



Chapitre 43

Quelle formation pour quel objectif ?

T. PETROVIC¹, P. PÈS², K. TAZAROURTE³, F. LAPOSTOLLE⁴

Points essentiels

- Les sociétés savantes ont un rôle essentiel pour favoriser le développement de l'échographie dans la médecine moderne.
- L'échographie a non seulement un intérêt clinique mais également éducationnel en clarifiant des concepts anatomiques, physiologiques ou pathologiques dans l'enseignement initial de la médecine.
- L'échographie clinique d'urgence (ECU) est devenu un outil majeur en médecine d'urgence lors de la prise en charge des patients critiques, quelque soit le site de prise en charge.
- Outil interdisciplinaire, l'ECU doit bénéficier d'un enseignement précoce afin de s'intégrer dans la pratique quotidienne le plus naturellement possible.
- Le développement de cursus spécifiques est nécessaire tant en pré- qu'en per-internat, en particulier pour préparer au future DES de médecine d'urgence.
- Les formations postuniversitaires, qu'elles soient courtes ou longues, restent un moyen important de se former à l'ECU si le suivi des participants abouti à une véritable validation des compétences (diplôme ou certification).

1. SAMU 93 et WINFOCUS.
2. SAMU 44 et WINFOCUS.
3. SAMU 96.
4. SAMU 93 et WINFOCUS

Correspondance : Dr Tomislav Petrovic, SAMU 93 – Hôpital Avicenne, 93009 Bobigny Cedex.
Tél. : 06 60 58 74 46
tomislav.petrovic@winfocus.org – petro77@free.fr

1. Introduction

L'échographie clinique d'urgence (ECU) n'est plus un mythe. Elle se développe dans les structures d'urgence publiques ou privées, bien au-delà des premières applications décrites au début des années 90 (1-4). Aujourd'hui, un large éventail de publications a clairement montré une amélioration des soins apportés aux patients grâce à l'échographie clinique de chevet par une meilleure précision diagnostique (5-7), par une meilleure surveillance (clinique et thérapeutique) et un recours plus rapide à des interventions urgentes (5), par une sécurité et un taux de succès optimisés lors de procédures invasives (8-11), et enfin par une diminution des temps d'hospitalisation (12-16). Des recommandations d'usage, tant nationales qu'internationales, portant sur différentes applications de l'échographie ont été régulièrement publiées (11, 17, 18). Les préconisations développées par la SFMU lors des journées scientifiques de 2011 (19) ont posé un premier jalon menant à un cahier des charges défini dans des Recommandations Formalisées d'Experts (RFE) en voie de publication.

Des critères éducationnels ont été développés, puis évalués dès les années 2000. Des programmes de formations postuniversitaires sont proposés en France. Néanmoins, il s'agit aujourd'hui de se rapprocher de la position de l'Académie Américaine de Médecine d'Urgence qui, en avril 2015, a définitivement adopté un postulat défendue depuis plusieurs années : l'échographie intégrée dans le cursus dès le premier cycle d'études médicales (20). Plusieurs Sociétés Savantes comme l'American Institute for Ultrasound in Medicine (AIUM) ont soutenu cette idée. Un Congrès Mondial est entièrement consacré à l'échographie dans l'éducation médicale (21). De nombreuses facultés ayant participé à sa deuxième édition ont convenu de discuter d'un plan d'intégration de l'échographie dès les premières années d'études. Il y a ainsi non seulement un engouement fort pour son utilisation clinique, mais également comme outil éducatif.

2. Notions générales...

L'ECU au lit du malade (« point-of-care ») diffère de l'utilisation traditionnelle, centrée sur une vision organique et réalisée en dehors du lieu de prise en charge (« out-of-care »). La gestion de scénarios critiques parfois complexes nécessite plutôt une approche par problèmes. Ajoutées à l'examen clinique standard, les informations obtenues par échographie sont directement intégrées dans le raisonnement médical initial. L'American College of Emergency Physicians (ACEP) a défini cinq catégories pour l'ECU :

1. réanimatoire, adaptée aux besoins de réanimation d'extrême urgence ;
2. diagnostique, imagerie diagnostique non traditionnelle ;
3. orientée vers la résolution de problème(s), démarche clinique centrée sur un symptôme ou un signe comme par exemple une douleur thoracique ;

4. procédurale, aide au repérage et au guidage de procédures invasives ;
5. thérapeutique et monitoring.

Plus récemment, la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) publiait une liste de compétences à acquérir dès le résidanat, en particulier en médecine d'urgence. Validée par l'ACEP et l'American Society of Clinical Ultrasound Fellowships (EusFellowships.com), elle est établie selon deux niveaux d'apprentissage, initial et avancé (**Tableau 1**). Le niveau initial correspond aux

Tableau 1 – Liste des compétences en deux niveaux pour les résidents en médecine d'urgence selon la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) (22)

	Formation minimale	Formation avancée
Physique des ultrasons	Artéfacts	Aliasing
	Boutonnologie	Doppler
	Plans d'exploration	Couleur
	Propriétés des ondes sonores	Spectral
	Physique essentielle	
	Affichage et écrans	
	Résolution d'image	
	Transducteurs	
	Faisceau ultrasonore	
	Effets biologiques et sécurité	
Tests de performance		
Cœur	Asystolie	Incidences complexes
	Fonction ventriculaire gauche globale	Exploration du sinus aortique
	Taille global du ventricule droit	Évaluation du débit cardiaque
	Épanchement péricardique	Mesure et comparaison des tailles et pressions des cavités
	Physiologie de la tamponnade	Contractilité segmentaire
	Exploration valvulaire	
Thorax et poumon	Épanchement pleural	Consolidation pulmonaire
	Gazeux (pneumothorax)	Syndrome interstitiel
	Liquidien	Pathologie pleurale
	Fractures de côte et du sternum	
Aorte	Anévrisme de l'aorte abdominale	Exploration de l'aorte thoracique
		Sinus et aorte ascendante
		Crosse
		Aorte descendante
		Anévrisme de l'aorte thoracique
	Dissection aortique	

