

UNIVERSITÉ DE NANTES

FACULTÉ DE MÉDECINE

Année : 2019

N° 2019-142

THÈSE

pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

DIPLÔME D'ÉTUDES SPÉCIALISÉES EN ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

par

Antoine FRÈRE

né le 9 octobre 1989 à Mont-Saint-Aignan

Présentée et soutenue publiquement le 27 septembre 2019

Evaluation de l'impact pédagogique du simulateur d'échographie SonoSim™

Président : Monsieur le Professeur Karim ASEHNOUNE

Directeur de thèse : Madame le Professeur Corinne LEJUS-BOURDEAU

Sommaire

Liste des abréviations	3
Introduction	4
Méthodes	6
1. Éthique	6
2. SonoSim™	6
3. Participants	6
4. Évaluation	7
5. Analyse statistique	9
Résultats	10
Discussion	17
Conclusion	22
Références bibliographiques	23
Annexes	27
Annexe 1 : Avis du GNEDS	27
Annexe 2 : Lettre de consentement	30
Annexe 3 : Livret de travail ETT.....	32
Annexe 4 : Livret de travail FAST	35
Annexe 5 : SonoSim™	37
Annexe 6 : Guide d'utilisation du SonoSim™	38
Annexe 7 : Grille de notation des coupes échographiques	41
Annexe 8 : Questionnaire de l'évaluation théorique	45
Annexe 9 : Questionnaire final	52

Liste des abréviations

DES	Diplôme d'Etudes Spécialisées
DESAR	Diplôme d'Etudes Spécialisées en Anesthésie-Réanimation
DESC MU	Diplôme d'Etudes Spécialisées complémentaires en Médecine d'Urgence
ETT	Échographie transthoracique
ETO	Échographie transoesophagienne
FAST	Focused Assessment with Sonography for Trauma
GNEDS	Groupe Nantais d'Éthique dans le Domaine de la Santé
SMUR	Service Mobile d'Urgence et de Réanimation
SAUV	Salle d'Accueil des Urgences Vitales

Introduction

L'échographie prend une place croissante dans la prise en charge des patients. Cet examen non invasif, peu onéreux, réalisable « au lit du malade », permet l'acquisition rapide d'informations [1]. On observe un développement exponentiel de son utilisation par des non-radiologues dans de multiples domaines de la santé, en particulier pour la gestion de situations critiques, en médecine d'urgence extra (SMUR) ou intra-hospitalière (SAUV), en réanimation ou au bloc opératoire [2]. En situation critique, 2 examens sont au cœur de la prise en charge du patient, l'échocardiographie transthoracique (ETT) et l'échographie chez le traumatisé grave ou FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma) [3-11]. L'acquisition précoce de compétence en ETT et en FAST est devenue nécessaire dans le cursus de formation initiale en anesthésie-réanimation et médecine d'urgence. La formation s'articule habituellement autour d'un enseignement théorique et pratique académique et du compagnonnage avec des praticiens expérimentés. La difficulté d'identifier des terrains de stage et une disponibilité de plus en plus faible des tuteurs de stage complexifient cette étape et justifient de proposer des alternatives complémentaires. La simulation s'est considérablement développée en santé, à la fois en formation initiale et continue [12]. La Haute Autorité de Santé préconise de ne jamais réaliser une procédure la première fois sur un patient [12]. L'apprentissage des techniques échographiques n'échappe pas à cette règle mais l'intérêt pédagogique de l'intégration de simulateurs d'échographie dans les cursus de formation initiale n'est pas clairement démontré. Les études portant sur la FAST sont de faible ampleur et ne retrouvent de différence avec la formation traditionnelle [13-16]. Des recommandations américaines récentes sur l'enseignement de l'échocardiographie en réanimation soulignent que la simulation facilite son apprentissage, en particulier à la phase initiale [9]. Néanmoins, la littérature est restreinte et hétérogène avec différents simulateurs, programmes d'apprentissage et populations d'apprenants. Le bénéfice pédagogique de la simulation en échographie n'est pas formellement établi et sa place reste à préciser.

Les simulateurs d'échographie sont habituellement onéreux et encombrants. Le SonoSim™ est un nouveau simulateur d'échographie portable. Son originalité est d'associer des tutoriels avec un enseignement didactique complet, une évaluation des connaissances, et un enseignement pratique à l'aide de cas cliniques dans un grand nombre de domaines, grâce à un système modulaire balayant de multiples spécialités.

Notre hypothèse était que l'apprentissage de la sonoanatomie à l'aide du SonoSim™ en association avec la formation conventionnelle est supérieur à la formation conventionnelle seule, pour l'ETT et la FAST. L'objectif principal de l'étude était d'évaluer l'impact pédagogique du SonoSim™ sur l'acquisition des compétences techniques en ETT et en FAST d'étudiants en tout début de 3^e cycle du DESC de médecine d'urgence et du DES d'anesthésie-réanimation. Les objectifs secondaires étaient l'évaluation de la facilité d'utilisation des modules de cardiologie et de FAST, de l'intérêt et l'efficacité ressentis par les étudiants du groupe Simulation (S), et l'impact du SonoSim™ sur le temps d'apprentissage personnel.

Méthodes

Éthique

L'étude monocentrique, prospective, contrôlée, randomisée, en groupes parallèles, en simple aveugle, s'est déroulée dans Le Laboratoire Expérimental de Simulation en Médecine Intensive de l'Université (LE SiMU) de Nantes sur une période de huit mois (de novembre 2016 à juin 2017). Elle a reçu un avis favorable du comité d'éthique (Groupe Nantais d'Éthique dans le Domaine de la Santé) le 21 mars 2017. L'étude a été proposée à tous les étudiants débutant le cursus du DES d'anesthésie-réanimation ou du DESC de médecine d'urgence, en novembre 2016 avant le premier jour de stage.

SonoSim™

Le SonoSim™ (SonoSim, Inc. 1738 Berkeley Street, Santa Monica, CA 90404, 323-473-3800, info@sonosim.com) est constitué d'un dispositif faisant office de sonde et d'un applicatif installé sur un ordinateur qu'il transforme en échographe virtuel. L'étudiant opère sur un patient virtuel représenté à l'écran, comme il le ferait avec un vrai patient. Les déplacements et inclinaisons de la sonde virtuelle sur le plan de travail sont très fidèlement reproduits sur l'ordinateur, et génèrent en temps réel les images échographiques correspondantes. Les cas cliniques proposés (plus de 1000) permettent de tester les connaissances des étudiants sur l'ensemble des domaines enseignés. Le simulateur possède également une partie interventionnelle avec la possibilité de mise en place virtuelle échoguidée de cathéters veineux périphériques et centraux, ainsi qu'un module d'entraînement à l'anesthésie locorégionale.

Participants

Après information et consentement écrit, les participants ont été randomisés en 2 groupes Simulation (S) et Contrôle (C) par bloc de 6 avec une stratification en fonction du DES. Tous les étudiants bénéficiaient de la formation ETT et FAST habituellement dispensée dans leur cursus (cours théoriques, une journée de formation sur volontaire sain) et d'un livret résumant les bases fondamentales de l'ETT et de la FAST (déroulement de l'examen, placements de la sonde, images échographiques normales et pathologiques, critères qualités).

Les étudiants du groupe S participaient à une séance d'entraînement mensuelle d'une heure en binôme sur le SonoSim™, dans LE SiMU de Nantes, en autonomie totale. Hormis la durée totale de la séance, aucune consigne n'était donnée aux étudiants sur son déroulement. L'étudiant pouvait choisir de travailler l'ETT et/ou la FAST au cours d'une même séance. La répartition du travail entre tutoriels et cas cliniques était également laissée à la libre appréciation de l'étudiant. Un intervenant était disponible uniquement en cas de problème technique. Une aide-cognitive décrivant les modalités d'utilisation du SonoSim™ était mise à disposition des participants. Ils n'avaient pas accès au simulateur en dehors des séances prévues par l'étude. Après chacune des séances, les participants devaient remplir et signer une feuille de traçabilité mentionnant le nom des participants, la date et l'heure de début et de fin d'utilisation du simulateur. Les participants du groupe C n'ont pas eu accès au simulateur.

Évaluation

Une évaluation des connaissances théoriques et des performances pratiques des étudiants des 2 groupes était réalisée 8 mois après l'inclusion dans l'étude. L'épreuve théorique consistait à répondre en 1 heure à 20 questions à choix multiples (QCM) comportant chacune 5 items, à part égale sur l'ETT et la FAST. Les questions portaient sur la sonoanatomie, la reconnaissance des incidences échographiques, et de la bonne position de la sonde sur le patient. Quatre points étaient accordés par QCM si la réponse aux 5 items était correcte. Il n'y avait pas de point négatif. Si la réponse à un ou plusieurs items était incorrecte, aucun point n'était attribué pour ce QCM. La note totale était sur 80 points.

L'évaluation pratique comportait l'acquisition sur un volontaire sain, en 7 minutes au plus, des 7 coupes de base de l'ETT et de la FAST. L'ordre des coupes était imposé avec 4 coupes d'ETT (parasternale grand axe, petit axe, apicale 4 cavités, sous-costale 4 cavités) puis 3 coupes de FAST (espaces de Morisson, de Kohler et de Douglas). Dès que l'étudiant jugeait la coupe satisfaisante, il l'enregistrait et passait à la suivante. L'examen était interrompu au bout de 7 minutes, quel que soit le nombre de coupes acquises.

L'étudiant bénéficiait d'une aide uniquement en cas de difficulté de maniement des fonctionnalités de l'échographe. Dans ce cas, le chronomètre était arrêté et le temps de résolution du problème technique n'était pas décompté.

Les réglages de profondeur et de gain, ainsi que le choix du type de sonde, étaient prédéfinis et ne pouvaient être modifiés par l'étudiant. Le changement de sondes et les modifications des paramètres de l'échographe lors du passage de l'ETT à la FAST étaient assurés par l'investigateur. Le temps nécessaire à cette manœuvre n'était pas décompté. Les coupes étaient évaluées en simple aveugle, à distance, par 2 investigateurs, non experts, à l'aide d'une grille d'évaluation quantitative et qualitative dérivée de celle de *Abergel E et al* [17]. Cette grille précisait pour chaque incidence et coupe, les structures qui devaient être visualisées selon les recommandations de la Haute Autorité de Santé sur les principales indications et conditions de réalisation de l'échocardiographie doppler transthoracique. Le score pratique maximal était de 120. Il prenait en compte le nombre (3 points par coupe), l'orientation (1 point par coupe correcte), la qualité de visualisation des structures anatomiques (0 point : structure non visible, 1 point : visualisation possible, 2 points : structure visible sans difficulté) de chaque coupe échographique. Deux points supplémentaires étaient attribués si le participant acquérait la totalité des coupes dans le temps imparti. La moyenne des scores côtés par les 2 investigateurs était retenue si leur différence était inférieure ou égale à 10%. Si elle était supérieure à 10%, les coupes étaient revues en commun par les 2 investigateurs. En plus, les coupes étaient classées en aveugle, en « utilisable » ou « non utilisable » par 2 investigateurs experts respectivement en FAST et en ETT, en référence à leur pratique quotidienne. Les critères utilisés pour ce classement étaient laissés à leur discrétion. Le critère de jugement principal était la somme des scores théoriques et pratiques avec un score total maximal de 200.

