Année 2016/2017 N°

Thèse

Pour le
DOCTORAT EN MEDECINE
Diplôme d'État

Par

Quentin BELOT
Né le 06 août 1986 à Clamart (92)

COMPARAISON DE LA QUALITE D'IMAGE DE DIFFERENTS ECHOGRAPHES POUR LA REALISATION DES BLOCS AXILLAIRES ET INTERSCALENIQUES

Présentée et soutenue publiquement le 24 octobre 2017 devant un jury composé de :

Président du Jury
Professeur Marc LAFFON, Anesthésiologie et Réanimation, médecine d'urgence, Faculté de Médecine - Tours

Membres du Jury
Professeur Francis REMERAND, Anesthésie Réanimation, Faculté de Médecine – Tours
Professeur Frédéric PATAT, Biophysique et médecine nucléaire – Tours
Docteur Brice FERMIER, Anesthésie Réanimation, PH, CHU – Blois

FACULTÉ DE MÉDECINE
TOURS

01/09/2017

UNIVERSITE FRANCOIS RABELAIS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN
Pr. Patrice DIOT

VICE-DOYEN
Pr. Henri MARRET

ASSESSEURS
Pr. Denis ANGOULVANT, Pédagogie
Pr. Mathias BUCHLER, Relations internationales
Pr. Hubert LARDY, Moyens – Relations avec l'Université
Pr. Anne-Marie LEHR-DRYLEWICZ, Médecine générale
Pr. François MAILLOT, Formation Médicale Continue
Pr. Patrick VOURC'H, Recherche

SECRETAIRE GENERALE
Mme Fanny BOBLETER

****

DOYENS HONORAIRES
Pr. Emile ARON (†) – 1962-1966
Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962
Pr. Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972
Pr. André GOUAZE - 1972-1994
Pr. Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004
Pr. Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES
Pr. Daniel ALISON
Pr. Catherine BARTHELEMY
Pr. Philippe BOUGNOUX
Pr. Pierre COSNAY
Pr. Etienne DANQUECHIN-DORVAL
Pr. Loïc DE LA LANDE DE CALAN
Pr. Noël HUTEN
Pr. Olivier LE FLOCH
Pr. Yvon LEBRANCHU
Pr. Elisabeth LECA
Pr. Gérard LORETTE
Pr. Roland QUENTIN
Pr. Alain ROBIER
Pr. Elie SALIBA

PROFESSEURS HONORAIRES
P. ANTHONIOZ – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – G. BALLON – P.BARDOS – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – P. BONNET – M. BROCHIER – P. BURDIN – L. CASTELLANI – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – C. COUET - J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – A. GOUAZE – J.L. GUILMOT – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – J. LANSAC – Y. LANSON – J. LAUGIER – P. LECOMTE – G. LELORD – E. LEMARIE – G. LEROY – Y. LHUINTRE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINE – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L. POURCELOT – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – M. ROBERT – J.C. ROLLAND – D. ROYÈRE - A. SAINDELLE – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – B. TOUMIEUX – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian ..... Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis ..... Cardiologie
ARBEILLE Philippe ..... Biophysique et médecine nucléaire
AUPART Michel..... Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique ..... Cardiologie
BALLON Nicolas ..... Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle..... Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe ..... Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora ..... Pharmacologie clinique
BERNARD Anne ..... Cardiologie
BERNARD Louis ..... Maladies infectieuses et maladies tropicales
BODY Gilles ..... Gynécologie et obstétrique
BONNARD Christian ..... Chirurgie infantile
BONNET-BRILHAULT Frédérique ..... Physiologie
BRILHAULT Jean ..... Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent..... Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck ..... Urologie
BUCHLER Matthias..... Néphrologie
CALAIS Gilles..... Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent ..... Psychiatrie d'adultes
CHANDENIER Jacques ..... Parasitologie, mycologie
CHANTEPIE Alain ..... Pédiatrie
COLOMBAT Philippe ..... Hématologie, transfusion
CONSTANS Thierry ..... Médecine interne, gériatrie
CORCIA Philippe..... Neurologie
COTTIER Jean-Philippe..... Radiologie et imagerie médicale
DE TOFFOL Bertrand ..... Neurologie
DEQUIN Pierre-François ..... Thérapeutique
DESTRIEUX Christophe ..... Anatomie
DIOT Patrice..... Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague ..... Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri ..... Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
DUMONT Pascal..... Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
EL HAGE Wissam ..... Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan ..... Réanimation
FAUCHIER Laurent..... Cardiologie
FAVARD Luc ..... Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUQUET Bernard ..... Médecine physique et de réadaptation
FRANCOIS Patrick..... Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle ..... Anatomie & cytologie pathologiques
GOGA Dominique ..... Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
GOUDEAU Alain ..... Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe..... Rhumatologie
GRUEL Yves ..... Hématologie, transfusion
GUERIF Fabrice..... Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUYETANT Serge ..... Anatomie et cytologie pathologiques
GYAN Emmanuel ..... Hématologie, transfusion
HAILLOT Olivier ..... Urologie
HALIMI Jean-Michel ..... Thérapeutique
HANKARD Régis..... Pédiatrie
HERAULT Olivier..... Hématologie, transfusion
HERBRETEAU Denis..... Radiologie et imagerie médicale
HOURIOUX Christophe..... Biologie cellulaire
LABARTHE François..... Pédiatrie
LAFFON Marc ..... Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence
LARDY Hubert..... Chirurgie infantile
LARIBI Saïd..... Médecine d'urgence

LARTIGUE Marie-Frédérique ..... Bactériologie-virologie
LAURE Boris ..... Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
LECOMTE Thierry ..... Gastroentérologie, hépatologie
LESCANNE Emmanuel ..... Oto-rhino-laryngologie
LINASSIER Claude ..... Cancérologie, radiothérapie
MACHET Laurent ..... Dermato-vénéréologie
MAILLOT François ..... Médecine interne
MARCHAND-ADAM Sylvain ..... Pneumologie
MARRET Henri ..... Gynécologie-obstétrique
MARUANI Annabel ..... Dermatologie-vénéréologie
MEREGHETTI Laurent ..... Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
MORINIERE Sylvain ..... Oto-rhino-laryngologie
MOUSSATA Driffa ..... Gastro-entérologie
MULLEMAN Denis ..... Rhumatologie
ODENT Thierry ..... Chirurgie infantile
OUAISSI Mehdi ..... Chirurgie digestive
OULDAMER Lobna ..... Gynécologie-obstétrique
PAGES Jean-Christophe ..... Biochimie et biologie moléculaire
PAINTAUD Gilles ..... Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
PATAT Frédéric ..... Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Dominique ..... Réanimation médicale, médecine d'urgence
PERROTIN Franck ..... Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean ..... Ophtalmologie
PLANTIER Laurent ..... Physiologie
QUENTIN Roland ..... Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
REMERAND Francis ..... Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe ..... Biologie cellulaire
ROSSET Philippe ..... Chirurgie orthopédique et traumatologique
RUSCH Emmanuel ..... Epidémiologie, économie de la santé et prévention
SAINT-MARTIN Pauline ..... Médecine légale et droit de la santé
SALAME Ephrem ..... Chirurgie digestive
SAMIMI Mahtab ..... Dermatologie-vénéréologie
SANTIAGO-RIBEIRO Maria ..... Biophysique et médecine nucléaire
SIRINELLI Dominique ..... Radiologie et imagerie médicale
THOMAS-CASTELNAU Pierre ..... Pédiatrie
TOUTAIN Annick ..... Génétique
VAILLANT Loïc ..... Dermato-vénéréologie
VELUT Stéphane ..... Anatomie
VOURC'H Patrick ..... Biochimie et biologie moléculaire
WATIER Hervé ..... Immunologie