Tableau 1 – Liste des compétences en deux niveaux pour les résidents en médecine d'urgence selon la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) (22)

	Formation minimale	Formation avancée
Reins	Hydronéphrose	Artéfacts
	Évaluation globale du volume vésical	Scintillement
		Kystes
		Simplex
		Complexes
		Anomalies congénitales
		Tumeurs
		Évaluation quantitative du volume vésical
		Doppler rénal
		Exploration du parenchyme rénal
		Surveillance d'un greffon rénal
		Lithiase
Organes génitaux masculins externes		Éjaculats urétéraux
		Scrotum et son contenu
		Abcès et cellulite
		Hydrocèle
		Varicocèle
		Testicule
		Kyste
		Orchi-épididymite
		Tumeurs
Foie, vésicule et voies biliaires	Lithiases vésiculaires	Vésicule et voies biliaires
		Exploration du cholédoque
		Tumeurs
		Polypes
		Boue biliaire
		Paroi vésiculaire
		Adénomyomatose
		Cholécystite emphysémateuse
		Épaississement focal ou diffus
		Épanchement périvésiculaire
	Vésicule de porcelaine	

Tableau 1 – Liste des compétences en deux niveaux pour les résidents en médecine d'urgence selon la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) (22)

	Formation minimale	Formation avancée
Foie, vésicule et voies biliaire (suite)		Foie
		Kystes
		Rupture de l'architecture interne
		Tumeurs
		Exploration du parenchyme
		Veine porte
		Doppler
		Thrombose
Autres explorations abdominales	Patient traumatisé	
	Voir exploration intégrée	Voir exploration intégrée
	Patient non traumatisé	
	Épanchement péritonéal	Appendice
		Intestin
		Iléus
		Invagination
		Obstruction
		Sténose du pylore
		Hernies
		Pancréas
		Tumeurs
		Pseudokystes
		Pneumopéritoine
		Rate
		Kystes
		Rupture de l'architecture interne
		Tumeurs
	Exploration parenchymateuse	
Œil	Anomalies de la chambre vitrénne	Exploration des muscles périorbitaires
		Corps étrangers
		Luxation cristallinienne
		Diamètre de la gaine du nerf optique
		Emphysème périorbitaire
		Exploration pupillaire
		Décollement rétinien
		Hématome rétrobulbaire
	Décollement et hémorragie du vitré	

Tableau 1 – Liste des compétences en deux niveaux pour les résidents en médecine d'urgence selon la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) (22)

	Formation minimale	Formation avancée
Pelvis féminin	Obstétrique	
	Premier trimestre	
	Grossesse intra-utérine	Œuf clair
	Sac gestationnel	Age gestationnel
	Yolk	Hémorragie sous-chorionique
	Vitalité fœtale	
	Épanchement péritonéal	
	Second trimestre	
		Age gestationnel
	Troisième trimestre	
		Annexes (cf. infra)
		Liquide amniotique
		Age gestationnel
		Position fœtale
		Insertion placentaire
	Gynécologie	
		Annexes
		Abcès
		Kystes
		Grossesse extra-utérine
		Tumeurs
		Torsion
		Utérus
		Kystes
		Endométriose
		Tumeurs
	Rétention de membranes	
Procédures invasives	Drainage d'abcès	Ponction articulaire
	Ablation de corps étranger	Placement d'électrodes d'entraînement cardiaque
	Ponction péritonéale	Guidage et vérification de position de tuyaux et cathéters
	Ponction péricardite	Sonde d'intubation
	Ponction pleurale	Sonde de Foley
	Abord vasculaire	Gastrostomie
		Cathéter de PICC
		Ponction lombaire
	Anesthésie locorégionale	

Tableau 1 – Liste des compétences en deux niveaux pour les résidents en médecine d'urgence selon la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) (22)

	Formation minimale	Formation avancée
Vaisseaux sanguins	Thrombose veineuse profonde des membres inférieurs	Thrombose veineuse profonde du cou
	Veine cave inférieure	Thrombose veineuse profonde des membres supérieurs
		Doppler vasculaire
		Flux artériel
Tissus mous		Pseudoanévrisme
	Abcès	Fasciite
	Cellulite	Exploration des ganglions lymphatiques
	Détection de corps étranger	Myosite
Musculo-squelettique		Abcès périamygdalien
		Tumeurs
		Os
		Articulations
		Ligaments
Spécifique à la pédiatrie		Muscles
		Tendons
		Appendice
		Exploration des hanches
		Invagination
Tête et cou		Ponction lombaire
		Sténose du pylore
		Tumeurs du cou
		Glandes salivaires
		Abcès périamygdalien
Examen intégré et syndromes		Kystes thyroïdiens
		Cordes vocales
		Évaluation du patient traumatisé
	Initiale	Secondaire
	Épanchement péricardique	Lésions limitées d'organes pleins abdominaux
	Épanchement pleural	Musculo-squelettique
	Épanchement péritonéal	Diamètre de la gaine du nerf optique
	Pneumothorax	Tissus mous
		Douleur abdominale
		Douleur thoracique et/ou dyspnée
	Hypotension	

