

Rapport d'expérience de rétro-déformation d'attaches parisiennes

SÉBASTIEN CANU

22 août 2012

1 Présentation

Le but de cette expérience est de valider la méthode de rétro-déformation employée pour sts52. Dans cette méthode, on suppose que le crâne a été déformé selon une seule direction sous la pression des sédiments. Pour retrouver la forme originale du crâne, on a imaginé l'expérience numérique suivante. Le crâne est placé dans une matière molle et on y applique une contrainte. Il y a deux inconnues à déterminer dans ce modèles : la direction et l'intensité de la contrainte. Pour les déterminer, on a défini des critères évaluant la qualité de la rétro-déformation. Puis on a cherché la direction et l'intensité qui donnaient les meilleurs résultats. Dans la simulation, la déformation est plastique ; elle est calculée par éléments finis à l'aide de SOFA (un simulateur mécanique pour le domaine médical). Il y a donc quatre paramètres à déterminer : le module d'élasticité et le coefficient de Poisson de la matière molle et du crâne.

Pour valider cette méthode on a effectué l'expérience suivante : on met un objet déformable dans du sable. On pose sur le sable un poids puis on récupère l'objet déformé. Enfin on numérise l'objet déformé et avec SOFA on applique la méthode de rétro-déformation sur l'objet.

2 Le dispositif expérimental

L'objet utilisé est une attache parisienne à laquelle on a fait prendre la forme d'un U. La figure 1 présente l'objet. On a mis l'objet dans un seau rempli de sable mouillé (voir figures 2 et 3). On a utilisé du sable fin provenant de la plage et on l'a mouillé car le sable sec est trop fluide. Le sable n'est pas tassé, il a été ajouté à l'aide d'un tamis pour qu'il garde une certaine homogénéité (voir figures 5 et 6). Enfin on a appliqué un poids de 20 kg à l'aide d'un autre seau (voir figure 4). Le diamètre du fond du seau est de 9 cm. Un poids de 20 kg permet de bien tasser le sable. Un poids inférieur n'est pas suffisant et ne déforme pas assez l'objet. On déduit la contrainte exercée sur le sable par la formule $\frac{masse * g_0}{\pi * rayon^2}$ ce qui nous donne 3.08 Newton par centimètre carré. L'expérience a été réalisée deux

fois avec des objets orientés différemment. La figure 7 présente les différentes orientations. La figure 8 montre les objet déformés.

3 modélisation

On a utilisé Blender pour modéliser l’attache parisienne. Le modèle est plus simple que l’attache. Il est composé d’un chapeau, de 4 cubes et de deux demi-cylindres. Le chapeau a été réalisé par révolution et les différents éléments ont été assemblés. Dans le modèle, on a fixé l’épaisseur de l’attache à 0.2 millimètres. les autre dimensions ont été mesurées à l’aide d’une règle. les figures 9, 10 et 11 présentent l’attache modélisée.

4 simulation avec SOFA

Pour lancer la simulation avec SOFA il a fallu déterminer différents paramètres. Je n’ai pas d’information sur la matière de l’attache parisienne mais la plupart d’entre elles sont fabriquées en laiton. D’après un document trouver sur Wikipedia le module d’élasticité du laiton varie entre 102 et 128 GPa et son coefficient de Poisson est 0,35. J’ai pris 128 GPa et 0,35 pour les caractéristiques de l’attache. Pour la matière molle j’ai gardé les même valeurs qu’avec sts52 soit un module élasticité valant 5 GPa et un coefficient de Poisson nul.

La première simulation a été de mettre l’attache dans la bonne direction avec la bonne contrainte pour voir si on retrouvait l’attache originale, mais ce ne fut pas le cas (voir figures 12a, 12b et 12c). J’ai essayé de modifier les différents paramètre mais ne suis pas arrivé a un résultat satisfaisant. Cela est peut être du à la modélisation de l’attache trop simpliste. On pourrait arrondir les angle ou peut être faut-il changer la simulation dans SOFA.

Néanmoins en cherchant la direction qui optimise un critère basé sur l’écartement des bouts des pattes on retrouve la direction de déformation. Le critère est le même que celui utilisé avec sts52. On a placé quatre points aux extrémités des pattes et on cherche la meilleur correspondance avec les quatre points du modèle non déformé. Le modèle rétro-déformé qu’on obtient à la fin ne ressemble pas trop au modèle original (voir figure 12c) mais il est dans la bonne direction.