A l'issue de l'étude, immédiatement après l'évaluation théorique, tous les étudiants renseignaient un questionnaire comportant 9 questions fermées communes aux 2 groupes, 13 questions spécifiques au groupe S et 3 au groupe C, pour recueillir l'avis des participants sur l'intérêt subjectif et la pertinence du travail sur le SonoSim™ ainsi que leur ressenti sur la faisabilité de son intégration à leur formation initiale. Les réponses étaient graduées en 5 niveaux « tout à fait d'accord », « d'accord », « neutre », « pas d'accord », « fortement en désaccord ». L'impact du travail sur le SonoSim™ sur le temps personnel hebdomadaire consacré à l'apprentissage de l'ETT et de la FAST au cours des 8 premiers mois du cursus était également évalué.

Analyse statistique

L'analyse statistique était réalisée à l'aide du logiciel Stat View (Abacus Concepts Inc. Berkeley, CA). Les données non paramétriques ont été exprimées par la médiane et les percentiles 25 et 75% et comparées par un test U de Mann et Whitney. Les données qualitatives ont été exprimées en proportion de patients et analysées par un test du χ^2 .

En l'absence de données disponibles sur les performances attendues dans le groupe C, pour évaluer le nombre de sujets nécessaires dans l'étude, nous avons estimé que le groupe C obtiendrait un score total de 120 ± 30 . Dans cette hypothèse, 15 étudiants étaient nécessaires par groupe pour mettre en évidence une amélioration du score de 30% dans le groupe S, avec une hypothèse bilatérale, un risque alpha de 5%, et une puissance de 90%. Le seuil de signification était de $P < 0,05$.

Résultats

Finalement, 34 étudiants ont été inclus dans l'étude. Un étudiant du groupe C a retiré son consentement avant le début de l'étude. Trois étudiants du groupe S ont suivi l'entraînement par la simulation mais ne se sont pas présentés à l'évaluation. Tous les autres étudiants du groupe S ont adhéré entièrement au parcours de formation imposé sur le SonoSim™. L'analyse a donc porté sur 30 étudiants, soit 15 par groupe (figure 1). Les caractéristiques démographiques, l'expérience antérieure, le cursus de stage clinique étaient comparables dans les 2 groupes (tableau 1).

Figure 1 : Diagramme de flux

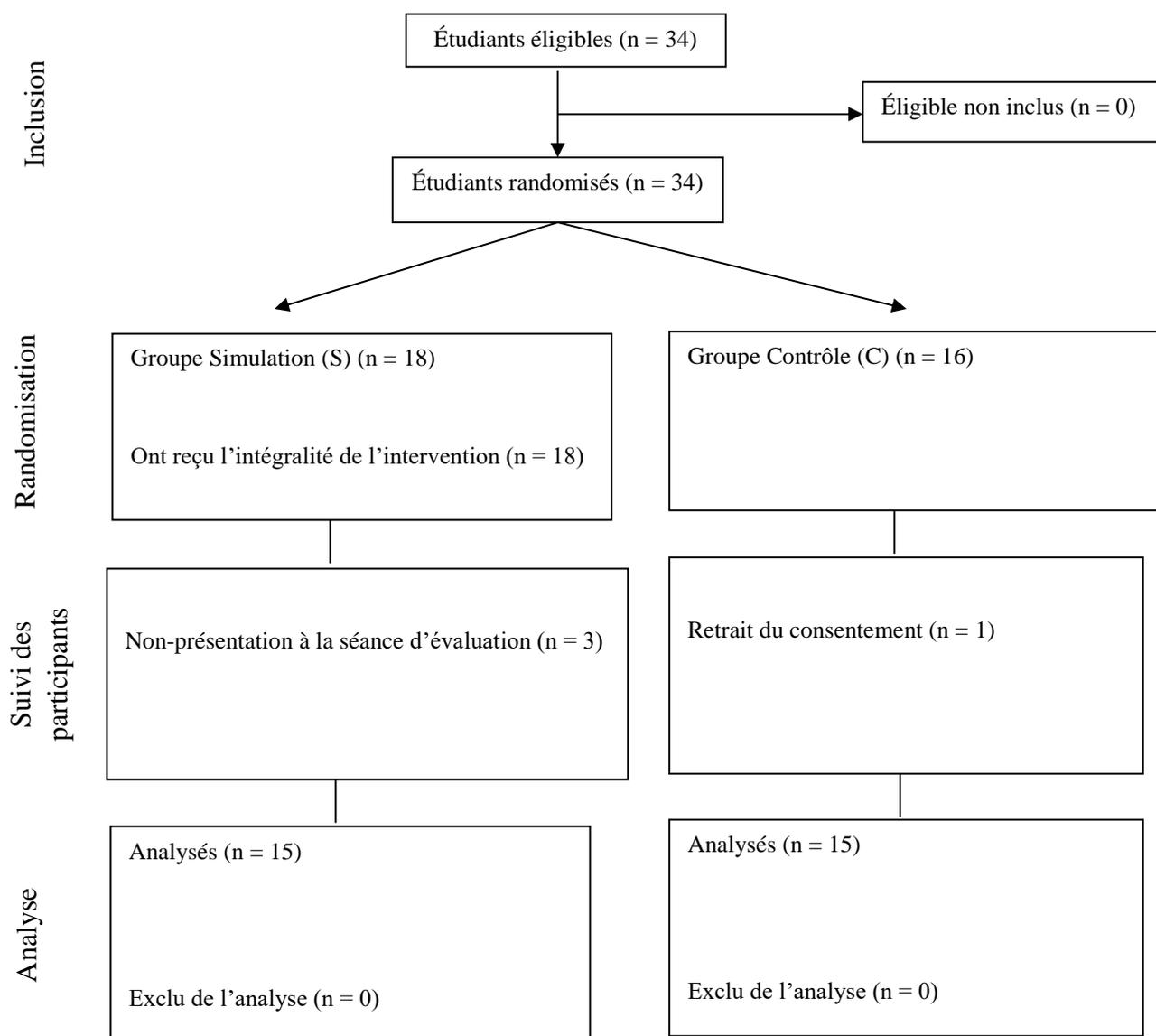


Tableau 1 : Données démographiques des étudiants inclus dans l'étude

	Groupe Contrôle (n = 15)	Groupe Simulation (n = 15)	P
Âge, année	26 (25-26)	25 (25-26)	
Sexe ratio F/H, n (%)	8 (53,3) /7 (46,7)	5 (33,3) /10 (66,7)	0,46
DESAR, n (%)	7(50,0)	7 (50,0)	>0,99
DESC MU, n (%)	8 (50,0)	8 (50,0)	>0,99
Pratique jeux vidéo, n (%)	6 (40,0)	4 (26,7)	0,70
Pratique de l'ETT en stage, n (%)	2 (13,3)	3 (20)	>0,99
Pratique de la FAST en stage, n (%)	2 (13,3)	9 (60)	0,021
1 ^{er} semestre en centre universitaire	10 (66,7)	11 (73,3)	>0,99
2 ^{eme} semestre en centre universitaire	7 (46,7)	7 (46,7)	>0,99
1 ^{er} semestre			0,28
Anesthésie	6 (40,0)	7 (46,7)	
Réanimation	1 (6,7)	0 (0,0)	
Urgence	1 (6,7)	3 (20,0)	
Médecine	7 (4,7)	5 (33,3)	
2 ^e semestre			0,26
Anesthésie	6 (40,0)	6 (40,0)	
Réanimation	1 (6,7)	2 (13,3)	
Urgence	2 (13,3)	4 (26,7)	
Médecine	6 (40,0)	3 (20,0)	
Formation académique échographique	5 (33,3)	6 (40,0)	>0,99

Les données étaient exprimées par la médiane et les percentiles 25%-75%. Les comparaisons entre les groupes S *versus* C sont effectuées par un test de Mann-Whitney. $P < 0.05$ était considéré comme significatif.

Sept étudiants (23,3%) ont bénéficié du bonus grâce à l'acquisition des 7 coupes dans le temps imparti. Les notes affectées par les 2 investigateurs étaient étroitement corrélées avec respectivement un coefficient de Pearson respectivement de 0,994 ; 0,989 et 0,965 pour les notes pratiques totales, ETT et FAST.

Les coupes de 8 participants (6 dans le groupe C et 2 dans le groupe S, $P = 0,215$) ont été revues par les 2 investigateurs en raison d'une différence de score pratique total supérieure à 10%.

Le score total était supérieur dans le groupe S (tableau 2) mais le score théorique total et ses composantes FAST et ETT n'étaient pas différents. Seuls les scores pratiques pour l'ETT et la FAST étaient supérieurs dans le groupe S. Ces résultats étaient similaires pour le sous-groupe des étudiants DESAR (tableau 3). Pour les étudiants DESC MU, seule la note pratique pour la FAST était supérieure dans le groupe S (tableau 4).

Tableau 2 : Scores obtenus à l'épreuve théorique et à l'épreuve pratique

Score	Groupe contrôle (n = 15)	Groupe simulation (n = 15)	<i>P</i>
Total (/200)	83 [69-102]	104 [91-122]	0,0293
Théorique total (/80)	40 [32-44]	32 [24-39]	0,1884
Théorique ETT (/40)	24 [20-31]	20 [16-28]	0,3837
Théorique FAST (/40)	12 [9-16]	12 [8-15]	0,3297
Pratique total (/120)	49 [35-59]	70 [65-81]	0,0005
Pratique ETT (/86)	33 [24-45]	49 [45-58]	0,0062
Pratique FAST (/32)	9 [7-16]	20 [14-25]	0,0032

Les données étaient exprimées par la médiane et les percentiles 25%-75%. Les comparaisons entre les groupes S *versus* C sont effectuées par un test de Mann-Whitney. $P < 0.05$ était considéré comme significatif.