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE
LEBEAU Jean-Pierre
LEHR-DRYLEWICZ Anne-Marie

PROFESSEURS ASSOCIES
MALLET Donatien ..... Soins palliatifs
POTIER Alain ..... Médecine Générale
ROBERT Jean ..... Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS
BAKHOS David ..... Physiologie
BARBIER Louise ..... Chirurgie digestive
BERHOUET Julien ..... Chirurgie orthopédique et traumatologique
BERTRAND Philippe ..... Biostatistiques, informatique médical et technologies de communication
BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle ..... Biologie cellulaire
BLASCO Hélène ..... Biochimie et biologie moléculaire
BRUNAULT Paul ..... Psychiatrie d'adultes, addictologie
CAILLE Agnès ..... Biostatistiques, informatique médical et technologies

de communication
CLEMENTY Nicolas ..... Cardiologie
DESOUBEAUX Guillaume ..... Parasitologie et mycologie
DOMELIER Anne-Sophie ..... Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane ..... Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie ..... Anatomie et cytologie pathologiques
GATAULT Philippe ..... Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine ..... Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUILLEUX Valérie ..... Immunologie
GUILLON Antoine ..... Réanimation
GUILLON-GRAMMATICO Leslie ..... Epidémiologie, économie de la santé et prévention
HOARAU Cyrille ..... Immunologie
IVANES Fabrice ..... Physiologie
LE GUELLEC Chantal ..... Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
MACHET Marie-Christine ..... Anatomie et cytologie pathologiques
PIVER Éric ..... Biochimie et biologie moléculaire
REROLLE Camille ..... Médecine légale
ROUMY Jérôme ..... Biophysique et médecine nucléaire
TERNANT David ..... Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
ZEMMOURA Ilyess ..... Neurochirurgie

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRA
BOUAKAZ Ayache ..... Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
CHALON Sylvie ..... Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
COURTY Yves ..... Chargé de Recherche CNRS – UMR INSERM 1100
DE ROCQUIGNY Hugues ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 966
ESCOFFRE Jean-Michel ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
GILOT Philippe ..... Chargé de Recherche INRA – UMR INRA 1282
GOUILLEUX Fabrice ..... Directeur de Recherche CNRS – UMR CNRS 7292
GOMOT Marie ..... Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 930
HEUZE-VOURCH Nathalie ..... Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
KORKMAZ Brice ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
LAUMONNIER Frédéric ..... Chargé de Recherche INSERM - UMR INSERM 930
LE PAPE Alain ..... Directeur de Recherche CNRS – UMR INSERM 1100
MAZURIER Frédéric ..... Directeur de Recherche INSERM – UMR CNRS 7292
MEUNIER Jean-Christophe ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 966
PAGET Christophe ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
RAOUL William ..... Chargé de Recherche INSERM – UMR CNRS 7292
SI TAHAR Mustapha ..... Directeur de Recherche INSERM – UMR INSERM 1100
WARDAK Claire ..... Chargée de Recherche INSERM – UMR INSERM 930

CHARGES D'ENSEIGNEMENT
Pour l'Ecole d'Orthophonie
DELORE Claire ..... Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie ..... Praticien Hospitalier
PERRIER Danièle ..... Orthophoniste

Pour l'Ecole d'Orthoptie
LALA Emmanuelle ..... Praticien Hospitalier
MAJZOUB Samuel ..... Praticien Hospitalier

Pour l'Ethique Médicale
BIRMELE Béatrice ..... Praticien Hospitalier

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres de cette Faculté,
de mes chers condisciples
et selon la tradition d'Hippocrate,
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent,
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas
à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres,
je rendrai à leurs enfants
l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime
si je suis fidèle à mes promesses.
Que je sois couvert d'opprobre
et méprisé de mes confrères
si j'y manque.

Remerciements :

J’adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont participé directement ou indirectement à la réalisation de cette thèse.

A Monsieur le Professeur Marc LAFFON. Vos conseils et votre accompagnement ont été précieux au cours de ma formation. Merci de me faire l’honneur de présider ce jury de thèse.

A Monsieur le Professeur Francis REMERAND, directeur de ce travail de recherche. J’ai apprécié votre accueil et nos moments d’échanges. Ces derniers ont contribué à développer mes compétences professionnelles. Soyez assuré de toute ma gratitude.

A Monsieur le Professeur Frédéric PATAT,

et à Monsieur le Docteur Brice FERMIER, membres du jury de cette thèse. Merci de l’intérêt que vous portez à mon enseignement en acceptant de lire ce travail de fin d’étude et de participer à cette soutenance. Recevez l’expression de mes plus vifs remerciements.

A Madame Claire BEACCO, pour l’intérêt que vous portez à ce travail et d’avoir accepté de participer à ce jury en tant qu’invitée.

Aux médecins anesthésistes-réanimateurs du CHRU de Trousseau sans qui cette étude n’aurait pu être menée à son terme.

A mes camarades de promotion, pour nos discussions vives et joyeuses. Ces moments resteront pour moi inoubliables.

A ma famille, mes amis, sans qui je ne serai pas la personne que je suis aujourd’hui.

A ma mère, ma sœur et ma femme pour leur relecture attentive et précieux conseils sur la rédaction de cette thèse.

A ma femme et mon fils. Le soutien continu et le bonheur que vous m’apportez dans les moments difficiles sont une chance rare.

« Deviens ce que tu es »
Nietzsche

RESUME

Introduction :

Les échographes sont recommandés pour la réalisation d'actes diagnostiques ou thérapeutiques en anesthésie-réanimation. La qualité d'image est importante pour la réalisation d'actes avec précision et sécurité. Il n'y a pas de données permettant de comparer celle-ci parmi les échographes disponibles sur le marché. Cette étude compare la qualité d'image des échographes proposés dans le cadre d'un appel d'offres pour la réalisation de blocs axillaires et interscaléniques.

