



Essai de fatigue en porte-à-faux distal sur le produit Fiber Force CST

Ref: BCM-CST-LB-001

Date: 19/03/2015

But de la manipulation :

Déterminer la résistance à la flexion en fatigue du produit **Fiber Force CST** avec un porte-à-faux distal de 11mm.

Matériels & Méthodes :

Les échantillons sont constitués de résine PMMA renforcés au moyen de tresses fibrées Fiber Force imprégnées et polymérisées sur piliers implantaires en titane (voir *Photos.1&2*). Ces échantillons sont des parallélépipèdes de section rectangulaire, représentatif du produit **Fiber Force CST de BCM**.



Photo.1: Tresses fibrées sur piliers implantaires

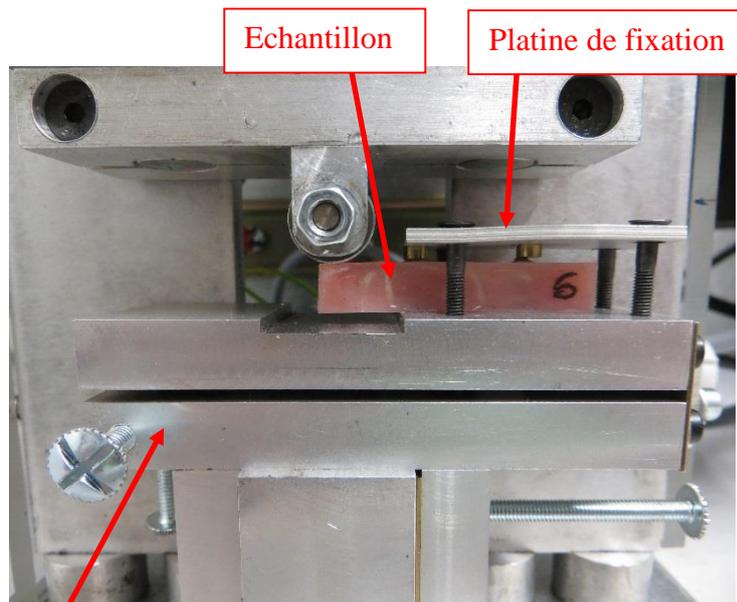


Photo.2: Echantillon tresses fibrées + résine

Les échantillons sont soumis à des cycles de flexion continus afin de réaliser un essai en fatigue à une fréquence de **180 flexions/min** (voir *Photos.3&4*). En accord avec la norme NF EN ISO 14801 (Janvier 2008), l'essai de fatigue est effectué avec une charge unidirectionnelle et celle-ci correspond à une courbe sinusoïdale variant entre une valeur de crête nominale et 10% de cette valeur.

Le porte-à-faux (cantilever) des échantillons est de **11mm**. Les porte-à-faux distaux sont utilisés en implantologie quand cinq ou six implants sont placés en avant des forams mentonniers ou des sinus, permettant des extensions bilatérales. Ainsi, si le volume osseux est insuffisant dans les zones postérieures, une prothèse fixée et vissée peut tout de même remplacer les premières molaires et éviter de lourdes procédures chirurgicales d'augmentation osseuse. Les essais de fatigue en flexion simulent les **efforts alternés que peut supporter une dent éloignée de 11mm distalement au dernier implant**.

Un cycle de **3 millions de manœuvres** est prévu, sauf rupture de l'échantillon avant que l'on atteigne les 3 millions de cycles, durée estimée à **5 ans de mastication**.



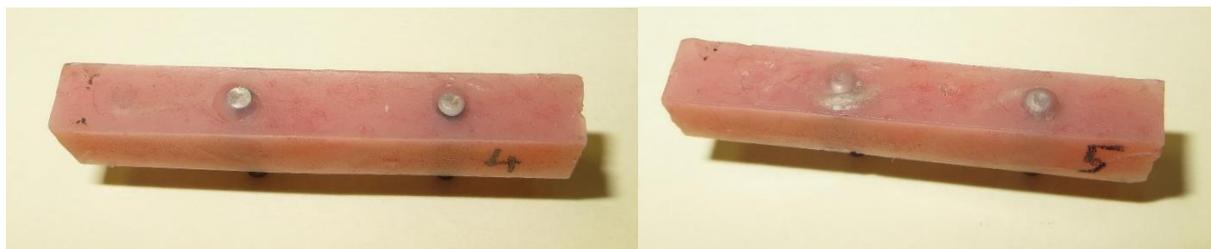
Photos.3&4: Dispositif de l'essai de fatigue

Dispositif support réglable

Résultats :

Echantillon	Date	Variation initiale de la force (kg)	Course (mm)	Durée essai	Nbr de cycles	Variation finale de la force (kg)	Etat après essai
1	juillet-14	0,7 à 5,25	/	11j 21h 59min	3088620	0,5 à 4,7	Echantillon intact
2	août-14	0,75 à 5,5	/	11j 20h 49min	3076020	0,1 à 2,5	Echantillon intact
3	août-14	2,25 à 5,5	/	14j 1h 27min	3644460	0,3 à 2,0	Echantillon intact
4	sept-14	0,75 à 6,5	0,24	9j 23h 49min	2590020	/	Echantillon intact (4336380 cycles au total)
	oct-14	0,15 à 8,25	0,35	6j 17h 42min	1746360	0,1 à 4,5	
5	nov-14	0,2 à 14	0,7	19j 3h 38min	4964040	0,2 à 5,5	Echantillon intact
6	déc-14	2,0 à 15,4	0,48	13j 3h 21min	3405780	0,5 à 4,8	Echantillon intact (6028740 cycles au total)
	janv-15	0,7 à 14,6	0,47	10j 2h 52min	2622960	0,12 à 13,8	

