

Validation d'un modèle 3D pour l'enseignement physiopathologique des fractures de cheville : une étude randomisée contrôlée

Chatelain L.S.¹, Khalifé M.¹, Ferrero E.¹, Garreau de Loubresse C.¹, Benhamou D.², Guigui P.¹, Blanié A.²

(1) Service d'Orthopédie, Hôpital Européen Georges Pompidou (HEGP), Paris, France

(2) Service d'Anesthésie Réanimation, Hôpital Bicêtre & Centre de simulation LabForSIMS, Faculté de Médecine Paris-Saclay, France

1. INTRODUCTION

L'éducation numérique interactive est de plus en plus recommandée en pédagogie médicale pour améliorer la compréhension des concepts biomécaniques complexes. Les fractures bimalléolaires de cheville représentent un enjeu quotidien en orthopédie, et la compréhension de leurs mécanismes lésionnels est essentielle pour leur diagnostic et leur traitement.

L'objectif principal était d'évaluer si l'utilisation d'un modèle 3D interactif permettait d'améliorer l'apprentissage des mécanismes des fractures de cheville par rapport à un cours traditionnel au format texte (PDF). L'objectif secondaire portait spécifiquement sur l'impact du modèle 3D sur les compétences en interprétation radiologique, un domaine directement lié aux décisions cliniques en traumatologie.

2. MÉTHODES

Modèle 3D

Le modèle 3D interactif a été développé à partir d'un scanner de cheville. Les os et principaux ligaments de la cheville ont été modélisés. En cliquant sur les boutons à l'écran, l'utilisateur pouvait animer les trois principaux mécanismes lésionnels des fractures de cheville (Figure 1) : adduction, rotation externe, abduction. Un texte éducatif accompagnait chaque type de fracture. L'utilisateur pouvait interagir librement avec le modèle : zoom, rotation et visualisation d'annotations anatomiques. Le modèle était accessible gratuitement sur ordinateur ou smartphone, en ligne (Figure 2).