Tableau 3 : Scores obtenus à l'épreuve théorique et à l'épreuve pratique des étudiants DESAR

Score	Groupe contrôle (n = 15)	Groupe simulation (n = 15)	<i>P</i>
Total (/200)	83,5 [65,6-100,5]	110 [101,5-137,8]	0,0181
Théorique total (/80)	44 [33-47]	36 [32-58]	0,8467
Théorique ETT (/40)	24 [24-31]	28 [21-35]	0,6960
Théorique FAST (/40)	12 [9-19]	12 [8-23]	0,8961
Pratique total (/120)	38,5 [26,9-59]	74 [69,2-80,8]	0,0017
Pratique ETT (/86)	27 [15,6-36,1]	52,5 [47,1-57,9]	0,0127
Pratique FAST (/32)	9 [6,6-16]	21,5 [18,3-27,6]	0,0547

Les données étaient exprimées par la médiane et les percentiles 25%-75%. Les comparaisons entre les groupes S *versus* C sont effectuées par un test de Mann-Whitney. $P < 0.05$ était considéré comme significatif.

Tableau 4 : Scores obtenus à l'épreuve théorique et à l'épreuve pratique des étudiants DESC MU

Score	Groupe contrôle (n = 15)	Groupe simulation (n = 15)	<i>P</i>
Total (/200)	85 [71,3-101]	97 [74-112]	0,4302
Théorique total (/80)	38 [30-42]	26 [24-32]	0,0802
Théorique ETT (/40)	22 [18-30]	16 [12-22]	0,1674
Théorique FAST (/40)	12 [10-16]	10 [8-12]	0,2008
Pratique total (/120)	50 [39,8-59,5]	67 [50-80,5]	0,1275
Pratique ETT (/86)	40,3 [32-46,3]	46,8 [35-60]	0,2698
Pratique FAST (/32)	10,3 [8,8-15,3]	17,3 [12,3-24]	0.0311

Les données étaient exprimées par la médiane et les percentiles 25%-75%. Les comparaisons entre les groupes S *versus* C sont effectuées par un test de Mann-Whitney. $P < 0.05$ était considéré comme significatif.

Pour la FAST, dans le groupe C, la majorité des étudiants (8, soit 53,3%) ont eu 1 coupe, sur les 3 coupes possibles, jugée « utilisable » en pratique clinique par l'évaluateur expert ; 1 (6,7%) étudiant a obtenu 2 coupes utilisables et 6 (40%), aucune. Dans le groupe S, la majorité des étudiants (7, soit 46,67%) a eu 2 coupes « utilisables » et 3 (20%), aucune. Aucun des étudiants du groupe C ou S n'a obtenu 3 coupes de FAST « utilisables ». Le nombre de coupes FAST « utilisables » n'était pas supérieur dans le groupe S (1 (1-2)) *versus* le groupe C (1 (0-2)), $P = 0,337$. La proportion d'étudiants ayant obtenu au moins 2 coupes de FAST « utilisables » était supérieure ($P = 0,0095$) dans le groupe S (7, 46,7%) *versus* le groupe C (1, 6,7%).

Pour l'ETT, dans le groupe C, la majorité des étudiants (10, soit 66,7%) n'a obtenu aucune coupe « utilisable » ; 4 (26,7%) étudiants ont obtenu une coupe utilisable et 1 (6,7%), 2 coupes. Dans le groupe S, la majorité des étudiants (6, soit 40%) n'a obtenu aucune coupe « utilisable » ; 3 (20%) 1 coupe ; 3 (20%) 2 coupes et 3 (20%) 3 coupes. Le nombre de coupes ETT « utilisables » était similaire entre les 2 groupes (pour le groupe S 1 (0-2) et pour le groupe C 0 (0-1)), $P = 0,1616$.

Dans le questionnaire final, 73,3% des étudiants du groupe S déclaraient que le simulateur n'avait pas répondu à leurs attentes (avis non favorable ou neutre) pour l'apprentissage de l'échographie. La majorité ne souhaiterait pas travailler de nouveau sur le SonoSim™, ni maintenant (80%) ni après acquisition d'une expérience clinique (73,3%). Le travail sur SonoSim™ est apparu pertinent pour améliorer leurs compétences en échographie et accélérer l'apprentissage pour respectivement 60 et 86,6% d'entre-eux mais sans impact sur la pratique professionnelle pour la majorité (73,3%). La volonté d'intégrer le SonoSim™ dans la formation initiale était plus partagée avec 53,3% des étudiants non favorables ou neutres à cette proposition. La langue anglaise a constitué un frein à son utilisation dans 60% des cas. La plupart (93,3%) des étudiants étaient favorables à l'intégration du simulateur à des scénarios de simulation sur mannequin haute-fidélité, mais ne pensaient pas que le SonoSim™ puisse remplacer une pratique initiale sur patients. La moitié (53,3%) n'était pas favorable ou neutre à la nécessité d'un apprentissage sur le SonoSim™ avant de travailler sur patients. Finalement, 60% des étudiants ne souhaitaient pas travailler de nouveau sur le simulateur SonoSim™. L'apprentissage sur SonoSim™ n'a pas eu d'impact bénéfique sur le temps de travail personnel consacré à l'étude de l'échographie (FAST et/ou ETT).

La majorité des étudiants (80% pour le groupe C , 73% pour le groupe S, $P = 0,999$) a estimé que les modalités pédagogiques étaient facilement intégrables à leur cursus. La participation à l'étude a eu un effet incitatif sur le travail des compétences théoriques (53,3% dans le groupe C *versus* 53,3% pour le groupe S, $P = 0,999$) mais pas sur les compétences pratiques (80% pour le groupe C *versus* 73% pour le groupe S, $P = 0,999$). L'évaluation finale n'a pas eu d'effet incitatif sur le travail des compétences théoriques (73,3% dans le groupe C *versus* 66,7% dans le groupe S, $P = 0,099$) ni pratiques (93,3% dans le groupe C *versus* 86,7% dans le groupe S, $P = 0,099$). Le livret de travail fourni aux étudiants dans le cadre de l'étude n'a pas eu d'impact positif sur le temps personnel dédié à la formation en échographie (80% dans le groupe C *versus* 73,3% dans le groupe S, $P = 0,999$).

Les étudiants n'ont majoritairement pas utilisé d'autres supports de travail (86,7% dans le groupe C *versus* 80% dans le groupe S, $P = 0,999$).

Discussion

Cette étude randomisée, prospective, met en évidence qu'un entraînement sur le SonoSim™ d'une durée totale de 8 heures, en complément d'une formation traditionnelle, améliore l'acquisition des coupes de base d'ETT et de FAST sur volontaire sain par des étudiants en début de cursus d'anesthésie-réanimation ou de médecine d'urgence.

Le SonoSim™ a été très peu étudié. À notre connaissance, une seule étude a évalué son module ETT. Dans un essai randomisé, 40 internes en médecine novices en échographie suivent un protocole d'apprentissage pour la FAST, l'ETT, l'échographie pulmonaire et des vaisseaux cervicaux de 8 séances, sur SonoSim™ ou sur volontaire sain. Après évaluation par un test écrit et par un examen pratique sur sujet sain, la substitution partielle (8 heures sur un programme de travail total de 24 heures) du travail sur modèle vivant par un travail sur le SonoSim™ ne permet pas d'obtenir de meilleurs résultats [18]. Le niveau nécessaire en langue anglaise pour utiliser pleinement l'ensemble des fonctionnalités du SonoSim™ peut limiter l'interprétation de ces résultats. Dans notre étude, le niveau de compétence requis pour profiter de l'ensemble des fonctionnalités du SonoSim™ était considéré comme un frein à son utilisation et son efficacité pédagogique pour 60% des participants.

Pour l'apprentissage de la FAST, la non-infériorité du travail sur SonoSim™ par rapport à un enseignement sur sujet sain chez 93 étudiants en 4^{ème} année de médecine est démontrée [16]. Dans une étude randomisée comparant enseignement traditionnel, sur SonoSim™ ou les deux, les performances des 12 participants médecins ou infirmiers sur sujet sain ayant travaillé sur le SonoSim™ ne sont pas supérieures à celles des autres groupes [14].

La méthode de référence pour l'enseignement de l'échographie n'est pas établie. L'apprentissage sur sujet vivant n'a pas fait preuve de sa supériorité. La place des simulateurs reste donc à déterminer. La supériorité du SonoSim™ par rapport à un enseignement traditionnel pour l'apprentissage de l'ETT et de la FAST n'est pas démontrée. La population cible idéale ainsi que le schéma pédagogique et les modalités d'évaluation ne sont pas identifiés.

La littérature en matière de simulation en échographie pour l'anesthésie-réanimation et la médecine d'urgence est surtout centrée sur l'échocardiographie et plus particulièrement sur l'ETO. Les principaux simulateurs d'échocardiographie disponibles sont : pour l'ETT et l'ETO le HeartWorks (Inventive Medical, London, United Kingdom, 2008), et le VIMEDIX (CAE Healthcare, Quebec, Canada, 2009). Pour l'ETO seule, l'EchoCom TEE (*Weidenbach et al.*, Germany, 2007) et le VirSim TEE simulator. Le simulateur HeartWorks (Inventive Medical, London, United Kingdom, 2008) [19-23] et le VIMEDIX (CAE Healthcare, Quebec, Canada, 2009) sont les plus étudiés [24-26]. Aucune étude ne permet de recommander préférentiellement un modèle.

La littérature sur les simulateurs d'échographie pour l'ETT en anesthésie-réanimation est très pauvre mais les résultats sont encourageants avec un bénéfice pédagogique du travail sur simulateur [23, 26]. La multiplicité des protocoles utilisés, des simulateurs, des critères de jugement recueillis, rend difficile la comparaison entre les études et la conclusion définitive au sujet de l'intérêt des simulateurs d'échographie.

Afin de limiter le risque de biais venant d'une formation acquise précédemment, les internes inclus étaient novices en échographie. Un essai ayant randomisé 42 internes en anesthésie-réanimation de la première à la troisième année pour recevoir un enseignement traditionnel de l'ETO ou un enseignement sur le simulateur Heartworks retrouve des résultats similaires. Chaque étudiant bénéficie d'une séance individuelle de 45 minutes, encadrée par un formateur expert, portant sur la sonoanatomie cardiaque et sur les techniques d'acquisition des coupes de bases. Les étudiants sont évalués par la réalisation d'une d'ETO sur un patient sous anesthésie générale. Les coupes sont notées selon une grille établie pour l'étude. Les étudiants du groupe simulation obtiennent de meilleurs résultats. À noter, les étudiants de première année et les novices ont les scores les plus élevés [22].

Le bénéfice pédagogique, bien que plus marqué chez les opérateurs novices, est réel quel que soit le niveau d'expérience, et démontré chez les opérateurs plus expérimentés. Dans un essai randomisé avec 59 internes d'anesthésie-réanimation des trois premières années du cursus, l'entraînement sur le simulateur d'ETT Heartworks améliore l'acquisition des images et l'identification des structures anatomiques, évaluées par un test écrit et un examen échographique sur volontaire sain [23].