Tableau.1: Résultats des essais de flexion en porte-à-faux sur le Fiber Force CST



Photos.5&6: Echantillons après essai

Analyse des résultats :

Les 6 échantillons testés ont montré une très bonne résistance à la fatigue **puisque aucun échantillon ne s'est fracturé ou fissuré** après avoir subi plus de 3 millions de cycles. **Aucune décohésion de la résine** n'a été observée (voir *Photos.5&6*).

Pour les premiers échantillons, les forces imposées aux échantillons ont oscillé entre **0.5 et 5.5kg, représentatives des forces fonctionnelles en bouche** (voir *Tableau.2*) et équivalentes à **un déplacement de 0.24mm (240µm)** pour l'échantillon. Pour les autres échantillons, les forces ont oscillé entre **0.5 et 8 kg et jusqu'à 15kg, représentatives des forces maximales atteintes en bouche**, et équivalentes à **un déplacement de 0.50mm (500µm)** environ pour l'échantillon.

Auteurs (Dates)	Forces de mastication (daN ou kg)
Howell & Brudevold (1950)	0,3 à 7,2
Brudevold (1951)	0,3 à 1,56 & max à 5
Anderson (1953)	7,2 à 14,9
Anderson & Pieton (1958)	max à 14
Yurkstas & Curby (1953)	0,3 à 1,8 & max à 12
Atkinson & Shepherd (1967)	max à 13
Bearn (1975)	0,4 à 2,5
Dietschi	0,1 à 4,2 en zone postérieure 0,01 à 0,42 en zone antérieure

Les forces maximales atteintes pendant la mastication d'aliments par la région molaire sont de 12 à 15kg. Néanmoins, les forces fonctionnelles sont nettement inférieures et sont de l'ordre de 0.1 à 5kg. Ces valeurs dépendent hautement du type d'aliment mastiqué.

Tableau.2: Forces fonctionnelles moyennes et maximales sur la région prémolaire/molaire pendant la mastication (en présence d'aliments)

D'après le *Tableau.1* des résultats, la force nécessaire pour fléchir l'échantillon diminue progressivement au fil du temps. Ces phénomènes témoignent d'une **perte d'élasticité de l'échantillon** au fil du temps ; en fin d'essai, **une force inférieure à la force en début d'essai est donc suffisante pour faire fléchir l'échantillon**, du même déplacement (à noter que le déplacement ou la course, est donné par un système de came qui reste le même tout au long de l'essai).

Conclusion :

⇒ Des essais de fatigue en flexion sur un porte-à-faux distal de 11mm au dernier implant ont été réalisés sur des échantillons de type Fiber Force CST pour déterminer la résistance à la fatigue du produit.

⇒ **Tous les échantillons testés ont résisté à plus de 3 millions de cycles**, sans trace de détérioration, telles que fissures, décohésion de la résine ou déformation permanente. Il a été simplement observé en fin d'essai une diminution de l'effort nécessaire pour faire fléchir l'échantillon de la course programmée. **Le produit est donc apte à résister à plus de 5 ans de mastication.**

⇒ L'intensité du déplacement retenu pour l'essai est de **240µm au minimum**. Il correspond à une **déformation du matériau largement supérieure à ce que l'on observe en clinique**. En effet, lors de tests passifs (*Hammerie et Al. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implant and natural teeth, clin. Oral Implant. Res 1995 ; 6:83-90*), **la sensibilité dentaire est de 20µm alors que celle d'un implant est de 64µm**, et la charge détectée par une dent est de 2g alors que celle d'un implant est de 100g. Ces données sont consensus et déterminent le seuil de relâchement par réflexe des maxillaires par le patient (ostéo perception en relation avec des afférences protopathiques). La fenêtre de micro mouvements imposés aux implants susceptible de ne pas générer de micro dommages irréversibles a été **située entre 50 et 150µm** (*Szmukler-Monckler et Al. Timing of loading and effect of micromotion on bone dental implant interface, review of experimental literature, J. Biomed Mater Res 1998; 43:292-203*). La course de 240µm retenue dans l'essai représente donc une **marge de sécurité importante**.

⇒ Au niveau d'un implant, il n'existe pas d'adaptation à la dureté d'un aliment et les forces appliquées peuvent être plus importantes sans induire d'inhibition des muscles masticateurs. Le matériau retenu pour les prothèses Fiber Force CST (base acrylique sur squelette fibré) permet par ses propriétés viscoélastiques, d'**atténuer les pics de contraintes** inter-faciales liés à l'utilisation des matériaux rigides (métal, zircone...) de l'état de l'art.