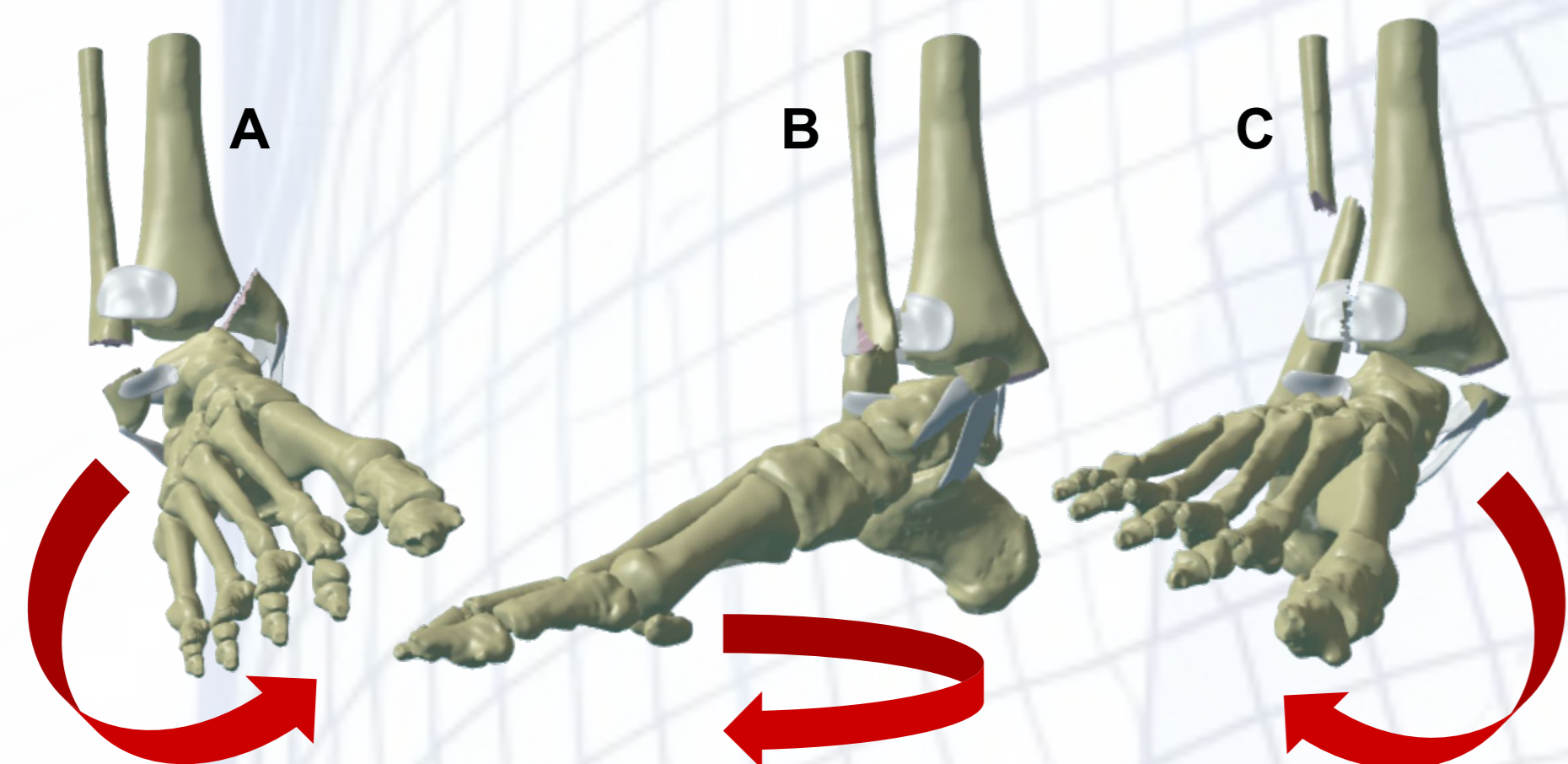


Figure 1 : Vue frontale des trois mécanismes lésionnels principaux : A. Adduction; B. Rotation externe; C. Abduction.