Le protocole d'étude a été établi pour permettre une totale autonomie de l'étudiant dans son apprentissage (absence de nécessité d'un formateur, réservation du simulateur via un site web, pas d'empiètement avec la formation traditionnelle, une séance unique mensuelle). La majorité des étudiants estimait que le design choisi était facilement intégrable à leur formation et à leur emploi du temps. Les protocoles sont multiples : 1 seule séance de travail de 45 minutes [22], 2 séances de 45 minutes à 3 semaines d'intervalle [23], 1 séance de 90 minutes [21], 2 séances de 3 heures [25]. Le schéma pédagogique optimal est à définir. Il reste également à déterminer si l'allongement de la fréquence et/ou de la durée des séances est intégrable à l'emploi du temps des étudiants et s'il permet un gain pédagogique.

Les simulateurs d'échographie sont essentiellement évalués par leur impact sur les compétences pratiques. Pour la FAST ou pour l'ETT, le travail sur le SonoSim™ ne se traduit pas par une amélioration des compétences théoriques des étudiants. Chez des internes d'anesthésie de la première à la troisième année, une session de travail de 45 minutes sur le simulateur d'ETO Heartworks améliore les connaissances théoriques évaluées par un questionnaire composé de 20 QCM (base de l'acquisition des images, identification des structures anatomiques, indications de l'ETT, principe physique des ultrasons, corrélation entre les images et la clinique) par rapport à un enseignement via une bande vidéo [23]. Une séance de travail de 90 minutes avec le Heartworks encadrée par un moniteur expert portant sur la sonoanatomie cardiaque chez 14 étudiants en médecine, entraîne de meilleurs résultats à des tests écrits (25 QCM) par rapport à un travail sur supports conventionnels (sites web, livres...) [21].

L'ensemble des étudiants était évalué par la réalisation d'une ETT et d'une FAST chez un volontaire sain. Le bénéfice du travail sur simulateur Heartworks est démontré dans un essai randomisé chez 42 internes en anesthésie évalués en conditions réelles sur un patient sous anesthésie générale [22]. Une autre étude met également en évidence l'effet bénéfique de seulement 2 séances individuelles de travail de 3 heures sur le simulateur d'échocardiographie VIMEDIX chez des internes d'anesthésie-réanimation et de cardiologie novices en ETO. Les étudiants sont évalués au cours de la réalisation d'une ETO chez un patient de réanimation [25]. L'étape ultérieure pourrait être d'évaluer le SonoSim™ en pratique clinique quotidienne.

Il n'y avait pas de différence entre les 2 groupes sur le nombre de coupes ETT jugées « utilisables » en pratique clinique par l'évaluateur expert. En moyenne 71% (58–85, IC 95%) des images ETO obtenues par les étudiants travaillant sur le simulateur d'ETO Heartworks sont « utilisables » pour la pratique clinique alors qu'elles ne sont que de 48% dans le groupe contrôle (35–62, IC 95%) [22]. Chaque coupe obtenant un score d'au moins 8 sur 10 est jugée « utilisable ». Nos experts étaient libres de juger les coupes sans justifier les critères utilisés. Une coupe permettant de visualiser l'ensemble des structures demandées pouvait avoir un maximum de points à l'épreuve pratique mais être jugée non « utilisable » par l'expert en cas de mauvaise orientation par exemple.

L'utilisation du SonoSim™ n'avait pas de répercussion sur le temps de travail personnel dédié à l'étude de l'échocardiographie et de la FAST. L'enseignement sur simulateur Heartworks n'a pas d'effet positif sur l'initiative de travail personnel durant la période de l'étude (en moyenne pour le groupe simulateur 46 minutes (0–120 minutes) *versus* 31 minutes (0–120 minutes) $P = 0,20$) [22].

Notre étude est à notre connaissance la seule à se dispenser d'un encadrant pour le groupe travaillant sur le simulateur. Le SonoSim™ permet un travail en totale autonomie. Sa mise en place et son intégration dans le cursus des étudiants sont facilitées.

Différents éléments limitent la validité et l'extrapolation des résultats de notre étude. L'étude a porté sur un nombre restreint d'étudiants en raison de l'effectif d'une promotion. Cependant, ce nombre est comparable à celui des autres travaux [22, 25]. La rétention des connaissances et des compétences n'a pas été évaluée par un examen à distance de la formation. Seul un programme d'entraînement de l'ETT en médecine intensive sur le simulateur VIMEDIX explore l'impact à distance jusqu'à 9 mois après l'atelier et objective un effet bénéfique à 3 mois [26]. Le niveau de base des étudiants n'a pas été évalué. Contrairement à d'autres travaux où la variabilité du cursus préalable des étudiants impose un pré-test [23], il n'a pas été jugé utile car tous les étudiants étaient novices. La durée de l'entraînement sur SonoSim™ a été choisie de façon empirique, sur un critère de faisabilité. Les données de la littérature ne permettent pas de définir la durée optimale d'entraînement sur simulateur. Mais un entraînement d'une durée médiane d'1 heure de travail sur simulateur d'échocardiographie est suffisante pour permettre l'amélioration des compétences pratiques [22].

Les modalités d'évaluation théorique et notre grille d'évaluation pratique bien qu'inspirées de *Abergel et al* [17] n'ont pas été précédemment validées. Tous les auteurs sont confrontés à la même difficulté et créent leurs propres critères d'évaluation.

Conclusion

Si un entraînement sur le SonoSim™ améliore l'acquisition et le repérage des structures anatomiques en ETT et en FAST, l'étape ultérieure est l'étude de son effet sur l'acquisition et l'interprétation d'images pathologiques.

Références bibliographiques

1. Sippel S, Muruganandan K, Levine A, Shah S. Review article: Use of ultrasound in the developing world. *Int J Emerg Med.* 2011 Dec 7;4:72.
2. Lapostolle F, Petrovic T, Lenoir G, Catineau J, Galinski M, Metzger J, et al. Usefulness of hand-held ultrasound devices in out-of-hospital diagnosis performed by emergency physicians. *Am J Emerg Med.* 2006 Mar;24(2):237-42.
3. Körner M, Krötz MM, Degenhart C, Pfeifer KJ, Reiser MF, Linsenmaier U. Current Role of Emergency US in Patients with Major Trauma. *Radiographics.* 2008 Jan-Feb;28(1):225-42.
4. Rippey JC, Royse AG. Ultrasound in trauma. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2009 Sep;23(3):343-62.
5. Gracias VH, Frankel HL, Gupta R, Malcynski J, Gandhi R, Collazzo L, et al. Defining the learning curve for the Focused Abdominal Sonogram for Trauma (FAST) examination: implications for credentialing. *Am Surg.* 2001 Apr;67(4):364-8.
6. Adler Y, Charron P, Imazio M, Badano L, Barón-Esquivias G, Bogaert J, et al. 2015 ESC Guidelines for the diagnosis and management of pericardial diseases: The Task Force for the Diagnosis and Management of Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: The European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J.* 2015 Nov 7;36(42):2921-2964.
7. Bustam A, Noor Azhar M, Singh Veriah R, Arumugam K, Loch A. Performance of emergency physicians in point-of-care echocardiography following limited training. *Emerg Med J.* 2014 May;31(5):369-73.
8. Randazzo MR, Snoey ER, Levitt MA, Binder K. Accuracy of emergency physician assessment of left ventricular ejection fraction and central venous pressure using echocardiography. *Acad Emerg Med.* 2003 Sep;10(9):973-7.

9. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE, Pellikka PA, Rahko PS, Siegel RJ. Focused cardiac ultrasound: recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013 Jun;26(6):567-81.
10. Frémont B, Pacouret G, Jacobi D, Puglisi R, Charbonnier B, de Labriolle A. Prognostic value of echocardiographic right/left ventricular end-diastolic diameter ratio in patients with acute pulmonary embolism: results from a monocenter registry of 1,416 patients. *Chest*. 2008 Feb;133(2):358-62. Epub 2007 Oct 20.
11. Labovitz AJ, Noble VE, Bierig M, Goldstein SA, Jones R, Kort S, et al. Focused cardiac ultrasound in the emergent setting: a consensus statement of the American Society of Echocardiography and American College of Emergency Physicians. *J Am Soc Echocardiogr*. 2010 Dec;23(12):1225-30.
12. Granry JC, Moll MC. État de l'art (national et international) en matière de pratiques de simulation dans le domaine de la santé. Rapport de mission de la Haute Autorité de Santé. Janvier 2012.
13. Damewood S, Jeanmonod D, Cadigan B. Comparison of a multimedia simulator to a human model for teaching FAST exam image interpretation and image acquisition. *Acad Emerg Med*. 2011 Apr;18(4):413-9.
14. Paddock MT, Bailitz J, Horowitz R, Khishfe B, Cosby K, Sergel MJ. Disaster response team FAST skills training with a portable ultrasound simulator compared to traditional training: pilot study. *West J Emerg Med*. 2015 Mar;16(2):325-30.
15. Chung GK, Gyllenhammer RG, Baker EL, Savitsky E. Effects of simulation-based practice on focused assessment with sonography for trauma (FAST) window identification, acquisition, and diagnosis. *Mil Med*. 2013 Oct;178(10 Suppl):87-97.
16. Bentley S, Mudan G, Strother C, Wong N. Are Live Ultrasound Models Replaceable? Traditional versus Simulated Education Module for FAST Exam. *West J Emerg Med*. 2015;16(6):818-822.

17. Abergel E, Cohen A, Guéret P, Roudaut R. Echocardiographie clinique de l'adulte. Paris: Estem; 2006
18. Silva JP, Plescia T, Molina N, Tonelli AC, Langdorf M, Fox JC. Randomized study of effectiveness of computerized ultrasound simulators for an introductory course for residents in Brazil. *J Educ Eval Health Prof.* 2016 Apr 4;13:16.
19. Jelacic S, Bowdle A, Togashi K, VonHomeyer P. The use of TEE simulation in teaching basic echocardiography skills to senior anesthesiology residents. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013 Aug;27(4):670-5.
20. Smelt J, Corredor C, Edsell M, Fletcher N, Jahangiri M, Sharma V. Simulation-based learning of transesophageal echocardiography in cardiothoracic surgical trainees: A prospective, randomized study. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015 Jul;150(1):22-5.
21. Bose RR, Matyal R, Warraich HJ, Summers J, Subramaniam B, Mitchell J, et al. Utility of a transesophageal echocardiographic simulator as a teaching tool. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2011 Apr;25(2):212-5.
22. Ferrero NA, Bortsov AV, Arora H, Martinelli SM, Kolarczyk LM, Teeter EC, et al. Simulator training enhances resident performance in transesophageal echocardiography. *Anesthesiology.* 2014 Jan;120(1):149-59.
23. Neelankavil J, Howard-Quijano K, Hsieh TC, Ramsingh D, Scovotti JC, Chua JH, et al. Transthoracic echocardiography simulation is an efficient method to train anesthesiologists in basic transthoracic echocardiography skills. *Anesth Analg.* 2012 Nov;115(5):1042-51.
24. Matyal R, Mitchell JD, Hess PE, Chaudary B, Bose R, Jainandunsing JS, et al. Simulator-based transesophageal echocardiographic training with motion analysis: a curriculum-based approach. *Anesthesiology.* 2014 Aug;121(2):389-99.

