



HAL
open science

Apport de l'échographie ultraportable dans l'évaluation initiale des patients admis aux urgences pour dyspnée

Charlotte Castelain Poulizac

► To cite this version:

Charlotte Castelain Poulizac. Apport de l'échographie ultraportable dans l'évaluation initiale des patients admis aux urgences pour dyspnée. Médecine humaine et pathologie. 2015. dumas-01208514

HAL Id: dumas-01208514

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01208514>

Submitted on 2 Oct 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AVERTISSEMENT

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de docteur en médecine. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt toute poursuite pénale.

UNIVERSITÉ PARIS DESCARTES
Faculté de Médecine PARIS DESCARTES

Année 2015

N°28

THÈSE
POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT
DE
DOCTEUR EN MÉDECINE

Apport de l'échographie ultraportable dans l'évaluation
initiale des patients admis aux urgences pour dyspnée

Présentée et soutenue publiquement
le 16 avril 2015

Par

CASTELAIN POULIZAC, Charlotte
Née le 16 octobre 1986 à Paris (75)

Dirigée par Mme Le Docteur Laurie Soulat-Dufour

Jury :

M. Le Professeur Ariel Cohen Président
M. Le Docteur Stéphane Ederhy Membre
M. Le Professeur Nicolas Mansencal Membre
M. Le Professeur Dominique Pateron Membre



Except where otherwise noted, this work is licensed under
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/>

Table des matières

1. REMERCIEMENTS.....	4
2. LISTE DES ABREVIATIONS	6
3. RESUME ET MOTS CLES.....	7
4. INTRODUCTION.....	8
5. APPAREILS D'ECHOCARDIOGRAPHIE	9
5.1 DIFFERENTS TYPES D'APPAREIL D'ECHOCARDIOGRAPHIE.....	9
5.2 DEVELOPPEMENT DES APPAREILS D'ECHOCARDIOGRAPHIE PORTABLES.....	10
5.3 ÉCHOGRAPHE ULTRAPORTABLE : PRESENTATION DU VSCAN (GENERAL ELECTRIC).....	11
6. RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE ULTRAPORTABLE.....	12
6.1 ÉCHOCARDIOGRAPHIE EN URGENCE	12
6.2 ÉCHOCARDIOGRAPHIE CIBLEE	15
6.3 RECOMMANDATIONS DE L'ASSOCIATION EUROPEENNE D'ÉCHOCARDIOGRAPHIE SUR L'UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE ULTRAPORTABLE.....	15
7. REVUE DE LA LITTERATURE.....	17
7.1 PLACE DIAGNOSTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE ET DU BNP DANS L'INSUFFISANCE CARDIAQUE ...	17
7.2 PLACE PRONOSTIQUE DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE DANS L'INSUFFISANCE CARDIAQUE	18
7.3 PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE L'ECHOCARDIOGRAPHIE ULTRAPORTABLE.....	18
7.3.1 <i>Concordance Vscan et ETT dans des « conditions optimales d'utilisation »</i>	<i>18</i>
7.3.2 <i>Concordance Vscan et ETT « dans la vraie vie ».....</i>	<i>20</i>
7.3.3 <i>Utilisateurs de l'échocardiographie ultraportable et formation</i>	<i>20</i>
7.3.4 <i>Impact en santé publique</i>	<i>22</i>
7.3.5 <i>Apport diagnostique de l'utilisation de l'échocardiographie ultraportable.....</i>	<i>23</i>
7.3.6 <i>Apport diagnostique de l'utilisation de l'échocardiographie ultraportable chez le patient admis pour dyspnée.....</i>	<i>23</i>
8. MATERIEL ET METHODES.....	26
8.1 POPULATION DE PATIENTS.....	26
8.2 ÉCHOGRAPHIE ULTRA-PORTABLE	26
8.3 RELECTURE DES EXAMENS VSCAN	26
8.4 ÉCHOCARDIOGRAPHIE DE REFERENCE	27
8.5 CONFIRMATION DU DIAGNOSTIC	27
8.6 PRONOSTIC : SUIVI A UN MOIS.....	27
8.7 ANALYSES STATISTIQUES.....	27
9. RESULTATS.....	28
9.1 CARACTERISTIQUES DE LA POPULATION.....	28
9.2 PERFORMANCE DIAGNOSTIQUE	31
9.3 DELAI DE REALISATION DU VSCAN ET DE L'ETT	32
9.4 VSCAN ET BNP	32
9.5 VALIDATION DES EXAMENS	33
9.6 PRONOSTIC	34
10. DISCUSSION.....	35
10.1 RESULTATS	35
10.1.1 <i>Performance diagnostique de l'échographie ultraportable</i>	<i>35</i>
10.1.2 <i>Concordance échographie ultraportable et examen relu.....</i>	<i>36</i>
10.1.3 <i>Concordance échographie ultraportable et échocardiographie de référence</i>	<i>36</i>
10.2 LIMITES	37

10.2.1	<i>Effectif</i>	37
10.2.2	<i>Design de l'étude</i>	37
10.2.3	<i>Délai de réalisation de l'échographie ultra-portable</i>	37
10.2.4	<i>Pronostic</i>	38
10.3	PERSPECTIVES	38
11.	CONCLUSION	39
12.	BIBLIOGRAPHIE	40

1. Remerciements

À Monsieur le Professeur Ariel Cohen, pour me faire l'honneur de présider ce jury et pour avoir été à l'initiative de cette thèse. Votre intérêt pour le patient avant tout m'a montré l'exemple, merci pour tout ce que j'ai pu apprendre à vos côtés.

À Madame le Docteur Laurie Soulat-Dufour, pour avoir dirigé cette thèse et m'avoir accompagnée pour mes premiers pas d'orateur au congrès « TUC ». Merci pour tout le temps que tu as passé à relire les différentes versions de mémoire et de thèse, ta patience et ta gentillesse à toute épreuve ont été un vrai soutien !

À Monsieur le Docteur Stéphane Ederhy, pour tes conseils lors du design de l'étude, et d'avoir accepté d'être membre du jury de cette thèse. Merci pour les examens réalisés à tes côtés, qui m'ont appris beaucoup.

À Monsieur le Professeur Nicolas Mansencal, pour m'avoir initiée à l'échocardiographie. Merci de ta présence dans ce jury !

À Monsieur le Professeur Dominique Pateron, pour avoir accepté de participer au jury de cette thèse. La collaboration avec votre service a permis ce travail, et votre regard d'urgentiste apporte un éclairage pertinent à celui-ci.

À Madame Sylvie Lang, sans qui ce travail n'aurait pas été possible ! Merci pour ton aide précieuse pour les statistiques, la méthodologie, et la relecture. Tu t'es toujours rendue disponible quand j'en avais besoin et je t'en remercie.

À Madame le Docteur Ciham El Asri pour avoir relu tous les dossiers des urgences pour apporter ton diagnostic dans cette étude. Merci pour ta bonne humeur et ton sens de la transmission du savoir au labo d'écho (à lire en version « mi rap/mi reggaeton »... !)

À Madame le Docteur Christelle Hermand pour avoir été l'urgentiste qui a apporté son diagnostic dans cette étude. Merci pour la réactivité de ta réponse, j'ai été bluffée !

À Mesdames Louise Boyer-Chatenet et Kamila Djouadi pour avoir été mes « petites mains » quand j'ai quitté le service de Saint Antoine.

À Monsieur le Docteur Adrien Pasteur-Rousseau, pour avoir partagé ton travail avec moi, ce qui m'a permis de gagner du temps dans la rédaction de cette thèse.

À toute l'équipe de cardiologie dans la salle, en particulier au Docteur Nabila Haddour, pour nos visites animées à Soulier et pour ton enthousiasme permanent, au Docteur Jean-Marc Darondel pour tes avis précieux de rythmologie, surtout à 20h !

À toute la team de cardiologie de l'hôpital Mignot qui m'a fait découvrir les joies de l'exercice de la cardiologie ! Au Docteur Raphaelle Convers-Domart, pour nos fous-rires et ton amitié, au Docteur Clément Charbonnel, pour ton sens clinique hors pair et ta rigueur, au Docteur Jacques Schwob pour votre calme dans une USIC agitée, au Docteur Géraldine Gibault-Genty pour ta gentillesse et ta disponibilité pour tes internes. Au

Docteur Bernard Livarek pour ta confiance, merci de m'accueillir dans ton service au mois de novembre.

Au service de cardiologie de l'hôpital Foch, aux Docteurs Franck Haziza, Stéphanie Russel, Adeline Vermillet, Clémence Darrort, Marion Piquet et Anthony Scemama : merci de m'avoir si bien accueillie dans votre service où il est possible de travailler efficacement et dans la bonne humeur, quel plaisir !

Au service de médecine interne de l'HEGP où j'ai fait mes premiers pas d'interne, avec le Docteur (et presque professeur !) Brigitte Ranque : merci de ton écoute, de ta gentillesse, et de ton sens du travail bien fait qui m'ont énormément apporté dès le début de l'internat. Tu es pour beaucoup dans le médecin que je suis devenue, une cardiologue qui essaye de rester curieuse et de s'intéresser au patient dans sa globalité. Ta passion et ton dévouement pour ton travail forcent l'admiration !

À tous les co-internes et amis de ces 5 ans: Caroline, pour ta bonne humeur et tes calembours ; Olivier, pour être devenu papa pendant l'internat je me sentais moins seule ! Stéphane, la grande faucheuse, pour avoir considérablement amélioré mes connaissances en football ; Fouad et Nicolas, pour votre enthousiasme. Et une pensée à tous ceux qui m'ont « supportée » enceinte, en particulier à la team d'Ambroise Paré : Nicolas, Pierre, Olivier, Hazrije, vous avez assuré en mon absence, merci !

À mes parents, qui sont mes meilleurs supporters depuis le début de mes études, merci de votre amour, de votre soutien et de vos encouragements ; à Maman : tu as su me montrer qu'on pouvait être un excellent médecin sans sacrifier sa famille, j'essayerai de faire aussi bien que toi ! à Papa : tu as toujours un bon mot pour me faire rire, même quand je suis stressée ; ton « souple sur le jarret » de la veille des examens est un souvenir précieux !

À mes frères, Pierre et Antoine, pour notre complicité, à notre fratrie unie !

À ma famille et ma belle-famille (ma deuxième famille), pour être là quand j'en ai besoin, avec un remerciement particulier pour Françoise qui est notre soutien logistique indispensable, merci pour tous les coups de main que vous donnez toujours avec plaisir!

Et le meilleur pour la fin : à Olivier, à qui je dédicace cette thèse, qui me « supporte » dans tous les sens du terme depuis le début des études de médecine ! Merci de ton amour, de ta présence à mes côtés, de ta confiance en moi dont j'ai besoin par dessus tout. Et à Alix et Gabriel, qui ont participé à leur façon à ce travail, entre 2 éclats de rire à la maison...

2. Liste des abréviations

AVC	Accident Vasculaire Cérébral
BNP	Brain Natriuretic Peptide
BPCO	Broncho-pneumopathie Chronique Obstructive
ECG	Electrocardiogramme
EP	Embolie Pulmonaire
ETT	Échographie Trans-thoracique
ETO	Échographie Trans-oesophagienne
FA	Fibrillation auriculaire
FEVD	Fraction d'Ejection Ventriculaire Droite
FEVG	Fraction d'Ejection Ventriculaire Gauche
HTA	Hypertension Artérielle
HVG	Hypertrophie ventriculaire Gauche
IA	Insuffisance Aortique
IEC	Inhibiteurs de l'Enzyme de Conversion
IM	Insuffisance Mitrale
IQR	Interquartile Range (écart interquartile)
IT	Insuffisance Tricuspide
OAP	Œdème Aigu du Poumon
OD	Oreillette Droite
OG	Oreillette Gauche
PRVG	Pressions de Remplissage du Ventricule Gauche
RAC	Rétrécissement Aortique Calcifié
RM	Rétrécissement Mitral
USIC	Unité de Soins Intensifs Cardiologiques
SDRA	Syndrome de détresse respiratoire aigu
VCI	Veine Cave Inférieure
VD	Ventricule Droit
VG	Ventricule Gauche
VPN	Valeur Prédictive Négative
VPP	Valeur Prédictive Positive

3. Résumé et mots clés

Contexte: La prise en charge de la dyspnée aux urgences nécessite un diagnostic rapide et précis pour débiter le traitement approprié. Notre but était de déterminer la performance diagnostique de l'urgentiste, du cardiologue et de l'interne en cardiologie utilisant l'échographie ultraportable comme outil additionnel, en comparaison au diagnostic final, chez des patients adressés aux urgences pour dyspnée.

Matériel et méthodes: Entre février et avril 2014, les patients se présentant aux urgences pour dyspnée et nécessitant un avis cardiologique ont été inclus. Un bilan clinique (anamnèse, examen physique) et paraclinique standard (ECG, radiographie de thorax, biologie standard avec BNP) était réalisé. L'urgentiste et le cardiologue donnaient leur diagnostic à partir de ces données. L'interne en cardiologie réalisait une évaluation cardiaque avec un appareil d'échographie ultraportable, et donnait son diagnostic en aveugle des diagnostics précédents. Nous avons évalué la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive négative (VPN) et la valeur prédictive positive (VPP) des 3 premiers diagnostics en comparaison au diagnostic de sortie d'hospitalisation.

Résultats: Trente patients (18 hommes, 42.6 ± 14.6 ans) ont été inclus dans cette étude pilote. Les évaluations par échographie ultraportable ont duré 10.3 minutes (IQR= 8.7-11.4). Le diagnostic final était une insuffisance cardiaque pour 20 patients, une pneumopathie infectieuse pour 2 patients, une décompensation mixte cardio-respiratoire pour 2 patients, une embolie pulmonaire pour 4 patients et un autre diagnostic pour 2 patients. Concernant le diagnostic d'insuffisance cardiaque, l'urgentiste avait une sensibilité, une spécificité, une VPN et une VPP de 50.0, 90.0, 90.9 et 47.4% respectivement; le cardiologue 80.0, 90.0, 94.1 et 69.2%; et l'interne en cardiologie avec l'échographe ultraportable 100, 90.0, 95.2 et 100%.

