

EFFETS DU VIEILLISSEMENT SUR LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES ALIGNEURS ORTHODONTIQUES GRAPHY®: Étude *in vitro*

Pauline URSAT*, Eric URSAT*, Thibault CANCELL**, Romain HOCKEL***, Bart VANDE VANNET****
*Département d'Orthopédie Dento-faciale, Faculté d'Odontologie, Université de Lorraine, Nancy, France
** Département Odontologie, Faculté de Santé de Toulouse, Toulouse, France
*** Hall Technique Faculté d'Odontologie, Nancy, France
****Institut Jean Lamour, CNRS, Université de Lorraine, Nancy, France

INTRODUCTION

L'émergence de l'impression directe 3D des aligneurs sans passer par l'impression du modèle des arcades avec le matériau Tera Harz TC-85 (Graphy de Forestadent®) propose une nouvelle alternative dans la fabrication des aligneurs qui serait plus précise, plus efficace, plus rapide et plus économique selon le fabricant.

Cette technique d'impression directe, via une impression 3D des gouttières sans passer par l'impression du modèle, utilise des matériaux dits « *Shape Memory* » pour s'adapter parfaitement à la dentition du patient. Il n'y a cependant pas de recul sur la stabilité dans le temps et dans l'environnement de la cavité buccale des propriétés de ce nouveau matériau Tera Harz TC-85 (Graphy de Forestadent®).

Les recommandations actuelles suggèrent quel que soit le matériau le port des gouttières d'alignement (aligneurs) 22 heures sur 24 ; à savoir le retrait des gouttières lors des repas et du brossage avec un changement des aligneurs tous les 15 jours.



OBJECTIFS

🎯 **Objectif principal** : Analyser l'effet de la salive artificielle sur les propriétés mécaniques du Tera Harz TC-85 (Graphy® de Forestadent) à J0, J7, J14 en évaluant au fil du temps, la force exercée ainsi que la déformation des aligneurs imprimés en 3D directement.

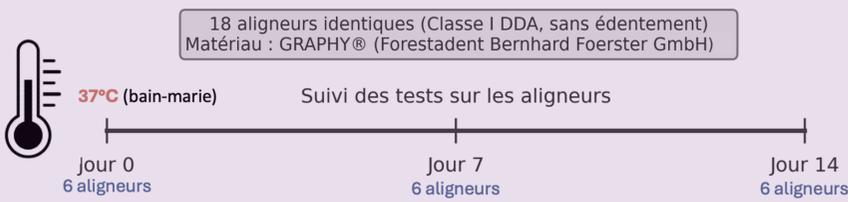
🎯 **Objectif secondaire** : Étudier l'évolution de l'effet de « mémoire de forme » au cours du temps (J0, J7 et J14), afin de vérifier si les aligneurs peuvent effectivement être changés tous les 15 jours, comme le recommande le fabricant, à condition que la salive n'altère pas les propriétés mécaniques du matériau Tera Harz TC-85.

🦷 Intérêt clinique potentiel :

- Si la stabilité du matériau est confirmée, cela pourrait :
- Réduire le nombre d'aligneurs nécessaires
 - Optimiser la durée et le coût du traitement des malocclusions

MATERIEL ET METHODES

• Echantillon:



Procédure de vieillissement en continu dans de la salive artificielle Fusayama/Mayer (custom pH up to 6,5 not stabilized 200ml) (Serlbo Technologies Vedene, France) dans un bain-marie à 37°C pour reproduire les conditions de la cavité buccale avant le passage sur le banc de traction avec des essais de traction à J0, J7 et J14. Pour éviter tout biais, les aligneurs ont été produits et conditionnés directement par le fabricant dans son centre de production à Pforzheim en Allemagne.