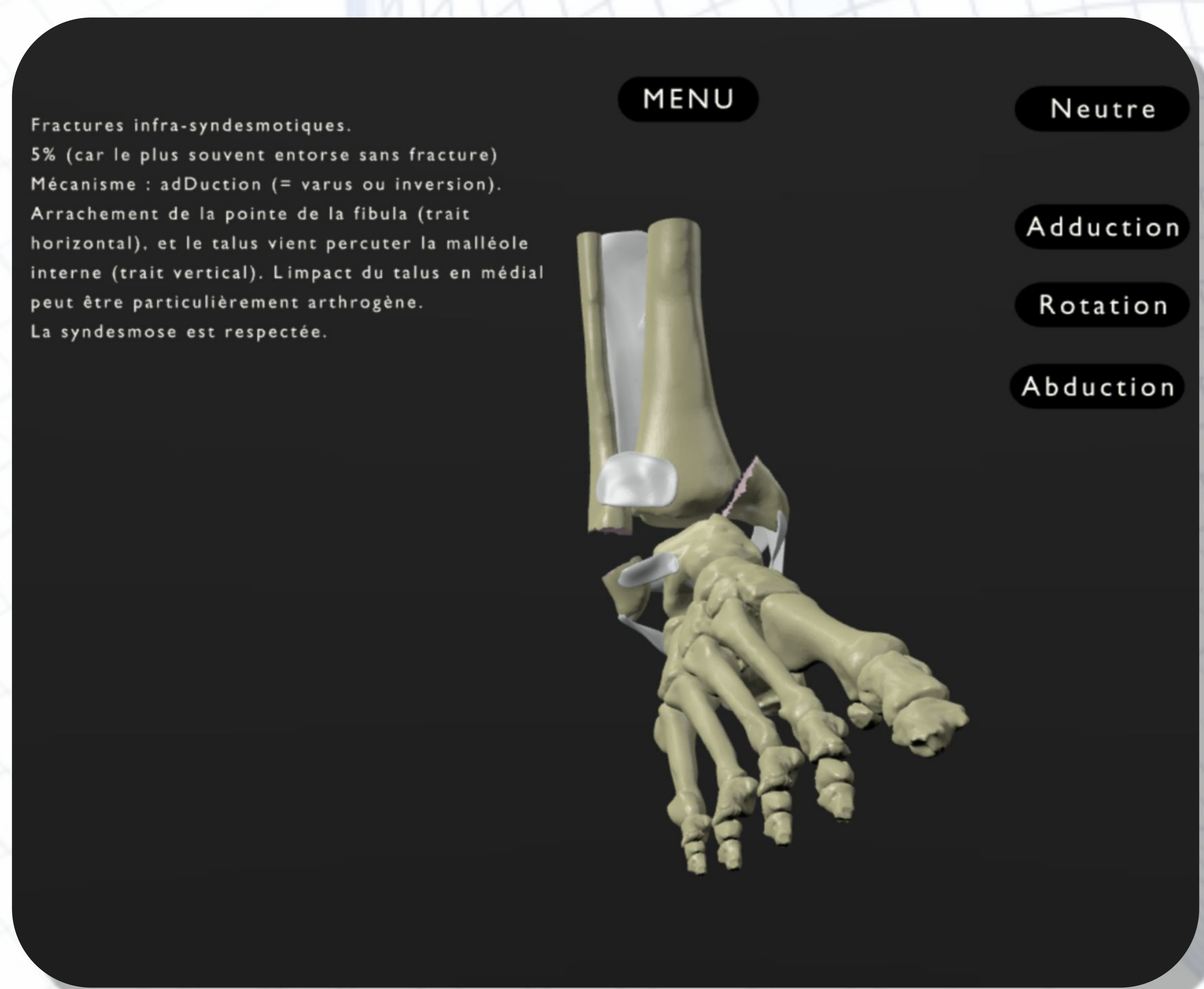


Figure 2 : Capture d'écran du modèle 3D.

Déroulement de l'étude

Il s'agissait d'une étude de validation prospective, randomisée, contrôlée, menée auprès d'étudiants en 4e année de médecine, issus de deux centres universitaires (Figure 3). Les participants étaient randomisés pour étudier soit avec le modèle 3D, soit avec le cours PDF du Collège Français de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique (CFCOT), harmonisé pour contenir strictement le même contenu que le modèle.

