

# SOMMAIRE

Résumé	p 25
Introduction	p 27
Matériel et méthodes	p 29
Analyse statistique	p 31
Résultats	p 31
Discussion	p 39
Conclusion	p 43
Références	p 44
Serment d'Hippocrate	p 50

## Résumé

En conditions isolées, l'identification précoce de l'hémorragie est un déterminant majeur de la survie du blessé. Notre objectif était d'évaluer la faisabilité de l'échographie pour la prise en charge du blessé de guerre, en contexte de simulation lors des stages MEDICHOS. Nous avons inclus les figurants ayant bénéficié d'une prise en charge échographique. Le critère de jugement principal était la faisabilité, c'est-à-dire la réussite à l'obtention des images en moins de 180 secondes, délai compatible avec les contraintes opérationnelles. Le taux de faisabilité s'établit à 43,9 %. Le délai médian est de 192 secondes. Le taux de réussite global est de 93,9 %. Les images ont un impact sur les décisions thérapeutiques dans 45,5 % des cas, sur la priorisation des évacuations dans 48,5%. La seule formation universitaire ne garantit pas une réussite optimale, ni des délais inférieurs ; au contraire de la pratique régulière (respectivement  $p = 0,04$  et  $p = 0,01$ ). La formation universitaire est associée à une plus grande aisance ( $p = 0,02$ ). L'échographie ultraportable semble donc compatible avec les contraintes opérationnelles et pourrait apporter une véritable plus-value à la prise en charge du blessé de guerre. Une étude en conditions réelles permettrait d'apporter des éléments de précision diagnostique et d'en vérifier l'impact en conditions tactiques.

**Mots clés** Conditions isolées. Échographie clinique. Médecine de catastrophe. Traumatologie.

## Abstract

*Ultra-portable ultrasound for the care of the war wounded in isolated conditions: a feasibility study in a simulation context.*

In remoted locations, early identification of hemorrhage is a determinant factor to improve survival in combat casualties. Our objective was to assess the feasibility of ultrasound for the care of the war wounded, in the context of simulation during MEDICHOS internships. We have included the players who received ultrasound support. The main judgment criterion was feasibility, that means the success of getting the image in less than 180 seconds, compatible time with the operationnal constraints. The feasibility rate is 43.9%. The median delay is 192 seconds. The overall success rate is 93.9%. Images have an effect on therapeutic decisions in 45.5% of cases, on the prioritization of evacuations in 48.5%. The sole university training does not ensure optimal performances, nor lower deadlines; unlike regular practice (respectively  $p = 0.04$  and  $p = 0.01$ ). University schooling is associated with greater ease ( $p = 0.02$ ). Ultraportable ultrasound therefore seems compatible with operational constraints and could bring casualty care a genuine added value. A study under real conditions would provide diagnostic accuracy elements and would enable to verify the effect in tactical environments.