Matériel et Méthode :

Des acquisitions vidéo des régions axillaires et interscaléniques de 2 sujets sains ont été réalisées avec 8 échographes différents. Les séries de boucles vidéo étaient anonymisées et randomisées. La qualité d'image de ces acquisitions vidéo était analysée par 15 anesthésistes-réanimateurs (juniors et séniors) selon 6 items selon une échelle allant de 0 (image inexploitable) à 10 points (image parfaitement lisible).

Résultats :

Cinq échographes avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation d'un bloc axillaire avec des notes moyennes de 6 à 7 (5 items, $p<0,0001$). Trois échographes avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique avec des notes moyennes de 6 à 7 (2 items, $p<0,0001$).

Conclusion :

Trois échographes sur 8 avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation de blocs axillaires et interscaléniques. Cette étude a permis une évaluation objective de la qualité d'image des 8 échographes, en s'affranchissant des variations d'échogénicité d'un sujet à un autre, et en conservant l'aspect dynamique du repérage échographique. L'ergonomie, l'entretien, le coût d'achat et à l'usage sont désormais d'autres paramètres à prendre en compte pour départager ces 3 échographes.

ABSTRACT

Title :

Comparison of the image quality of different ultrasound machine for axillary and interscalene nerve blocks

Background :

Ultrasound machine are recommended to perform diagnostic or therapeutic procedures in ICU and anesthesia. Image quality is a cornerstone for accurate and safe procedures. There are no data to compare image quality among the available ultrasound machine. This study compared the image quality of 8 ultrasound machines in the field of axillary and interscalene nerves blocks.

Method :

Video loops of the axillary and interscalene regions of 2 healthy subjects were acquired with 8 different ultrasound machines. The video loops were anonymized and their order of analysis was randomized. The image quality of these video loops were analyzed by 15 anesthesiologists (juniors and seniors) according to a 10 point scale.

Results :

Five of 8 ultrasound machines images had higher image quality for axillary nerve block with mean scores of 6-7 ($p < 0.0001$). Three of 8 ultrasound machines had higher imaging quality for an interscalene nerve block with mean scores of 6-7 ($p < 0.0001$).

Conclusion :

Three ultrasound machine have higher image quality for axillary and interscalene nerve block construction than the remaining 5. This study is close to the dynamic use of ultrasound procedures to compare the image quality of different ultrasound machines. Ergonomics, maintenance, cost of purchase and use are other parameters to be taken into account to further analyze these 3 ultrasound system.

Key-words : **regional anesthesia, ultrasound, image quality**

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION **12**

MATERIEL ET METHODE **13**
1. Echographes 13
2. Acquisition des vidéos 13
3. Création du fichier de visionnage des boucles d'échographie 14
4. Analyse des vidéos 14
5. Analyses statistiques 14

RESULTATS **15**
1. Qualité globale de l'image en région axillaire 15
2. Qualité globale de l'image en région interscalénique 15
3. Précision ressentie de l'image pour la réalisation d'un bloc axillaire 15
4. Précision ressentie de l'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique 16
5. Identification des structures nerveuses de la région axillaire et des racines C5-C6 de la région interscalénique 16
6. Identification des structures vasculaires de la région axillaire et de la région interscalénique 17
7. Temps nécessaire pour identifier des structures de la région axillaire et de la région interscalénique 17

DISCUSSION **18**

CONCLUSION **20**

BIBLIOGRAPHIE **21**

ANNEXES **23**
Tableau 1 : Caractéristiques des appareils 23
Figure 1 : Qualité globale de l'image de la région axillaire 24
Figure 2 : Qualité globale de l'image du défilé interscalénique 24
Figure 3 : Précision de l'image pour la réalisation d'un bloc axillaire 25
Figure 4 : Précision de l'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique 25
Figure 5 : Identification des nerfs du bloc axillaire 26

INTRODUCTION

L'utilisation des échographes est recommandée dans de plus en plus de situations en anesthésie réanimation [1][2]. Elle permet d'optimiser la réalisation des actes diagnostiques ou thérapeutiques. L'évolution technologique de ces dispositifs médicaux est rapide. Ainsi, les anesthésistes-réanimateurs sont régulièrement amenés à s'équiper ou à renouveler leur matériel. Il est alors important d'avoir des données objectives sur les qualités et les limitations des échographes. Certaines caractéristiques concernent directement les praticiens, comme l'ergonomie et la qualité de l'image. En effet, ces caractéristiques peuvent faciliter ou au contraire rendre plus difficile la réalisation des actes diagnostiques ou thérapeutiques. De nombreux échographes avec des spécificités différentes sont disponibles sur le marché. La qualité de l'image diffère d'un appareil à l'autre en fonction notamment des caractéristiques de la sonde et du traitement du signal recueilli. Quelques rares études ont tenté d'évaluer la qualité des échographes dans le cadre de l'anesthésie réanimation.

Une étude a comparé la qualité d'image de 7 échographes sur des images issues de patients et de fantômes. Ces images étaient imprimées puis interprétées par des anesthésistes-réanimateurs expérimentés et inexpérimentés [3]. L'utilisation d'un fantôme reflète mal la réalité échographique au lit du patient en ne montrant que des structures stéréotypées. Les images imprimées ont un rendu visuel assez différent de celui d'un écran d'échographe. Elles peuvent donc rendre plus difficile l'interprétation des résultats. Une autre étude a enregistré des images de patients avec 2 échographes. Ces images ont ensuite été notées par 3 médecins expérimentés avec une échelle de Likert [4]. L'échogénicité des patients est imprévisible. Un échographe peut se trouver pénalisé s'il est testé sur un patient peu échogène et inversement. Une autre limite de ces 2 études est d'utiliser seulement des images, et non des boucles vidéo. Hors, il est établi que l'échographie est un examen dynamique, mal évalué par une approche statique de l'analyse.

L'objectif de l'étude est de comparer, en s'affranchissant de ces biais, la qualité d'image de plusieurs échographes, pour réaliser une anesthésie loco-régionale au niveau axillaire et interscalénique.

MATERIEL ET METHODE

1. Echographes

En juin 2015, 11 échographes ont été mis à disposition avec une sonde linéaire haute fréquence, pendant 24 à 72 heures dans le cadre d'un appel d'offres. Trois échographes n'ont pas été testés car ils ne permettaient pas d'acquérir de boucles vidéo avec un format exploitable pour l'analyse : (SonoTouch™ de Chison™ (Wuxi City, Chine), UGEO PT60A™ de Samsung™ (Séoul, Corée du Sud), U-lite™ de Sonoscanner™ (Ivry-Sur-Seine, France)).