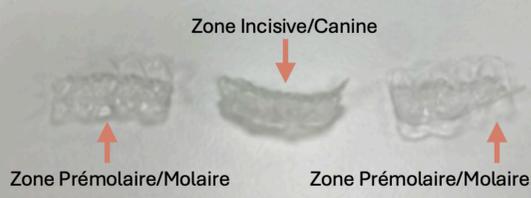


Photo 1. Aligneur découpé en 3 zones

Chaque aligneur a été découpé en 3 zones :

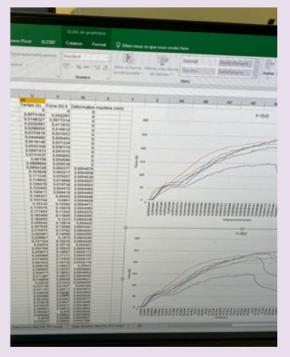
- Zone incisive des dents 13 à 23 avec taquets
- 2 Zones molaires des dents 14 à 17 et de 24 à 17

📏 Test de traction Test de traction

La machine utilisée est une Universal Testing Machine ou banc d'essai de Traction Dynamomètre LRX Plus de la marque LLOYD Instruments® à la Halle Technique d'Ingénierie de la Faculté d'Odontologie de Lorraine (Nancy, France) avec une vitesse de déformation de 5mm par minute comme utilisée dans l'étude de Fang *et al.* et une température constante et contrôlée de 20°C.

Variables étudiées :

- ◆ Résistance maximale & limite d'élasticité (en Newtons)
- ◆ Module d'élasticité/Module de Young ($E = \sigma / \epsilon \rightarrow$ Exprimé en Pascals (Pa) ou N/m^2 avec σ la contrainte et ϵ la déformation relative du matériau.



Photos Photos prises lors des test de traction

- Le critère de jugement principal est la résistance à la traction pour comparer selon la zone étudiée la résistance et la déformation selon le temps de vieillissement dans la salive artificielle.

RESULTATS

Comparaison de la résistance et des déformations avec les gouttières Graphy® selon le temps de vieillissement.

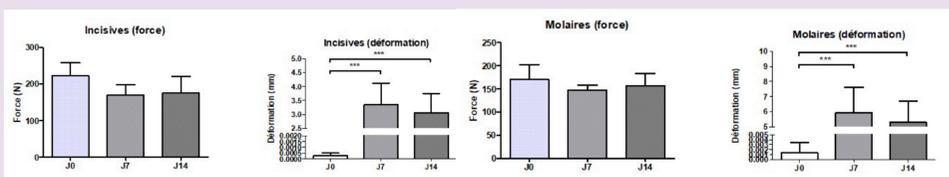


Tableau 1. Force en Newton appliquée sur les aligneurs à J0, J7 et J14 et leur déformation respective dans la zone incisive et molaire

Statistiques de l'étude des gouttières Graphy® dans la salive artificielle

INCISIVES:	MOLAIRES:			
	J0 (n=6)	J7 (n=6)	J14 (n=6)	p-value
Force (N)	222,67±35,56	169,45±28,53	174,9±46,18	0,051
Déformation (mm)	0,0003±0,0002	3,35±0,77	3,06±0,69	<0,001

Déformation à J0 diffère significativement (p<0,001) de déformation à J7 et J14

Déformation à J0 diffère significativement (p<0,001) de déformation à J7 et J14

Tableau 2. Comparaison de la force et de la déformation respective des aligneurs selon le temps de vieillissement dans la zone molaire et incisive.

DISCUSSION

Analyse Statistique

Analyse de variance (ANOVA) avec tests post-hoc de Bonferroni ou tests non paramétriques lorsque l'hypothèse d'égalité des variances n'était pas remplie. Seuil de signification : $p = 0,05$.

Après analyse statistique de ces essais de traction sur l'effet de la salive artificielle selon temps sur les propriétés mécaniques du matériau Tera Harz TC-85 (Graphy® de Forestadent), il ressort que:

- La force développée sur les gouttières pour les rompre n'est pas significativement différente au cours du temps,
- Après vieillissement et ce dès J7 les gouttières subissent des déformations beaucoup plus importantes par rapport à J0.

🦷 Implications Cliniques

Ces déformations peuvent affecter l'efficacité clinique des aligneurs, nécessitant des remplacements plus fréquents pour assurer des forces orthodontiques adéquates..

CONCLUSION

Dans les limites de cette étude sur la stabilité *in vitro* des propriétés mécaniques du matériau Tera Harz TC-85 (Graphy®, Forestadent, Pforzheim, Deutschland) pour l'impression directe 3D des aligneurs suggère non pas un changement d'aligneurs tous 15 jours selon les recommandations du fabricant mais plutôt un **changement hebdomadaire**.

Cette technique d'impression directe 3D des gouttières ne permettrait pas semble-t-il de réduire le nombre d'aligneurs lors d'un traitement orthodontique de par l'instabilité du « shape memory » avec les déformations que subissent les gouttières.

Références