**Key words** Clinical ultrasound. Disaster medicine. Traumatology. Remoted locations

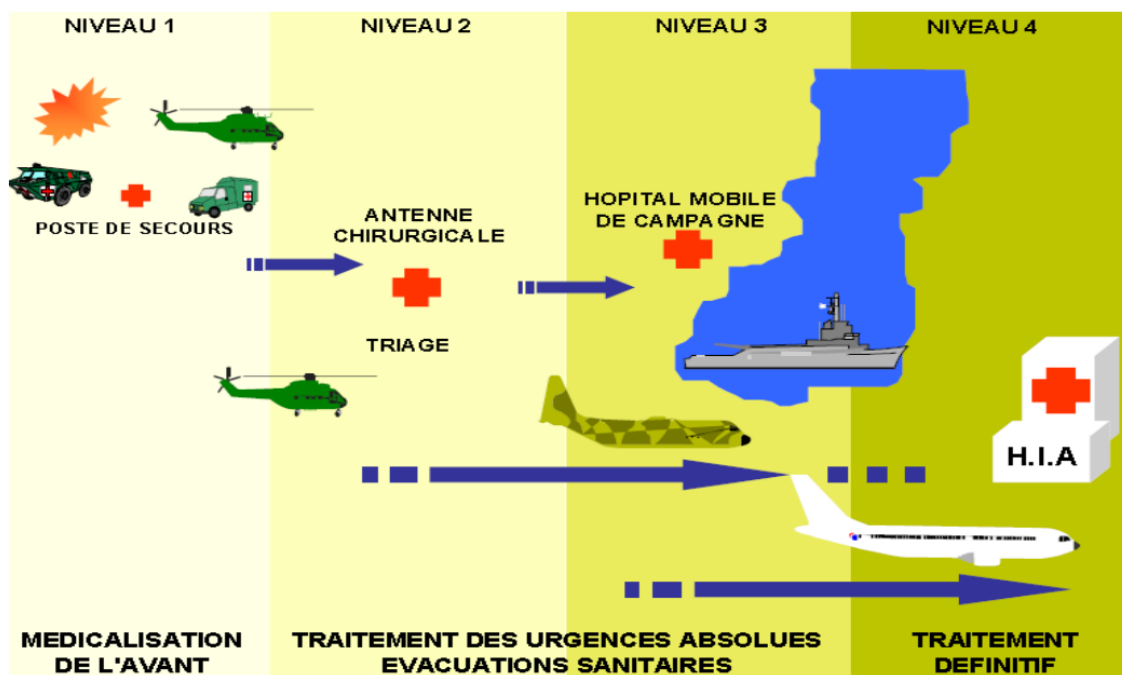
## Introduction

Selon une étude épidémiologique, 41 % des militaires français blessés en opération extérieure (OPEX) sont des traumatisés sévères tels que définis par les critères de Vittel (1). La prise en charge en milieu hostile impose au médecin isolé de mettre en œuvre au plus tôt des techniques de réanimation adaptées, c'est le concept du *prolonged field care* (2). Le Service de Santé des Armées français organise ses niveaux de soins en quatre rôles successifs, numérotés de "un" à "quatre". À chaque rôle sont associées des capacités de prise en charge médico-chirurgicale croissantes (Figure 1). Dans les premières minutes après la blessure, le contact précoce avec un médecin ou un infirmier diplômé du Secours au Combat de niveau 3 assure une « médicalisation de l'avant » (3). L'hémorragie reste la principale cause de mortalité évitable du blessé de guerre (4). L'enjeu de la phase préhospitalière est donc de diagnostiquer un éventuel saignement, qui pourrait passer inaperçu pour près de la moitié des lésions abdominales (5). Le retard diagnostic s'explique notamment par la fiabilité insuffisante des signes cliniques et des paramètres hémodynamiques pour prédire de telles lésions (6). Dans ce contexte, l'examen échographique a fait ses preuves en situation d'urgence, et est intégré dans le protocole échoguidé précoce par « Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma » (E-FAST) chez les patients traumatisés sévères, hémodynamiquement instables (7). Il comprend la recherche d'épanchements dans les espaces inter hépato-rénal, spléno-rénal, péricardique, le pelvis et le glissement pleural antérieur. Aujourd'hui, le concept de l'échographie clinique en médecine d'urgence (ECMU) (8) est l'application pratique de la Point of care ultrasonography (POCUS) en médecine d'urgence (9). Il s'impose dans la pratique clinique quotidienne du médecin urgentiste afin d'apporter une réponse binaire à une question précise impactant la suite de la prise en charge, dans un temps compatible avec la gestion d'une urgence vitale. Les échographes en dotation au sein des équipes médicales militaires sont actuellement miniaturisés et pourraient être une

aide précieuse pour la réanimation ou le monitoring du patient critique (10). S'il semble qu'ils puissent s'adapter aux milieux hostiles (11), ils ne sont le plus souvent décrits qu'à distance de la zone de combat, au rôle « trois » (12).

L'objectif principal de notre étude était de vérifier la faisabilité de l'échographie ultra portable, en contexte de simulation, au plus près des combats. Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'intérêt de l'examen quant au ressenti en termes de modification de la prise en charge, l'aisance technique des praticiens, et l'intégration ultérieure de l'examen en conditions réelles.

**Figure 1 : Chaîne de soutien médical en opération : du rôle 1 au rôle 4**



Escarment J, Martinez JY, Précloux P, Eve O, Puidupin M, Petitjeans F, et al. Organisation du soutien santé en opérations extérieures. CITERA -HIA Desgenettes

Disponible sur :

[https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Organisation\\_du\\_soutien\\_sante\\_en\\_operations\\_exterieure.pdf](https://sofia.medicalistes.fr/spip/IMG/pdf/Organisation_du_soutien_sante_en_operations_exterieure.pdf)

## Matériel et méthodes

Nous avons mené une étude prospective observationnelle au cours de six stages de Médicalisation en milieu hostile – MEDICHOS – successifs, entre novembre 2017 et juillet 2019. Les conditions réelles de terrain rendant complexe la réalisation d'une étude évaluant la faisabilité de l'échographie au plus près du combat, nous avons choisi d'effectuer nos observations lors de stages de simulations afin d'obtenir des résultats permettant de concevoir ultérieurement une étude clinique.

Ces stages de simulation, organisés par le Centre d'enseignement et de simulation à la médecine opérationnelle (CESimMO) se déroulent sur une semaine et sont destinés aux médecins militaires avant leur départ en opération extérieure. Des outils pédagogiques variés sont mis à profit ; intervenaient par exemple des bras de perfusion, des cous de coniotomie, des têtes d'intubation, ou des thorax d'exsufflation, qui permettaient de reproduire des situations cliniques complexes en complément des mannequins haute-fidélité. Les scénarii prenaient place dans un environnement proche de la réalité rencontrée sur le terrain, restituant l'interaction des équipes santé avec le dispositif militaire.

L'investigateur était un médecin formé à la technique de l'E-FAST, ayant les aptitudes de reconnaître l'obtention des coupes de référence. L'appareil d'échographie portable utilisé était le V-Scan (V-Scan Dual Probe©, GE Healthcare, Milwaukee, Wisconsin, USA). Les coupes de référence étaient définies par le protocole E-FAST. Pour chaque séquence échographique, le temps d'obtention des coupes était chronométré par l'investigateur à partir du moment où le stagiaire posait la sonde d'échographie sur le plastron sain jouant le rôle de blessé. A l'obtention de l'image de référence, l'investigateur proposait sur une tablette tactile la boucle de video normale ou pathologique pré définie par le scénario, et le stagiaire poursuivait sa prise en charge.

Si le figurant bénéficiait de la recherche de toutes les coupes de référence de la séquence E-FAST, l'échographie était incluse dans le groupe « E-FAST »; si le praticien ne recherchait qu'un certain nombre de ces coupes, l'échographie était incluse dans le groupe « POCUS ».

La réussite était définie par la reconnaissance par l'investigateur de l'obtention de la coupe de référence. La faisabilité de l'échographie était définie comme une réussite pour les coupes recherchées dans un délai inférieur à 180 secondes. Le contexte d'urgence en milieu opérationnel hostile impose la réussite de l'échographie dans un intervalle de temps court (13). C'est dans cet objectif que nous avons fait le choix de définir la faisabilité, non comme la simple réussite mais comme un critère composite incluant la notion de délai.

Nous avons défini un délai maximal car il a été démontré que la survie du patient instable est fonction du délai de prise en charge (14). Cette limite supérieure était fixée en accord avec les performances retrouvées régulièrement dans les données de la littérature (15) (16) et correspond également au délai médian observé chez des médecins militaires récemment formés à la technique (17).

Après l'exercice, chaque stagiaire estimait de façon subjective à l'aide d'une échelle de Likert graduée de zéro à dix (pas d'impact - impact majeur) l'incidence de l'échographie sur sa stratégie de prise en charge et d'évacuation. La médiane des notes était calculée. Pour une note supérieure au score médian, l'impact était défini comme « présent ». On procédait de même pour qualifier la facilité d'obtention des images.

Les médecins étaient interrogés sur leur cursus, et sur d'éventuelles formations à l'échographie. La fréquence d'utilisation de cet outil en pratique quotidienne était recueillie, elle était définie comme « régulière » en cas d'usage au moins mensuel.

En outre, les praticiens ont été recontactés entre six mois et un an après leur projection en opération extérieure afin d'évaluer leur usage de l'échographie lors de la mission. Un questionnaire leur était soumis par mail, afin d'étudier l'usage, les raisons en cas de non-

utilisation, et le ressenti quant à l'utilité et la praticité sur une échelle visuelle graduée par « mineur », « modéré » ou « majeur ».