Tableau 2 – Incrémentation des aptitudes techniques et cliniques

Niveau	Aptitudes	
1	Utilisation appropriée de l'appareil d'échographie et des outils de base (Maîtrise de la technologie)	Technique *
2	Obtenir les images standard d'échographie focalisée (Technique d'imagerie)	Technique *
3	Évaluation critique de la fiabilité et de l'interprétabilité des images visualisées (Évaluation de la qualité de l'image)	Technique *
4	Identification des organes et des structures (Diagnostic écho-anatomique)	Technique *
5	Détection des anomalies majeures basée sur la reconnaissance de modèles (Diagnostic écho-pathologique)	Technique *
6	Intégration clinique et instrumentale (Diagnostic clinique)	Clinique *
7	Utilisation des informations obtenues pour la gestion du patient (Prise en charge écho-augmentée)	Clinique *

* Chaque niveau implique une maîtrise préalable des compétences de niveau inférieur. Les niveaux de compétences dits « Techniques » pourraient également être atteints et pratiqués par des personnels non médicaux dûment formés (techniciens échographistes et potentiellement infirmier(e)s et autres professionnels de santé dépendants de programmes éducatifs orientés « opérateurs peu qualifiés »). Les niveaux de compétence dits « Cliniques » tombent sous le domaine de la pratique médicale, par des médecins dûment formés.

formations à l'ECU sous forme de cursus courts. Le niveau avancé est équivalent au DIU d'échographie, malgré des différences notables dans le contenu avec la France. Une des plus marquante est l'absence complète de l'échographie-Doppler transcrânienne, dans un niveau comme dans l'autre, élément considéré aujourd'hui comme indispensable dans l'évaluation des traumatisés crâniens dans l'hexagone. Chaque niveau d'apprentissage est lui-même assujéti à plusieurs niveaux d'aptitudes techniques et cliniques dépendants du temps de formation et du nombre d'examens réalisés (Tableau 2).

Au début des années 2000, 91 écoles de médecine américaines sur 122 intégraient l'ECU dans leur programme d'enseignement de spécialité. Près de 89 % de ces centres possédaient un ou plusieurs appareils d'échographie dédiés exclusivement à l'enseignement délivré en majorité par de urgentistes (23). Pour atteindre des objectifs similaires, les universités françaises devront se doter de moyens importants.

3. Le plus tôt est le mieux...

L'Université de Colombia en Caroline du Sud a été l'une des premières dans le monde à proposer un programme d'apprentissage dédié à l'échographie clinique en 2006, dès la première année d'études de médecine (24). Les étudiants peuvent ainsi être sensibilisés très tôt, par un cursus spécifique, à l'utilité de l'outil

échographique en médecine clinique, en particulier en médecine d'urgence. Grâce à un étalement sur 4 ans, un large spectre d'indications à complexité croissante peut être abordé (Doppler cardiaque et vasculaire, exploration complète du foie, de ses vaisseaux et des voies biliaires, etc.). Le Collège de Médecine d'Urgence du Royaume-Uni a également montré qu'une formation courte prodiguée aux étudiants (4 jours de bibliographie, 2 heures de présentiel, 20 jours d'autoformation aux lits des patients, évaluation au 21ème jour) suffisait pour atteindre une compétence superposable à celle d'experts pour l'exploration de l'aorte abdominale (25). Une autre équipe anglaise a eu des résultats comparables dans une étude sur le FAST (Focused Assessment with Sonography in Trauma), dans laquelle 88 % des étudiants étaient capables de détecter un épanchement au décours de la formation sur un simulateur (26). Plus récemment, une étude a montré qu'un enseignement délivré aux étudiants dans les services d'urgence influençait positivement leur performances dans plusieurs domaines essentiels, dont l'acquisition et l'interprétation d'images (FAST) et la réalisation de procédures invasives (27).

L'Université de Colombia a également montré l'intérêt de l'échographie utilisée comme outil pédagogique dans l'éducation médicale avec pour résultat une amélioration de la compréhension de l'anatomie (plateforme Internet, laboratoire d'anatomie et d'échographie), de la physiologie et de la physiopathologie (hémodynamique, Doppler vasculaire et cardiaque, correspondance anatomophysiologique, détection de pathologies). Encore une fois, l'impact sur la compétence et le sentiment de satisfaction des étudiants était remarquable, faisant évoquer une évolution marquante de l'imagerie médicale par une approche clinique (28, 29). Les travaux internationaux portant sur le sujet sont exposés tous les 2 ans au cours du Congrès Mondial sur l'Échographie dans l'Éducation Médicale (21).

Que ce soit par enseignement spécifique (module additionnel) ou par intégration comme outil pédagogique, de nombreux travaux ont montré que la technologie était considérée par les étudiants en médecine comme agréable (28, 30-33) et utile dans diverses spécialités (31, 32, 34). Lorsqu'elle était intégrée dans le cursus initial, elle facilitait la compréhension de certains concepts réputés difficiles en anatomie et physiologie (31, 33, 35), rendant l'examen clinique plus performant (35-39), les étudiants semblant davantage impliqués lors de l'application pratique de l'échographie de chevet par une mise en corrélation précoce du savoir avec l'examen clinique au lit du malade (28, 30).