Conclusion: Notre étude pilote a démontré que l'utilisation d'un échographe ultraportable dans l'évaluation des patients dyspnéiques aux urgences améliorerait la performance diagnostique. D'autres études à plus large échelle sont nécessaires avant d'utiliser l'échographie ultraportable en routine chez des patients adressés pour dyspnée aux urgences.

Mots-clés : échocardiographie ciblée ; dyspnée ; échocardiographie ultraportable.

4. Introduction

La prise en charge de la dyspnée aux urgences, motif fréquent de consultation, nécessite un diagnostic rapide pour mettre en route un traitement précoce. Les outils à la disposition de l'urgentiste – examen clinique, ECG, BNP/NT proBNP, radiographie de thorax – ne permettent pas toujours de conclure à un diagnostic (1). Par conséquent environ 20% des patients avec une dyspnée aux urgences ont un diagnostic erroné et un traitement inadapté conduisant à un excès de mortalité (2).

L'échographie cardiaque est un outil utilisé au quotidien en cardiologie, notamment chez les patients dyspnéiques, mais son accès est encore limité en urgence et réservé aux patients avec une pathologie cardiovasculaire instable (3). L'échographe ultraportable, développé ces dernières années, permet une évaluation initiale rapide pour compléter l'examen physique aux urgences, enUSIC ou en salle de cathétérisme cardiaque ; il évalue de façon qualitative la fonction ventriculaire droite et gauche, la présence d'un épanchement pleural ou péricardique, la taille et les variations respiratoires de la VCI, les calcifications et le mouvement de la valve aortique et les régurgitations valvulaires (4)(5). Ses indications ne sont pourtant pas encore clairement définies dans la pratique quotidienne.

Des travaux précédents ont montré l'intérêt de la réalisation d'une échographie ultraportable intégrée pleurale-cardiaque-VCI pour différencier de façon précise une dyspnée aiguë par insuffisance cardiaque d'une pathologie pulmonaire primaire (6). Par ailleurs, l'échocardiographie ultraportable utilisée en routine dans une unité de cardiologie a permis de corriger le diagnostic d'entrée dans 16% des cas, et d'avoir une influence diagnostique importante pour 55% des patients (7).

L'objectif de cette étude était de déterminer la performance diagnostique de l'urgentiste, du cardiologue, de l'interne en cardiologie utilisant l'échographie ultraportable comme outil additionnel, en comparaison au diagnostic final, chez des patients adressés aux urgences pour dyspnée et nécessitant un avis cardiologique. L'objectif secondaire était de mettre en évidence un incrément pronostique de l'utilisation de l'échographie ultraportable chez ces patients.

5. Appareils d'échocardiographie

5.1 Différents types d'appareil d'échocardiographie

Au cours de ces vingt dernières années, les avancées technologiques ont permis l'émergence de plateformes échocardiographiques complexes aux modalités avancées (3D, Strain...). En parallèle, les constructeurs ont aussi développé une gamme d'appareils échocardiographiques de plus faible coût, plus mobiles mais avec des fonctionnalités limitées.

Les appareils d'échocardiographie peuvent être classés en quatre catégories principales (8) (Tableau 1):

- Les appareils hauts de gamme volumineux et peu mobiles destinés à être utilisés en poste fixe (malgré le fait qu'ils possèdent des roues, ils sont lourds et encombrants et ne sont pas supposés être déplacés). Ils possèdent généralement tous les outils de pointe en plus des outils d'analyse standard : bidimensionnel, mode TM, doppler pulsé, doppler continu, strain, tridimensionnel, échographie de contraste, possibilité de faire des échographies transœsophagiennes.
- Les appareils mobiles, équipés avec toutes les modalités standards (mais pas nécessairement les outils de pointe) : bidimensionnel, mode TM, doppler pulsé, doppler continu. Ils sont plus petits que les appareils précédents, sur roues, et peuvent facilement être transportés dans les unités de soins.
- Les appareils portables, qui peuvent être transportés par une personne (encombrement d'un ordinateur portable). Ils ont les mêmes modalités standards que les appareils mobiles. Ils peuvent fonctionner sur batterie, permettant de réaliser plusieurs examens en autonomie.
- Les appareils ultraportables, de la taille d'un smartphone, ont vocation à être transportés facilement. Ils présentent des modalités limitées : mode bidimensionnel et doppler couleur. Les caractéristiques techniques sont : des images en bidimensionnel en échelle de gris avec secteur d'angle $< 75^\circ$, profondeur $< 25\text{cm}$; imagerie doppler couleur avec une fenêtre de taille fixée et une fréquence de pulsation fixée ; des mesures limitées à des distances et des aires ; des options d'identification du patient limitées ; des outils de connectique spécifiques. Les images et vidéos (cycle automatique, sans trace ECG) peuvent être stockées sur carte SD dans l'appareil, puis transférées sur un ordinateur.

Tableau 1 : Les appareils d'échocardiographie (8)

Machine d'échocardiographie	Caractéristiques	Exemple
Appareils haut de gamme, non mobiles	Toutes les modalités échographiques standard et mesures (TM, 2D, doppler pulsé, doppler continu, doppler couleur, doppler tissulaire, ETO) et modalités avancées (3D, contraste, strain)	
Appareils mobiles	Toutes les modalités échographiques standard et mesures (TM, 2D, doppler pulsé, doppler Continu, doppler couleur, doppler tissulaire, ETO)	
Appareils portables	Modalités échographiques de base et mesures (TM, 2D, doppler pulsé, doppler continu, doppler couleur)	
Appareils ultraportables	Fonctions limitées (2D, doppler couleur) et mesures.	

5.2 Développement des appareils d'échocardiographie portables

L'anamnèse et l'examen physique, en particulier l'auscultation des bruits cardiaques et vasculaires, représentent la première approche du diagnostic cardiologique. Cependant le développement de l'échocardiographie ces dernières années a montré les limites de cette approche traditionnelle proposée par Laennec. La difficulté de l'examen physique peut être liée de manière intrinsèque au patient (obésité, emphysème...) ou de manière extrinsèque au lieu d'examen (endroit d'examen bruyant, utilisation concomitante de moniteurs cardiaques...).

De plus, l'examen physique peut être négatif dans les pathologies infra-cliniques... (9) Ainsi l'échocardiographie-doppler semble vraiment trouver sa place en complément de l'examen clinique. Cette technique facile d'accès, de faible coût, non irradiante permet une évaluation morphologique, hémodynamique et répétée des malades présentant une pathologie cardiovasculaire aiguë. Alors que le paradigme de ces dernières années est celui du diagnostic « pré-symptomatique » conduisant à une prise en charge thérapeutique précoce, cette nouvelle approche mixte clinique et échographique peut être considérée comme la « révolution copernicienne » de l'examen physique traditionnel (10).

L'idée d'un échocardiographe miniaturisé facile d'utilisation comme aide diagnostique lors de la prise en charge initiale du patient remonte au milieu des années 1970 : un « stéthoscope à ultra-son » ou « cardioscope » développé aux Pays-Bas. En 1995, Sonosite, en collaboration avec le département de la défense des Etats-Unis a développé un programme d'échographes avec batterie pour la prise en charge diagnostique des traumatismes sur les champs de bataille, ayant abouti au Sonosite 180 en 2001. Rapidement, un grand nombre d'appareils avec de nombreuses modalités ont été développés pour une application dans de nombreuses disciplines (11).

La performance de l'examen physique cardiovasculaire a été évaluée dans plusieurs études, indiquant que 30% des pathologies majeures et 65% des pathologies mineures étaient ignorées. L'identification correcte des bruits du cœur et de l'auscultation pulmonaire est de 20 et 50% respectivement (12)(13). Un examen physique complété par une échographie ultraportable augmente la précision diagnostique de plus de 50%, et révèle des anomalies non suspectées mais pertinentes pour environ 20% des patients (4)(14)(15). La valeur prédictive négative d'un examen physique avec échographie ultraportable est supérieure à 95%, permettant ainsi d'éviter des examens complémentaires et des coûts supplémentaires pour les patients ayant un examen normal.

5.3 Échographe ultraportable : présentation du Vscan (General Electric)

Cet appareil comporte une unité centrale (135 × 73 × 28 mm) reliée à une sonde (1.7-3.8 MHz, 120x33x26mm), dont le poids total est de 390g. La durée totale d'examen faisable quand la batterie est chargée est d'1h, soit une autonomie correspondant à 4 ou 5 examens complets. Il réalise des images d'échocardiographie en mode 2D en échelle de gris et du Doppler couleur avec secteur Doppler déplaçable, sur un écran de 3,5 pouces (240x320 pixels). La profondeur de champ est réglable manuellement (profondeur maximale d'examen de 24cm). Seules des mesures de distance et d'aire peuvent être effectuées avec un caliper intégré. On peut enregistrer soit des images, soit des boucles vidéo de 2 secondes (sans tracé ECG). L'enregistrement audio est possible, permettant notamment d'identifier les patients. Les images enregistrées peuvent être revues en boucle ou gelées pour analyse. Les données sont stockées sur carte microSD, et peuvent être transférées sur un ordinateur pour réaliser du post-traitement sur le logiciel Gateway de General Electric. Son prix est estimé à 8 000 \$ soit 6 000 € (16). Il faut souligner l'absence sur ce type d'appareil des modalités doppler continu, doppler pulsé, doppler tissulaire, et autres modalités avancées.



6. Recommandations sur l'utilisation de l'échographie ultraportable

6.1 Échocardiographie en urgence

L'échocardiographie en urgence permet l'évaluation de patients présentant une pathologie cardio-vasculaire instable. Le médecin pratiquant l'échocardiographie doit être capable d'effectuer et d'interpréter de façon indépendante l'examen sur une machine entièrement équipée (3).

Une des particularités tient à la situation clinique dans laquelle l'examen est réalisé. L'opérateur est en effet souvent confronté à des situations stressantes, des conditions d'examen difficiles, et dans le même temps la nécessité de fournir une synthèse rapide de son évaluation. Les erreurs d'interprétation dans ces situations aiguës sont plus fréquentes et peuvent affecter sérieusement la prise en charge ultérieure du patient. Tout médecin confronté dans sa pratique à des situations d'urgence nécessitant la pratique de l'échocardiographie, est concerné : cardiologue, médecin urgentiste, anesthésiste réanimateur, médecin généraliste, interniste (17)... Elle nécessite pour ces praticiens des programmes d'entraînement et de formation pour la réalisation et l'interprétation de ces examens. Deux niveaux sont définis selon les recommandations de la Société Européenne d'Imagerie Cardiovasculaire: le niveau opérateur indépendant et le niveau opérateur expert (réservé aux cardiologues).

Les indications de l'échocardiographie en urgence sont la douleur thoracique, la dyspnée aiguë, l'état de choc, l'apparition d'un nouveau souffle cardiaque, un traumatisme thoracique et l'arrêt cardio-respiratoire (tableau 2). Concernant la dyspnée aiguë, les étiologies principales sont l'insuffisance cardiaque aiguë, l'embolie pulmonaire, la tamponnade, une fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse, un syndrome coronaire aigu ; moins fréquemment, la dissection aortique, le pneumothorax et la myopéricardite. L'échocardiographie dans la dyspnée est recommandée pour :

- distinguer une étiologie cardiaque versus non-cardiaque pour les patients avec une dyspnée et des résultats cliniques et paracliniques ambigus.
- évaluer la taille, la masse, la fonction segmentaire et globale du VG devant une suspicion clinique d'insuffisance cardiaque
- détecter des signes échocardiographiques de tamponnade
- détecter une insuffisance valvulaire aiguë ou une dysfonction de prothèse
- détecter une complication suspectée d'une ischémie myocardique.

Tableau 2 : Recommandations pour l'utilisation de l'échocardiographie dans les urgences cardiologiques (3)

Présentation clinique en urgence	Causes	Échocardiographie recommandée	Échocardiographie non recommandée
Douleur thoracique aiguë	<p>Fréquentes : SCA, Dissection aortique, EP, Myopéricardite, Pneumothorax</p> <p>Moins fréquentes : Décompensation cardiaque, Tamponnade, Fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse valvulaire.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Évaluation d'une douleur thoracique chez les patients avec une suspicion d'ischémie ou infarctus du myocarde, avec ECG et enzymes cardiaques non contributifs, quand l'ETT peut être réalisée pendant la douleur. 2. Évaluation d'une douleur thoracique chez les patients avec une pathologie cardiaque connue (valvulaire, péricardique ou myocardique). 3. Évaluation d'une douleur thoracique chez les patients avec une instabilité hémodynamique qui ne répond pas au traitement de première intention. 4. Évaluation d'une douleur thoracique chez les patients avec suspicion de syndrome aortique aigu, embolie pulmonaire, myopéricardite et cardiomyopathie de Tako-Tsubo. 5. Comme imagerie initiale aux Urgences lors d'une suspicion de dissection aortique. 6. Pour guider l'approche thérapeutique chez les patients avec une EP (après thrombectomie ou thrombolyse). 7. Chez les patients avec suspicion d'une pathologie péricardique (épanchement, constriction). 8. Chez les patients avec suspicion de saignement péricardique (traumatisme). 9. Guidage et monitoring d'une péricardiocentèse. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Évaluation d'une douleur thoracique quand une étiologie non cardiaque est suspectée. 2. Évaluation d'une douleur thoracique chez les patients avec un diagnostic confirmé d'ischémie ou infarctus myocardique. 3. Chez les patients avec une suspicion d'EP pour confirmer ou infirmer le diagnostic. 4. Comme une stratégie diagnostique chez les patients normotendus et hémodynamiquement stables avec suspicion d'EP.