Nous avons inclus dans l'étude les figurants ayant bénéficié d'échographies correspondant aux critères E-FAST ou POCUS. Les figurants pour lesquels l'obtention des images a été affectée par un défaut technique de l'appareil ont été exclus, ainsi que les figurants n'ayant pas bénéficié d'images échographiques.

## **Analyse statistique**

Les résultats ont été inclus dans une base de données Microsoft® Office Excel (*Microsoft, Redmond, Etats-Unis*). Les analyses statistiques ont été réalisées à partir du logiciel de statistiques R® (*R Foundation for Statistical Computing, Vienne, Autriche*). Les caractéristiques des échographies réalisées et des médecins stagiaires les ayant effectuées ont été décrites en effectif et en pourcentage pour les variables qualitatives et en médiane avec écarts interquartiles pour les variables continues. Le test de Wilcoxon- Mann Whitney (variables quantitatives) et le test exact de Fisher (variables qualitatives) ont été utilisés pour tester les différences entre les variables mesurées. Le degré de significativité p est fixé à 0,05.

## **Résultats**

Au total, durant les six stages, 306 figurants ont été pris en charge par 27 médecins stagiaires. 66 (21,5%) d'entre eux ont bénéficié d'une prise en charge échoguidée réussie (Figure 2).

Trois catégories de blessures ont été identifiées : les traumatismes prédominant à l'abdomen (n = 31), thoraciques (n = 14) et celui regroupant les traumatismes céphaliques et des membres (n = 21). 35 (53 %) des coupes étaient réalisées sur des figurants instables. 42 (64 %) séquences échographiques ont été réalisées par des médecins déclarant une pratique régulière (au moins hebdomadaire). 47 % l'ont été par des médecins ayant bénéficié d'une formation à l'urgence (CAMU ou DESC). 79 % des coupes ont été réalisées par des médecins n'ayant pas bénéficié d'une formation à l'échographie universitaire ou institutionnelle. Les caractéristiques des 27 médecins qui ont participé à l'étude ont été recueillies (Tableau 1).

Le taux de faisabilité, c'est-à-dire le taux de réussite en moins de 180 secondes, s'établissait dans notre étude à 44 %. La typologie de blessure et la stabilité hémodynamique du blessé ne semblaient pas influencer sur la faisabilité ( $p = 0,53$ ;  $p = 0,46$ ), de même que la seule formation à l'échographie ( $p = 0,56$ ), ou le type de cursus du médecin ( $p = 0,14$ ). On constatait une augmentation significative de la faisabilité chez les médecins ayant une pratique régulière de l'échographie ( $p = 0,08$ ). En termes de réussite en dehors de toute notion de délai, on observait une obtention des images dans 94 % des cas (n = 62/66).

Le délai médian d'obtention des images était de 192 secondes. Chez les praticiens qui déclaraient une activité régulière le délai médian était inférieur d'une minute (174 secondes contre 257 sec;  $p = 0,01$ ). La formation universitaire ou institutionnelle à l'échographie ne semblait pas raccourcir les délais d'obtention des images (209 sec contre 190 sec;  $p = 0,99$ ). Lorsque le schéma choisi était l'E-FAST on constatait un raccourcissement significatif des délais par rapport à la POCUS (médiane de 190 sec contre 200 sec;  $p = 0,02$ ).

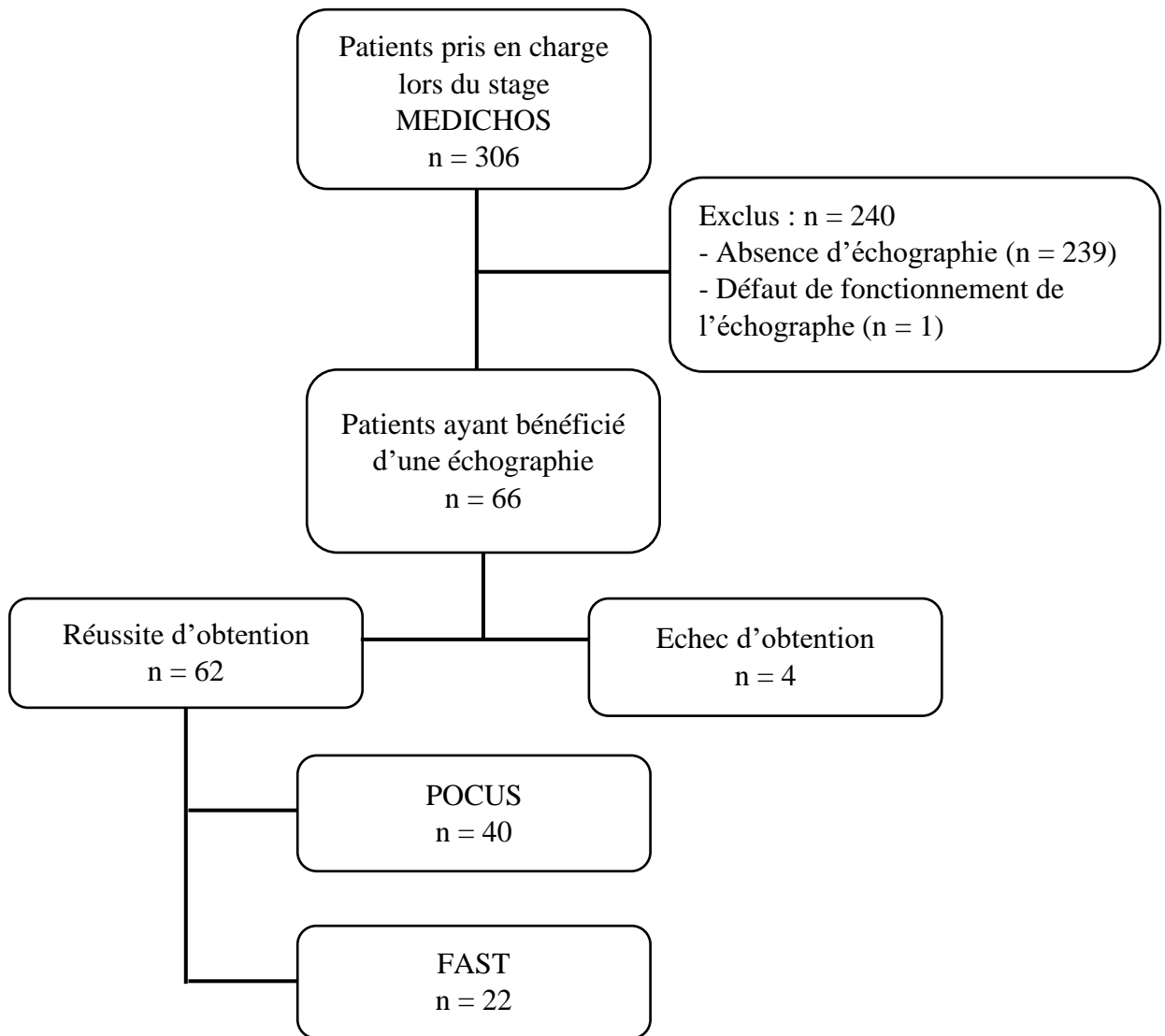
Les médecins déclaraient une certaine facilité à l'obtention des coupes avec un score médian d'aisance à 8. Les coupes « faciles » étaient obtenues dans un délai moindre par rapport aux coupes « difficiles » (190 sec contre 200 sec ;  $p < 0,001$ ). Tant la formation à l'échographie que l'habitude du médecin à rechercher des images semblaient statistiquement associées à une plus grande habileté ( $p = 0,02$  et  $p = 0,01$ ).