4. Un peu plus tard, c'est bien aussi...

L'arrivée en France du Diplôme d'Études Spécialisées (DES) en médecine d'urgence est imminente. Un enseignement spécifique de l'échographie clinique se doit d'être intégré dès maintenant au cahier des charges du cursus de spécialisation. Comparés à certains pays d'Europe ou Anglo-Saxons, nous avons accumulé un

retard que la modernité et la recherche d'une optimisation des compétences doivent nous faire combler. Il y a plus de 20 ans, la Society for Academic Emergency Medicine (SAEM) publiait un cahier des charges dans lequel étaient détaillées les indications et les modalités de formation de l'ECU (40). Il y a 10 ans, l'échographie clinique était considérée aux USA comme une compétence devant faire partie intégrante de la médecine d'urgence (41). Il y a 5 ans, Le Conseil Américain des Résidents en Médecine d'Urgence (CARMU) éditait les modalités d'apprentissage et d'évaluation de l'ECU pour les résidents (internes) de médecine d'urgence, avec un ensemble de thématiques précises (échographie du patient traumatisé, gynéco-obstétricale (grossesse), aortique, thoracique et cardiaque focalisée, vésico-biliaire, rénale, des tissus mous et musculo-squelettique, des vaisseaux des membres inférieurs (recherche de thrombose veineuse profonde), et procédures échoguidées) (42). En 2014, 9 centres hospitaliers universitaires américains ont été comparés afin de déterminer l'impact d'un programme spécifique d'apprentissage de l'échographie pour les résidents. Sur 244 d'entre eux ayant répondu au questionnaire qui leur avait été adressé, 30 % [24-35] avaient réalisé plus de 150 examens échographiques. Des différences significatives dans le nombre ($p = 0,04$), le type d'examen ($p < 0,05$) ou les difficultés ressenties à l'utilisation de l'échographie ($p < 0,05$) ont été retrouvées entre les centres directement liés à l'impact positif des programmes spécifiques (43).

Afin de s'approcher au plus près de la pratique quotidienne, l'ECU doit répondre à l'amélioration notable et rapide de la prise en charge des patients traumatisés ou non, en détresse vitale ou non. Il est effectivement des situations dans lesquelles l'obtention d'une information impacte le devenir immédiat du patient (par exemple une pyélonéphrite avec dilatation des cavités pyélocalicielles impliquant une dérivation en urgence), sans pour autant qu'il n'y ait de risque vital immédiat. L'apprentissage doit donc correspondre à un ensemble d'explorations échographiques focalisées comportant au minimum :

- échographie laryngotrachéale (repérage des cordes vocales et de l'œsophage) ;
- échographie cardiaque focalisée (péricarde et cavités cardiaques) ;
- échographie pulmonaire (glissement pleural, lignes A et B, etc.) ;
- échographie abdominale (péritoine, vésicule et voies biliaires, reins et vessie) ;
- échographie vasculaire (exploration de l'artère cérébrale moyenne, de l'aorte, de la veine cave inférieure et des gros troncs artériels et veineux périphériques superficiels ou profonds) ;
- échographie gynéco-obstétricale (identification de l'utérus et de son contenu) ;
- échographie musculosquelettique (identification de collections liquidiennes superficielles, des os longs et plats, des sinus, de corps étrangers) ;
- échographie ophtalmique ou transophtalmique (identification des structures de l'œil et du nerf optique).

Ces explorations doivent aider à la résolution de problèmes posés par des signes ou des symptômes :

- identification de pathologies oculaires (hémorragie du vitré, décollements rétiniens, emphysème rétrobulbaire, dilatation de la gaine du nerf optique, etc.) ;
- détection d'un épanchement péricardique, d'une contractilité cardiaque anormale, d'une dilatation des cavités droites, d'un aspect valvulaire anormal ;
- détection d'un pneumothorax, d'un épanchement pleural, d'une ventilation asymétrique, d'un syndrome interstitiel, d'une consolidation pulmonaire ;
- détection d'un épanchement péritonéal ;
- identification d'une pathologie de la vésicule biliaire ;
- recherche d'une dilatation des voies biliaires principales ;
- identification d'une hydronéphrose et détermination du volume de la vessie ;
- détection de thromboses veineuses profondes (TVP) ;
- recherche d'un anévrisme de l'aorte abdominale ;
- détection d'une collection liquidienne sous-cutanée, d'un abcès ou d'un corps étranger ;
- détection d'une fracture osseuse ;

des situations critiques :

- évaluation échographique du patient traumatisé (eFAST) ;
- évaluation neurologique étendue (visualisation de la ligne cérébrale médiane, analyse du flux sanguin dans l'artère cérébrale moyenne, mesure du diamètre de la gaine du nerf optique, évaluation du réflexe pupillaire)
- application de protocoles spécifiques dans les détresses vitales (ex. FEEL pour l'ACR (44), FALLS/RUSH pour l'état de choc (45, 46), BLUE pour la détresse respiratoire (47), etc.) ;

ou encore à l'échorepérage et échoguidage de procédures invasives d'urgence :

- intubation et cricothyroïdectomie difficiles ;
- voies veineuses centrales ;
- voies veineuses périphériques difficiles ;
- cathéters artériels ;
- ponctions pleurale, péricardique, péritonéale, articulaires, etc.

Qu'il soit mis en place avant ou après l'Examen Classant National (ECN), le programme d'enseignement de l'ECU pourrait reposer sur une organisation également préconisée par le CARMU et comportant :

- des sessions didactiques présentiels ;
 - des sessions de revue de la littérature ;
 - des modalités d'enseignement multimédias (CD / DVD / apprentissage en ligne, banque de questions / réponses, etc.) dont l'efficacité semble très prometteuse.
- Un groupe de 25 résidents ou d'attachés ayant peu ou pas d'expérience en échographie a reçu un enseignement standard (ratio 50 % de présentations

théoriques / 50 % de sessions pratiques), un autre groupe de 22 participants répondant aux mêmes critères ont suivi la même partie théorique (présentations filmées) via Internet. Aucune différence significative n'a été trouvée entre les deux groupes concernant le pré-test, le post-test ou le pourcentage de progression entre les deux (48) ;

- une participation à des périodes cliniques dans un service d'urgence consacrées à la réalisation de l'ECU sous contrôle d'un praticien expert ;
- une relecture directe ou différée des images par des experts qualifiés (rétroaction sur la technique, l'acquisition de l'image et l'interprétation) ;
- des séances d'intégration de l'ECU dans le raisonnement médical quotidien.