25. Prat G, Charron C, Repesse X, Coriat P, Bailly P, L'her E, Vieillard-Baron A. The use of computerized echocardiographic simulation improves the learning curve for transesophageal hemodynamic assessment in critically ill patients. *Ann Intensive Care*. 2016 Dec;6(1):27.

26. Vignon P, Pegot B, Dalmay F, Jean-Michel V, Bocher S, L'her E, et al. Acceleration of the learning curve for mastering basic critical care echocardiography using computerized simulation. *Intensive Care Med*. 2018 Jul;44(7):1097-1105.

Annexes

Annexe 1 : Avis du GNEDS

AVIS
Groupe Nantais d’Ethique dans le Domaine de la Santé (GNEDS)

Nom du protocole Code et versioning	Evaluation de l’attractivité (ECHOSIM1) et de l’impact pédagogique (ECHOSIM2) du simulateur d’échographie SonoSim™
Investigateur principal	Pr Corinne Lejus-Bourdeau
Lieu de l’étude	Service d’anesthésie et de réanimation chirurgicale Hôtel-Dieu, HME CHU de Nantes
Type de l’étude	<u>ECHOSIM 1</u> : monocentrique prospective ouverte (LE SiMU) , sur une période de 8 mois (de novembre 2016 à juin 2017). <u>ECHOSIM2</u> monocentrique, prospective, contrôlée, randomisée, en groupes parallèles, en simple aveugle sur une période de huit mois (de novembre 2016 à juin 2017) à LE SiMU.
Type patients/participants	<u>ECHOSIM 1</u> Les professionnels de santé en formation initiale ou diplômée du CHU de Nantes appartenant aux disciplines anesthésie réanimation, réanimation médicale, médecine d’urgence, cardiologie, pneumologie, gynécologie-obstétrique, radiologie et ORL <u>ECHOSIM2</u> : Les étudiants de la promotion nantaise 2016-2017 en premier semestre des DES d’anesthésie réanimation et de médecine générale se destinant à la participation au DESC de médecine d’urgence
Nombre de patients/participants prévus	<u>ECHOSIM1</u> :_Ouverte <u>ECHOSIM2</u> : 34 possibles, 15 dans chaque « groupe»
Objectif secondaire	<u>ECHOSIM1</u> <ul style="list-style-type: none"> • La facilité d’utilisation des différents modules et cas cliniques • L’intérêt respectif des différents modules et cas cliniques en fonction de l’utilisateur • Du besoin de formation

	<ul style="list-style-type: none"> • Des objectifs des participants • Des difficultés d'utilisation spécifiques de chaque module ou cas clinique • L'identification des modules à éventuellement acquérir <p><u>ECHOSIM2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La facilité d'utilisation des modules de cardiologie et de FAST échographie pour des étudiants en 1^{er} semestre du DESAR ou du DESC de médecine d'urgence. • Les difficultés d'utilisation spécifiques de ces modules ou cas cliniques • L'intérêt et l'efficacité subjectifs ressentis par les étudiants du groupe Simulation • L'impact du SonoSim™ sur le temps dédié à l'apprentissage de l'ETT et de la FAST échographie au cours des 8 premiers mois du cursus des étudiants.
--	--

Documents communiqués

Justification de l'étude	oui
Méthodologie	oui
Lettre d'information	oui
Lettre de consentement	oui

Remarque générale

Le GNEDS formule d'abord la remarque qu'il n'a pas pour mission de donner un avis sur les aspects scientifiques du protocole, en particulier sur l'adéquation de la méthodologie aux objectifs poursuivis par l'étude. Il ne tient compte des données d'ordre scientifique et méthodologique que dans la mesure où elles ont des implications d'ordre éthique. Dans le cas présent, il se bornera à constater que les objectifs de cette étude et sa méthodologie sont conformes aux principes de l'éthique.

Confidentialité

Confidentialité	oui
Anonymat	oui
CNIL	oui

Information et consentement

Consentement :

Recueil nécessaire	oui
Type consentement préférable	écrit
Traçabilité dans le dossier	NA

Commentaires :

Lettre information précisant:

But de l'étude	oui
Déroulement de l'étude	Oui
Prise en charge courante inchangée	Oui
Possibilité de refus de transmission des résultats	Oui sur retrait de consentement
Possibilité de recevoir résultats de l'étude	oui
Traçabilité dans le dossier	NA

Commentaires :

Conclusion

Avis favorable	oui
Révision nécessaire selon commentaires	
Avis défavorable	

Etude en cours au moment de l'avis

Membres présents lors de la séance du Gneds du 21 mars 2017 : G Picherot, M Lebrun, R Clement, P Taconnet-Henry, S Pichierri, C Héry, F Jounis-Jahan, P.Barriere

P Barriere Président GNEDS

Date : 21 03 17

Annexe 2 : Lettre de consentement

Madame, Monsieur,

Vous participez à une étude ayant pour but d'évaluer l'impact pédagogique du simulateur d'échographie SonoSim™ pour l'apprentissage de l'échocardiographie transthoracique (ETT) et de la FAST (Focused assessment with sonography for traumas). Cette étude est réalisée par Le Laboratoire de Simulation de Médecine Intensive de l'Université de Nantes (LE SiMU de Nantes) en partenariat avec le Service d'Anesthésie-Réanimation Chirurgicale (Hôtel Dieu) du CHU de Nantes.

Cette étude monocentrique, prospective, comparative, en simple aveugle, est réalisée sur une période de huit mois (de novembre 2016 à juin 2017). Les participants sont des étudiants du DES d'anesthésie-réanimation ou du DESC de médecine d'urgence, en tout début de cursus. Ils sont randomisés au début de l'étude, en 2 groupes SIMULATION et CONTROLE. Tous les étudiants bénéficient en plus de l'enseignement habituellement prodigué dans le cursus de 2 livrets d'apprentissage sur les bases de l'ETT et de la FAST.

Les étudiants du groupe SIMULATION participent obligatoirement à 8 séances d'auto-apprentissage de 1 heure, à raison de 1 séance par mois, par binôme sur le simulateur d'échographie SonoSim™.

Le critère de jugement principal de l'étude est le score total obtenu lors d'une évaluation théorique et pratique finale réalisée à la fin de l'étude. L'examen théorique consiste à répondre en 1 heure à 20 questions à choix multiples sur les principes de base de l'ETT et de la FAST. L'examen pratique est réalisé à l'aide d'un véritable appareil d'échographie sur sujet sain. Il consiste en l'acquisition en 7 minutes des 7 principales coupes d'ETT et de FAST. La cotation de l'acquisition des coupes est conduite par 2 praticiens expérimentés en échographie, sur les enregistrements des coupes acquises en aveugle du nom des participants

Ce protocole ne représente aucun risque pour les participants. Les scores obtenus à l'évaluation finale seront exclusivement utilisés dans le cadre de l'étude.

Les étudiants du groupe CONTROLE n'ayant donc pas eu la possibilité de travailler sur simulateur, auront un accès prioritaire au simulateur pendant le second semestre de l'année universitaire.

Les données recueillies feront l'objet d'un traitement informatisé. Le droit d'accès et de rectification prévu par la loi « informatique et libertés » pourra être exercé à tout moment auprès des investigateurs (article 40 de la loi 8.17 du 6 janvier 1978). Il ne s'agit en aucun cas de juger vos compétences mais uniquement d'évaluer un dispositif. Les investigateurs s'engagent à garder confidentiel votre identité. Les résultats de l'étude pourront sur demande vous être communiqués. Votre consentement à l'étude peut être retiré à tout moment.

Les investigateurs de cette étude sont le Professeur Corinne LEJUS-BOURDEAU, Esther SAMBA et Antoine FRERE (étudiants DESAR en formation) qui exercent dans le Service d'anesthésie-réanimation chirurgicale de l'Hôtel Dieu à Nantes. Un exemplaire de ce formulaire vous sera remis et vous pourrez vous adresser à eux pour toute demande de renseignement complémentaire. Ce projet ainsi que le présent document ont été présentés au Groupe Nantais d'éthique dans le domaine de la Santé GNEDS.

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à la recherche qui vous est présentée. Si vous acceptez, vous êtes libre de changer d'avis à tout moment sans avoir à vous justifier et votre décision ne portera aucun préjudice à la qualité de votre prise en charge. Si vous refusez de participer, les données ne seront pas utilisées pour cette recherche.

Pr Corinne LEJUS-BOURDEAU
Anesthésie Réanimation
Responsable LE SiMU de Nantes

Antoine FRÈRE
DES anesthésie réanimation

Esther SAMBA
DES anesthésie réanimation

Annexe 3 : Livret de travail ETT

« Livret de travail » Echocardiographie transthoracique

Rappel

- Etant donné l'objectif principal de l'étude seuls les éléments de sonoanatomie de base seront abordés dans ce documents.
- Pour mémoire l'examen théorique et pratique portera uniquement sur ces données.

Plan

- Après un bref rappel des conditions de réalisation de l'examen et de l'anatomie cardiaque normale, pour chacune des 4 principales incidences échographiques les éléments suivants seront abordés:
 - Les structures anatomiques à explorer.
 - Le placement de la sonde.
 - La sonoanatomie.

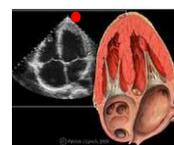
Les différentes coupes échographiques

- Les principales incidences échocardiographique sont les suivantes:
 - Para-sternale gauche, coupe grand axe
 - Para-sternale gauche, coupe petit axe (Trans-ventriculaire gauche au niveau des piliers).
 - Apicale, coupe 4 cavités.
 - Sous costale, coupe 4 cavités.