L'impact médian sur les décisions thérapeutiques était évalué à 5. Celui sur la modification des priorités d'évacuation était à 6. 46 % des coupes échographiques influençaient les choix thérapeutiques à venir, et 49 % l'ordre des évacuations des blessés. La formation du médecin ou son habitude à réaliser des images n'étaient pas associées à une modification de la prise en charge (Figure 3).

Concernant les différentes catégories de blessés et leur stabilité hémodynamique, il n'a pas été constaté de différence statistiquement significative sur les priorités d'évacuations. Dans le cas des blessés instables, autres qu'abdominaux et thoraciques, la mise en œuvre d'un examen échographique avait une incidence sur les choix thérapeutiques à venir ( $p = 0,03$ ) (Tableau 2).

L'analyse du questionnaire au retour de mission a permis d'estimer la fréquence d'utilisation en situation réelle (figure 4). 93 % des médecins estimaient l'apport de l'échographie comme utile. Les médecins rapportaient un impact sur la modification des priorités d'évacuation modéré à majeur dans 54% des cas, et un impact sur leurs choix thérapeutiques modéré à majeur dans 72% des cas. Les raisons de non-recours mentionnées étaient la défaillance du matériel (35 %), le défaut de formation du médecin (35 %), et les contraintes opérationnelles (29 %).

**Figure 2 : Diagramme de flux**

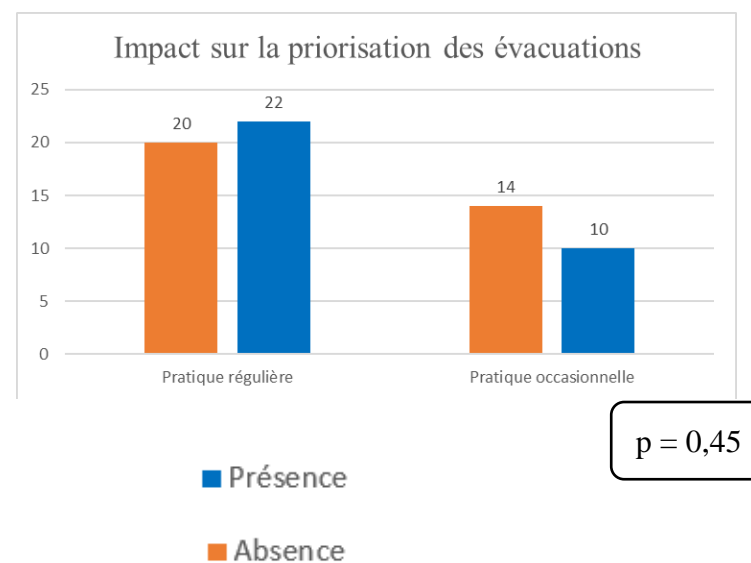
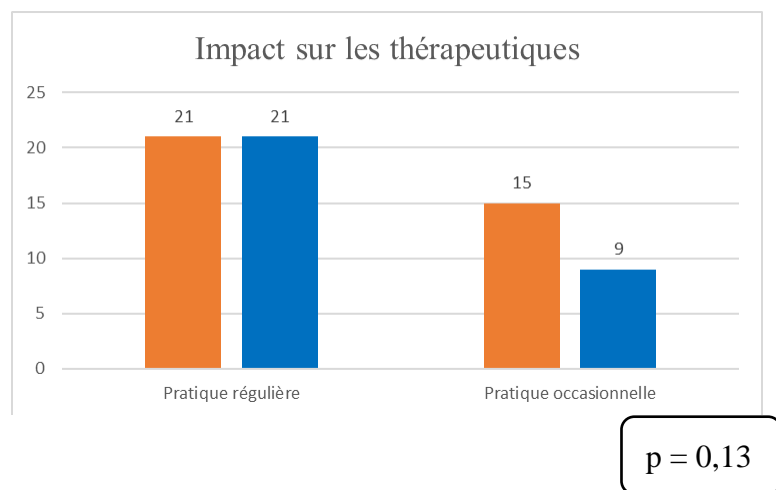
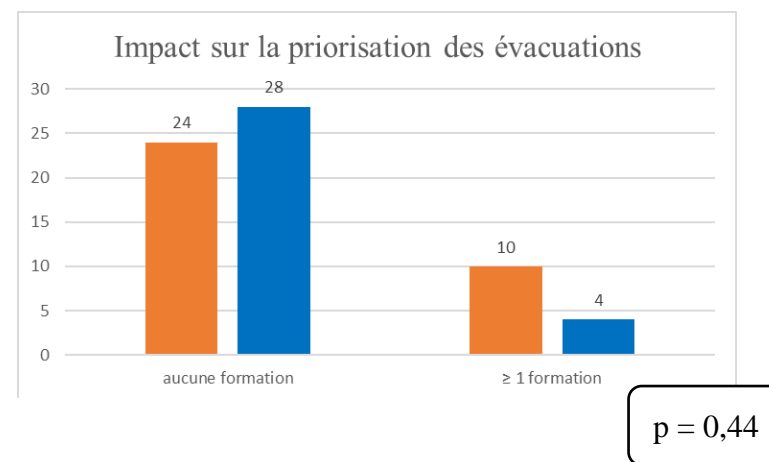
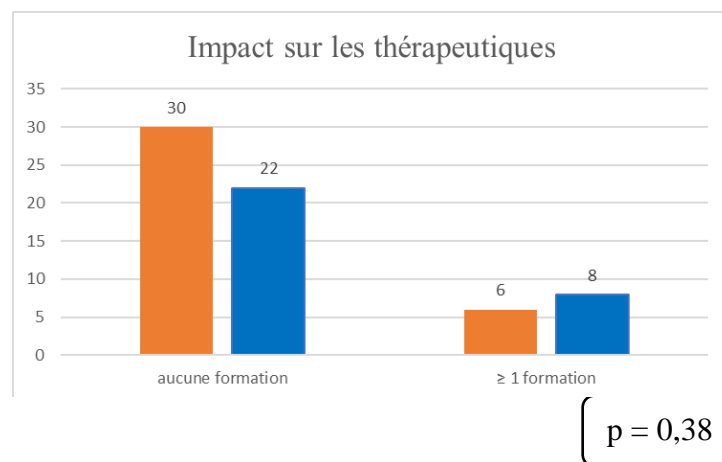