Enfin, une évaluation spécifique des compétences est indispensable. Une approche par problème doit être privilégiée afin de garantir une utilisation naturelle et non contraignante au cours de la pratique quotidienne. Si la sensibilisation est précoce et que l'ECU est intégrée dès l'examen clinique initial, l'utilisation de l'échographie deviendra aussi naturelle que celle du stéthoscope, effaçant un facteur limitant fréquemment évoqué de non-réalisation de l'ECU aux urgences : le manque de temps.

5. Et il n'est jamais trop tard...

De nombreux programmes postuniversitaires de formation à l'utilisation de l'ECU sont aujourd'hui proposés en France par diverses structures publiques ou privées, associatives ou à but lucratif. Certains critères peuvent servir à faire un choix, comme l'utilisation de modalités d'enseignement modernes, d'une vérification des connaissances, d'un suivi clinique ou d'une certification des compétences. Ils sont organisés selon des modalités diverses et des durées allant de quelques jours à plusieurs années pouvant grossièrement être séparés en 2 catégories : formations courtes et longues.

5.1. Formations courtes

L'objectif principal des formations courtes est de familiariser les participants avec la technologie par un enseignement fortement interactif, afin qu'elle puisse être intégrée au plus vite dans leur pratique quotidienne. Une assimilation et une application optimales ne peuvent pourtant être obtenues que si les services d'urgence sont équipés d'appareils d'échographie ou sont en passe de le devenir.

Ces formations comportent presque toutes une partie théorique et une partie pratique, un temps important étant réservé à la manipulation des échographes, à l'acquisition des images et à l'intégration de l'ECU dans la réflexion médicale (49-51). Le programme traité doit être le plus complet possible et contenir la plupart des indications vues précédemment. Une de ces formations courtes (16 à 18 heures) est basée sur ces principes et permet un enseignement standardisé à travers le monde (52). L'intégration de l'ECU dans le raisonnement médical y

prend une place importante, renforcée par des sessions de simulations de diverses situations cliniques.

Une étude prospective a montré dès les années 2000 qu'une formation courte de 16 heures suffisait pour atteindre un niveau de compétences satisfaisant pour une utilisation quotidienne et obtenir une sensibilité, spécificité et précision diagnostique respectivement de 92,4 %, 96,1 % et 94,6 % (49). Dans une autre étude, des praticiens de SMUR ont bénéficié d'une ou plusieurs formations courtes de 4 heures portant sur le FAST. Les meilleurs résultats en termes de sensibilité, spécificité et valeur prédictive négative ont été obtenus par ceux qui avaient participé à au moins deux formations. Par ailleurs, un niveau de performance satisfaisant était atteint après seulement 25 examens (50). La réalisation de 11 incidences (thoraco-abdominales, cardio-vasculaires et osseuses), par 17 participants au décours d'une formation de 2 jours (16 heures) a été testée. Le temps médian d'acquisition de chaque image était de 13 s [5-24], tandis que l'examen complet durait 182 s [141-238]. Le taux de réussite global d'acquisition d'images et des procédures était de 97,3 % (53). Une autre étude réalisée dans des conditions de formation similaires et portant sur l'obtention des 4 incidences du FAST (Morisson, Kohler, Douglas et incidence sous-xiphœdienne) par 25 participants débutants, montrait un délai médian de 140 s [108-226] à la première tentative. Les temps de réalisation décroissaient ensuite rapidement au cours de sessions pratiques répétées tout au long de la formation jusqu'au 6^e essai. Les écarts observés entre les opérateurs s'amenuisaient ensuite, soulignant un apprentissage rapide et quasiment identique pour tous les participants à la fin de la formation (54).

5.2. Formations longues

En France comme dans d'autres pays du monde, de plus en plus de cursus longs voient le jour, la plupart universitaires. Le diplôme interuniversitaire (DIU) d'échographie s'est doté d'un module d'échographie clinique appliquée à l'urgence (ECAU) depuis 2007 aboutissant à un diplôme national (55). Plusieurs diplômes universitaires (DU) enseignant l'ECU ont été créés pour répondre à une demande croissante. Néanmoins, aucune publication scientifique concernant l'impact des enseignements de ce type sur la pratique quotidienne des médecins urgentistes n'a encore été publiée en France.

Enfin, les diplômes ont pour avantage de permettre à leurs détenteurs de pratiquer l'échographie sans restriction, contrairement aux certificats de compétences comme celui proposé par WINFOCUS soumis à l'acceptation par les responsables d'unité fonctionnelles. Les programmes et les objectifs proposés sont globalement identiques. Le niveau d'expertise est supposé plus élevé que les formations courtes, avec un champ d'application plus large. Pourtant, des différences existent dans la durée de cursus et le nombre de sessions annuelles. Certaines intègrent des périodes dédiées à la pratique, d'autres non. Le DIU est composé d'une première année commune avec une partie théorique approfondit les bases physiques des ultrasons (50 heures), complétée d'un premier stage

obligatoire d'échographie abdominale. Une fois validé, ce tronc commun permet d'accéder à des modules complémentaires, dont le module ECAU. Il comporte également un enseignement théorique (24 heures) et des stages pratiques devant couvrir l'ensemble des applications. Malheureusement, encore trop peu de services d'urgences sont capables d'accueillir des stagiaires et leur proposer un encadrement suffisant. Le recours à d'autres services de spécialités reste nécessaire afin de couvrir l'ensemble des applications enseignées, ce d'autant que la plupart de ces formations ne se cantonnent pas aux indications basiques de l'échographie vues plus haut, mais cherchent à étendre les compétences des participants en intégrant l'utilisation de modes échographiques complémentaires plus complexes, parfois au-delà du niveau avancé de la SAEM. Par exemple, l'échographie cardiaque aborde plus précisément les mesures de la fraction d'éjection, du débit cardiaque ou encore l'exploration des valves ; l'échographie abdominale aborde certaines pathologies du tube digestif et des organes pleins, des voies biliaires, etc.