J’ai enfin tenté une deniers simulation. J’ai fixé tout les paramètres connus : la direction et l’intensité de la contrainte, le module élasticité et le coefficient de poisson de l’attache. J’ai lancé le programme non pas trouver la meilleur direction, mais pour trouver le module d’élasticité et le coefficient de poisson de la matière molle donnant le meilleur résultat. A la fin de la recherche on avait 0.226 pour module d’élasticité et 0.2833 comme coefficient de poisson. Mais encore une fois le modèle rétro-déformer obtenu ne correspond pas au modèle originale.

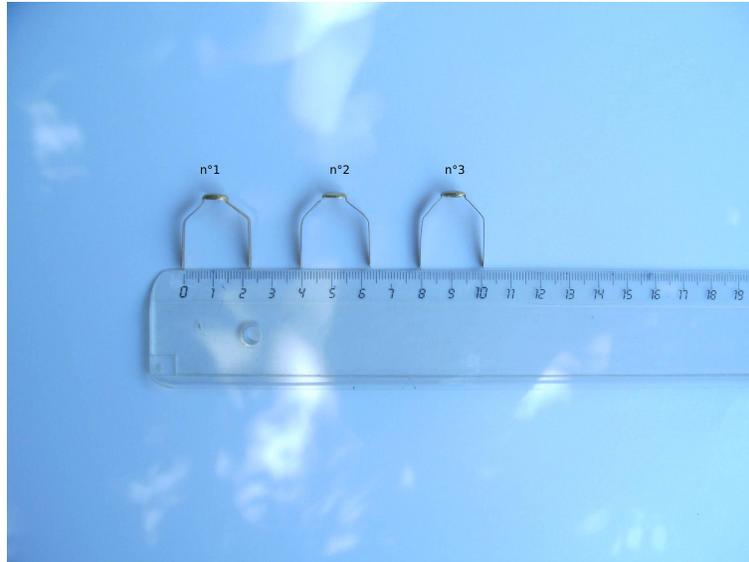


FIGURE 1 – Les attaches parisiennes sous forme de U avant la déformation.



FIGURE 2 – La première attache dans le sable.



FIGURE 3 – La seconde attache dans le sable.



FIGURE 4 – Le seau rempli de sable avec le poids.



FIGURE 5 – Le sable à disperser dans le seau a l'aide d'un tamis.



FIGURE 6 – Le seau rempli de sable avec tamisé.

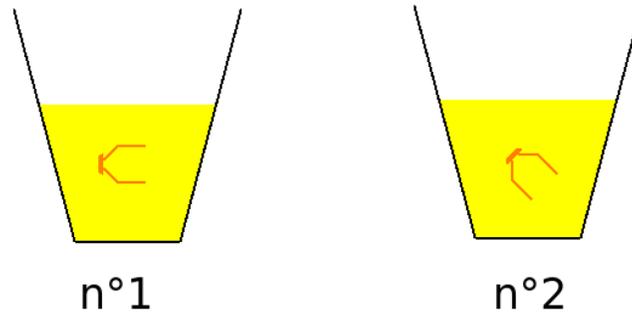


FIGURE 7 – Les différentes orientations des attaches dans le sable.

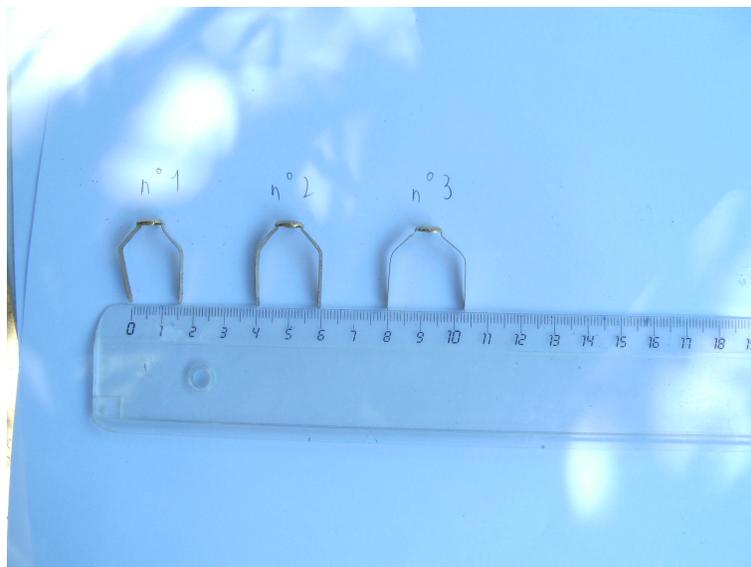


FIGURE 8 – Les attaches après déformation.