**Tableau I : Caractéristiques des médecins ayant participé à l'étude**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Effectifs (n)</b>	<b>Proportions (%)</b>
<b>Cursus</b>		
<b>Médecine générale</b>	18	67%
<b>CAMU</b>	7	26%
<b>DESC MU</b>	2	7%
<b>Total</b>	27	100%
<b>Formation à l'échographie</b>		
<b>aucune</b>	3	11%
<b>MED ISO*</b>	8	30%
<b>FAST écho</b>	16	59%
<b>DU écho</b>	0	0%
<b>Total</b>	27	100%
<b>Pratique régulière</b>		
<b>non</b>	16	59%
<b>oui</b>	11	41%
<b>Total</b>	27	100%

\* MED ISO : échographie pour le médecin isolé

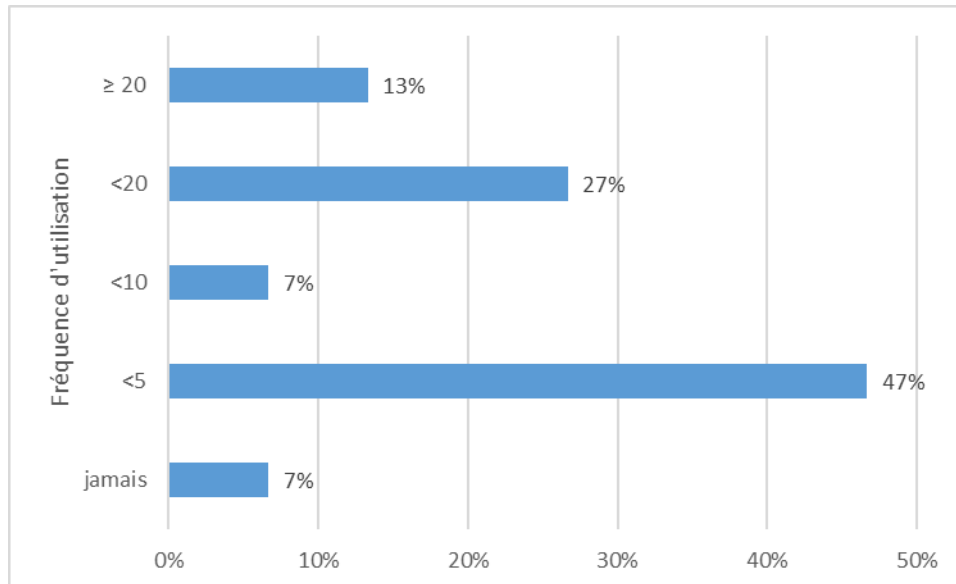
**Figure 3: Influence de la formation et de la pratique échographique sur la modification des choix thérapeutiques et des priorisations des évacuations (Test de Fisher exact pour les variables qualitatives et test de Wilcoxon pour les variables quantitatives).**



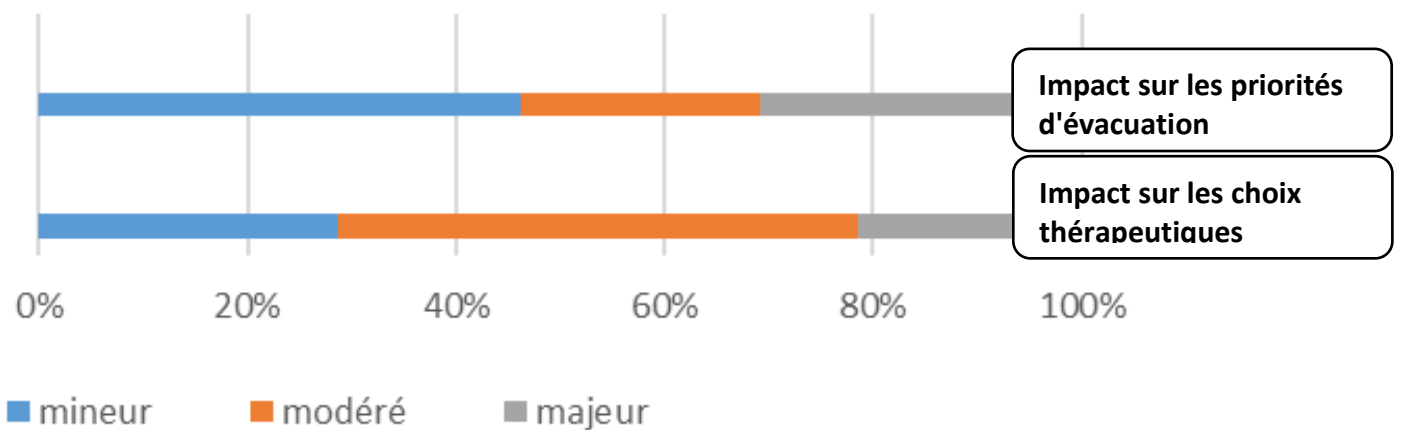
**Tableau II : Analyse du lien entre les caractéristiques des blessés et  
l'impact de l'échographie sur la prise en charge (n = 66).**