Les 8 échographes testés étaient le LOGIQ e R6™ sonde L4-12t de General Electric Healthcare™ (Little Chalfont, Royaume-Uni), le TE7™ sonde 14-6 Ns de Mindray™ (Shenzhen, China), le S-Nerve™ sonde HFL38 de SonoSite™ (Bothell, Etats-Unis), le Edge™ sonde HFL38 de SonoSite™ (Bothell, Etats-Unis), le HM70™ sonde LA3-16AD de Samsung™ (Séoul, Corée du Sud), le ExaPad™ sonde 15-7 MHz de ECM™ (Angoulême, France), le MyLabGamma™ sonde SL1543 de Esaote™ (Florence, Italie) et le Sparq™ sonde L12-4 de Philips™ (Amsterdam, Pays-Bas). Il a été demandé aux fabricants de prérégler leurs appareils pour faire une anesthésie loco-régionale superficielle. Le reste de l'étude s'est déroulé sans l'aide des ingénieurs ou techniciens des fabricants d'échographes.

2. Acquisition des vidéos

Plusieurs acquisitions vidéo (5 à 10 secondes) ont été réalisées pour la réalisation d'une anesthésie loco-régionale au niveau axillaire et interscalénique.

Pour chaque appareil, 2 anesthésistes-réanimateurs (appelés « testeurs ») expérimentés [5] en anesthésie loco-régionale en orthopédie se sont mutuellement échographiés les régions axillaires et cervicales droites. Après sélection du mode « ALR » des échographes, les seuls réglages autorisés comprenaient la profondeur, le gain, le contraste et la focale. Les acquisitions vidéo ont consisté en la réalisation de boucles vidéo de la région axillaire, puis de cette région centrée sur les différents nerfs (médian, ulnaire, radial puis musculo-cutané), puis du défilé interscalénique, dans cet ordre. Les acquisitions vidéo ont été enregistrées en format DICOM sur l'échographe puis transférées sur une clé USB. Ces fichiers ont été ensuite convertis en format .avi avec le logiciel OsiriX™ de Pixmeo SARL™ (Bernex, Suisse). Pour chaque appareil, 2 séquences de 6 boucles vidéo étaient donc disponibles, soient un total de 16 séquences pour les 8 échographes.

3. Création du fichier de visionnage des boucles d'échographie

Quinze diaporamas ont été créés (un diaporama par examinateur) par une personne n'ayant pas participé à l'acquisition des images, avec le logiciel Powerpoint™ 2016 de Microsoft™ (Redmond, Etats-Unis). Chaque séquence anonymisée comprenait les 6 boucles vidéo d'un seul échographe et d'un seul testeur, dans cet ordre : région axillaire, du nerf musculo-cutané, du nerf médian, du nerf ulnaire, du nerf radial et du défilé interscalénique. Les boucles vidéo étaient affichées en plein écran, avec en titre le nom de la région explorée. Elles débutaient automatiquement à l'ouverture de la page, et s'arrêtaient lors du changement de page. Les modes « ralenti » ou « pause » étaient non disponibles.

Chaque diaporama comprenait les 16 séquences vidéo (8 échographes multipliés par 2 testeurs). Pour chaque diaporama, l'ordre des 16 séquences vidéo a été randomisé sur le site « http://biostat.med.univ-tours.fr ». Un seul ordinateur a été utilisé pour la lecture des diaporamas (MabookPro™ de Apple™ (Cupertino, Etats-Unis), 13,3 pouces avec une résolution de 1280*800).

4. Analyse des vidéos

Des séniors et internes d'anesthésie-réanimation pratiquant l'anesthésie loco-régionale en anesthésie orthopédique du CHRU de Tours ont successivement analysé les diaporamas. Chaque examinateur était seul dans une salle pour cette évaluation.

Pour chaque boucle vidéo, les participants ont donné une note de 0 (illisible) à 10 (lisible) pour la qualité globale de l'image, pour l'identification des vaisseaux, de chaque nerfs de la région axillaire (musculo-cutané, médian, ulnaire et radial) et des racines C5-C6 du défilé interscalénique.

Une note de 0 (pas du tout) à 10 (complètement) était attribuée de la même manière sur la précision ressentie des images pour la réalisation d'une anesthésie loco-régionale dans le territoire axillaire et dans le territoire interscalénique.

Enfin, les participants se chronométraient deux fois par séquence, du début de l'affichage des boucles axillaires/interscalénique jusqu'à l'identification des différentes structures au niveau axillaire/interscalénique.

5. Analyses statistiques

Le critère de jugement principal était la qualité globale de l'image pour les régions axillaires et interscaléniques.

Les différents paramètres ont été analysés comme des données non-paramétriques puis comparés en utilisant des tests de Kruskal-Wallis bilatéral avec un seuil de significativité $p<0,05$. En cas de résultats significatifs, des comparaisons multiples par paires ont été effectuées et corrigées selon la procédure de Steel-Dwass-Critchlow-Fligner en test bilatéral. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel Xlstat™ de Addinsoft™ (Paris, France).

RESULTATS

Quinze membres de l'équipe ont été sollicités. Dix anesthésistes-réanimateurs et cinq internes d'anesthésie réanimation (8ème et 10ème semestres) ont analysé les séries de boucles de janvier à mars 2017 au CHRU de Tours. Les caractéristiques des échographes sont mentionnées dans le tableau 1.

1. Qualité globale de l'image en région axillaire

La qualité globale de l'image pour la région axillaire différait entre les 8 échographes ($p<0,0001$). (figure 1)

Cinq échographes (SonoSite Edge™, GE LOGIQ e R6™, SonoSite S-Nerve™, Esaote MyLabGamma™, Philips Sparq™) avaient une note supérieure à au moins un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,018$).

Trois échographes (Samsung HM70™, Mindray TE7™, ECM ExaPad™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,018$).

2. Qualité globale de l'image en région interscalénique

La qualité globale de l'image pour la région interscalénique différait entre les 8 échographes ($p<0,0001$). (figure 2)

Trois échographes (SonoSite S-Nerve™, SonoSite Edge™, Philips Sparq™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,001$ à $p=0,026$).

Un échographe (ECM ExaPad™) avait une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,001$ à $p=0,026$).

3. Précision ressentie de l'image pour la réalisation d'un bloc axillaire

La précision ressentie des images pour la réalisation d'un bloc axillaire différait entre les 8 échographes ($p<0,0001$). (figure 3)

Cinq échographes (SonoSite Edge™, GE LOGIQ e R6™, SonoSite S-Nerve™, Esaote MyLabGamma™, Philips Sparq™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,045$).

Trois échographes (Samsung HM70™, Mindray TE7™, ECM ExaPad™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,045$).

4. Précision ressentie de l'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique

La précision ressentie des images pour la réalisation d'un bloc axillaire différait entre les 8 échographes ($p<0,001$). (figure 4)

Deux échographes (SonoSite S-Nerve™, SonoSite Edge™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,01$).

Un échographe (ECM ExaPad™) avait une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,01$).

5. Identification des structures nerveuses de la région axillaire et des racines C5-C6 de la région interscalénique

Les identifications des structures nerveuses de la région axillaire (figure 5) et des racines C5-C6 de la région interscalénique différaient entre les 8 échographes ($p<0,0001$ à $p<0,001$).