Règles générales (1)

- Opérateur à droite du patient
- Patient en décubitus latéral gauche (si possible...)
- L'image est représentée «suspendue» au capteur (en haut de l'écran = structures proches du capteur)
- Une échelle centimétrique figure sur l'image
- Marqueur sur la sonde indiquant le plan de coupe (cf. diapo suivante)

Règles générales (2)

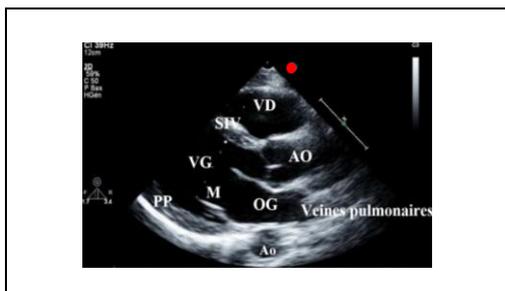
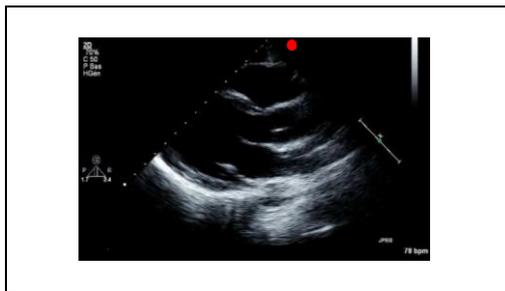
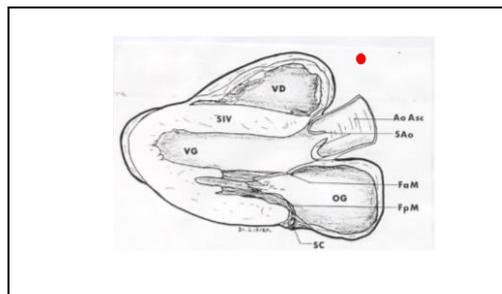
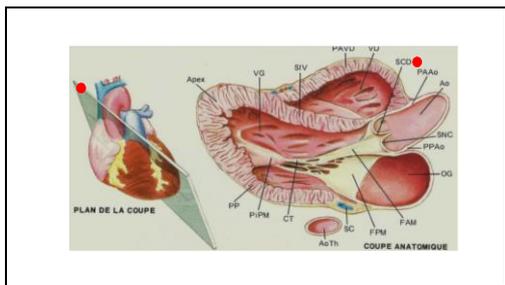


Incidence para-sternale gauche, coupe grande axe

- ventricule gauche (parois antéroséptale et inféro-latérale, chambre de chasse) ;
- oreillette gauche (parois antérieure et postérieure) ;
- valve mitrale (feuilles antérieur, postérieur, anneau mitral, pilier postérieur, cordages) ;
- aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante) ;
- ventricule droit ;
- valve tricuspide ;
- valve pulmonaire ;
- Péricarde antérieur et postérieur.

- 3^{ème} ou 4^{ème} espace inter-costal
- Proche du sternum
- Faisceau d'ultrasons perpendiculaire à l'axe du cœur

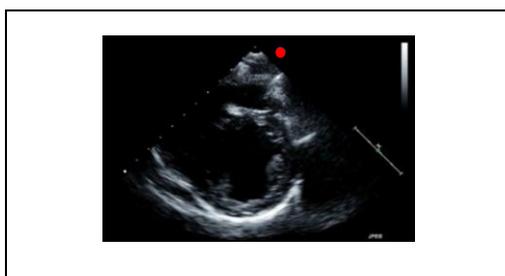
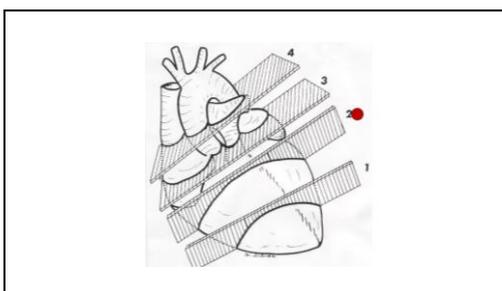




**Incidence para-sternale gauche
trans-ventriculaire gauche, coupe petit axe**

-Ventricule gauche (segments basaux et moyens de l'ensemble des parois);
-ventricule droit ;

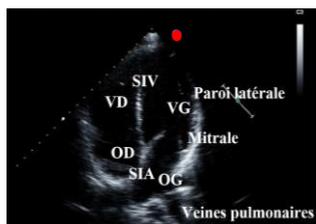
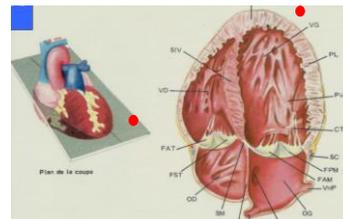
- 3^{ème} ou 4^{ème} espace inter-costal
- Proche du sternum
- Faisceau d'ultrasons perpendiculaire à l'axe du cœur
- Rotation horaire de la sonde de 90°C par rapport à la coupe grand axe



Incidence apicale, coupe 4 cavités

-ventricule gauche (parois antérolatérale, interseptale, apex);
-oreillette gauche (parois latérale et septale, septum interatrial, veine pulmonaires);
-valve mitrale (feuillet antérieur et postérieur, anneau, cordages, piliers postérieur et antéro-latéral);
-ventricule droit (paroi antérieure);
-oreillette droite (septum, parois latérales);
-valve tricuspide;
-Péricarde antérieur et latéral.

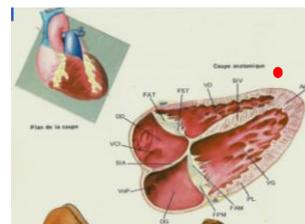
- Sonde placée au niveau de l'apex cardiaque en regard du choc de pointe
- En direction de l'épaule droite du patient



Incidence sous costale, coupe 4 cavités

- ventricule gauche (paroi latérale et septale, apex) ;
- oreillette gauche (paroi latérale et septale) ;
- valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur) ;
- aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante)
- ventricule droit (paroi antérieure) ;
- oreillette droite (septum, parois latérales) ;
- valve tricuspide antérieure et postérieure ;
- Péricarde antérieur et postérieur.

- Sonde placée sous l'appendice xiphoïde
- Dirigée vers l'épaule gauche



Annexe 4 : Livret de travail FAST



Sommaire

- Définition
- Un peu d'histoire
- Contexte actuel
- Indications – contre-indications
- Avantages / Inconvénients
- Les 4 coupes
- Caractéristiques de l'examen
- Conclusion

Définition

- Focus Assessment with Sonography for patients with Trauma
= évaluation échographique focalisée pour patients polytraumatisés ou traumatisés graves
- Objectif : les « 3 P » :
 - Repérage d'un épanchement intraPéritonéal
 - Repérage d'un épanchement Péricardique
 - Repérage d'un épanchement Pleural (eFAST)

Un peu d'histoire

- 1965 : ponction-lavage péritonéale à la recherche de fluides libres chez les traumatisés abdominaux...
- 1980's : premières publications sur l'intérêt de l'échographie en médecine extra-hospitalière MAIS échographes trop lourds, trop chers et de définition médiocre
- 1990's : naissance de la FAST, accès à l'échographie par des médecins non radiologues, validation de l'intérêt de l'échographie en pré-hospitalier
- Fin des 1990's : validation de la FAST en pré-hospitalier et au déchochage, intégration dans la formation de 95% des urgentistes et des MAR
- 2010's : apparition de l'extended-FAST

Contexte actuel

- Trauma = 1^è cause de décès du < 40 ans
- AVP = 1^è cause de polytrauma dont 25% traumatismes abdominaux
- **30% de décès** dus au choc hémorragique
- Cinétique des décès :
50% < H1, 30% à J1, 20% au-delà

Contexte actuel Pourquoi la FAST echo ?

- Fréquence des organes touchés

Organe	Fréquence (%)
Rate	46
Foie	33
Mésentère	10
Rein-vessie	9
Intestin grêle	8
Colon	7
Duodénum-pancréas	5
Voies biliaires	4
Estomac	2
Vésicule	2

- Retard de diagnostic = principale cause de décès évitable

Indications

- **Quand ?** Préhospitalier ou déchochage + RP + RX bassin
- **Par qui ?** MAR, urgentistes ou radiologues
- **Pour qui ?** patients traumatisés graves ou polytraumatisés instables (= pas de scanner)
- **Pourquoi ?** Sélection des patients graves nécessitant une prise en charge chirurgicale urgente

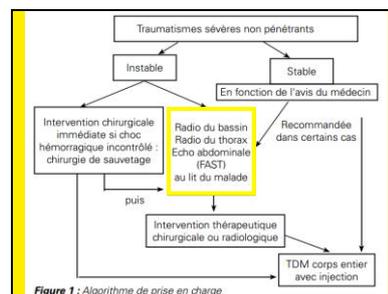
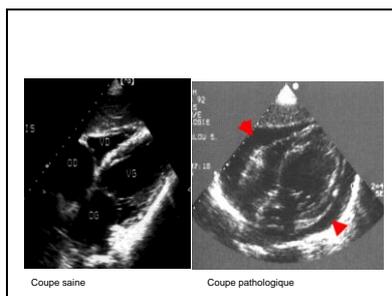


Figure 1 : Algorithme de prise en charge



Caractéristiques de l'examen :
Faux négatifs

- Épanchement de **faible abondance** <250mL
- **Localisation** du saignement : mésentère, diaphragmatique, rétropéritonéal, rachis
- Examen réalisé trop précoce
- Emphysème, obésité
- Opérateur peu entraîné ...

Annexe 5 : SonoSim™



Annexe 6 : Guide d'utilisation du SonoSim™**ECHOSIM2**

N°

Pr Corinne LEJUS –BOURDEAU

Responsable de LE SiMU de Nantes

(Laboratoire Expérimental de Simulation de Médecine Intensive de l'Université de Nantes)

Esther Samba DESAR Anesthésie Réanimation

Madame, Monsieur,

Vous avez accepté de participer à l'étude ECHOSIM2, sur l'efficacité du simulateur d'échographie SonoSim™ pour l'apprentissage de l'ETT et de la Fast échographie et nous vous en remercions.

Avant de commencer, quelques conseils.