Catégorie	Total	Impact sur les choix thérapeutiques			Impact sur la priorisation des évacuations		
		Absence	Présence	p*	Absence	Présence	p*
Abdomen stable, n (%)				0.23			0.76
Non	53 (80.3)	31 (86.1)	22 (73.3)		28 (82.4)	25 (78.1)	
Oui	13 (19.7)	5 (13.9)	8 (26.7)		6 (17.6)	7 (21.9)	
Abdomen instable, n (%)				0.10			0.58
Non	48 (72.7)	23 (63.9)	25 (83.3)		26 (76.5)	22 (68.8)	
Oui	18 (27.3)	13 (36.1)	5 (16.7)		8 (23.5)	10 (31.2)	
Thorax stable, n (%)				1.00			1.00
Non	60 (90.9)	33 (91.7)	27 (90.0)		31 (91.2)	29 (90.6)	
Oui	6 (9.1)	3 (8.3)	3 (10.0)		3 (8.8)	3 (9.4)	
Thorax instable, n (%)				0.45			0.71
Non	58 (87.9)	33 (91.7)	25 (83.3)		29 (85.3)	29 (90.6)	
Oui	8 (12.1)	3 (8.3)	5 (16.7)		5 (14.7)	3 (9.4)	
Divers stable, n (%)				0.12			0.11
Non	54 (81.8)	32 (88.9)	22 (73.3)		25 (73.5)	29 (90.6)	
Oui	12 (18.2)	4 (11.1)	8 (26.7)		9 (26.5)	3 (9.4)	
Divers instable, n (%)				0.03			0.30
Non	57 (86.4)	28 (77.8)	29 (96.7)		31 (91.2)	26 (81.2)	
Oui	9 (13.6)	8 (22.2)	1 (3.3)		3 (8.8)	6 (18.8)	

**Figure 4: Utilisation de l'échographie en conditions réelles au cours de l'OPEX précédant le questionnaire.**



**Fréquence d'utilisation de l'échographe en conditions réelles**



**Impact ressenti sur la prise en charge**

## Discussion

Cette étude est, à notre connaissance, la seule étude de faisabilité de l'échographie portable en phase préhospitalière en milieu militaire. En contexte de combat simulé, en situation de stress, nous avons mesuré un taux de faisabilité de 44 %. Les études classiques de faisabilité se déroulent fréquemment en milieu préhospitalier civil lors des transports sanitaires, et ont validé une faisabilité supérieure à 90% (18). Cette différence souligne des difficultés de réalisation accrues en milieu hostile. Sans notion de délai, notre étude retrouvait néanmoins un taux de réussite comparable à ceux décrits dans la littérature en milieu préhospitalier (19) et plaide en faveur de l'intervention de l'échographie dans les stratégies de prise en charge du blessé de guerre. Il est notable que les conditions opérationnelles ne sont responsables de la non-utilisation de cet outil dans seulement un tiers des cas rapportés par les médecins de notre étude, ce qui semble attester que l'outil échographique est bien adapté à ce milieu. Le contraste entre nos taux de faisabilité et de réussite suggère néanmoins que les délais restent à réduire afin de rester compatibles avec les contraintes opérationnelles, notamment temporelles.

Le délai médian d'obtention des images était de 193 secondes. Une étude prospective canadienne montrait que le délai moyen d'obtention des coupes d'échographies pour les principales indications reconnues au sein d'un service d'urgence est de 137 secondes (20). Il paraît difficilement réalisable d'obtenir en conditions dégradées les mêmes durées d'examen que dans le confort d'une structure d'urgence moderne, mais cela pourrait constituer un objectif. Le contexte de simulation et d'entraînement a pu favoriser l'utilisation de l'échographie à visée de perfectionnement et conduire à un allongement des délais. Seule la pratique régulière de cette technique semblait être garante de délais moindres, qui constituent un déterminant essentiel de la survie du blessé (13).

Dans notre étude, près d'un figurant sur cinq avait bénéficié d'une prise en charge échoguidée ( $n = 66 / 306$ ; 21,6 %). Notre résultat est globalement supérieur aux données publiées (21). Il est probable que notre plus grande proportion de figurants ayant bénéficié d'une échographie est en lien avec un fort taux (89 %) de médecins formés à la technique. Au travers de l'analyse que nous avons menée concernant l'usage en conditions réelles, le défaut de matériel en dotation et donc d'une pratique régulière est une limite souvent évoquée. Dans notre étude, 50 % des théâtres où les médecins avaient été projetés antérieurement étaient équipés. En France, seulement 52 % des SAU et 9 % des SMUR étaient équipés d'échographes portables en 2014 (8). Il s'agit d'une des raisons principales qui limite la pratique de cette technique (22) et représente une entrave à une utilisation efficace et de qualité. On retrouve la même problématique dans les centres médicaux des armées (23) qui devrait tendre à se réduire suite à la dotation étendue d'appareils innovants. C'est en tout cas la tendance que l'on observe en milieu préhospitalier civil où le nombre de SMUR dotés d'échographie a été triplé en quatre ans (24).

Nos résultats n'ont pas permis de mettre en évidence de différence statistiquement significative concernant l'impact des images selon les aptitudes du médecin, ni selon la typologie de blessure. Une étude prospective randomisée menée en 2018 démontrait que l'échographie était un outil d'aide diagnostic pour les cas cliniques difficiles, et qu'un recours croissant à l'échographie par l'urgentiste était associée avec un nombre moindre de diagnostics incertains (25). Notre étude a montré que l'acquisition d'une pratique régulière permet au médecin une meilleure réussite des images, en étant plus à l'aise et en raccourcissant les délais d'obtention des images. L'analyse des courbes d'apprentissage révèle que la réalisation d'une trentaine de coupes serait nécessaire à l'acquisition de la technique d'échographie (26). Le nombre d'échographies déjà réalisées par un médecin serait

en outre le seul déterminant de la fiabilité des images qu'il obtient (27). Le taux de formation à l'échographie des médecins ayant participé à notre étude est de 89 % mais 59 % déclarent ne pas pratiquer régulièrement cet examen. Le défaut de pratique est responsable de plus d'un tiers des cas où le médecin n'a pu réaliser l'examen. Ce résultat met en exergue que des formations existent et sont accessibles, mais un investissement personnel et institutionnel est indispensable au maintien des compétences (28). Le taux de médecin formés spécifiquement à l'urgence est de 33 % dans notre étude, ce qui reste peu quand on considère qu'il s'agit d'un gage d'aisance en échographie (29). Ces derniers résultats pourraient être en faveur de la généralisation des systèmes de télé-médecine qui représentent une ressource fiable pour améliorer l'interprétation des images et la prise en charge du patient (30).