Concernant l'identification du nerf musculo-cutané, quatre échographes (SonoSite Edge™, GE LOGIQ e R6™, Esaote MyLabGamma™, SonoSite S-Nerve™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,01$). Un échographe (ECM ExaPad™) avait une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,01$).

Concernant l'identification du nerf médian, quatre échographes (SonoSite Edge™, GE LOGIQ e R6™, SonoSite S-Nerve™, Esaote MyLabGamma™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,05$). Trois échographes (Mindray TE7™, ECM ExaPad™, Samsung HM70™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,05$).

Concernant l'identification du nerf ulnaire, trois échographes (SonoSite Edge™, SonoSite S-Nerve™, GE LOGIQ e R6™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,036$). Trois échographes (Samsung HM70™, ECM ExaPad™, Mindray TE7™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,036$).

Concernant l'identification du nerf radial, cinq échographes (GE LOGIQ e R6™, Philips Sparq™, SonoSite Edge™, Esaote MyLabGamma™, SonoSite S-Nerve™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,038$). Trois échographes (Samsung HM70™, ECM ExaPad™, Mindray TE7™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,0001$ à $p=0,038$).

Concernant l'identification des racines C5-C6 du défilé interscalénique, trois échographes (SonoSite S-Nerve™, Philips Sparq™, SonoSite Edge™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,01$ à $p=0,017$). Un échographe (ECM ExaPad™) avait une note inférieure à, au moins, un autre échographe ($p<0,001$ à $p=0,017$).

6. Identification des structures vasculaires de la région axillaire et de la région interscalénique

Les identifications des structures vasculaires de la région axillaire et de la région interscalénique différaient entre les 8 échographes (p<0,0001).

Pour l'identification des structures vasculaires de la région axillaire, cinq échographes (SonoSite Edge™, GE LOGIQ e R6™, Esaote MyLabGamma™, Philips Sparq™, SonoSite S-Nerve™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe (p<0,0001 à p=0,024). Trois échographes (Samsung HM70™, Mindray TE7™, ECM ExaPad™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe (p<0,0001 à p=0,024).

Pour l'identification des structures vasculaires de la région interscalénique, trois échographes (SonoSite S-Nerve™, GE LOGIQ e R6™, SonoSite Edge™) avaient une note supérieure à, au moins, un autre échographe (p<0,0001 à p=0,045). Six échographes (SonoSite Edge™, ECM ExaPad™, Philips Sparq™, Esaote MyLabGamma™, Mindray TE7™, Samsung HM70™) avaient une note inférieure à, au moins, un autre échographe (p<0,0001 à p=0,045).

7. Temps nécessaire pour identifier des structures de la région axillaire et de la région interscalénique

Il n'y avait pas de différence de temps pour l'identification des structures de la région axillaire et interscalénique (respectivement p=0,98 et p=0,88). La médiane des temps était de 55 [30 ; 80] secondes pour identifier la région axillaire et de 20 [13 ; 30] secondes pour la région interscalénique.

DISCUSSION

L'analyse de la qualité d'image des 8 échographes testés révèle que 3 des appareils analysés étaient fréquemment mieux notés, et que 3 autres étaient fréquemment moins bien notés. Au-delà de ces résultats, cette étude apporte aussi au clinicien plusieurs informations pratiques lorsqu'il doit choisir un nouvel échographe.

La qualité d'image des échographes est fondamentale pour le clinicien lorsqu'il réalise des actes techniques thérapeutiques ou diagnostiques nécessitant un maximum de sécurité et précision. Cette analyse permet de sélectionner au mieux les échographes les plus adaptés à la pratique quotidienne parmi ceux présents sur le marché.

La comparaison des échographes s'est concentrée sur la qualité de l'image. Lors d'un achat, il est également nécessaire de prendre en compte d'autres éléments que sont le coût initial et d'entretien de l'appareil, son ergonomie, sa fiabilité et le service après-vente. Ces éléments sont importants pour les équipes chargées de l'entretien. Toutefois, une bonne qualité d'image nous semble être un prérequis indispensable pour choisir un appareil. Il nous parait inopportun d'analyser les caractéristiques économiques et mécaniques d'un appareil ayant une mauvaise qualité d'image.

Les actes échographiques sont des actes dynamiques. L'utilisation de la vidéo permet de se rapprocher de l'utilisation dynamique qui est faite en échographie par rapport à une image statique. Une seule étude [3] a analysé la qualité d'image en anesthésie loco-régionale. Il s'agissait d'une autre génération d'échographes dont la qualité d'image a été analysée en partie par des participants inexpérimentés et sur support papier après optimisation des réglages par les représentants des différents fournisseurs. Dans notre étude, les ingénieurs des différents échographes n'étaient pas présents lors de l'acquisition des boucles vidéo. Les réglages utilisés pour l'optimisation des acquisitions vidéo étaient ceux utilisés de manière courante par les cliniciens. Le clinicien est seul au lit du malade, sans ingénieur pour optimiser les réglages. Le clinicien n'est par radiologue. Il est un utilisateur « basique », utilisant les réglages « standards ». C'est ce type d'échographie qui a été ici analysé.

Notre étude est la seule à notre connaissance à s'affranchir de l'échogénicité variable des patients en réalisant les acquisitions vidéo sur deux sujets identiques pour tous les appareils. De même, notre étude s'est affranchie des différents modes de traitement d'image des différents fabricants (MPEG, avi, etc…). Toutes les boucles ont été enregistrées en DICOM, et retraitées par un même logiciel. Ce type d'étude sera amené à être répété avec de futures générations d'échographes. Cette étude souligne ainsi que lors d'un essai d'échographe, un utilisateur a tout intérêt à le

tester sur lui-même chaque fois que cela est possible, plutôt que sur les modèles du stand ou sur le bras du commercial.

L'analyse de la qualité d'image de la région axillaire a été effectuée sur une boucle globale, et sur des boucles optimisées pour chacun des 4 principaux nerfs. Cette démarche nous semblait nécessaire de par l'échogénicité et l'anisotropie différentes entre ces 4 nerfs. L'analyse nerf par nerf retrouve des résultats similaires pour les nerfs médian, ulnaire et radial. Ces analyses nerf par nerf sont assez proches de l'analyse faite pour la région axillaire globale. Au contraire, l'analyse concernant le nerf musculo-cutané semble moins discriminante quand elle est comparée à l'analyse des autres nerfs de la région axillaire. En effet, très peu de différences sont observées entre les échographes (figure 5). En effet, le nerf musculo-cutané est très échogène. De plus, son passage entre deux muscles (biceps et coraco-brachial) [6] le rend encore plus facilement identifiable. Il semble donc qu'observer échographiquement un nerf hyperéchogène isolé entre 2 couches musculaires soit peu discriminant. Cela a des retombées cliniques notables. En effet, cela remet en cause les rapides démonstrations d'échographes utilisant le nerf médian à l'avant-bras. A cet endroit, le nerf médian est devenu très échogène. De plus, il passe, entre les loges musculaires profondes et superficielles de l'avant-bras. Il a alors de grandes ressemblances avec le musculo-cutané dans la région axillaire axillaire et semble donc peu pertinent. Malheureusement, les autres nerfs au niveau du creux axillaire sont peu pratiques à tester en dehors d'une situation professionnelle. On pourra alors préférer la région interscalénique, facilement accessible et plus discriminante pour des conditions de test en dehors de la pratique professionnelle. De façon pratique, ce travail souligne qu'un praticien devant choisir un échographe pourrait le tester sur lui-même au niveau de la région interscalénique.