Présentation clinique en urgence	Causes	Échocardiographie recommandée	Échocardiographie non recommandée
Instabilité hémodynamique, Choc	<p>Fréquentes : Décompensation cardiaque, Tamponnade, Fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse valvulaire, EP, SCA.</p> <p>Moins fréquentes : Dissection aortique, pneumothorax, myopéricardite.</p>	<p>1. Pour le diagnostic différentiel des causes de choc ou d'hypotension, en détectant une étiologie cardiaque ou extra-cardiaque.</p> <p>2. Identification rapide d'un épanchement péricardique, dysfonction VG ou VD, dysfonction valvulaire aiguë.</p> <p>3. Évaluation rapide de la volémie.</p>	Chez les patients avec un choc d'une étiologie non cardiaque évidente (anaphylactique, hémorragique...).
Nouveau souffle cardiaque	<p>Fréquentes : Fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse valvulaire, SCA, Dissection aortique.</p> <p>Moins fréquentes : Myopéricardite, décompensation cardiaque, EP.</p>	<p>1. Chez les patients avec un souffle cardiaque et des symptômes ou signes d'insuffisance cardiaque, d'ischémie/infarctus myocardique, syncope, maladie thromboembolique veineuse, endocardite infectieuse, ou signe clinique de pathologie cardiaque.</p> <p>2. Détection d'une végétation valvulaire, indiquant une endocardite infectieuse.</p>	
Traumatisme thoracique	<p>Fréquentes : tamponnade, dissection aortique, pneumothorax.</p> <p>Moins fréquentes : SCA, Fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse valvulaire.</p>	Détection d'un épanchement péricardique, d'une contusion ou laceration myocardique, d'une anomalie de contraction segmentaire, d'une fuite valvulaire aiguë, et d'une dissection aortique chez les patients avec un traumatisme thoracique ou un accident avec forte décélération.	Évaluation de routine pour un traumatisme thoracique modéré sans signe ECG ni élévation des biomarqueurs cardiaques.

Présentation clinique en urgence	Causes	Échocardiographie recommandée	Échocardiographie non recommandée
Arrêt Cardio-Respiratoire, Réanimation cardio-pulmonaire (RCP).	Fréquentes : SCA, EP, Tamponnade. Moins fréquentes : dissection aortique, myopéricardite, Fuite valvulaire aiguë ou dysfonction de prothèse valvulaire, pneumothorax.	Identification d'une cause (inattendue) d'arrêt cardiaque pour guider la RCP (tamponnade, EP, hypovolémie, CMH).	Comme une procédure de routine durant la RCP, ou si cela interfère avec la RCP.

6.2 Échocardiographie ciblée

Des recommandations américaines (18) et européennes (19) précisent les modalités d'utilisation de l'échographie ciblée. Il s'agit d'un examen ciblé du système cardiovasculaire en complément de l'examen clinique. L'échographie est réalisée par un médecin entraîné qui selon les situations cliniques va rechercher des signes échographiques spécifiques avec un protocole d'examen préétabli.

L'échographie ciblée est à différencier en tout point de l'échocardiographie complète. Elle est standardisée et répond à un protocole d'évaluation limité où les critères sont évalués de manières binaires (oui/non, présent/absent). Elle est souvent réalisée sur des appareils portables ou ultraportables, et en général dans des situations aiguës. Par ailleurs le médecin qui réalise l'examen (cardiologue ou non cardiologue) est souvent directement impliqué dans la prise en charge thérapeutique ultérieure.

Il faut souligner l'importance de la formation en échocardiographie d'urgence et en échocardiographie ciblée pour rendre cet examen pertinent et fiable. L'amélioration des pratiques futures va probablement être liée au développement d'unités d'échographie cardiaque d'urgence sous la responsabilité d'un ou plusieurs opérateurs experts, avec groupe de travail, relecture d'examens et programmes de formation continue.

6.3 Recommandations de l'Association Européenne d'Échocardiographie sur l'utilisation de l'échographie ultraportable

L'utilisation de l'échocardiographie ultraportable a été encadrée par des recommandations de l'Association Européenne d'échocardiographie en 2011 (8). Ces appareils doivent être considérés comme des outils de dépistage ou en complément de l'examen physique, puisqu'ils n'ont pas la performance d'une échocardiographie complète. Ses indications sont limitées aux situations suivantes :

- en complément de l'examen physique dans les unités de soins intensifs (cardiologiques ou non)
- comme outil d'évaluation initiale aux urgences
- pour les avis cardiologiques en intra et extra-hospitalier et dans les structures de soins
- comme première évaluation cardiologique dans les SMUR
- dans les programmes de dépistage dans les établissements scolaires, les entreprises et les activités communautaires
- pour trier les candidats avant une échocardiographie complète
- comme outil d'enseignement
- pour une évaluation semi-quantitative de l'œdème pulmonaire.

Toutes ces applications permettraient un diagnostic clinique plus rapide et plus précis, une meilleure gestion des ressources de soins, une réduction de l'attente pour les échocardiographies chez les patients hospitalisés et une amélioration de l'enseignement avec une vérification immédiate des signes d'examen physique et de l'auscultation... sous réserve d'une formation adéquate du praticien le rendant capable d'acquérir et d'interpréter correctement les images.

Les principales recommandations retenues par les auteurs sont les suivantes :

- Les appareils d'échocardiographie ultraportables ne fournissent pas un diagnostic complet comme l'échocardiographie standard. Ses indications sont donc limitées.
- Les données obtenues avec un appareil d'échocardiographie ultraportable doivent être consignées avec les données de l'examen physique du patient. Les images doivent être stockées (en accord avec la législation nationale sur les techniques d'imagerie).
- Un entraînement spécifique et une certification est recommandée pour tous les utilisateurs, à l'exception des cardiologues certifiés pour l'échographie cardiaque. La certification doit être limitée aux questions cliniques pour lesquelles l'échographie ultra-portable peut apporter une réponse.
- Le patient doit être informé que l'examen par échographie ultraportable ne remplace pas une échocardiographie standard.

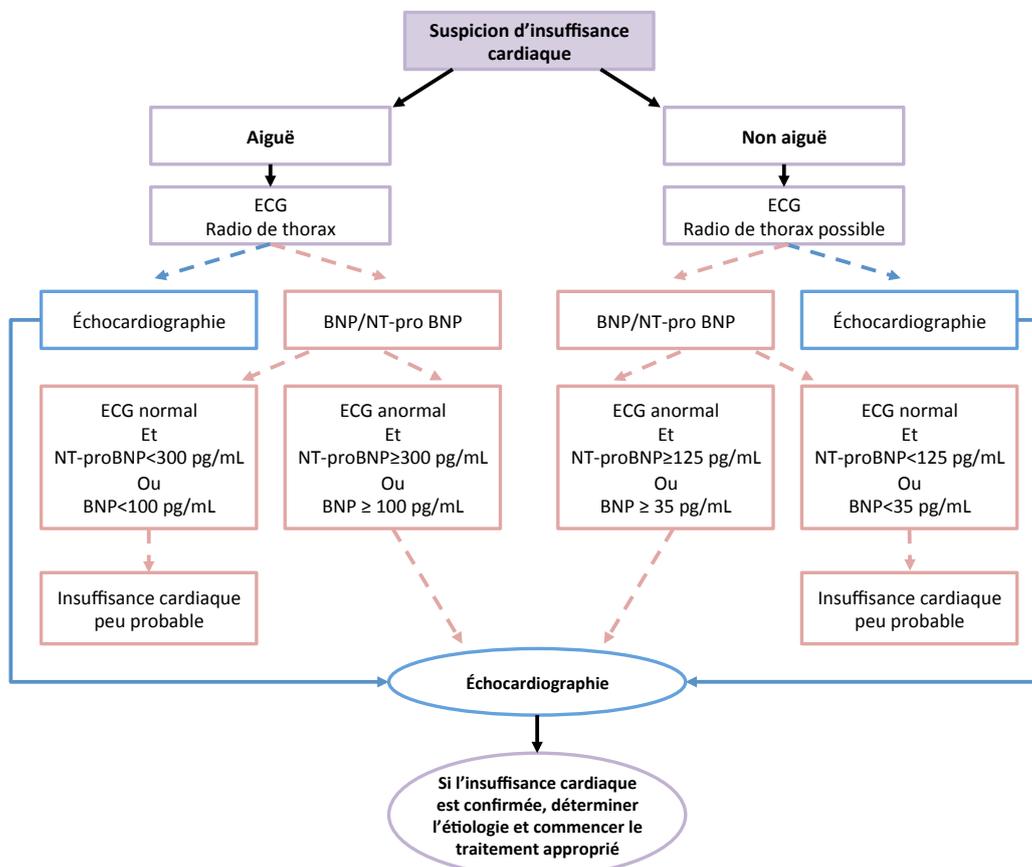
7. Revue de la littérature

7.1 Place diagnostique de l'échocardiographie et du BNP dans l'insuffisance cardiaque

Comme nous l'avons vu en introduction, la dyspnée est un motif fréquent de consultation aux urgences, nécessitant un diagnostic rapide afin de débiter un traitement adapté. L'enjeu diagnostique principal est de distinguer une dyspnée d'origine cardiaque ou extra-cardiaque. L'ETT a une place primordiale dans le diagnostic de l'insuffisance cardiaque en évaluant la FEVG, la fonction diastolique, les pressions artérielles pulmonaires, les pressions de remplissage du VG, et la présence de valvulopathies.

Selon les recommandations européennes pour le diagnostic et le traitement de l'insuffisance cardiaque (20), le diagnostic d'insuffisance cardiaque à FEVG altérée repose sur l'association de symptômes et signes physiques d'insuffisance cardiaque avec une altération de la FEVG (< 50%). Le diagnostic d'insuffisance cardiaque à FEVG préservée repose sur l'association de symptômes et signes physiques d'insuffisance cardiaque avec une FEVG préservée ou peu altérée (> 50%), un VG non dilaté et l'existence d'anomalies cardiaques structurales à l'échocardiographie (hypertrophie VG, dilatation OG, et/ou signes de dysfonction diastolique). L'algorithme diagnostique d'insuffisance cardiaque (Figure 1) place l'échocardiographie au centre de la prise en charge.

Figure 1 : Algorithme diagnostique en cas de suspicion d'insuffisance cardiaque (20)



L'approche diagnostique utilisant le dosage sanguin du taux de BNP (ou NT-pro-BNP) est présentée comme une alternative lorsque l'échocardiographie n'est pas disponible. Les peptides natriurétiques sont sécrétés en cas de surcharge de pression ou de volume dans une des cavités cardiaques (FA, EP, insuffisance rénale...) (21) (22). Un taux normal de BNP chez un patient sans antécédent cardiaque et avec un ECG normal exclut une cardiopathie significative, et pourrait permettre d'éviter la réalisation d'une ETT (23). Le cut-off d'exclusion de l'insuffisance cardiaque dépend du type de présentation : pour une détresse respiratoire aiguë, < 300 pg/mL pour le NT-pro-BNP, < 100 pg/ml pour le BNP ; pour une présentation sub-aiguë, <125 pg/mL pour le NT-pro-BNP, <35 pg/ml pour le BNP.

Si un taux normal de BNP permet d'exclure une participation cardiaque à la dyspnée, un taux élevé de BNP n'est pas synonyme d'insuffisance cardiaque. De nombreuses situations en dehors de l'insuffisance cardiaque peuvent faire varier le taux de BNP. Le taux de BNP augmente par exemple avec l'âge mais peut diminuer en cas d'obésité (24). Le pouvoir discriminant du BNP entre une étiologie cardiaque et pulmonaire peut aussi être discuté. En réanimation il a été ainsi démontré que le taux de BNP ne permettait pas de distinguer un œdème pulmonaire lésionnel (ou un SDRA) d'un œdème pulmonaire cardiogénique (25). Par ailleurs il faut souligner que le taux de BNP est également un paramètre pronostique de l'insuffisance cardiaque. Ainsi son taux peut rester élevé chez un patient insuffisant cardiaque chronique, et ne permet pas au sein de cette population de patients de distinguer une dyspnée aiguë d'origine cardiaque ou extra-cardiaque.

7.2 Place pronostique de l'échocardiographie dans l'insuffisance cardiaque

L'échocardiographie a également un impact pronostique chez les patients admis pour insuffisance cardiaque.

Dans une étude (26) portant sur 799 patients admis pour un premier épisode d'insuffisance cardiaque, il a été mis en évidence que la réalisation d'une ETT était associée à une réduction du risque relatif de mortalité à 3 ans (Hazard Ratio 0,61 IC 95% 0,48-0,78, $p < 0,001$) et à une réduction de la mortalité cardiovasculaire (HR 0.59, 95% CI 0.37-0.95, $p = 0.03$). Cette réduction était expliquée par un traitement médical plus intensif instauré suite aux résultats de l'échocardiographie. Il était pourtant souligné que 19% des patients admis pour insuffisance cardiaque aiguë ne bénéficiaient pas d'échocardiographie, probablement à cause de l'âge avancé des patients, des comorbidités et d'un problème d'accessibilité à l'examen.

L'accès à l'échocardiographie est parfois limité y compris au sein des structures hospitalières. La disponibilité d'un appareil d'échocardiographie ultraportable de bonne qualité, peu onéreux, pourrait aider à renforcer les décisions cliniques et à guider les thérapeutiques notamment en dehors des services de cardiologie.

7.3 Performances diagnostiques de l'échocardiographie ultraportable

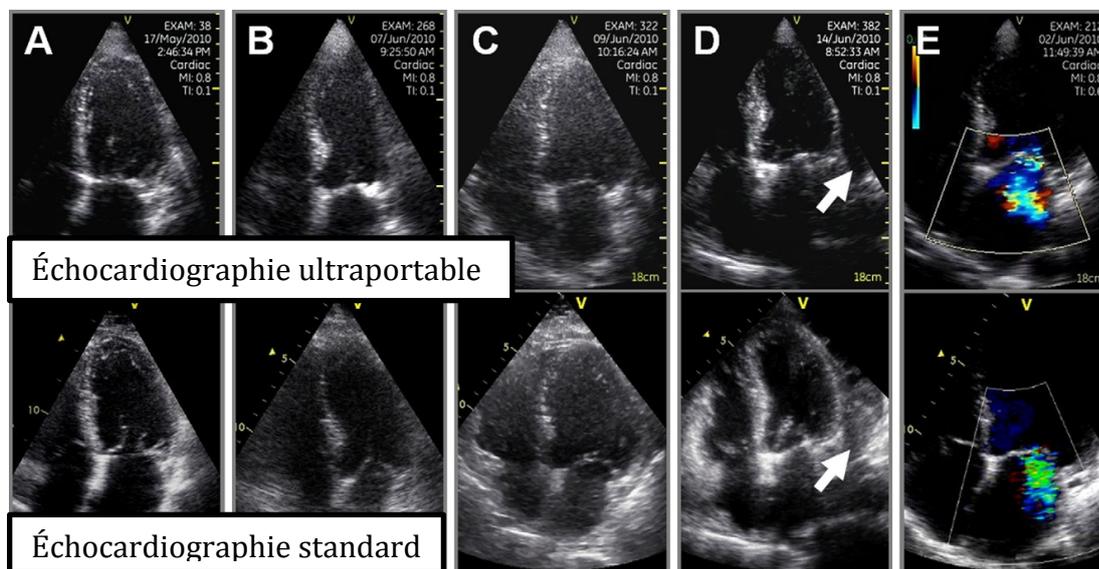
7.3.1 Concordance Vscan et ETT dans des « conditions optimales d'utilisation »

Avant de discuter des applications cliniques, il est tout d'abord important de s'intéresser à la fiabilité de l'échocardiographie ultraportable en la comparant à une

échocardiographie complète réalisée par un cardiologue expert sur un appareil haut de gamme.