Concernant l'analyse des coupes échographiques, on remarquait une forte prévalence des échographies menées dans le cadre d'une suspicion d'épanchement intra abdominal ( $n = 31/66 : 46,9\%$ ), qui concordait avec les données de la médecine préhospitalière civile française (31). Dans notre étude, la catégorie des figurants « divers instables » montrait une différence statistiquement significative de présence d'impact sur les modifications de choix thérapeutiques, il semble donc que ce soient ces figurants qui bénéficient le plus de l'apport de l'échographie. Il est notable que les caractéristiques du blessé influent sur la valeur du résultat de l'examen. Ainsi, on a pu constater une proportion préoccupante de faux négatifs chez les patients stables (32), et ceci d'autant plus que le blessé est grave au sens de la classification ISS (33).

Si les références concernant les applications de l'échographie en médecine d'urgence ne manquent pas, l'impact des images est plus rarement étudié. L'intérêt pronostic de cet examen est en effet difficile à mettre en évidence sur des critères de jugement généralement admis (8)

et il existe peu d'études interventionnelles avec un objectif pronostique. Une récente revue de la littérature sur l'échographie préhospitalière retrouvait un changement dans la prise en charge du polytraumatisé dans 6 à 48,9% des cas (34). En revanche, il ne semble pas exister de revue de la littérature qui conclut à un bénéfice clinique pour le patient traumatisé (19). En milieu militaire, l'échographie précoce apparaît comme un des facteurs qui pourrait réduire la mortalité traumatique chez les blessés de guerre (35). En 2006, une étude contrôlée randomisée montrait que l'échographie POCUS réduisait le recours au scanner, les délais avant admission au bloc opératoire, et réduisait les coûts de santé mais également le nombre de complications (36).

Notre étude présente plusieurs biais et limitations. Les variables ont en effet été évaluées au travers du ressenti subjectif des praticiens, en condition de simulation et non de combat véritable. On ne peut écarter un éventuel biais de mesure. En outre, les praticiens les plus experts et donc les plus rapides auraient pu réaliser davantage d'exams. Ceci aurait pu perturber les délais de réalisation et donc l'analyse du taux de faisabilité. De plus, la connaissance des problèmes diagnostics qui avaient été choisis pour la simulation fait défaut à une analyse plus précise de l'impact des images. Il est donc d'une part difficile d'estimer si les échographies réalisées étaient effectivement pertinentes dans le déroulé du scénario ; inversement l'évaluation des situations où l'échographie pourtant indiquée n'était pas réalisée aurait pu permettre de mettre en évidence d'éventuels retards diagnostics qui pourraient impacter la survie des blessés. On peut se demander si ces exams auraient également été réalisés en dehors du contexte de simulation : un éventuel biais de motivation aurait pu influencer les praticiens dans la réalisation des échographies.

En outre, il aurait été intéressant d'évaluer la justesse de l'interprétation des images, afin de mettre en évidence s'il existait des erreurs pouvant potentiellement impacter le devenir du

blessé. Le recueil en situation de simulation n'a pas permis de proposer une évaluation de l'impact pronostic de la réalisation des examens sur la survie des patients. La nature de la modification des choix thérapeutiques fait également défaut à notre analyse, et ne permet pas d'estimer de façon fiable l'ampleur de l'impact de la réalisation des images.

Une étude en conditions réelles permettrait d'apporter ces éléments de réponse.

## **Conclusion**

Avec les progrès de modernisation et les preuves de sa valeur diagnostique à l'appui, l'échographie est devenue un outil de triage, de plus-value diagnostique, pronostique et thérapeutique incontournable pour l'urgentiste du XXI<sup>e</sup> siècle (37). En conditions isolées et hostiles, l'outil échographique ne peut avoir sa place comme un examen d'imagerie spécialisée, mais au contraire il doit être conçu comme un outil de décision clinique. Notre étude a permis de mettre en évidence la faisabilité et l'utilité de l'échographie en contexte de simulation, en médecine de l'avant. Elle impacte en effet les décisions thérapeutiques et d'évacuation. Un entraînement régulier à cette technique est l'unique gage de qualité, d'aisance et d'efficacité. Cette ressource fiable et impactant la prise en charge incite à la généralisation de formations standardisées.

Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt concernant les données présentées dans cet article.

## Références

1. Hoffmann C. Blessés de guerre français en Afghanistan : de la blessure à la réinsertion. Étude épidémiologique rétrospective d'une cohorte de 450 patients entre 2010 et 2012. Résultats préliminaires. Thèse de doctorat en médecine n° 2014PA06S081 soutenue le 22 septembre 2014 à Paris, 291 p. Disponible sur: <https://docplayer.fr/64184034-Epidemiologie-des-blesses-de-guerre-francais-en-afghanistan-de-la-blessure-a-la-reinsertion.html>
2. Keenan S, Riesberg JC. Prolonged Field Care: Beyond the « Golden Hour ». Wilderness Environ Med 2017;28(2S):S135-9.
3. Centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations. Le soutien médical aux engagements opérationnels. Doctrine interarmées N° 176/DEF/CICDE/NP du 31 juillet 2014. Disponible sur: [https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/68/20140731\\_np\\_cicde\\_dia-4-0-10-soutmed-ops.pdf](https://www.irsem.fr/data/files/irsem/documents/document/file/68/20140731_np_cicde_dia-4-0-10-soutmed-ops.pdf)
4. Chang R, Eastridge BJ, Holcomb JB. Remote Damage Control Resuscitation in Austere Environments. Wilderness Environ Med 2017;28(2S):S124-34.
5. Hodgson NF, Stewart TC, Girotti MJ. Autopsies and death certification in deaths due to blunt trauma: what are we missing? Canadian Journal of Surgery 2000;43(2):130–6.
6. Prall JA, Nichols JS, Brennan R, Moore EE. Early definitive abdominal evaluation in the triage of unconscious normotensive blunt trauma patients. J of Trauma 1994;37(5):792–7.

