J. Empreintes tertiaires. Les empreintes dans le traitement de l'édentation totale. *CdP* édit, Paris, 1986.
- [24] Porwal A, Sasaki K. Current status of the neutral zone. A literature review. *J Prosthet Dent* 2013 ; 109: 129-34.
- [25] Klein P. Piézographie et prothèse adjointe. *Encycl Med Chir Stomatologie*, 23-325 M-10, 1993.
- [26] Okuno T, Nokubi, Yasui S. Application de la piézographie à la prothèse totale au Japon. 4^e Symposium international de prothèse adjointe fonctionnelle. *Info Dent* 1999 ; 40: 3141-56.
- [27] Tondowski E. L'empreinte phonétique en prothèse totale. *Strateg Proth* 2004 ; 4(2): 107-116.
- [28] Nabid A, Bouziane M, Boulefa A, Daoud FZ. Matérialisation de l'espace prothétique mandibulaire en gérodonnologie. *Strateg. Proth* 2010 ; 10, 3: 197-203.
- [29] Zeroual R, Andoh A, Kaoun K. La piézographie : Étude comparative entre tests phonétiques arabe et français. *Actual Odonto-Stomatol* 2012 ; 257: 63-71.
- [30] BenBrahem H. La piézographie mandibulaire phonétique : théorie et pratique, *Editions Universitaires Européennes*, Paris, 2011.
- [31] Bernhardt M, Joerger R, Leize M, Azuelos A, Bourguignon S, Iskandar S. Piézographie et plan d'occlusion prothétique. *Synerg Proth* 2001 ; 3(2): 129-137.
- [32] Singuiolo R. La restauration prothétique de l'édentation totale de la mandibule. Communication au cercle d'études et de rencontres odontologiques de Haut-Rhin ; (C.E.R.O) Rouffach, 1976.
- [33] N'Dindin AC, N'Dindin-Guinan BA, Guinan JC, Lescher J. Apport de la téléradiographie dans la détermination du plan d'occlusion référentielle chez l'édenté total. *Odonto-Stomatol Tropicale* 2000 ; 91: 31-7.
- [34] Bernhardt M, Joerger R, Gass M, Azuelos A, Bourguignon S, Magniez P. Quel peut être l'apport de la piézographie au montage fonctionnel en prothèse totale ? *Strateg Prothet* 2002 ; 2(2): 87-99.
- [35] Agrawal KK, Singh SV, Vero N, Alvi HA, Chand P, Singh K, Goel P. Novel technique to register neutral zone. *J Oral Biol Craniofacial Res* 2012 ; 2(3): 198-202.
- [36] Beresin VE, Schiesser FJ. The neutral zone in complete denture. *J Prosthet Dent* 1976 ; 36: 356-67.
- [37] The glossary of prosthodontic terms. 8th ed. *J Prosthet Dent* 2005 ; 94: 10-92.
- [38] Stromberg WR, Hickey JC. Comparison of physiologically and manually formed dentures bases. *J Prosthet Dent* 1965 ; 15: 213-26.
- [39] Sharif M, Azad AA, Ahmad S. Comparison of patient's satisfaction level with complete dentures fabricated by neutral zone technique and conventional technique. *Pakistan Oral Dental J* 2013 ; 33(1): 187-91.
- [40] Fahmy FM, Khayat DU. A study of the importance of the neutral zone in complete dentures. *J Prosthet Dent* 1990 ; 64: 459-62.
- [41] Raja HZ, Saleem MN. Relationship of neutral zone and alveolar ridge with edentulous period. *J Coll Physician Surg Pak* 2010 ; 20: 395-9.
- [42] Berrenas L, Odman P. Myodynamique and conventional construction of complete dentures: a comparative study of comfort and function. *J Oral Rehabil* 1989 ; 16: 457-65.