De premières études ont étudié l'échocardiographie ultraportable dans des conditions optimales d'utilisation, c'est-à-dire dans un groupe de patients stables adressés en cardiologie pour échocardiographie ou consultation.

Dans l'étude de Prinz (4), 349 patients adressés pour une échocardiographie avec réalisation consécutive d'un examen par Vscan et d'une échocardiographie de référence ont été inclus. Il n'y avait pas de différence pour la visibilité de l'endocarde entre les deux techniques ($p < 0,01$). Les troubles de cinétique segmentaire étaient évalués de façon similaire ($k = 0,73$, $p < 0,01$). L'évaluation de la FEVG et les mesures des dimensions du VG montraient des différences non significatives. Aucun épanchement péricardique ou sténose valvulaire n'a été sous-diagnostiqué. Les fuites valvulaires ignorées par l'échographie ultraportable étaient toutes gradées « minimales » sur l'échographie de référence. La concordance globale pour la détection des fuites était très bonne ($k = 0,9$, $p < 0,01$).



Comparaison de la qualité d'image par échocardiographe ultraportable en haut et échocardiographie standard en bas. (A) patient échogène. (B) patient avec échogénicité sub-optimale. (C) patient peu échogène. (D) Épanchement péricardique.

Galderisi (27) a inclus dans son étude 304 patients adressés pour une consultation de cardiologie. La comparaison échographie ultraportable-ETT de référence a retrouvé une excellente concordance pour les cardiologues experts ($n = 102$ patients): dysfonction VG ($k = 0,91$), HVG ($k = 0,91$), dilatation OG ($k = 0,88$), dilatation de l'aorte ascendante ($k = 1$), dilatation du VD ($k = 0,9$), dilatation de la VCI ($k = 1$), épanchement péricardique ($k = 1$), épanchement pleural ($k = 1$), RM ($k = 0,95$), IA ($k = 1$) et IT ($k = 0,95$).

Dans l'étude de Khan (28), 240 patients hospitalisés adressés pour échocardiographie ont été inclus. La concordance entre le Vscan et l'ETT de référence était excellente avec des coefficients de kappa entre 0,90 et 0,99 pour la FEVG, les dimensions du VG, les troubles de cinétique segmentaire, l'existence d'un RAC ou d'une IA, d'une IM ou d'un RM, la dilatation de la VCI et la présence d'un épanchement péricardique.

Ces différentes études montrent que l'échographie ultraportable réalisée par un cardiologue expert, chez un patient stable, a une excellente concordance pour l'évaluation de paramètres comme la FEVG, la dimension du ventricule gauche, l'existence d'un épanchement péricardique, la présence de valvulopathies. Se pose alors la question de la performance de l'échographie ultraportable en dehors de ces situations programmées.

7.3.2 Concordance Vscan et ETT « dans la vraie vie »

Dans l'étude d'Andersen (29) ont été inclus 108 patients évalués par échographie ultraportable (Vscan) et ETT standard, lors de leur admission dans une unité de cardiologie. La concordance était presque parfaite pour la FEVG, la taille de l'aorte ascendante et la présence d'un épanchement péricardique ($r \geq 0.92$), bonne pour la fonction VD et l'existence de valvulopathies ($r \geq 0.81$) à l'exception de l'évaluation du RAC ($r = 0,62$). La concordance était médiocre pour la taille de l'OG ($r = 0,65$) et de la VCI ($r = 0,68$) ; ce résultat peut s'expliquer par l'absence de mesure liée au cycle cardiaque pour le Vscan et par le délai médian de 17h entre la réalisation des deux examens. Par ailleurs, l'évaluation de la VCI n'était satisfaisante que pour 79% des patients.

L'étude de Testuz (30) s'est également intéressée aux patients admis en unité de soins intensifs et nécessitant une échocardiographie urgente. Elle retrouve des résultats superposables à la précédente étude. 104 patients ont été inclus, avec réalisation d'une échographie ultraportable (Vscan) à l'admission, et d'une échocardiographie de référence dans les 12 heures suivantes. Il y avait une excellente concordance entre les deux techniques pour la FEVG et l'épanchement péricardique ($k = 0,89$ et $0,81$), concordance modérée à bonne pour l'évaluation valvulaire aortique, mitrale et tricuspide et les dimensions du VG ($k 0,55- 0,66$). La visualisation des images acquises avec le Vscan en post traitement sur un écran d'ordinateur de plus grande taille n'a pas modifié ces résultats.

Dans l'étude de Biais (31), 151 patients adressés aux urgences et nécessitant une ETT en urgence ont été inclus. Ils ont bénéficié successivement de l'évaluation par échographie ultraportable (Vscan) et de l'ETT de référence. Une très bonne concordance était retrouvée pour la dysfonction systolique du VG ($k = 0,87$), la dilatation sévère du VD ($k = 0,87$), la dilatation de la VCI ($k = 0,90$), les variations respiratoires de la VCI ($k = 0,84$), l'épanchement péricardique ($k = 0,75$) et la tamponnade ($k = 1$).

Ces études montrent que même dans des situations urgentes et avec des conditions d'examen sub-optimales (patient peu mobile, hypoéchogène...) l'échographe ultraportable donne des résultats satisfaisants et concordants par rapport à l'ETT de référence.

7.3.3 Utilisateurs de l'échocardiographie ultraportable et formation

Plusieurs études se sont intéressées aux différents utilisateurs potentiels de l'échocardiographie ultraportable. En effet, utilisé par des cardiologues experts cet appareil donne des informations fiables par rapport à l'ETT de référence ; mais ces résultats sont-ils transposables à des utilisateurs moins expérimentés ?

L'étude de Mjølstad (32) s'est intéressée à la faisabilité et à la fiabilité d'un examen d'échocardiographie ultraportable (Vscan) réalisé par 6 internes en médecine ayant bénéficié d'un programme de formation (4h de cours théoriques, 3 mois en échocardiographie avec réalisation de 100 examens par Vscan). 199 patients admis dans un service de médecine ont été inclus, avec comparaison des résultats du Vscan à ceux d'une ETT de référence au laboratoire. Il a été mis en évidence une très bonne corrélation pour l'évaluation de la fonction VG globale, l'épanchement pleural et péricardique (coefficient de Spearman $r \geq 0.8$), une bonne corrélation pour la quantification d'une sténose ou fuite aortique ($r = 0,7$), une corrélation modérée pour les fuites mitrale et aortique ($r = 0,5$ et $0,6$ respectivement), pour la dilatation de l'OG ($r = 0,6$) et la mesure de la VCI ($r = 0,5$). Avec cet appareil d'échographie ultraportable, des internes ont pu obtenir des informations fiables sur l'évaluation des structures cardiaques.

L'étude de Galderisi précédemment citée (27) a évalué l'apport diagnostique de l'échocardiographie ultraportable utilisée par des experts en échocardiographie et par des internes en médecine, en comparaison à l'examen physique seul, et avec une validation des résultats des examens par rapport à une ETT de référence. Le programme de formation des internes associait 15 heures de cours théoriques sur l'échocardiographie et 3 mois d'utilisation de l'échocardiographe ultraportable avec interprétation visuelle (3 fois par semaine, 12 examens par jour, total de 145-150 examens). Sur les 304 patients inclus, 102 ont été évalués par un expert en échocardiographie et 202 par les internes : le diagnostic d'anomalie cardiaque a été porté dans 38,2% des cas par l'examen physique, et dans 69,7% des cas par l'examen physique complété du Vscan (pouvoir diagnostique additionnel de 31,5%, $p < 0.0001$). La concordance globale Vscan/ETT était bonne ($k = 0,67$; 0,84 pour les experts, 0,58 pour les internes). La sensibilité globale pour les 2 groupes d'utilisateurs du Vscan était de 91%, et la spécificité de 76%, ces valeurs étant supérieures dans le groupe expert par rapport au groupe interne (en particulier pour la spécificité). Cette étude montre que l'utilisation d'un échocardiographe ultraportable a un apport diagnostique par rapport à l'examen physique, y compris dans les mains d'internes ayant eu un programme de formation ciblé.

L'étude de Panoulas (33) s'est également intéressée à l'apport diagnostique du Vscan par rapport à l'examen clinique, réalisé par cinq étudiants du deuxième cycle des études médicales et trois internes sans connaissances en échocardiographie, après un programme de formation de 2h au lit du patient. 122 patients ont été évalués (anamnèse, examen physique, ECG et Vscan) et le diagnostic a été comparé à chaque étape avec celui du cardiologue expert en échocardiographie. La performance diagnostique après l'examen clinique et l'ECG était de $0,49 \pm 0,22$ (maximum = 1), et l'ajout du Vscan l'a augmenté à $0,75 \pm 0,28$ ($p < 0,001$). Les résultats des jeunes opérateurs étaient corrects en termes de sensibilité et spécificité, notamment pour la détection d'une dysfonction ventriculaire gauche modérée à sévère ou encore pour les valvulopathies modérées à sévères. La concordance entre les débutants et les experts était de 78,3% ($k = 0,60$) pour la FEVG et de 79,4% ($k = 0,78$) pour la FEVD.

L'étude de Filipiak-Strzecka (34) s'est intéressée à la valeur diagnostique de l'échographie ultraportable utilisée par deux internes en médecine brièvement formés et par un cardiologue expert, pour 90 patients admis en USIC, en comparaison avec une

ETT de référence. Les résultats des internes ont été séparés en deux groupes : première moitié des examens réalisés en début de formation et deuxième moitié en fin de formation. La concordance globale pour les examens réalisés par les internes en début de formation était médiocre à moyenne (k 0,293-0,57), puis passait de moyenne à très bonne (k 0,535-1,00) en fin de formation. Pour le cardiologue expert la corrélation était bonne à très bonne (k 0,734-1,00). À noter toutefois que la concordance restait moyenne pour les étudiants y compris en fin de formation lors de l'évaluation de la dilatation de l'aorte, du VD et du VG (k 0,53 à 0,57). Cette étude montre qu'il existe une courbe d'apprentissage pour la réalisation des examens d'échographie ultraportable, et met ainsi l'accent sur la nécessité d'une formation adéquate pour avoir un apport diagnostique.

L'ensemble de ces études suggère que des opérateurs novices en échocardiographie ayant bénéficié d'un programme de formation peuvent se révéler performants avec un échographe ultraportable pour la détection d'anomalies cardiaques comme la dysfonction ventriculaire gauche, la présence d'un épanchement péricardique ou pleural, l'existence de valvulopathies. Les performances diagnostiques des opérateurs sont corrélées à la qualité de la formation initiale, soulignant l'existence d'une courbe d'apprentissage d'utilisation de l'échocardiographie ultraportable, et la nécessité d'une formation adéquate pour en faire un outil de dépistage approprié, en complément de l'examen physique.

7.3.4 Impact en santé publique

D'un point de vue économique, l'échocardiographie est victime de son propre succès avec une augmentation du nombre d'examens de 8 à 10% par an dans la plupart des pays, ce qui est nettement supérieur à la croissance globale des services médicaux. Les données publiées en 2007 (35) sur le caractère approprié des indications de l'ETT sont le premier pas pour éviter des examens inutiles, d'autres études doivent être réalisées afin de définir les indications précises de l'ETT. Comme beaucoup d'autres techniques d'imagerie médicale, il n'y a pas d'étude solide pour définir le rapport coût-efficacité de l'échocardiographie, ce qui est pourtant un point important de la réflexion pour l'avenir de la technique (36).

Une étude (37) ayant inclus 92 patients adressés pour ETT avec une question clinique précise (estimation de la FEVG, présence d'un trouble de cinétique segmentaire, épanchement péricardique, exclusion d'une pathologie valvulaire significative) a comparé les résultats de l'ETT standard et du Vscan. Pour 83 patients [k = 90%, 95% CI (82,2-95,4)], il a été possible de répondre à la question clinique avec le Vscan seul. L'utilisation de l'échographie ultraportable a permis de réduire le temps d'examen et de réalisation du compte-rendu de 66% ; ce qui conduit à un rapport coût-efficacité très favorable avec une économie évaluée à 76% par examen en comparaison à l'ETT de référence.

Une étude italienne (38) réalisée sur 108 patients adressés pour échocardiographie, avec réalisation dans un premier temps d'une échographie par appareil ultraportable a permis d'éviter l'ETT standard pour 31% des patients, conduisant à une réduction des coûts de santé et à un gain de temps.

L'utilisation des appareils d'échocardiographie ultraportable pourrait avoir un intérêt en terme d'économie de la santé : la réduction du temps des examens et du nombre d'examens inutiles pourrait réduire les coûts et améliorer l'accessibilité des plateaux techniques d'échocardiographie pour les patients avec une réelle indication.

7.3.5 Apport diagnostique de l'utilisation de l'échocardiographie ultraportable

L'échographie ultraportable peut trouver son intérêt dans différentes situations cliniques pour améliorer notre prise en charge diagnostique.

Dans l'étude de Skjetne (7), 119 patients admis en cardiologie ont été inclus, avec réalisation d'un examen cardiovasculaire et d'une échographie ultraportable à l'arrivée. L'échographie ultraportable a permis de corriger le diagnostic initial pour 16% des patients, de vérifier le diagnostic initial pour 29% des patients et d'ajouter un diagnostic complémentaire pertinent pour 10% des patients. Au total cet examen de dépistage a eu une influence diagnostique pour 55% des patients. L'âge avancé augmenterait l'importance diagnostique de l'échographie ultra-portable.