- Le SonoSim™ est la propriété de l'Université de Nantes et ne quitte pas la salle C439 du centre de simulation.
- Son utilisation est nominative. Si vous travaillez à deux, chaque utilisateur remplit un cahier d'évaluation. Un nouveau cahier est rempli à chaque entraînement.
- L'ordinateur portable est exclusivement dédié au SonoSim™. Aucun document électronique ne doit y être stocké et la connexion de clé USB, est strictement interdite.
- Tout problème doit immédiatement être transmis par mail au Pr Corinne Lejus-Bourdeau (corinne.lejus@chu-nantes.fr).
- La durée de la séance est strictement limitée à 1 heure (y compris le renseignement du cahier d'évaluation. Merci de respecter l'horaire de votre créneau de travail, afin de ne pas retarder la fermeture éventuelle du centre.
- Prévenez de votre départ, la personne qui vous a accueilli (Olivier Bazin, Nicolas Grillot ou Corinne Lejus-Bourdeau)

BON TRAVAIL

Date	Nom	Prénom	N° téléphone	Mail
Nombre de participants à la séance <input type="checkbox"/> un <input type="checkbox"/> deux				
Date..... Numéro de la séance (de 1 à 6)				

MODE D'EMPLOI

1. Ouvrir le portable SonoSim™ et appuyer sur l'interrupteur de l'ordinateur (au fond à gauche)
2. Une fois l'ordinateur allumé, cliquer 2 fois sur l'icône « Sonosimulator » en haut à gauche sur le bureau.
3. Cliquer sur « Enter As Guest » et patienter quelques instants avant l'affichage du Main Menu.
4. Choisir dans le menu soit

SonoSim® courses: brefs cours théoriques agrémentés de vidéos et de quelques questions permettant un rappel des grandes notions sur le thème sélectionné.

SonoSimulator®: cas cliniques de simulation échographique.



Seuls ces deux accès sont contributifs. Il est conseillé de commencer par choisir un module de **SonoSim® courses** parmi les modules 1, 2, 3 et 16, puis de passer aux cas cliniques correspondant dans **SonoSimulator®**

N°	SonoSim® Courses	SonoSimulator
	Modules théoriques	Cas pratiques correspondants
1	Fundamentals of ultrasound	FUNDAMENTALS – 10 exercices de base
2	Heart Anatomy and physiology	CARDIAC Basic heart = 3 cas sains Core Cardiology = 10 cas pathologiques
3	Cardiology	
16	FAST protocol	FAST PROTOCOL = 10 cas

MODE D'EMPLOI – SONOSIMULATOR®

1. Se placer devant l'ordinateur et calibrer la sonde tel que décrit sur l'écran.

2. Choisir votre cas clinique dans le menu déroulant en cliquant sur



où

passer au cas suivant/précédent en cliquant sur



3. Lire l'histoire du patient en cliquant sur



4. Utiliser la sonde d'échographie sur le bureau, votre main ou tout autre support comme vous le feriez sur un patient réel et dans l'axe du mannequin apparaissant sur l'écran puis faites le diagnostic.

5. Les icônes ci-dessous permettent dans l'ordre de modifier la position du patient, retirer les différentes couches cutanée et musculaire du patient, retrouver le bon axe de la sonde, bloquer les images obtenues, obtenir des informations données par des experts, soumettre la réponse en mode test, calibrer la sonde, obtenir de l'aide, retourner au menu principal.



Certaines icônes sont parfois inactives et d'autres apparaissent uniquement dans les cas « Procédures » pour accès veineux périphériques



6. Comme sur un échographe réel, il est possible de modifier le gain, la profondeur de l'image, d'utiliser le doppler et de réaliser des mesures.

Annexe 7 : Grille de notation des coupes échographiques

ECHOSIM2 - Cotation des coupes échographiques

Numéro de randomisation Score examinateur 1.....examinateur 2.....

Nombre de coupes identifiées..... score maximal = 120

1 - COUPE PARASTERNALE GRAND AXE	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Ventricule gauche (parois antéroseptale et inféro-latérale, chambre de chasse)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette gauche (parois antérieure et postérieure)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur, anneau mitral, pilier postérieur, cordages)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Ventricule droit	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve tricuspide	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve pulmonaire	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Péricarde antérieur et postérieur	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

2 - COUPE PARASTERNALE PETIT AXE	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0

Visibilité des structures		
excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Ventricule gauche (segments basaux et moyens de l'ensemble des parois)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve mitrale	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette gauche (paroi latérale et septale)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Septum interatrial	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Ventricule droit	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette droite (parois postérieure et latérale, septum)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Péricarde antérieur et postérieur	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve tricuspide	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve pulmonaire	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Péricarde	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Artère pulmonaire (valve et tronc pulmonaire)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

3 - INCIDENCE APICALE. COUPE 4 CAVITES	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures		
excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Ventricule gauche (parois antérolatérale, interoseptale, apex)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette gauche (parois latérale et septale, septum interatrial, veine pulmonaires)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve mitrale (feuillet antérieur et postérieur, anneau, cordages, piliers postérieur et antérolatéral)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Ventricule droit (paroi antérieure)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

Oreillette droite (septum, parois latérales)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve tricuspide	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Péricarde antérieur et latéral	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

4 - INCIDENCE SOUS-COSTALE. COUPE 4 CAVITES	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Ventricule gauche (parois latérale et septale, apex)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette gauche (parois latérale et septale)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Valve mitrale (feuillet antérieur, postérieur)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Aorte (sigmoïdes aortiques, anneau aortique, aorte ascendante)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Ventricule droit (paroi antérieure)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Oreillette droite (septum, parois latérales)	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
valve tricuspide antérieure et postérieure	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Péricarde antérieur et postérieur	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

5 – Espace de Morisson	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Espace interhépatoréal	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

Diaphragme	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Cul de sac pleural gauche	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Pôle rénal droit inférieur	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

6 – Espace de Kohler	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Espace intersplénoréal	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Diaphragme	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Cul de sac pleural gauche	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

7 – Douglas	EXAMINATEUR 1	EXAMINATEUR 2
Coupe transversale identifiée	oui = 3 non = 0	oui = 3 non = 0
Orientation de la coupe transversale	correcte = 1 incorrecte = 0	correcte = 1 incorrecte = 0
Visibilité des structures excellente = 2, moyenne = 1, nulle = 0		
Vessie	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Rectum	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>
Cul de sac recto-vésical	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/>

Si toutes les coupes sont retrouvées dans le temps imparti : + 2 points

Annexe 8 : Questionnaire de l'évaluation théorique

Evaluation théorique sur l'ETT

QCM 1 : L'incidence de la coupe numéro 1 est la suivante :

- a) Apicale
- b) Para-sternale grand axe
- c) Para-sternale petit axe
- d) Sous-costale
- e) Aucune de ces propositions

QCM 2 : Concernant la coupe numéro 1, la structure fléchée en vert correspond à :

- a) Le septum inter-auriculaire
- b) Le septum inter-ventriculaire
- c) Le ventricule droit
- d) L'atrium droit
- e) Aucune de ces propositions

QCM 3 : L'incidence de la coupe numéro 2 est la suivante :

- a) Apicale
- b) Para-sternale grand axe
- c) Para-sternale petit axe
- d) Sous-costale
- e) Aucune de ces propositions

QCM 4 : Concernant l'image numéro 3 l'incidence échographique obtenue sera :

- a) Apicale
- b) Para-sternale grand axe
- c) Para-sternale petit axe
- d) Sous-costale
- e) Aucune de ces propositions

QCM 5 : Concernant la coupe numéro 4, la structure fléchée en rouge correspond à :

- a) La valve mitrale
- b) La valve aortique
- c) La valve tricuspide
- d) La valve pulmonaire
- e) A l'abouchement du sinus coronaire

QCM 6 : Concernant la coupe numéro 4, la structure fléchée en bleu correspond à :

- a) Le ventricule droit

- b) L'atrium gauche
- c) Le ventricule droit
- d) L'atrium droit
- e) La chambre de chasse aortique

QCM 7 : Concernant l'image numéro 5 l'incidence échographique obtenue sera :

- a) Apicale
- b) Para-sternale grand axe
- c) Para-sternale petit axe
- d) Sous-costale
- e) Aucune de ces propositions

QCM 8 : En positionnement la sonde d'échographie comme indiqué sur l'image numéro 6 l'incidence échographique obtenue sera :

- a) Apicale
- b) Para-sternale grand axe
- c) Para-sternale petit axe
- d) Sous-costale
- e) Aucune de ces propositions

QCM 9 : Concernant l'incidence para-sternale coupe grand axe, les propositions suivantes sont vraies :

- a) La sonde d'échographie doit être positionnée au niveau du troisième ou du quatrième espace inter costale.
- b) Les faisceaux d'ultrasons doivent être perpendiculaire à l'axe du cœur
- c) Les faisceaux d'ultrasons doivent être parallèle à l'axe du cœur
- d) Est particulièrement utile pour explorer le péricarde postérieur
- e) Aucune de ces propositions

QCM 10 : Concernant l'incidence apicale coupe quatre cavités, les propositions suivantes sont vraies :

- a) Est la seule qui permet d'explorer sur une même image les deux ventricules et les deux oreillettes.
- b) Les valves mitrales et tricuspides sont vues
- c) Se trouve en plaçant la sonde au niveau de l'apex cardiaque en regard du choc de pointe
- d) Se trouve en plaçant la sonde sous l'appendice xiphoïde
- e) Se trouve en plaçant la sonde 3^{ème} ou 4^{ème} espace inter-costal

Evaluation théorique sur la FAST échographie

QCM 1 : On augmente la sensibilité de la FAST en :

- a) positionnant le quadrant choisi en déclive
- b) plaçant avant l'examen une sonde naso-gastrique
- c) plaçant avant l'examen une sonde urinaire
- d) demandant au patient d'effectuer une manœuvre de Valsalva
- e) aucune des propositions ci-dessus

QCM 2 : Quelles circonstances peuvent expliquer une FAST échographie négative ?

- a) un saignement mésentérique
- b) un examen trop précoce
- c) un épanchement de moins de 250 mL
- d) un patient obèse
- e) aucune des propositions ci-dessus

QCM 3 : Concernant l'image 1 :

- a) C'est une coupe transversale du cul-de-sac de Douglas
- b) C'est une coupe sagittale du cul-de-sac de Douglas

L'épanchement sur cette image est :

- c) en avant du rectum
- d) en avant de la vessie
- e) en arrière de la vessie

QCM 4 : Concernant l'image 2 :

- a) L'organe visualisé est un poumon
- b) L'organe visualisé est le foie
- c) L'organe visualisé est la rate
- d) La flèche traduit un artefact signant une cavité pleurale pathologique
- e) La flèche traduit un artefact signant une cavité pleurale saine

QCM 5 : Concernant l'image 2, nommer les structures :

- a)
- b)
- c)
- d)

Quel artefact désigne la flèche bleue ?