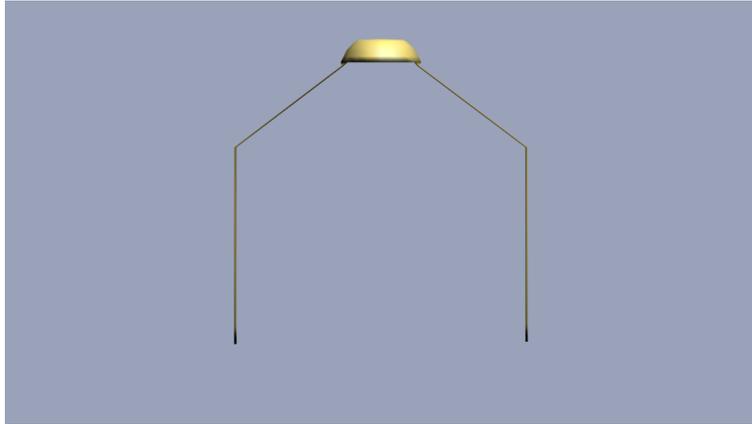


FIGURE 9 – L'attache n°1 modélisée.

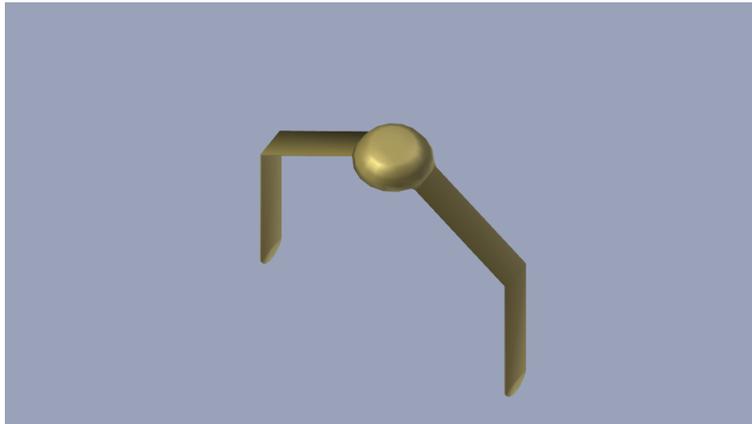


FIGURE 10 – L'attache n°1 modélisée.

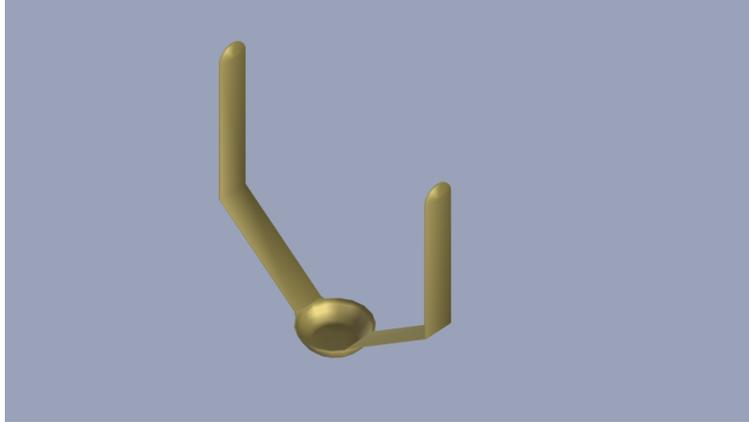
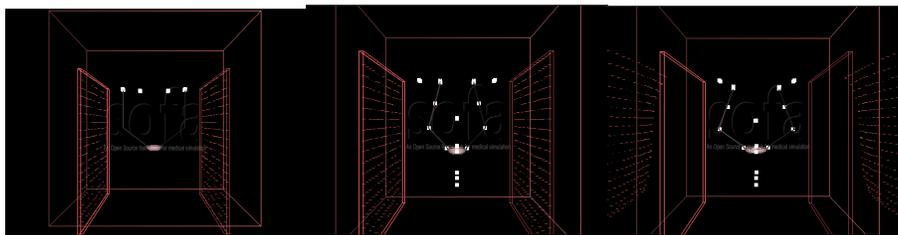


FIGURE 11 – L'attache n°1 modélisée.



(a) Attache d'origine.

(b) Attache déformée.

(c) Attache après une rétro déformation.

FIGURE 12 – Test de rétro-déformation.