Dans l'étude de Mjølstad (15), 196 patients hospitalisés en service de médecine ont été inclus, avec réalisation d'une échographie ultraportable cardiaque et abdominale. Pour 18,4% des patients, cela a changé le diagnostic initial, pour 19,4% des patients le diagnostic a été vérifié, et pour 9,2% des patients un diagnostic complémentaire important était posé. Ainsi pour presque un patient sur cinq le diagnostic a été modifié dès l'admission, ce qui a permis de modifier la stratégie thérapeutique sans délai. Comme dans l'étude précédente, l'influence diagnostique était plus importante chez les patients plus âgés.

Enfin l'étude de Cardim (39) s'est intéressée à l'utilité d'une évaluation systématique par échographie ultraportable en complément de l'examen physique, chez 189 patients adressés pour consultation de cardiologie. Le temps d'examen était de 180 ± 86 secondes. L'examen a conduit à un diagnostic pour 141 patients (74,6%), et a permis de faire sortir sans autre examen 37 patients (en plus des 17 patients déjà sortis après examen physique seul). 64 patients (33,9%) ont été adressés au laboratoire d'échocardiographie. L'échographie ultraportable a modifié la décision d'adresser le patient à l'ETT pour 27 patients (14,3%). Ainsi avec une très faible augmentation de la durée de consultation, l'échographie ultraportable a permis d'améliorer le diagnostic, d'éviter des ETT inutiles, et de faire sortir plus rapidement les patients.

7.3.6 Apport diagnostique de l'utilisation de l'échocardiographie ultraportable chez le patient admis pour dyspnée

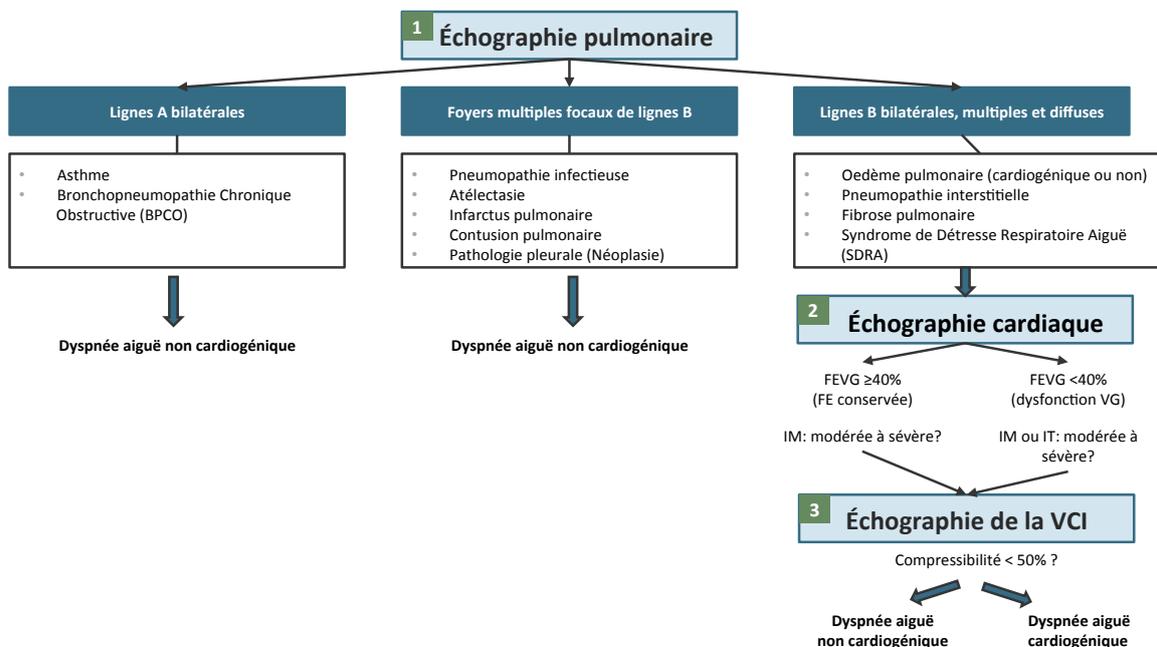
A l'heure actuelle, peu d'études se sont déjà intéressées à la place de l'échographie ultraportable chez les patients admis pour dyspnée.

Une étude (40) réalisée chez 50 patients admis pour insuffisance cardiaque aiguë en médecine interne a démontré la difficulté du clinicien à prédire, au sein de cette population, la présence d'une dysfonction VG. Aucun critère clinique, radiologique ou électrocardiographique ne permettait de différencier de manière significative les patients présentant une dysfonction ventriculaire gauche inférieure à 40%. Par contre les internes du service bénéficiant d'une formation courte à l'échographie ultraportable

évaluaient de manière précise la présence d'une dysfonction VG inférieure à 40% avec une sensibilité et une spécificité de 94%, une valeur prédictive positive et une valeur prédictive négative de 97 et 88% respectivement. La sensibilité allait même jusqu'à 100% pour les FEVG < 30% ou les FEVG > 50%. Il est très bien souligné dans cet article que la connaissance précoce de la FEVG permettait d'adapter les traitements et d'optimiser la prise en charge globale du patient.

L'étude japonaise de Kajimoto (6) avec 90 patients consécutifs adressés aux urgences pour dyspnée, a démontré qu'une évaluation intégrée pulmonaire-cardiaque-Veine Cave Inférieure par échographe ultraportable (Vscan) avait une bonne performance diagnostique pour différencier une dyspnée aiguë par insuffisance cardiaque d'une dyspnée aiguë secondaire à une pathologie pulmonaire primaire (selon l'algorithme de la figure 2). Cet examen avait une sensibilité, spécificité, VPN et VPP respectivement de 94,3, 91,9, 91,9, et 94,3%, alors que pour l'échographie pleurale seule, elles étaient respectivement de 96,2, 54,0, 90,9 et 75,0%. Dans le groupe avec une dyspnée aiguë d'origine pulmonaire, les 18 patients avec un antécédent d'insuffisance cardiaque avaient un taux de BNP significativement plus élevé que les 19 patients sans antécédent d'insuffisance cardiaque ($396,7 \pm 176,5$ vs. $73,4 \pm 59,6$ pg/ml, $p < 0,001$). En revanche, le taux de BNP des patients avec un antécédent d'insuffisance cardiaque présentant une dyspnée d'origine pulmonaire n'avait pas de différence significative avec celui des patients ayant une dyspnée par insuffisance cardiaque aiguë ($396,7 \pm 176,5$ vs. $622,0 \pm 505,3$ pg/ml; $p = 0,069$). Cela rejoint les résultats cités précédemment et les limites de l'intérêt du BNP aux urgences, notamment pour une population avec des antécédents d'insuffisance cardiaque.

Figure 2 : Algorithme de prise en charge selon l'échocardiographie ultra-portable intégrée pulmonaire-cardiaque-VCI (6)



Des recommandations établies en 2012 guident l'utilisation de l'échographie pulmonaire (41). Plusieurs études ont montré que la détection de l'œdème pulmonaire interstitiel par l'évaluation échographique des lignes B avait une bonne performance

diagnostique pour différencier une dyspnée aiguë d'origine cardiaque d'une dyspnée secondaire à une BPCO ou à de l'asthme aux urgences (42)(43)(44). L'absence de lignes B permettrait d'exclure le diagnostic d'insuffisance cardiaque avec une valeur prédictive négative proche de 100%. Cependant les lignes B ne sont pas spécifiques d'un œdème pulmonaire cardiogénique et il peut être très difficile de différencier une insuffisance cardiaque aiguë d'une pneumopathie bilatérale sévère, d'une fibrose pulmonaire, d'un SDRA ou d'un OAP lésionnel en utilisant l'échographie pulmonaire seule (44) (45).

L'échographie ultraportable pourrait aussi avoir un rôle pronostique chez les patients admis pour insuffisance cardiaque. Dans une étude de 75 patients hospitalisés pour insuffisance cardiaque aiguë, les paramètres permettant d'identifier les patients à risque d'être réhospitalisés dans les 30 jours ont été évalués. Le patient bénéficiait à l'admission et à la sortie d'une évaluation clinique, biologique et d'une échographie ultraportable avec évaluation de la VCI. L'échographie ultraportable était réalisée par un interne de médecine interne ayant bénéficié d'une formation pratique de 4h avec 20 mesures de la VCI. 31 patients (41%) vont être réhospitalisés dans les 30 jours. Le groupe de patients réhospitalisés présentait de manière significative à la sortie, un taux de BNP plus élevé, une taille plus importante de la VCI et un index de collapsibilité de la VCI plus bas en comparaison avec le groupe de patients non réhospitalisés. Les auteurs concluent que l'évaluation de la VCI au lit du patient par une échographie ultraportable permet d'identifier au sein des patients admis pour insuffisance cardiaque aiguë ceux qui seront plus fréquemment réadmis pour insuffisance cardiaque (46).

Notre travail s'est intéressé à la performance diagnostique d'un interne en cardiologie utilisant l'échographie ultraportable comme outil additionnel à l'évaluation usuelle, chez des patients admis aux urgences pour dyspnée.

8. Matériel et Méthodes

8.1 Population de patients

Dans cette étude prospective monocentrique ouverte, 30 patients adressés aux urgences de l'hôpital Saint-Antoine (Paris, France) pour dyspnée, avec sollicitation d'un avis du cardiologue par l'urgentiste, ont été inclus entre février et avril 2014. Cette étude a été conduite en accord avec les principes de la déclaration d'Helsinki, et un consentement oral a été recueilli auprès de tous les participants ; un consentement écrit a été recueilli pour la réalisation d'un suivi téléphonique. Les critères d'exclusion étaient l'impossibilité de recueillir le consentement et la participation à une autre étude.

Un bilan clinique (anamnèse, examen physique) et paraclinique standard (ECG, radiographie de thorax, biologie avec BNP) était réalisé aux urgences. Les caractéristiques cliniques des patients ont été recueillies dans le compte-rendu d'hospitalisation.

8.2 Échographie ultra-portable

Une échographie ultraportable (VScan (General Electric)) était réalisée après l'admission par un interne en cardiologie en sixième semestre.

Le protocole d'échographie ultraportable était standardisé avec une acquisition de 6 coupes (sans et avec Doppler couleur): parasternale grand axe, parasternale petit axe, apicale 4 cavités, apicale 2 cavités, apicale 3 cavités, sous-costale avec étude de la VCI.

Les paramètres suivants étaient analysés de manière visuelle :

- Ventricule Gauche : estimation visuelle de la FEVG, dilatation du VG (oui/non), Hypertrophie VG (oui/non).
- Aorte initiale : dilatée (oui/non)
- Oreillette Gauche : dilatée (oui/non)
- Présence de valvulopathies : sténosante ou fuyante, et leur sévérité (minime à modérée, moyenne, sévère).
- troubles de cinétique segmentaire : oui/non/hypokinésie globale
- Ventricule Droit : Fonction du VD (normale/dysfonction modérée/ dysfonction sévère), dilatation du VD (oui/non)
- VCI : taille (fine/dilatée) et compliante (oui/non)
- Péricarde : sec/épanchement minime/épanchement abondant

8.3 Relecture des examens Vscan

L'ensemble des examens a été relu sur un logiciel de relecture (Gateway, General Electric) par un cardiologue expert en échocardiographie selon les définitions des Recommandations Européennes sur l'Echocardiographie en Urgence (3).

La relecture échocardiographique était réalisée en aveugle du contexte clinique, des données biologiques, de l'électrocardiogramme du patient et de l'échocardiographie de référence. La relecture a classifié les anomalies de façon visuelle et quantitative, afin de comparer les mesures à celles de l'échocardiographie de référence.

8.4 Échocardiographie de référence

Une échocardiographie complète était réalisée pendant l'hospitalisation du patient sur un appareil haut de gamme (IE 33 Philips, Vivid 7 ou Vivid 9 General Electric) par un échocardiographe expert. Le cardiologue réalisant l'échocardiographie de référence disposait du diagnostic initial et des données complètes de l'évaluation initiale du patient (histoire clinique, biologie, ECG) mais était en aveugle des résultats de l'évaluation par l'échographie ultraportable.

Les paramètres usuels d'une échocardiographie transthoracique étaient recueillis.

8.5 Confirmation du diagnostic

Un urgentiste (« diagnostic urgentiste ») et un cardiologue (« diagnostic cardiologue ») ont donné leur diagnostic sur relecture des dossiers des urgences (interrogatoire, examen physique, biologie, ECG et radiographie de thorax), en aveugle des données de l'échographie ultra-portable et de l'échocardiographie de référence. L'interne en cardiologie donnait son diagnostic après examen du dossier du patient et réalisation de l'échographie ultraportable (« diagnostic interne cardiologie + Vscan »), en aveugle des diagnostics de l'urgentiste et du cardiologue. Le diagnostic final était le diagnostic de sortie recueilli dans le compte-rendu d'hospitalisation.

8.6 Pronostic : suivi à un mois

Les patients ont été contactés par téléphone avec leur consentement un mois après la date d'inclusion. Les données recueillies ont été la survenue d'un événement cardiovasculaire majeur (Infarctus du myocarde, Arrêt Cardio-Respiratoire, Accident Vasculaire Cérébral, Œdème Pulmonaire Aigu, Embolie Pulmonaire), le décès ou une réhospitalisation en précisant le motif.

8.7 Analyses statistiques

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA version 12 (Stata corpLP, Texas). Les données sont présentées en moyenne \pm déviation standard, médiane (interquartiles 25% et 75%) et proportions (pourcentage). Les résultats de l'échocardiographie ultraportable ont été comparés aux résultats après relecture et aux résultats de l'échocardiographie réalisée au plateau technique, considérée comme l'examen de référence ; la concordance des données a été étudiée à l'aide du test de Kappa.

La sensibilité, spécificité, Valeur Prédictive Négative (VPN) et Valeur Prédictive Positive (VPP) des trois diagnostics initiaux ont été estimées en comparaison au diagnostic de sortie d'hospitalisation.