Cette étude a certaines limites. Un effet de mémorisation des examinateurs est à prendre en compte du fait que seuls deux sujets ont été utilisés pour l'enregistrement. Il pourrait pénaliser les premiers échographes testés, car l'examinateur y découvre l'anatomie des 2 sujets. Les derniers échographes auraient pu être favorisés, car l'examinateur sait où doit se trouver le nerf recherché. Cet effet est en théorie complètement annulé par la randomisation des échographes dans les différentes séries d'évaluation et par le nombre élevé d'examinateurs. Le nombre de 10 séniors et 5 internes d'anesthésie réanimation correspond à l'effectif médical présent au quotidien dans le secteur d'anesthésie réanimation en chirurgie orthopédique. Une étude multicentrique pourrait apporter des résultats plus fiables. Elle est envisagée pour l'année prochaine. L'échogénicité des aiguilles n'a pas été testée, pour des raisons éthiques évidentes. Dans notre expérience, la visibilité des aiguilles dépend surtout de l'angle de l'aiguille par rapport au faisceau d'ultrason, et peu de l'échographe, car un corps métallique est très échogène [7][8]. De plus, l'analyse s'est limitée à l'étude des blocs superficiels. Les résultats pourraient être différents sur des blocs de localisations plus profondes. Néanmoins, les blocs superficiels représentent la grande majorité des blocs réalisés quotidiennement, notamment le bloc axillaire [9].

CONCLUSION

La qualité d'image pour la réalisation de bloc axillaires et interscaléniques varie significativement parmi les 8 échographes testés (2 à 4 semblants meilleurs, trois semblant nettement moins bons). L'étude suggère également une approche pour comparer rapidement la qualité d'image de différents échographes : essayer ces échographes sur soi, en évitant le nerf médian à l'avant-bras, peu discriminant.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Anesthésie Loco-Régionale périnerveuse [WWW Document], 2016. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. URL http://sfar.org/anesthesie-loco-regionale-perinerveuse/ (dernier accès le 20/08/17).

[2] Recommandations sur l'utilisation de l'échographie lors de la mise en place des accès vasculaires [WWW Document], 2015. SFAR - Société Française d'Anesthésie et de Réanimation. URL http://sfar.org/recommandations-sur-lutilisation-de-lechographie-lors-de-la-mise-en-place-des-acces-vasculaires/ (dernier accès le 20/08/17).

[3] Wynd, K.P., Smith, H.M., Jacob, A.K., Torsher, L.C., Kopp, S.L., Hebl, J.R., 2009. Ultrasound machine comparison: an evaluation of ergonomic design, data management, ease of use, and image quality. Reg Anesth Pain Med 34, 349–356. doi:10.1097/AAP.0b013e3181ac9e5b

[4] Blaivas, M., Brannam, L., Theodoro, D., 2004. Ultrasound image quality comparison between an inexpensive handheld emergency department (ED) ultrasound machine and a large mobile ED ultrasound system. Acad Emerg Med 11, 778–781.

[5] Remerand, F., Laulan, J., Couvret, C., Palud, M., Baud, A., Velut, S., Laffon, M., Fusciardi, J., 2010. Is the musculocutaneous nerve really in the coracobrachialis muscle when performing an axillary block? An ultrasound study. Anesth. Analg. 110, 1729–1734. doi:10.1213/ANE.0b013e3181dc25c8

[6] Netter, F.H., 2014. Atlas of Human Anatomy, 6th ed. Elsevier.

[7] Guo, S., Schwab, A., McLeod, G., Corner, G., Cochran, S., Eisma, R., Soames, R., 2012. Echogenic regional anaesthesia needles: a comparison study in Thiel cadavers. Ultrasound Med Biol 38, 702–707. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2012.01.001

[8] Sviggum, H.P., Ahn, K., Dilger, J.A., Smith, H.M., 2013. Needle echogenicity in sonographically guided regional anesthesia: blinded comparison of 4 enhanced needles and validation of visual criteria for evaluation. J Ultrasound Med 32, 143–148.

[9] Barrington, M.J., Watts, S.A., Gledhill, S.R., Thomas, R.D., Said, S.A., Snyder, G.L., Tay, V.S., Jamrozik, K., 2009. Preliminary results of the Australasian Regional Anaesthesia Collaboration: a prospective audit of more than 7000 peripheral nerve and plexus blocks for neurologic and other complications. Reg Anesth Pain Med 34, 534–541.

ANNEXES

Tableau 1 : Caractéristiques des appareils

Marque	Modèle	Sonde Linéaire	Fréquence	Prix (TTC)
General Electric Healthcare™	LOGIQ e R6™	L4-12t	12-4 MHz	22 680,00 €
Mindray™	TE7™	14-6 Ns	14-6 MHz	21 276,00 €
SonoSite™	S-Nerve™	HFL38	13-6 MHz	14 475,84 €
SonoSite™	Edge™	HFL38	13-6 MHz	26 335,80 €
Samsung™	HM70™	LA3-16AD	13-3 MHz	12 967,00 €
ECM™	ExaPad™	Sonde linéaire	15-7 MHz	18 816,00 €
Esaote™	MyLabGamma™	SL1543	13-3 MHz	17 716,80 €
Philips™	Sparq™	L12-4	12-4 MHz	30 483,85 €