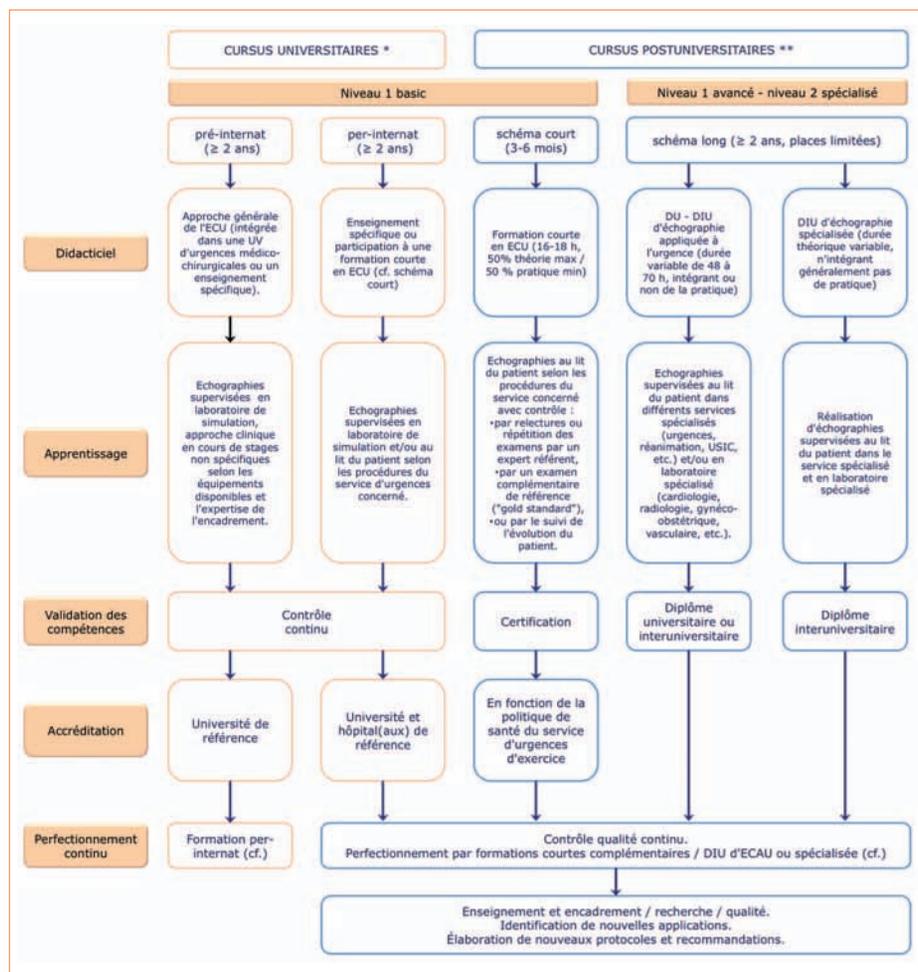
6. Pour discuter...

Les contraintes modernes et les preuves de son efficacité nous poussent à intégrer l'ECAU au mieux et au plus vite dans notre pratique quotidienne. Un certain nombre d'objectifs ont été définies par les sociétés savantes, nationales ou internationales. Déjà enseignées dans des formations postuniversitaires courtes ou longues, l'éducation devrait être la plus précoce possible, intégrée au DES de médecine d'urgence, et pour encore plus d'impact, dès le début des études médicales. Un organigramme est proposé dans le **tableau 3**.

L'apprentissage pouvant être réalisé sur plusieurs années, de nouvelles applications apparaîtront à n'en pas douter dans l'avenir. Leur intégration dans la pratique courante devra néanmoins respecter des critères basés sur des études solides pour répondre à des contraintes spécifiques comme un apprentissage rapide, une reproductibilité, une utilité importante ou à forte valeur ajoutée et enfin une faible différence intra et inter-opérateur.

Outil interdisciplinaire par excellence, l'ECAU doit être polyvalente et utilisable à volonté pour que son utilisation dans la pratique courante soit la plus naturelle possible. Tous les travaux sur les méthodes d'enseignements montrent que l'échographie peut non seulement être comprise par les cliniciens, mais aussi apprise rapidement et procurer une vision différente, plus globale de nos patients (29, 52).

Tableau 3 – Modes de formation existants () et potentiels (*)**



Références

- Schlager D., Lazzareschi G., Whitten D., *et al.* A prospective study of ultrasonography in the ED by emergency physicians. *Am J Emerg Med.* 1994 ; 12 :185-9.
- Lapostolle F., Petrovic T., Catineau J., Garcia S., Adnet F. Out-of-hospital ultrasonographic diagnosis of a left ventricular wound after penetrating thoracic trauma. *Ann Emerg Med* 2004 Mar ; 43(3) : 422-3.
- Moore C., Molina A., Lin H. Ultrasonography in community emergency departments in the United States: Access to ultrasonography performed by consultants and status of emergency physician- performed ultrasonography. *Ann Emerg Med* 2006 ; 47 : 147-53.