9. Résultats

9.1 Caractéristiques de la population

30 patients ont été inclus dans cette étude pilote, leur âge moyen était $42,6 \pm 14,6$ ans, et 18 (60,0%) étaient des hommes (tableau 3). 4 (13,3%) avaient déjà été hospitalisés pour insuffisance cardiaque, 10 (33,3%) avaient une cardiopathie ischémique, 9 (30,0%) de la FA, 5 (16,7%) une BPCO. Concernant les facteurs de risque cardiovasculaires, 19 (63,3%) avaient de l'HTA, 6 (20,0%) du diabète, 13 (43,3%) une dyslipidémie, 5 (16,7%) un tabagisme actif et 10 (33,3%) un tabagisme sévère, aucun n'avait d'antécédent familial cardiovasculaire.

Tableau 3 : Caractéristiques de la population étudiée

Patients (n= 30) résultats n (%), moy (SD), médiane (IQR)	
Âge moyen	42.6 ± 14.6
Sexe masculin	18 (60)
Histoire médicale avant hospitalisation	
Insuffisance cardiaque	4 (13.3)
Hypertension artérielle	19 (63.3)
Diabète	6 (20.0)
Dyslipidémie	13 (43.3)
Tabagisme actif	5 (16.7)
Tabagisme sévère	10 (33.3)
ATCD familiaux cardiovasculaires	0 (0)
Fibrillation auriculaire	9 (30.0)
Cardiopathie ischémique	10 (33.3)
AVC	0 (0)
AIT	3 (10.0)
AOMI	2 (6.7)
Cancer	6 (20.0)
BPCO	5 (16.7)
EP	1 (3.3)
Asthme	0 (0)
Pneumopathie infectieuse	1 (3.3)
Pleurésie	0 (0)
Fibrose pulmonaire	0 (0)
Épanchement péricardique	0 (0)
Médicaments avant admission	
Diurétique de l'anse	12 (40.0)
Diurétique thiazidique	5 (16.7)
Anti-aldostérone	5 (16.7)
IEC, ARA II	18 (60.0)
Béta-bloquant	12 (40.0)
Inhibiteur Calcique	7 (23.3)

Digoxine	1 (3.3)
Statine	15 (50.0)
Anti-aggrégant plaquettaire	14 (46.7)
AVK	7 (23.3)
AOD	1 (3.3)
Examen clinique d'entrée	
Pression Artérielle systolique (mmHg)	136 (121-147)
Pression Artérielle diastolique (mmHg)	82 (72-87)
Fréquence Cardiaque (/min)	85 (77-98)
IMC (kg/m ²)	26.4 (23.6-29.4)
SpO ₂ (%)	96.5 (95.0-98.0)
Oxygénothérapie	16 (53.3)
Température (°C)	37.0 (36.7-37.1)
NYHA I	2 (6.7)
NYHA II	4 (13.3)
NYHA III	11 (36.7)
NYHA IV	13 (43.3)
Crépitants	26 (86.7)
Sibilants	0 (0)
Oedèmes des membres inférieurs	19 (63.3)
Turgescence jugulaire	15 (50.0)
Reflux hépato-jugulaire	15 (50.0)
ECG	
Rythme sinusal régulier	19 (63.3)
Tachycardie supra-ventriculaire	11 (36.7)
Axe gauche	8 (26.7)
HVG	2 (6.7)
Troubles de la repolarisation	11 (36.7)
Radiographie de thorax	
Normale	5 (16.7)
Cardiomégalie	10 (33.3)
Syndrome alvéolaire	11 (36.7)
Syndrome interstitiel	7 (23.3)
Épanchement pleural	7 (23.3)
Pneumothorax	0 (0)
Biologie d'entrée	
créatininémie (μmol/l)	93 (77-120)
Urée (mmol/L)	8.3 (6.0-11.0)
Globules Blancs (/mm ³)	9095 (7520-10620)
Hémoglobine (g/dL)	13.0 (11.8-14.1)
BNP (pg/mL)	494 (237-1089)
Troponine (μg/L)	0.04 (0.04-0.09)
CRP (mg/L)	11.0 (5.3-46.0)

AIT : Accident Ischémique Transitoire ; AOD : Anticoagulant Oral Direct ; AOMI : Artériopathie Oblitérante des Membres Inférieurs ; ARA II : Antagoniste du récepteur de l'angiotensine II ; ATCD : Antécédents ; AVC : Accident Vasculaire Cérébral ; BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive ; EP : Embolie Pulmonaire ; IEC : Inhibiteur de l'Enzyme de Conversion.

L'examen par échographie ultraportable a duré 10.3 minutes (IQR=8,7-11,4). Sur ces 30 patients, 22 (73,4%) avaient une dysfonction VG (tous degrés de sévérité confondus), 5 (16,7%) avaient une dysfonction VD, 4 (13,3%) une insuffisance mitrale au minimum moyenne, 4 (13,3%) un rétrécissement aortique, 11 (36,7%) une VCI non compliante et/ou dilatée, 3 (10,0%) un épanchement péricardique, et 8 (26,7%) un trouble de cinétique segmentaire (tableau 4).

Tableau 4 : Résultats de l'échographie ultra-portable

		résultats n (%), moy (SD), médiane (IQR)
Durée examen (min)		10.3 (8.7-11.4)
Échogénicité	bonne	11 (36.7)
	moyenne	14 (46.7)
	médiocre	5 (16.7)
Nombre de coupes faites (/6)	5 coupes	3 (10.0)
	6 coupes	27 (90.0)
Nombre de coupes analysables (/6)	3 coupes	1 (3.3)
	4 coupes	1 (3.3)
	5 coupes	5 (16.7)
	6 coupes	23 (76.7)
FEVG (%)		40 (30-60)
FEVG grade	<20%	0
	20-39%	14 (46.7)
	40-59%	8 (26.7)
	>60%	8 (26.7)
VG dilaté		10 (33.3)
HVG		8 (26.7)
OG dilatée		15 (50.0)
Insuffisance mitrale	> moyenne	4 (13.3)
Insuffisance aortique	> moyenne	0 (0)
Insuffisance tricuspide	> moyenne	7 (23.3)
Rétrécissement aortique	> moyen	4 (13.3)
Rétrécissement mitral	> moyen	0 (0)
Dysfonction VD		5 (16.7)
VD dilaté		8 (26.7)
VCI	dilatée et/ou non compliante	11 (36.7)
Epanchement péricardique		3 (10.0)
Trouble de cinétique segmentaire		8 (26.7)

9.2 Performance diagnostique

Le diagnostic final était de l'insuffisance cardiaque pour 20 patients, une pneumopathie infectieuse pour 2 patients, une décompensation mixte cardio-respiratoire pour 2 patients, une embolie pulmonaire pour 4 patients et un autre diagnostic pour 2 patients (tableau 5).

Tableau 5: Diagnostics de l'urgentiste, du cardiologue, de l'interne en cardiologie avec échographie ultra-portable et diagnostic final

	Urgentiste	Cardiologue	Interne en cardiologie + Vscan	Diagnostic final
Insuffisance cardiaque	11 (36.7)	17 (56.7)	21 (70.0)	20 (66.7)
Épanchement péricardique	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Choc cardiogénique	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Pneumopathie infectieuse	2 (6.7)	2 (6.7)	2 (6.7)	2 (6.7)
Asthme	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Exacerbation de BPCO	0 (0)	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)
Décompensation mixte cardio-respiratoire	2 (6.7)	2 (6.7)	1 (3.3)	2 (6.7)
Embolie pulmonaire	5 (16.8)	4 (13.3)	4 (13.3)	4 (13.3)
Indécis	7 (23.3)	1 (3.3)	0 (0)	0 (0)
Autre	0 (0)	3 (10.0)	2 (6.7)	2 (6.7)

Concernant le diagnostic d'insuffisance cardiaque, l'urgentiste avait une sensibilité, une spécificité, une VPN et une VPP de 50,0, 90,0, 90,9 et 47,4% respectivement; le cardiologue avait 80,0, 90,0, 94,1 et 69,2%; et l'interne en cardiologie avec l'échographe ultraportable avait 100, 90,0, 95,2 et 100% (tableau 6). L'utilisation de l'échographe ultraportable permet ainsi d'améliorer la sensibilité, VPN et VPP pour le diagnostic d'insuffisance cardiaque, par rapport à l'examen clinique, l'ECG, la radiographie de thorax et le BNP, et a donc une meilleure performance diagnostique.

Tableau 6 : Sensibilité, spécificité, VPP et VPN pour le diagnostic d'insuffisance cardiaque

Diagnostic final d'insuffisance cardiaque (n=20)	en % (CI95%)		
	Diagnostic urgentiste	Diagnostic cardiologue	Diagnostic interne cardiologie + Vscan
Sensibilité	50.0 (27.2-72.8)	80.0 (56.3-94.3)	100 (83.2-100.0)
Spécificité	90.0 (55.5-99.7)	90.0 (55.5-99.7)	90.0 (55.5-99.7)
VPP	90.9 (58.7-99.8)	94.1 (71.3-99.9)	95.2 (76.2-99.9)
VPN	47.4 (24.4-71.1)	69.2 (38.6-90.9)	100.0 (66.4-100.0)

9.3 Délai de réalisation du Vscan et de l'ETT

Pour les 30 patients, le délai moyen entre l'arrivée au SAU et la réalisation du Vscan était 37.2 ± 38.9 heures (IQR en heures = 28,2 (7,4-47,7)). Pour 13 patients, le Vscan a été réalisé avant l'ETT avec un délai moyen entre les deux de $32,7 \pm 45,8$ heures (IQR, en heures = 22,8 (6,7-24,3)). Pour 16 patients, l'ETT a été réalisée avant le Vscan, avec un délai moyen de $32,0 \pm 27,6$ heures (IQR, en heures = 23,3 (16,9-44,7)). 1 patient n'a pas eu d'ETT.

9.4 Vscan et BNP

Le taux moyen de BNP dans notre population était 494 pg/mL (IQR=237-1089). Le tableau 7 établit la liste des diagnostics de l'urgentiste, du cardiologue, de l'interne en cardiologie avec Vscan et le diagnostic final en fonction du taux de BNP. Ce tableau permet de voir que le diagnostic du cardiologue a été redressé avec l'utilisation du Vscan pour 5 (16,7%) des patients.

Tableau 7 : Diagnostics des patients et taux de BNP

Patients	BNP (pg/mL)	Diagnostic urgentiste	Diagnostic cardiologue	Diagnostic Interne + Vscan	Diagnostic final
1. F 53 ans	470	EP	EP	EP	EP
2. H 57 ans	950	IC	IC	IC	Déc. mixte
3. F 87 ans	447	IC	IC	IC	IC
4. H 74 ans	650	IC	IC	IC	IC
5. H 64 ans	237	Ép. péricardique	PNP inf	PNP inf	PNP inf
6. F 73 ans	3000	EP	IC	IC	IC
7. H 75 ans	735	IC	IC	IC	IC
8. H 55 ans	111	EP	EP	EP	EP
9. F 77 ans	918	Déc. mixte	IC	IC	IC
10. H 83 ans	1400	Déc. mixte	Déc. mixte	IC	IC
11. H 83 ans	70	EP	EP	EP	EP
12. F 78 ans	500	Indécis	IC	IC	IC
13. F 79 ans	177	Indécis	IC	IC	IC
14. H 80 ans	274	IC	Indécis	IC	IC
15. H 76 ans	379	IC	IC	IC	IC
16. H 53 ans	>5000	Indécis	IC	IC	IC
17. H 89 ans	1300	IC	IC	IC	IC
18. F 85 ans	1149	IC	IC	IC	IC
19. F 47 ans	323	EP	EP	EP	EP
20. F 84 ans	1737	PNP inf	Déc. mixte	Déc. mixte	Déc. mixte
21. H 50 ans	117	Indécis	Autre	IC	IC
22. H 69 ans	488	IC	IC	IC	IC
23. F 97 ans	536	IC	IC	IC	IC
24. H 56 ans	43	Asthme	Ex. BPCO	Autre	Autre
25. H 67 ans	174	PNP inf	PNP inf	PNP inf	PNP inf
26. H 96 ans	366	Indécis	Autre	IC	IC
27. H 84 ans	894	Choc cardiogénique	IC	IC	IC

Patients	BNP (pg/mL)	Diagnostic urgentiste	Diagnostic cardiologue	Diagnostic Interne + Vscan	Diagnostic final
28. F 66 ans	1089	IC	IC	IC	IC
29. F 91 ans	1500	Indécis	IC	IC	IC
30. H 50 ans	102	Indécis	Autre	Autre	Autre

Déc. Mixte : décompensation mixte cardio-respiratoire ; EP : embolie pulmonaire ; Ép. Péricardique : épanchement péricardique ; Ex. BPCO : exacerbation BPCO ; F : femme ; H : Homme ; IC : insuffisance cardiaque ; PNP inf : pneumopathie infectieuse

Pour deux d'entre eux, le Vscan n'a pas été décisif : le patient 10 avait un diagnostic par le cardiologue de décompensation mixte cardio-respiratoire, le diagnostic retenu était celui d'insuffisance cardiaque; le patient 24 avait un diagnostic par le cardiologue d'exacerbation de BPCO, le diagnostic retenu était « autre ».

En revanche, les trois autres patients avec un diagnostic redressé par le Vscan présentaient un taux de BNP dans la zone grise (entre 100 et 400 pg/mL), le cardiologue était indécis ou avait un diagnostic « autre », et l'utilisation du Vscan a permis de conclure à de l'insuffisance cardiaque (tableau 8). Les données du Vscan pour ces patients étaient les suivantes :

-patient 14 : dysfonction VG avec FEVG 30%, hypokinésie globale, VG dilaté, OG dilatée, IM minime, IA minime, IT minime, dysfonction VD modérée avec VD dilaté, VCI non compliant.

-patient 21 : dysfonction VG avec FEVG 25%, trouble de cinétique segmentaire, VG dilaté, OG dilatée, IM minime, dysfonction VD modérée, VCI non visualisée.

-patient 26 : dysfonction VG avec FEVG 30%, hypokinésie globale, IM minime, IT minime, IA minime, RAC modéré, VCI non visualisée.

Tableau 8 : Insuffisance Cardiaque et taux de BNP

Taux de BNP (pg/mL)	Diagnostic d'insuffisance Cardiaque			
	Urgentiste	Cardiologue	Interne+ Vscan	Diagnostic Final
< 100	0	0	0	0
100-400	2	2	5	5
>400	9	15	16	15

9.5 Validation des examens

L'ensemble des examens réalisés par l'appareil d'échographie ultraportable a été relu, et comparé à l'ETT de référence réalisée au laboratoire (tableau 9).