Figure 1 : Qualité globale de l'image de la région axillaire

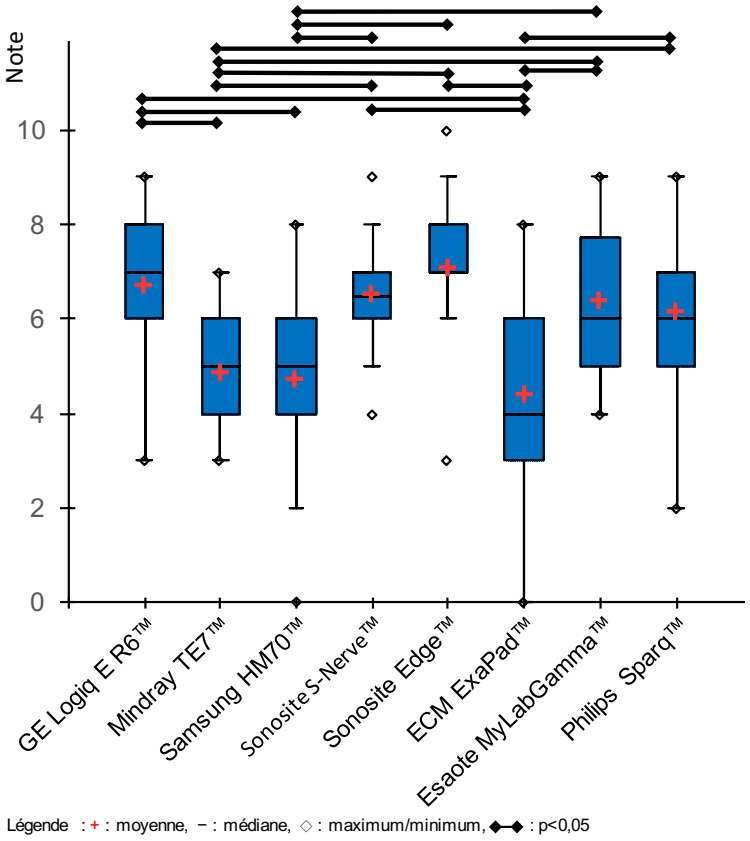


Figure 2 : Qualité globale de l'image du défilé interscalénique

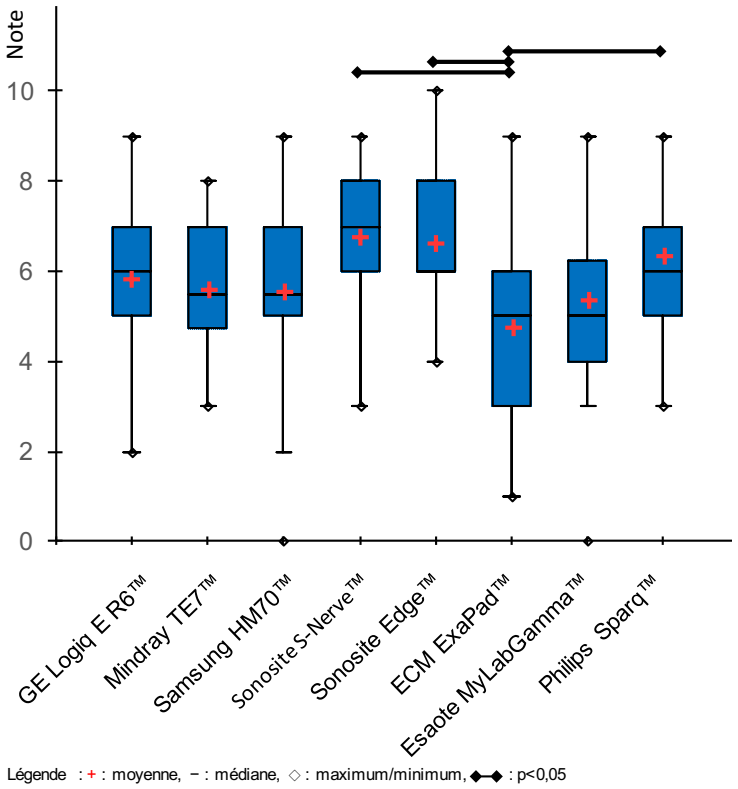


Figure 3 : Précision de l'image pour la réalisation d'un bloc axillaire

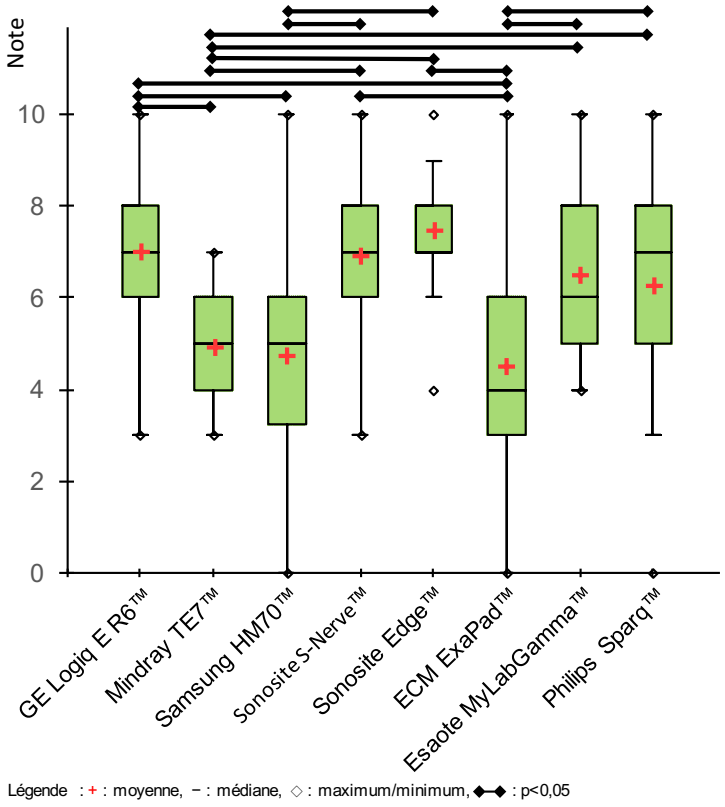


Figure 4 : Précision de l'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique