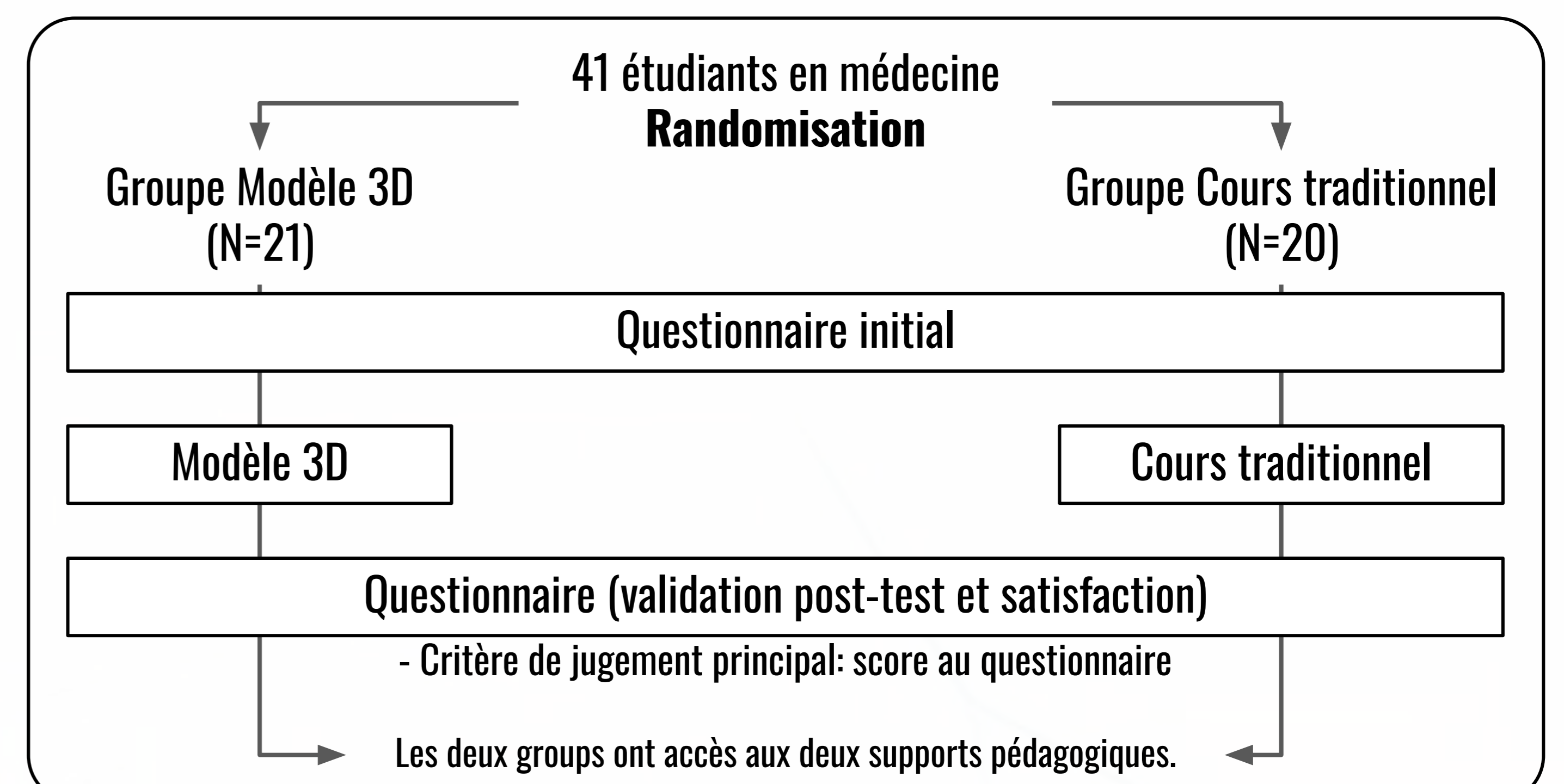


Figure 3 : Flowchart de l'étude

Après consentement, tous les étudiants ont d'abord complété un questionnaire pré-test pour évaluer leurs connaissances initiales sur les fractures bimalléolaires. Ils ont ensuite étudié pendant 45 minutes selon leur groupe. Enfin, ils ont complété un questionnaire post-test (10 questions : anatomie, mécanismes lésionnels, physiopathologie, diagnostic radiologique). Les questions ont été adaptées d'annales d'examens, et validés par quatre chirurgiens extérieurs à l'étude. Ils ont également répondu à un questionnaire de satisfaction vis-à-vis du support pédagogique utilisé. Le niveau de confiance dans la compréhension et la gestion des fractures bimalléolaires a également été recueilli.

Le critère de jugement principal était le score au questionnaire final. Le critère de jugement secondaire était le score spécifique aux questions de diagnostic radiologique.

3. RÉSULTATS

Au final, 41 étudiants en 4e année de médecine ont été inclus. Les deux groupes étaient comparables au scores du questionnaire initial, sans différence significative ($p=0.97$).

Le score global au questionnaire post-test était significativement supérieur dans le groupe Modèle 3D (5.3/10) comparé au groupe Cours traditionnel (4.1/10) ($p=0.047$), en faveur de l'apprentissage interactif.

L'analyse par catégories de questions a montré une différence significative uniquement pour la physiopathologie, en faveur du modèle 3D ($p=0.02$). Aucune différence significative n'a été observée pour l'anatomie, les mécanismes lésionnels ou la performance en diagnostic radiologique (objectif secondaire).

La satisfaction des étudiants était significativement plus élevée avec le modèle 3D (8.6/10) qu'avec le cours traditionnel (5.8/10), $p<0.0001$.

4. DISCUSSION

Il s'agit du premier modèle 3D interactif en accès libre pour l'étude des fractures bimalléolaires à notre connaissance. Il est accessible gratuitement en ligne, sur ordinateur ou smartphone. Il a permis une meilleure acquisition globale des connaissances, mais l'effet sur le diagnostic radiologique n'a pas pu être démontré de façon significative, probablement en lien avec un échantillon modeste.

Limites

L'échantillon était de taille réduite et aucun suivi à long terme (Kirkpatrick niveaux 3-4) n'a été réalisé. Le modèle a été volontairement simplifié pour rester aligné avec le contenu du cours du collège, et faciliter l'enseignement pour des étudiants de deuxième cycle.

5. CONCLUSION

Ce modèle 3D interactif en accès libre a démontré une valeur pédagogique supérieure au cours textuel traditionnel pour l'enseignement des mécanismes des fractures de cheville. Il n'a pas montré de supériorité significative pour l'interprétation radiographique des fractures. Les étudiants ont jugé le modèle plus intuitif et engageant grâce aux visualisations et animations 3D. Son utilisation pourrait être généralisée en orthopédie, en particulier pour l'apprentissage des chapitres faisant appel à des notions biomécaniques complexes.