Tableau 9: Concordance échographie ultraportable/examen relu et entre échographie ultraportable/échographie trans-thoracique

Paramètre	Index de Kappa	
	Vscan relu	ETT de référence
FEVG (grade)	0,3648	0,7325
VG dilaté	0,7568	0,8543
HVG	0,6591	0,2658
OG dilatée	0,4667	0,4579
IM (grade)	0,5532	0,5881
IA (grade)	0,5021	0,6402
IT (grade)	0,6853	0,3490
RAC (grade)	0,6642	0,7891
RM (grade)	0,6552	1,0000
VD dilaté	0,5946	0,6796
VCI (classe)	0,5890	0,3587

La concordance entre le Vscan lu par l'interne et relu par un cardiologue expert était bonne pour la dilatation du VG ($\kappa = 0,76$), l'insuffisance tricuspide ($\kappa = 0,68$), le rétrécissement aortique ($\kappa = 0,66$), l'hypertrophie ventriculaire gauche ($\kappa = 0,66$) et le rétrécissement mitral ($\kappa = 0,65$); moyenne pour la dilatation du VD ($\kappa = 0,59$), la VCI ($\kappa = 0,58$), l'insuffisance mitrale ($\kappa = 0,55$), l'insuffisance aortique ($\kappa = 0,50$) et la dilatation de l'oreillette gauche ($\kappa = 0,46$); médiocre pour la FEVG ($\kappa = 0,36$).

La concordance entre le Vscan lu par l'interne et l'ETT de référence était excellente pour le rétrécissement mitral ($\kappa = 1,00$) et la dilatation du VG ($\kappa = 0,85$); bonne pour la FEVG ($\kappa = 0,73$), le rétrécissement aortique ($\kappa = 0,78$), l'insuffisance aortique ($\kappa = 0,64$), la dilatation du VD ($\kappa = 0,68$); moyenne pour l'insuffisance mitrale ($\kappa = 0,58$), la dilatation de l'oreillette gauche ($\kappa = 0,46$); médiocre pour la VCI ($\kappa = 0,36$), l'insuffisance tricuspide ($\kappa = 0,34$) et l'hypertrophie ventriculaire gauche ($\kappa = 0,26$).

9.6 Pronostic

Sur les 30 patients inclus dans cette étude, lors du suivi à un mois, 13 (43,3%) étaient vivants au domicile sans événement intercurrent, 5 (16,7%) avaient été réhospitalisés pour insuffisance cardiaque, 6 (20,0%) avaient été réhospitalisés pour une autre cause, et 6 (20,0%) étaient perdus de vue. Parmi les 11 patients réhospitalisés, 9 (81,8%) n'ont pas eu d'autre événement et 2 (18,2%) ont été hospitalisés une seconde fois pour insuffisance cardiaque.

10. Discussion

10.1 Résultats

Cette étude montre que l'utilisation de l'échographie cardiaque ultraportable dans la dyspnée aux urgences permet d'améliorer la performance diagnostique par rapport à l'examen clinique, l'ECG, la radiographie de thorax et le BNP.

10.1.1 Performance diagnostique de l'échographie ultraportable

Dans l'étude de Panoulas et al (33) que nous avons déjà citée, 5 étudiants en cinquième année de médecine et 3 internes inexpérimentés en échographie cardiaque ont participé à une formation standardisée de 2h sur l'échographie ultra-portable. Ils ont ensuite évalué 122 patients de cardiologie avec l'interrogatoire, l'examen clinique, l'ECG et l'échographie ultra-portable. Leur diagnostic final était comparé à celui d'un cardiologue clinicien également expert en échocardiographie. La performance diagnostique des étudiants et internes avec l'examen clinique et l'ECG était de $0,49 \pm 0,22$ (maximum = 1), et l'utilisation de l'échographie ultra-portable l'augmentait à $0,75 \pm 0,28$ ($Z = -7,761$, $P < 0,001$). Ainsi l'utilisation de l'échographie ultraportable permet d'améliorer le diagnostic clinique d'étudiants et internes en médecine, ce qui rejoint les résultats de notre étude.

L'étude de Kajimoto et al (6) citée auparavant a étudié l'apport diagnostique d'une évaluation par échographie ultraportable intégrée pulmonaire-cardiaque-VCI pour différencier l'insuffisance cardiaque d'une pathologie pulmonaire chez 90 patients dyspnéiques aux urgences. Le diagnostic final était de l'insuffisance cardiaque chez 53 patients, une dyspnée aiguë secondaire à une pathologie pulmonaire malgré des antécédents d'insuffisance cardiaque chez 19 patients, et une pathologie pulmonaire chez 19 patients. L'échographie pleurale seule avait une sensibilité, spécificité, VPN et VPP de 96,2, 54,0, 90,9 et 75,0% respectivement, et l'échographie ultraportable intégrée 94,3, 91,9, 91,9 et 94,3% respectivement pour différencier l'insuffisance cardiaque d'une pathologie pulmonaire. Cette étude montre que l'évaluation par échographie ultraportable intégrée pulmonaire-cardiaque-VCI permet d'améliorer la performance diagnostique pour différencier l'insuffisance cardiaque d'une pathologie pulmonaire. Nos résultats sont concordants avec cette étude, même si l'échographie ne concernait pour notre part qu'une évaluation cardiaque.

Comme nous l'avons déjà vu précédemment, l'évaluation d'un patient dyspnéique aux urgences avec suspicion d'insuffisance cardiaque, comporte classiquement l'interrogatoire, l'examen physique, la radiographie de thorax, l'ECG et la mesure du BNP (ou NT-pro-BNP) (47)(48). La radiographie de thorax est indispensable dans l'évaluation de la dyspnée, puisqu'elle permet l'identification de nombreuses causes, cependant l'absence de signe radiologique ne permet pas d'exclure le diagnostic d'insuffisance cardiaque (49)(50). Par ailleurs, le BNP ne permet pas toujours d'améliorer le diagnostic d'insuffisance cardiaque aux urgences (51), d'autant qu'il doit être interprété en fonction de l'âge, du sexe, du poids et de la fonction rénale (52). Une étude récente a montré un taux de 20,1 % de faux positifs pour le BNP concernant l'insuffisance cardiaque (53). De plus chez les patients en insuffisance cardiaque chronique les taux de BNP peuvent rester élevés (marqueur de mauvais pronostic) en dehors d'une poussée d'insuffisance cardiaque (54) rendant plus difficile l'évaluation de

la dyspnée dans cette population. Ces constatations montrent l'intérêt des résultats de notre étude quant à l'amélioration du diagnostic dès la phase initiale de prise en charge du patient dyspnéique.

Dans notre étude, l'augmentation de la sensibilité pour le diagnostic d'insuffisance cardiaque entre le cardiologue et l'interne avec Vscan concerne 3 patients ayant un BNP dans la zone grise (100-400pg/mL). Les patients avec un BNP > 400 pg/mL n'ont pas eu de changement de diagnostic avec la réalisation du Vscan. Ces données suggèrent que le Vscan permet de détecter des signes d'insuffisance cardiaque lorsque la clinique et le BNP ne permettent pas de trancher formellement, en mettant en évidence une dysfonction ventriculaire gauche, une dilatation du VG, une dilatation de l'OG, une dysfonction ventriculaire droite, une VCI dilatée ou non compliante, une valvulopathie. Cet échantillon de population est trop faible pour généraliser ces conclusions, mais une étude ciblée sur la population « patient dyspnéique avec un BNP entre 100 et 400 pg/mL » pourrait être intéressante.

10.1.2 Concordance échographie ultraportable et examen relu

La concordance entre les données de l'échographie ultraportable lue par l'interne et relue par le cardiologue expert est bonne pour la plupart des résultats, à l'exception de la FEVG pour laquelle la concordance est médiocre.

La variabilité inter-observateur a été étudiée par C Prinz (55), dans une étude où 320 patients ont eu successivement une échographie ultraportable et une échocardiographie de référence. Les deux examens évalués indépendamment par deux cardiologues experts. La variabilité inter-observateur avait de meilleurs résultats pour l'échocardiographie de référence $r = 0,9$ ($p < 0,01$) pour tous les paramètres confondus; les résultats étaient moins bons tous paramètres confondus pour l'échographie ultraportable, avec au minimum une concordance moyenne ($r > 0,6$, $p < 0,01$). La concordance pour l'évaluation de la FEVG en interprétant l'échographie ultraportable par les deux observateurs était moyenne $r = 0,6$ ($p < 0,01$) avec un biais de 1,3% et une variation de $1,96 * SD = 17,1\%$.

La qualité d'imagerie moins bonne pour l'échographie ultraportable que pour les techniques de référence, en particulier pour les patients peu échogènes (4), pourrait expliquer cette différence de variabilité inter-observateur, avec des résultats meilleurs pour l'échocardiographie de référence. Par ailleurs dans notre étude, le Vscan a été réalisé et interprété immédiatement par l'interne en cardiologie qui avait accès au dossier du patient, tandis que la relecture par le cardiologue expert a été faite en aveugle des données cliniques. La connaissance du contexte a pu influencer sur l'interprétation de l'interne. De plus l'enregistrement des boucles étant automatique et non couplée au rythme cardiaque, la qualité des boucles n'était pas toujours parfaite pour la relecture.

10.1.3 Concordance échographie ultraportable et échocardiographie de référence

De nombreuses études ont montré une bonne concordance entre l'échographie ultraportable et l'échographie de référence (4)(29)(56), dans des mains d'échocardiographistes experts ou dans celles de personnes inexpérimentées en échocardiographie, de l'étudiant en médecine (33) à l'interniste (57). Les résultats de notre étude sont comparables aux résultats des études précédentes, avec toutefois une

mauvaise concordance pour la VCI et pour l'HVG. Pour la VCI, les discordances peuvent s'expliquer en partie par le délai entre la réalisation de l'échographie ultraportable et l'échographie au laboratoire, avec l'administration dans l'intervalle de traitements notamment diurétiques. Pour l'HVG, l'estimation visuelle avec le Vscan pouvait la sous-estimer car en cas de dilatation du VG sans épaissement du septum ni de la paroi postérieure, il y avait une augmentation indirecte de la masse du VG. Or notre population de patients avait une forte prévalence de dilatation du VG (10 soit 33,3% des patients).

10.2 Limites

10.2.1 Effectif

La principale limite de cette étude pilote est un manque de puissance puisqu'il n'y a que 30 patients inclus, ce qui rend difficile la généralisation de ces résultats. Pour la performance diagnostique, seuls les résultats de l'insuffisance cardiaque ont été présentés (concernant 20 patients) ; les résultats concernant les autres diagnostics ne peuvent être présentés ou interprétés étant donné qu'ils concernent 2 à 4 patients chacun.

10.2.2 Design de l'étude

La population de l'étude est « cardiologique », avec une forte prévalence de pathologies cardiovasculaires connues avant inclusion, y compris de l'insuffisance cardiaque, ceci étant la conséquence du critère d'inclusion : dyspnée aux urgences avec demande d'un avis du cardiologue. Nos résultats ne peuvent donc pas s'appliquer à l'ensemble de la population admise pour dyspnée aux urgences.

Le diagnostic de l'urgentiste et le diagnostic du cardiologue sont rétrospectifs, et établis après relecture du dossier des urgences (et donc sans avoir examiné eux-mêmes les patients), à la différence du diagnostic de l'interne avec Vscan, et du diagnostic de sortie d'hospitalisation. Cette méthode a pu induire des erreurs pour les 2 premiers diagnostics et constitue donc un biais.

L'échographie ultraportable était réalisée par un interne en cardiologie en cours de formation. Les résultats ne sont donc pas applicables à la réalisation de l'échographie par un urgentiste, pourtant en première ligne lors de l'évaluation du patient aux urgences.

10.2.3 Délai de réalisation de l'échographie ultra-portable

Nous avons eu des difficultés à réaliser l'échographie ultraportable aux urgences lors de l'évaluation initiale comme nous l'aurions souhaité, mais nous avons inclus tous les patients quel que soit le délai de réalisation de l'échographie ultraportable. Le délai entre l'admission aux urgences et la réalisation de l'examen induit un biais puisque les patients avaient déjà reçu des traitements ce qui modifie les résultats de l'échographie (notamment l'évaluation de la VCI). En pratique il a été difficile de réaliser un examen systématique aux urgences par une personne différente que le cardiologue sollicité pour l'avis, principalement pour des raisons d'organisation. Nous avons décidé d'inclure tous les patients malgré des délais parfois longs puisqu'il s'agissait d'une étude pilote.

Par ailleurs, nous avons utilisé deux techniques d'interprétation pour les examens d'échocardiographie : évaluation qualitative seule avec le Vscan réalisé par l'interne, qualitative et quantitative pour la relecture du Vscan, et évaluation quantitative avec l'échographie de référence, ce qui se retrouve dans des études précédentes (31).

10.2.4 Pronostic

Compte-tenu du nombre de perdus de vue, 6 patients soit 20% de notre effectif, il est difficile d'établir des conclusions sur le suivi des patients. Il serait intéressant de comparer un groupe de patients dyspnéiques évalués aux urgences avec Vscan, et un groupe avec prise en charge standard, sans échographie ultraportable, pour déterminer l'apport pronostique de la réalisation de cet examen.

10.3 Perspectives

Ces différentes remarques sur cette étude permettent d'imaginer des travaux ultérieurs qui pourraient compléter nos résultats : étude sur la dyspnée « tout venant » aux urgences, avec un nombre plus important de patients inclus, et réalisation de l'échographie ultraportable par le médecin urgentiste après un programme de formation. La réalisation de l'examen par le médecin urgentiste permettrait de diminuer le délai entre l'admission et la réalisation du Vscan, et pourrait probablement augmenter son intérêt dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique.

11. Conclusion

Notre étude pilote a démontré que la réalisation d'une échocardiographie ultraportable dans l'évaluation des patients dyspnéiques aux urgences améliorait la performance diagnostique pour les patients présentant de l'insuffisance cardiaque. Elle suggère un intérêt particulier pour les patients ayant un BNP dans la zone grise (100-400pg/mL). D'autres études à plus large échelle sont nécessaires avant d'utiliser l'échographie ultraportable en routine dans cette population.