4. Lapostolle F., Petrovic T., Lenoir G., Catineau J., Galinski M., Metzger J., Chanzy E., Adnet F. Usefulness of hand-held ultrasound devices in out-of-hospital diagnosis performed by emergency physicians. *Am J Emerg Med* 2006 Mar ; 24(2) : 237-42.
5. Tayal V., Graf C., Gibbs M. Prospective study of accuracy and outcome of emergency ultrasound for abdominal aortic aneurysm over two years. *Acad Emerg Med* 2003 ; 10 : 867-71.
6. Tayal V.S., Hasan N., Norton H.J., *et al.* The effect of soft-tissue ultrasound on the management of cellulitis in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2006 ; 13 : 384-8.
7. Squire B.T., Fox J.C., Anderson C. ABSCESS: applied bedside sonography for convenient evaluation of superficial soft tissue infections. *Acad Emerg Med* 2005.; 12 : 601-6.
8. Keyes L.E., Frazee B.W., Snoey E.R., *et al.* Ultrasound guided brachial and basilic vein cannulation in emergency department patients with difficult intravenous access. *Ann Emerg Med* 1999 ; 34 : 711-4.
9. Miller A.H., Roth B.A., Mills T.J., *et al.* Ultrasound guidance versus the landmark technique for the placement of central venous catheters in the emergency department. *Acad Emerg Med*. 2002 ; 9 : 800-5.
10. Rothschild J.M. Ultrasound guidance of central vein catheterization: making health-care safer: a critical analysis of patient safety practices [Agency for Healthcare Research and Quality Web site]. Publication No. 01-E058. <http://www.ahrq.gov/clinic/>.
11. Lamperti M., Bodenham A.R., Pittiruti M., Blaivas M., Augoustides J.G., Elbarbary M., Piroette T., Karakitsos D., Ledonne J., Doniger S., Scoppettuolo G., Feller-Kopman D., Schummer W., Biffi R., Desruennes E., Melniker L.A., Verghese S.T. International evidence-based recommendations on ultrasound-guided vascular access. *Intensive Care Med*. 2012 Jul ; 38(7) : 1105-17.
12. Blaivas M., Harwood R.A., Lambert M.J. Decreasing length of stay with emergency ultrasound examination of the gallbladder. *Acad Emerg Med* 1999 ; 6 : 1020-3.
13. Vairo G., Salustri A., Trambaiolo P., Pagnanelli A., Marini Grassetti M. Emergency department ultrasonography: impact on patient management and cost effectiveness. *Minerva Med*. 2003 Oct ; 94(5) : 347-52.
14. Thamburaj R., Sivitz A. Does the use of bedside pelvic ultrasound decrease length of stay in the emergency department? *Pediatr Emerg Care*. 2013 Jan ; 29(1) : 67-70.
15. Mercaldi C.J., Lanes S.F. Ultrasound guidance decreases complications and improves the cost of care among patients undergoing thoracentesis and paracentesis. *Chest*. 2013 Feb 1 ; 143(2) : 532-8.
16. Elikashvili I., Tay E.T., Tsung J.W. The effect of point-of-care ultrasonography on emergency department length of stay and computed tomography utilization in children with suspected appendicitis. *Acad Emerg Med* 2014 Feb ; 21(2) : 163-70.
17. Volpicelli G., Elbarbary M., Blaivas M., Lichtenstein D.A., Mathis G., Kirkpatrick A.W., Melniker L., Gargani L., Noble V.E., Via G., Dean A., Tsung J.W., Soldati G., Copetti R., Bouhemad B., Reissig A., Agricola E., Rouby J.J., Arbelot C., Liteplo A., Sargsyan A., Silva F., Hoppmann R., Breikreutz R., Seibel A., Neri L., Storti E., Petrovic T. 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 Apr ; 38(4) : 577-91.
18. Via G., Hussain A., Wells M., Reardon R., Elbarbary M., Noble V.E., Tsung J.W., Neskovic A.N., Price S., Oren-Grinberg A., Liteplo A., Cordioli R., Naqvi N., Rola P.,