7. Kirkpatrick AW, Sirois M-J, Laupland KB, Liu DJ, Rowan KM, Ball CG, et al. Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the Extended Focused Assessment with Sonography for Trauma (EFAST). *J Trauma* 2004;57(2):288-95.
8. Bobbia X, Claret P-G, Perrin-Bayard R, Coussaye J-E de L. Place de l'échographie clinique en médecine d'urgence. *Ann Fr Med Urgence* 2020;10(1):31-7.
9. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med* 2011;364(8):749-57.
10. Martin P-V, Fogelman J, Dubecq C, Galant J, Travers S, Fritsch N. Intérêt de l'échographie dans la prise en charge du blessé de guerre dyspnéique. *Ann Fr Med Urgence* 2019;9(1):24-32.
11. Aigle L, Gaubert J, Limas F, Journaux L. L'échographe au secours du médecin d'unité: gadget ou réel outil diagnostique? *Médecine et armées* 2012;40(3):267-272.
12. Carter NJ, Gay D. FAST in the deployed military setting. *J R Army Med Corps* 2018; 164:332-334
13. Godart P. Le facteur "temps" dans la stratégie opérationnelle du soutien santé. *Médecine et armées* 2008;36(4):291-304.
14. Clarke JR, Trooskin SZ, Doshi PJ, Greenwald L, Mode CJ. Time to laparotomy for intra-abdominal bleeding from trauma does affect survival for delays up to 90 minutes. *J Trauma* 2002;52(3):420-5.
15. Busch M. Portable ultrasound in pre-hospital emergencies: a feasibility study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2006;50(6):754-8.

16. Walcher F, Kortüm S, Kirschning T, Weihgold N, Marzi I. [Optimized management of polytraumatized patients by prehospital ultrasound.] Optimierung des Traumamanagements durch präklinische Sonographie. Unfallchirurg 2002;105(11):986-94.
17. Cazes N, Desmots F, Geffroy Y, Renard A, Leyral J, Chaumoître K. Emergency ultrasound: a prospective study on sufficient adequate training for military doctors. Diagn Interv Imaging 2013;94(11):1109-15.
18. Brun P-M, Bessereau J, Chenaitia H, Pradel A-L, Deniel C, Garbaye G, et al. Stay and play eFAST or scoop and run eFAST? That is the question! Am J Emerg Med 2014;32(2):166-70.
19. Jørgensen H, Jensen CH, Dirks J. Does prehospital ultrasound improve treatment of the trauma patient? A systematic review. Eur J Emerg Med 2010;17(5):249-53.
20. Socransky S, Wiss R, Bota G, Furtak T. How long does it take to perform emergency ultrasound for the primary indications? Crit Ultrasound J 2010;2(2):59-63.
21. Hoyer HX, Vogl S, Schiemann U, Haug A, Stolpe E, Michalski T. Prehospital ultrasound in emergency medicine: incidence, feasibility, indications and diagnoses. Eur J Emerg Med 2010;17(5):254-9.
22. Lesage B, Martinez M, Lefebvre T, Cavalli P, Caillasson L, Léger M, et al. Pratique de l'échographie clinique au sein d'un réseau territorial d'urgence. Ann Fr Med Urgence 2019;9(1):33-40.

23. Bobbia X, Zieleskiewicz L, Pradeilles C, Hudson C, Muller L, Claret PG, et al. The clinical impact and prevalence of emergency point-of-care ultrasound: A prospective multicenter study. *Anaesth Crit Care Pain Med* 2017;36(6):383-9.
24. Maurin O, De Regloix S, Lefort H, Delort G, Domanski L, Tourtier J-P, et al. French military general practitioner: ultrasound practice. *J R Arm Med Corps* 2014;160(3):213-6.
25. Pontis E, Claret P-G, Markarian T, Javaudin F, Flacher A, Roger C, et al. Integration of lung ultrasound in the diagnostic reasoning in acute dyspneic patients: A prospective randomized study. *Am J Emerg Med* 2018;36(9):1597-602.
26. Carrié C, Biais M, Lafitte S, Grenier N, Revel P, Janvier G. Goal-directed ultrasound in emergency medicine: evaluation of a specific training program using an ultrasonic stethoscope. *Eur J Emerg Med* 2015;22(6):419-25.
27. Bobbia X, Pradeilles C, Claret PG, Soullier C, Wagner P, Bodin Y, et al. Does physician experience influence the interpretability of focused echocardiography images performed by a pocket device? *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2015;23:52.
28. Aurian M. Courbe d'apprentissage par LC-CUSUM de l'échographie d'urgence chez les internes des hôpitaux des armées (spécialité médecine générale) : impact sur la formation opérationnelle. Thèse de doctorat en médecine soutenue le 6 mai 2019 à Bordeaux, 79 p. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02151056/document>
29. Leyral J, Cazes N, Aigle L, Petitjeans F, Lablanche C. Échographie de l'avant au Role 1 : quelle formation pour le médecin d'unité ? :6.

30. Britton N, Miller MA, Safadi S, Siegel A, Levine AR, McCurdy MT. Tele-Ultrasound in Resource-Limited Settings: A Systematic Review. *Front Public Health* 2019;7:244.
31. 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;24(2):237-42.
32. Miller MT, Pasquale MD, Bromberg WJ, Wasser TE, Cox J. Not so FAST. *J Trauma* 2003;54(1):52-9.
33. Becker A, Lin G, McKenney MG, Marttos A, Schulman CI. Is the FAST exam reliable in severely injured patients? *Injury* 2010;41(5):479-83.
34. van der Weide L, Popal Z, Terra M, Schwarte LA, Ket JCF, Kooij FO, et al. Prehospital ultrasound in the management of trauma patients: Systematic review of the literature. *Injury* 2019;50(12):2167-75.
35. Blood CG, Puyana JC, Pitlyk PJ, Hoyt DB, Bjerke HS, Fridman J, et al. An assessment of the potential for reducing future combat deaths through medical technologies and training. *J Trauma* 2002;53(6):1160-5.
36. Melniker LA, Leibner E, McKenney MG, Lopez P, Briggs WM, Mancuso CA. Randomized Controlled Clinical Trial of Point-of-Care, Limited Ultrasonography for Trauma in the Emergency Department: The First Sonography Outcomes Assessment Program Trial. *Ann Emerg Med* 2006;48(3):227-35.
37. Dubecq C. Le virage incontournable de l'échographie en médecine des forces. Bilan de dix ans d'utilisation et perspectives. *Médecine et armées* 2017;45(2):205-212.



## **Serment d'Hippocrate**

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.