12. Bibliographie

1. Wang CS, FitzGerald JM, Schulzer M et al. Does this dyspneic patient in the emergency department have congestive heart failure? *JAMA*. 2005;294:1944–1956.
2. Ray P, Birolleau S, Lefort Y et al. Acute respiratory failure in the elderly: etiology, emergency diagnosis and prognosis. *Crit care*. 2006;10:R82.
3. Neskovic AN, Hagedorff A, Lancellotti P et al. Emergency echocardiography: the European Association of Cardiovascular Imaging recommendations. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:1-11.
4. Prinz C, Voigt JU. Diagnostic accuracy of a hand-held ultrasound scanner in routine patients referred for echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:111-6.
5. Zamorano JL, Moreno R, Albuquerque C. Echocardiography performed by physicians outside of echo-labs - is it possible? *Eur Heart J*. 2002;23:908-9.
6. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T et al. Rapid evaluation by lung-cardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012;10:42-49.
7. Skjetne K, Graven T, Haugen BO et al. Diagnostic influence of cardiovascular screening by pocket-size ultrasound in a cardiac unit. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:737-43.
8. Sicari R, Galderisi M, Voigt JU et al. The use of pocket-size imaging devices: a position statement of the European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:85-7.
9. Mondillo S, Giannotti G, Innelli P et al. Hand-held echocardiography: its use and usefulness. *Int J Cardiol*. 2006;111:1-5.
10. Roelandt JR. A personal ultrasound imager (ultrasound stethoscope) a revolution in the physical cardiac diagnosis! *Eur Heart J*. 2002;23:523 – 7.
11. Roelandt JR. The decline of our physical examination skills: is echocardiography to blame? *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15:249-52.
12. Mangione S, Nieman LZ, Gracely E et al. The teaching and practice of cardiac auscultation during internal medicine and cardiology training. *Ann Intern Med*. 1993;119:47-54.
13. Mangione S. Cardiac auscultatory skills of physicians-in-training: a comparison of three English-speaking countries. *Am J Med*. 2001;110:210-6.
14. DeCara JM, Lang RM, Spencer KT. The hand-carried echocardiographic device as an aid to the physical examination. *Echocardiography*. 2003;20:477-85.
15. Mjølstad OC, Dalen H, Graven T et al. Routinely adding ultrasound examinations by pocket-sized ultrasound devices improves inpatient diagnostics in a medical department. *Eur J Intern Med*. 2012;23:185-91.
16. GE Healthcare. Vscan – Manuel d'utilisation- Version 1 GM092210 01. 2011.
17. Soulat Dufour L, Poulizac C, Pasteur A et al. Place de l'échocardiographie aux urgences. *Réalités cardiologiques*. article in press.
18. Spencer KT, Kimura BJ, Korcarz CE et al. Focused Cardiac Ultrasound: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2013;26:567-81.
19. Neskovic AN, Edvardsen T, Galderisi M et al. Focus cardiac ultrasound: the European Association of Cardiovascular Imaging viewpoint. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15:956–960.
20. McMurray JJ, Adamopoulos S, Anker SD et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012 The Task Force for the Diagnosis and

Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2012;33:1787-847.

21. Ewald B, Ewald D, Thakkinstian A et al. Meta-analysis of B type natriuretic peptide and N-terminal pro B natriuretic peptide in the diagnosis of clinical heart failure and population screening for left ventricular systolic dysfunction. *Intern Med J*. 2008;38:101–113.
22. Zaphiriou A, Robb S, Murray-Thomas T et al. The diagnostic accuracy of plasma BNP and NTproBNP in patients referred from primary care with suspected heart failure: results of the UK natriuretic peptide study. *Eur J Heart Fail*. 2005;7:537-541.
23. Maisel A, Mueller C, Adams K Jr et al. State of the art: using natriuretic peptide levels in clinical practice. *Eur J Heart Fail*. 2008;10:824–839.
24. Daniels LB, Clopton P, Bhalla V, et al. How obesity affects the cut-points for B-type natriuretic peptide in the diagnosis of acute heart failure. Results from the Breathing Not Properly Multinational Study. *Am Heart J*. 2006;151:999–1005.
25. Levitt JE, Vinayak AG, Gehlbach BK et al. Diagnostic utility of B-type natriuretic peptide in critically ill patients with pulmonary edema: a prospective cohort study. *Crit Care*. 2008;12:R3.
26. Tribouilloy C, Rusinaru D, Mahjoub H et al. Impact of echocardiography in patients hospitalized for heart failure: A prospective observational study. *Arch Cardiovasc Dis*. 2008;101:465-73.
27. Galderisi M, Santoro A, Versiero M et al. Improved cardiovascular diagnostic accuracy by pocket size imaging device in non-cardiologic outpatients: the NaUSiCa (Naples Ultrasound Stethoscope in Cardiology) study. *Cardiovasc Ultrasound*. 2010;8:51.
28. Khan HA, Wineinger NE, Uddin PQ et al. Can Hospital Rounds With Pocket Ultrasound By Cardiologists Reduce Standard Echocardiography? *Am J Med*. 2014;127:669.e1-7.
29. Andersen GN, Haugen BO, Graven T et al. Feasibility and reliability of point-of-care pocket-sized echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12:665-70.
30. Testuz A, Müller H, Keller PF et al. Diagnostic accuracy of pocket-size handheld echocardiographs used by cardiologists in the acute care setting. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* . 2013;14:38-42.
31. Biais M, Carrié C, Delaunay F et al. Evaluation of a new pocket echoscopic device for focused cardiac ultrasonography in an emergency setting. *Crit Care*. 2012;16:R82.
32. Mjølstad OC, Andersen GN, Dalen H et al. Feasibility and reliability of point-of-care pocket-size echocardiography performed by medical residents. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:1195-202.
33. Panoulas VF, Daigeler AL, Malaweera ASN et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:323-30.
34. Filipiak-Strzecka D, John B, Kasprzak JD et al. Pocket-size echocardiograph - a valuable tool for non- experts or just a portable device for echocardiographers? *Adv Med Sci* . 2013;58:67-72.
35. Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF et al. ACCF/AHA/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 appropriateness criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardio-

- vascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:187–204.
36. Marwick T. The future of echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:594-601.
 37. Gianstefani S, Catibog N, Whittaker AR et al. Pocket-size imaging device: effectiveness for ward-based transthoracic studies. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:1132–9.
 38. Trambaiolo P, Papetti F, Posteraro A et al. A hand-carried cardiac ultrasound device in the outpatient cardiology clinic reduces the need for standard echocardiography. *Heart*. 2007;93:470-475.
 39. Cardim N, Fernandez Golfin C, Ferreira D et al. Usefulness of a new miniaturized echocardiographic system in outpatient cardiology consultations as an extension of physical examination. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:117-24.
 40. Razi R, Estrada JR, Doll J et al. Bedside Hand-Carried Ultrasound by Internal Medicine Residents Versus Traditional Clinical Assessment for the Identification of Systolic with Decompensated Heart Failure Dysfunction in Patients Admitted with Decompensated Heart Failure. *J Am Soc Echocardiogr*. 2011;24:1319-24.
 41. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M et al. International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38:577-91.
 42. Liteplo AS, Marill KA, Villen T et al. Emergency thoracic ultrasound in the differentiation of the etiology of shortness of breath (ETUDES): sonographic B-lines and N-terminal pro-brain-type natriuretic peptide in diagnosing congestive heart failure. *Acad Emerg Med*. 2009;16:201–210.
 43. Lichtenstein DA, Mezière G, Biderman P et al. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997;156:1640–1646.
 44. Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011;9:6.
 45. Copetti R, Soldati G, Copetti P. Chest sonography: a useful tool to differentiate acute cardiogenic pulmonary edema from acute respiratory distress syndrome. *Cardiovasc Ultrasound*. 2008;29:6-16.
 46. Goonewardena SN, Gemignani A, Ronan A et al. Comparison of Hand-Carried Ultrasound Assessment of the Inferior Vena Cava and N-Terminal Pro-Brain Natriuretic Peptide for Predicting Readmission After Hospitalization for Acute Decompensated Heart Failure. *J Am Coll Cardiol Img*. 2008;1:595-601.
 47. McKee PA, Castelli WP, McNamara WB et al. The natural history of congestive heart failure: The Framingham study. *New Engl J Med*. 1971;285:1441-1446.
 48. Fonseca C, Oliveira AG, Mota T et al. EPICA Investigators Evaluation of the performance and concordance of clinical questionnaires for the diagnosis of heart failure in primary care. *Eur J Heart Fail*. 2004;6:813–820.
 49. Collins S, Storrow AB, Kirk JD et al. Beyond pulmonary edema: diagnostic, risk stratification, and treatment challenges of acute heart failure management in the emergency department. *Ann Emerg Med*. 2008;51:45–57.

50. Knudsen CW, Omland T, Clopton P et al. Diagnostic value of B-Type natriuretic peptide and chest radiographic findings in patients with acute dyspnea. *Am J Med.* 2004;116:363–368.
51. Lokuge A, Lam L, Cameron P et al. B-type natriuretic peptide testing and the accuracy of heart failure diagnosis in the emergency department. *Circ Heart Fail.* 2010; 3:104–110.
52. Singer AJ, Birkhahn RH, Guss D et al. Rapid Emergency Department Heart Failure Outpatients Trial (REDHOT II): a randomized controlled trial of the effect of serial B-type natriuretic peptide testing on patient management. *Circ Heart Fail.* 2009;2:287-293.
53. Fent G, Hall I, Watt V et al. Raised Natriuretic Peptides are not Exclusively Indicative of Heart Failure: A Service Review of a Diagnostic. *Heart Failure Clinic Heart.* 2014;100Suppl3:23-4.
54. Palazzuoli A, Gallotta M, Quatrini I et al. Natriuretic peptides (BNP and NT-proBNP): measurement and relevance in heart failure. *Vasc Health Risk Manag.* 2010;6:411-8.
55. Prinz C, Dohrmann J, van Buuren F et al. Diagnostic Performance of Handheld Echocardiography for the Assessment of Basic Cardiac Morphology and Function: A Validation Study in Routine Cardiac Patients. *Echocardiography.* 2012;29:887-94.
56. Melamed R, Sprenkle MD, Ulstad VK et al. Assessment of left ventricular function by intensivists using hand-held echocardiography. *Chest.* 2009;135:1416-20.
57. DeCara JM, Lang RM, Koch R, Bala R, Penzotti J, Spencer KT. The use of small personal ultrasound devices by internists without formal training in echocardiography. *Eur J Echocardiogr.* 2003;4:141-7.

Introduction: Le but de notre étude était de déterminer la performance diagnostique de l'urgentiste, du cardiologue et de l'interne en cardiologie utilisant l'échographie ultraportable comme outil additionnel chez des patients adressés aux urgences pour dyspnée.

Matériel et méthodes: Entre février et avril 2014, les patients se présentant aux urgences pour dyspnée et nécessitant un avis cardiologique ont été inclus. Un bilan clinique et paraclinique standard était réalisé. L'urgentiste et le cardiologue donnaient leur diagnostic. L'interne en cardiologie réalisait une évaluation cardiaque avec un appareil d'échographie ultraportable et donnait son diagnostic en aveugle. Nous avons évalué la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive négative (VPN) et positive (VPP) des 3 premiers diagnostics en comparaison au diagnostic de sortie d'hospitalisation.

Résultats: 30 patients (18 hommes, 42.6 ± 14.6 ans) ont été inclus dans cette étude pilote. Le diagnostic final était une insuffisance cardiaque pour 20 patients, une pneumopathie infectieuse pour 2 patients, une décompensation mixte cardio-respiratoire pour 2 patients, une embolie pulmonaire pour 4 patients et un autre diagnostic pour 2 patients. Concernant le diagnostic d'insuffisance cardiaque, l'urgentiste avait une sensibilité, une spécificité, une VPN et une VPP de 50.0, 90.0, 90.9 et 47.4% respectivement; le cardiologue 80.0, 90.0, 94.1 et 69.2%; et l'interne en cardiologie avec l'échographe ultraportable 100, 90.0, 95.2 et 100%.

Conclusion: Notre étude pilote a montré que l'utilisation d'un échographe ultraportable dans l'évaluation des patients dyspnéiques aux urgences améliorait la performance diagnostique.

Mots-clés: échocardiographie ciblée ; dyspnée ; échocardiographie ultraportable.

Interest of cardiovascular screening by pocket-size ultrasound in patients with dyspnea in the emergency setting

Introduction: We aimed to determine the diagnostic accuracy of the ED doctor, the cardiologist and the resident in cardiology using a pocket-size ultrasound as an additional tool, versus the final diagnosis, in patients referred for dyspnea in the ED.

Methods: Between February 2014 and April 2014, patients presenting at emergency room in the ED with dyspnea were included. They underwent physical examination, ECG, routine laboratory tests including BNP and chest X-ray. The ED doctor and cardiologist gave their diagnosis based on these data. The resident in cardiology performed an examination using pocket-size ultrasound (US) and gave his diagnosis, blinded from the previous diagnoses. Sensitivity, specificity, negative (NPV) and positive predictive values (PPV) of the 3 primary diagnoses were compared to the diagnosis at the time of hospital discharge.

Results: Thirty patients (18 men, 42.6 ± 14.6 years) were included in this pilot study. Final diagnosis was heart failure in 20 patients, infectious pneumonitis in 2 patients, mixed cardio-respiratory decompensation in 2 patients, pulmonary embolism in 4 patients and other diagnosis in 2 patients. For the diagnosis of heart failure, the ED doctor had a sensitivity, specificity, NPV and PPV values of 50.0, 90.0, 90.9 and 47.4% respectively; the cardiologist had 80.0, 90.0, 94.1 and 69.2%; and the resident in cardiology with pocket-size ultrasound had 100, 90.0, 95.2 and 100% respectively.

Conclusions: Our pilot study demonstrated that the use of pocket-size ultrasound in patients with dyspnea in the ED improved the diagnostic accuracy of the cause of acute dyspnea.

Keywords: focused echocardiography ; dyspnea ; pocket-size ultrasound

Faculté de Médecine Paris Descartes – 15 rue de l'École de Médecine 75006 Paris