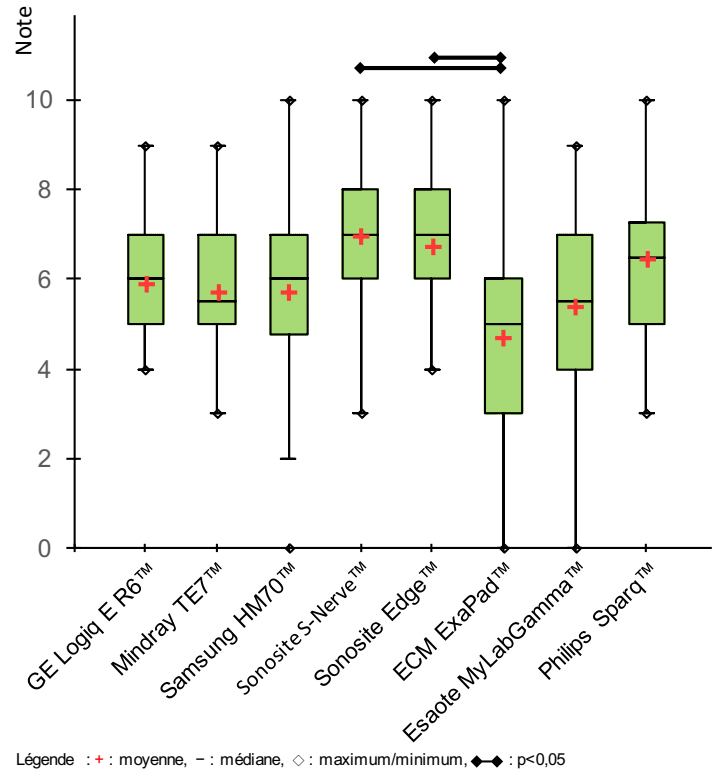
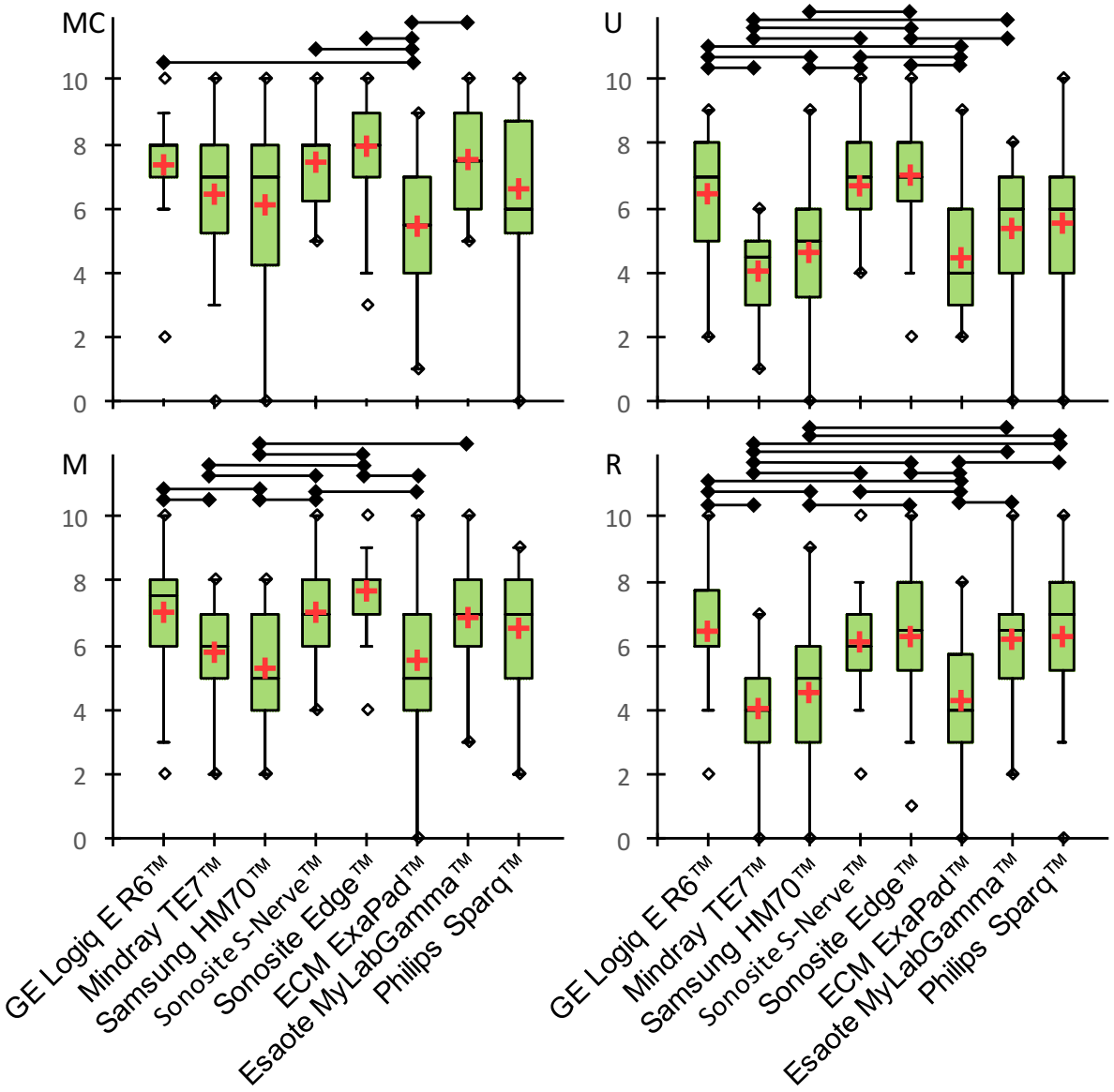


Figure 5 : Identification des nerfs du bloc axillaire



Légende : + : moyenne, − : médiane, ◇ : maximum/minimum, ◆—◆ : p<0,05
MC : musculo-cutané, U : ulnaire, M : médian, R : radial

Vu, le Directeur de Thèse

Vu, le Doyen
De la Faculté de Médecine de Tours
Tours, le

académie d'Orléans-Tours

UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS TOURS

FACULTÉ DE MÉDECINE TOURS

BELOT Quentin

29 pages – 1 tableau – 5 graphiques

Résumé :

Introduction : Les échographes sont recommandés pour la réalisation d'actes diagnostiques ou thérapeutiques en anesthésie-réanimation. La qualité d'image est importante pour la réalisation d'actes avec précision et sécurité. Il n'y a pas de données permettant de comparer celle-ci parmi les échographes disponibles sur le marché. Cette étude compare la qualité d'image des échographes proposés dans le cadre d'un appel d'offres pour la réalisation de blocs axillaires et interscaléniques.

Matériel et Méthode : Des acquisitions vidéo des régions axillaires et interscaléniques de 2 sujets sains ont été réalisées avec 8 échographes différents. Les séries de boucles vidéo étaient anonymisées et randomisées. La qualité d'image de ces acquisitions vidéo était analysée par 15 anesthésistes-réanimateurs (juniors et séniors) selon 6 items selon une échelle allant de 0 (image inexploitable) à 10 points (image parfaitement lisible).

Résultats : Cinq échographes avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation d'un bloc axillaire avec des notes moyennes de 6 à 7 (5 items, $p<0,0001$). Trois échographes avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation d'un bloc interscalénique avec des notes moyennes de 6 à 7 (2 items, $p<0,0001$).

Conclusion : Trois échographes sur 8 avaient une meilleure qualité d'image pour la réalisation de blocs axillaires et interscaléniques. Cette étude a permis une évaluation objective de la qualité d'image des 8 échographes, en s'affranchissant des variations d'échogénicité d'un sujet à un autre, et en conservant l'aspect dynamique du repérage échographique. L'ergonomie, l'entretien, le coût d'achat et à l'usage sont désormais d'autres paramètres à prendre en compte pour départager ces 3 échographes.

Mots clés : anesthésie loco-régionale, échographe, qualité d'image

Jury :

Président du Jury : Professeur Marc LAFFON
Directeur de thèse : Professeur Francis REMERAND
Membres du Jury : Professeur Frédéric PATAT
Docteur Brice FERMIER

Date de soutenance : 24 octobre 2017