- e)

QCM 6 : Concernant l'image 3 :

- a) C'est une coupe de l'espace de Morrison
- b) Elle est acquise en positionnant la sonde en coupe transversale

Nommer les structures

- c)
- d)
- e)

QCM 7 : Concernant l'image 3, il est fréquent de passer à côté d'un épanchement à cet endroit à cause de :

- a) une sonde trop basse
- b) une ombre intercostale
- c) un estomac vide
- d) une hernie diaphragmatique
- e) un opérateur peu entraîné

QCM 8 : Concernant l'image 4 :

- a) Le rectangle noir indique la rate
- b) Le rectangle noir indique le foie
- c) La flèche rouge indique l'estomac
- d) Le rectangle blanc indique le rein gauche
- e) Il est plus aisé d'obtenir cette coupe chez un patient en inspiration forcée

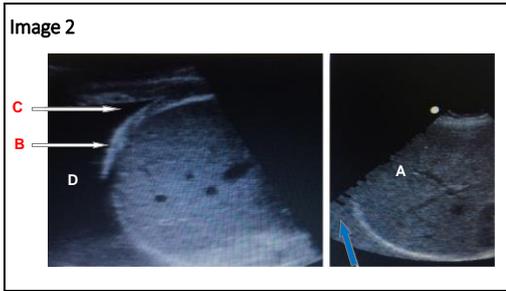
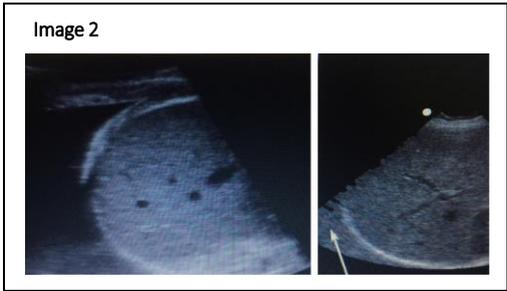
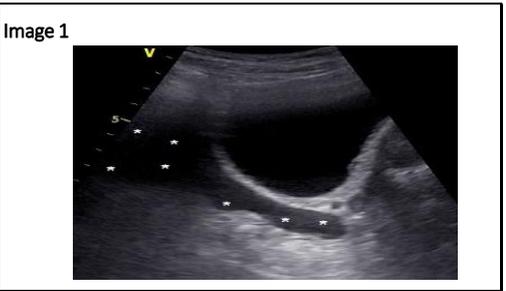
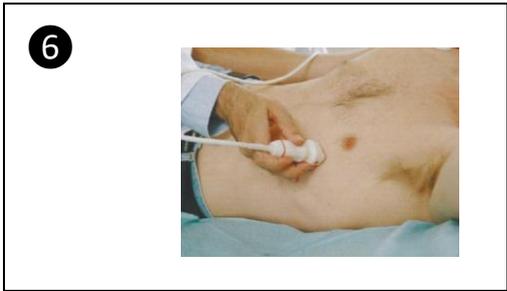
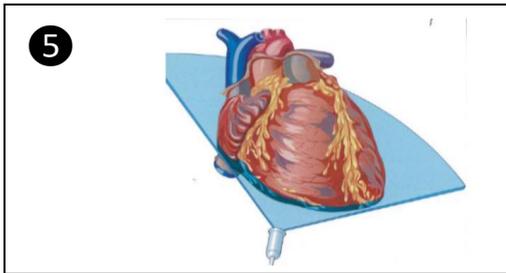
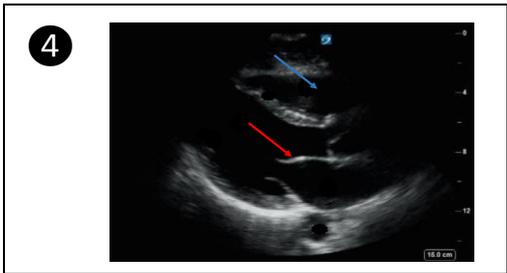
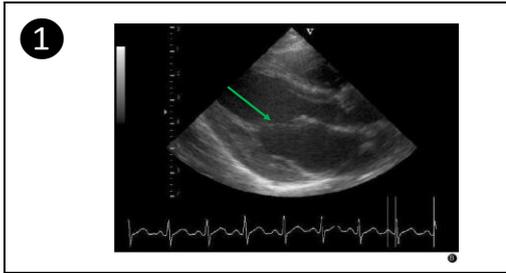
QCM 9 : Concernant l'image 4, un épanchement à ce niveau peut être confondu avec :

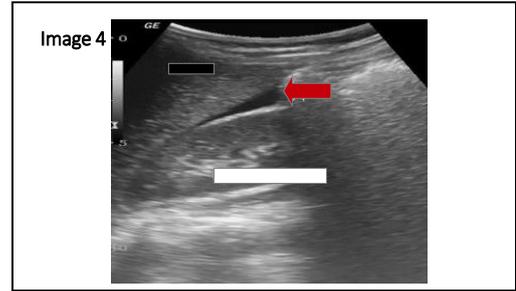
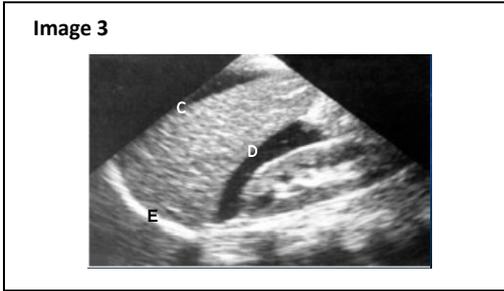
- a) du liquide gastrique
- b) de l'ascite
- c) de la graisse périrénale
- d) du liquide physiologique chez l'enfant
- e) aucune des propositions ci-dessus

QCM 10 : Concernant l'image 5 :

- a) Cette coupe est dans le plan sagittal
- b) Cette coupe est dans le plan transversal
- c) Cette coupe est dans le plan coronal
- d) Cette coupe est saine
- e) Cette coupe est pathologique

Examen théorique
EchoSim® 2





3. Je préférerais utiliser ce simulateur une fois que j'aurai acquis un peu plus d'expérience en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

4. J'aimerais passer plus de temps sur ce simulateur

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

5. L'utilisation de ce simulateur va améliorer mes compétences en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

6. L'utilisation de ce simulateur va améliorer ma pratique professionnelle

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

7. L'utilisation de ce simulateur va accélérer mon apprentissage de l'échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

8. L'utilisation de ce simulateur pourrait remplacer la formation initiale sur des patients

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

9. Les étudiants devraient d'abord travailler sur le simulateur SonoSim® avant de travailler sur les patients

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

10. J'aimerais que l'utilisation de ce simulateur soit intégrée à ma formation

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

11. Le fait que le simulateur soit en anglais est un frein à son utilisation

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

12. Le fait que le simulateur soit en anglais est un frein concernant son efficacité pédagogique

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

13. L'utilisation de ce simulateur permet de mieux comprendre les relations entre la sonde d'échographie et les structures environnantes

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

Questions réservées au groupe Contrôle

14. J'aurais aimé être dans le groupe « Simulation »

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

15. Si j'avais été dans le groupe « simulation », j'aurais travaillé davantage mes compétences en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

16. Je pense être moins compétent en échographie que les participants du « groupe simulateur »

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

Questions communes aux deux groupes

17. Le design choisi (une heure de travail par mois, en binôme, est facilement intégrable à ma formation et à mon emploi du temps) :

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

18. La participation à cette étude m'a poussé à m'intéresser davantage à travailler mes compétences pratiques en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

19. La participation à cette étude m'a poussé à m'intéresser davantage à travailler mes compétences théoriques en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

20. Le fait d'avoir une évaluation finale m'a poussé à approfondir mes compétences théoriques en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

21. Le fait d'avoir une évaluation finale m'a poussé à approfondir mes compétences pratiques en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

22. J'ai utilisé d'autres supports de travail que les livrets fournis

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

23. Le fait d'avoir un livret de travail m'a poussé à travailler davantage mes compétences en échographie

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

24. Je souhaite travailler de nouveau sur le simulateur SonoSim™

Tout à fait d'accord D'accord Neutre

Pas d'accord Fortement en désaccord

25. Mon temps de travail personnel dédié à l'apprentissage de l'échographie été en moyenne (depuis l'inclusion dans l'étude à l'évaluation finale) par semaine

Plus de deux heures

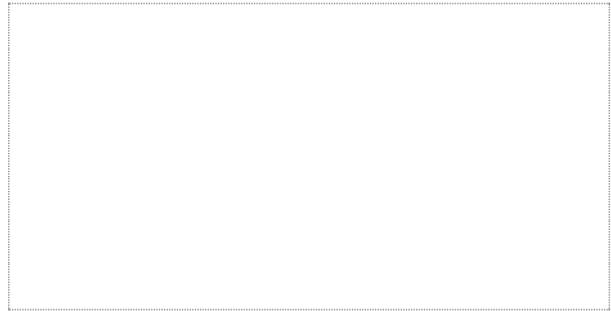
Entre une et deux heures

Entre 30 minutes et une heure

Entre 15 et 30 minutes

Moins de 15 minutes

Vu, le Président du Jury,



Professeur Karim ASEHNOUNE

Vu, le Directeur de Thèse,



Pr Corinne LEJUS-BOURDEAU

Vu, le Doyen de la Faculté,



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : FRÈRE

PRÉNOM : Antoine

Titre de Thèse : Évaluation de l'impact pédagogique du simulateur d'échographie SonoSim™

Introduction : Le SonoSim™ est un simulateur d'échographie portable. L'objectif principal de cette étude randomisée a été d'évaluer l'efficacité du SonoSim™ pour l'apprentissage de la sonoanatomie de l'ETT et de la FAST au cours des 8 premiers mois du DESC de médecine d'urgence et du DESAR.

Matériel et méthodes : Les étudiants étaient randomisés en 2 groupes SonoSim™ (S) et Contrôle (C). Tous bénéficiaient de l'enseignement habituel de 1^{ère} année et d'un livret de travail sur les bases de ETT et FAST. Le groupe S avait un entraînement mensuel (8 séances – 1 h) sur le SonoSim™. Au terme de ces 8 mois, l'ensemble des étudiants étaient évalués lors de la réalisation d'une épreuve théorique (20 QCM) et pratique (acquisition sur volontaire sain en moins de 7 min des 7 principales coupes d'ETT et de FAST).

Résultats : 30 étudiants ont été inclus. Le score total (théorique + pratique) était supérieur dans le groupe S (104 [91-122]) *versus* groupe C (83 [69-102], $P = 0,0293$). Le score théorique n'était pas différent dans les 2 groupes (32 [24-39] groupe S *versus* 40 [32-44] groupe C, $P = 0,1884$). Le score pratique était supérieur dans le groupe S (70 [65 – 81]) *versus* groupe C (49 [35 – 59], $P = 0,0005$).

Conclusion : Un entraînement autonome de 8 heures sur SonoSim™ améliore la qualité et la facilité d'acquisition de coupes ETT et FAST sur volontaire sain par des étudiants novices et incite à intégrer cette formation dans les premiers mois de leur cursus.

MOTS-CLES

Simulation

Échographie

ETT

FAST