- Poelaert J., Guli T.G., Sloth E., Labovitz A., Kimura B., Breikreutz R., Masani N., Bowra J., Talmor D., Guarracino F., Goudie A., Xiaoting W., Chawla R., Galderisi M., Blaivas M., Petrovic T., Storti E., Neri L., Melniker L. International Liaison Committee on Focused Cardiac UltraSound (ILC-FoCUS); International Conference on Focused Cardiac UltraSound (IC-FoCUS). International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr* 2014 Jul ; 27(7) : 683.e1-683.e33.
19. Petrovic T., Hélenon O., Tazarourte K., Hinglais E., Pès P., Lapostolle F. Échographie de l'urgentiste In: *Actualités en Médecine d'Urgence, L'imagerie et l'urgence. Journées Scientifiques de la SFMU, Vittel 2011, SFEM Éd 2012* ; p. 97-136.
 20. Soucy Z.P., Mills L.D. American Academy of Emergency Medicine Position Statement: Ultrasound Should Be Integrated into Undergraduate Medical Education Curriculum. *J Emerg Med* 2015 Apr 28. E-pub.
 21. World Congress on Ultrasound in Medical Education. <http://www.wcume.org/>.
 22. Lewiss R.E., Tayal V.S., Hoffmann B., Kendall J., Liteplo A.S., Moak J.H., Panebianco N., Noble V.E. The core content of clinical ultrasonography fellowship training. *Acad Emerg Med* 2014 Apr ; 21(4) : 456-61.
 23. Counselman F.L., Sanders A., Slovis C.M., Danzl D., Binder L.S., Perina D.G. The status of bedside ultrasonography training in emergency medicine residency programs. *Acad Emerg Med* 2003 Jan ; 10(1) : 37-42.
 24. Hoppmann R., Cook T., Hunt P., Fowler S., Paulman L., Wells J., Richeson N., Thomas L., Wilson B., Neuffer F., McCallum J., Smith S. Ultrasound in Medical Education: a vertical curriculum at the University of South Carolina School of Medicine. *J SC Med Assoc* 2006 ; 102 : 330-4.
 25. Wong I., Jayatilleke T., Kendall R., Atkinson P. Feasibility of a focused ultrasound training programme for medical undergraduate students. *Clin Teach* 2011 Mar ; 8(1) : 3-7.
 26. Harden R.M., Stevenson M., Downie W.W., Wilson G.M. Assessment of clinical competence using objective structured examination. *Br Med J* 1975 Feb 22 ; 1(5955) : 447-51.
 27. Blackstock U., Munson J., Szyld D. Bedside ultrasound curriculum for medical students: report of a blended learning curriculum implementation and validation. *J Clin Ultrasound* 2015 Mar ; 43(3) : 139-44.
 28. Hoppmann R.A., Rao V.V., Poston M.B., Howe D.B., Hunt P.S., Fowler S.D., Paulman L.E., Wells J.R., Richeson N.A., Catalana P.V., Thomas L.K., Britt Wilson L., Cook T., Riffle S., Neuffer F.H., McCallum J.B., Keisler B.D., Brown R.S., Gregg A.R., Sims K.M., Powell C.K., Garber M.D., Morrison J.E., Owens W.B., Carnevale K.A., Jennings W.R., Fletcher S. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J* 2011 Apr ; 3(1) : 1-12.
 29. Cook T., Hunt P., Hoppmann R. Emergency medicine leads the way for training medical students in clinician-based ultrasound: a radical paradigm shift in patient imaging. *Acad Emerg Med* 2007 ; 14 : 558-61.
 30. Brunner M., Moeslinger T., Spieckermann P.G. Echocardiography for teaching cardiac physiology in practical student courses. *Am J Physiol* 1995 Jun ; 268(6 Pt 3) : S2-9.
 31. Brown B., Adhikari S., Marx J., Lander L., Todd G.L. Introduction of ultrasound into gross anatomy curriculum: perceptions of medical students. *J Emerg Med*.2012 Dec ; 43(6) : 1098-102.
 32. Rao S., van Holsbeeck L., Musial J.L., Parker A., Bouffard J.A., Bridge P., Jackson M., Dulchavsky S.A. A pilot study of comprehensive ultrasound education at the Wayne

- State University School of Medicine: a pioneer year review. *J Ultrasound Med* 2008 May ; 27(5) : 745-9.
33. Tshibwabwa E.T., Groves H.M. Integration of ultrasound in the education programme in anatomy. *Med Educ* 2005 Nov ; 39(11) : 1148.
 34. Afonso N., Amponsah D., Yang J., Mendez J., Bridge P., Hays G., Baliga S., Crist K., Brennan S., Jackson M., Dulchavsky S. Adding new tools to the black bag--introduction of ultrasound into the physical diagnosis course. *J Gen Intern Med* 2010 Nov ; 25(11) : 1248-52.
 35. Decara J.M., Kirkpatrick J.N., Spencer K.T., Ward R.P., Kasza K., Furlong K., Lang R.M. Use of hand-carried ultrasound devices to augment the accuracy of medical student bedside cardiac diagnoses. *J Am Soc Echocardiogr* 2005 Mar ; 18(3) : 257-63.
 36. Butter J., Grant T.H., Egan M., Kaye M., Wayne D.B., Carrión-Carire V., McGaghie W.C. Does ultrasound training boost Year 1 medical student competence and confidence when learning abdominal examination? *Med Educ* 2007 Sep ; 41(9) : 843-8.
 37. Kobal S.L., *et al.* "Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination". *The American Journal of Cardiology*, v. 96 issue 7, 2005, p. 1002-6.
 38. Mouratev G., Howe D., Hoppmann R., Poston M.B., Reid R., Varnadoe J., Smith S., McCallum B., Rao V., DeMarco P. Teaching medical students ultrasound to measure liver size: comparison with experienced clinicians using physical examination alone. *Teach Learn Med* 2013 Jan ; 25(1) : 84-8.
 39. Panoulas V.F., Daigeler A.L., Malaweera A.S., Lota A.S., Baskaran D., Rahman S., Nihoyannopoulos P. 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 Apr ; 14(4) : 323-30.
 40. Mateer J., Plummer D., Heller M., Olson D., Jehte D., Overton D., Gussow L. Model curriculum for physician training in emergency ultrasonography. *Ann Emerg Med* 1994 ; 23 : 95-102.
 41. Thomas H.A., Binder L.S., Chapman D.M., *et al.* The 2003 Model of the clinical practice of emergency medicine: the 2005 update. *Ann Emerg Med* 2006 ; 48 : e1-e17.
 42. Akhtar S., Theodoro D., Gaspari R., Tayal V., Sierzenski P., Lamantia J., Stahmer S., Raio C. Resident training in emergency ultrasound: consensus recommendations from the 2008 Council of Emergency Medicine Residency Directors Conference. *Acad Emerg Med* 2009 Dec ; 16 Suppl 2 : S32-6.
 43. Adhikari S., Raio C., Morrison D., Tsung J., Leech S., Meer J., Lyon M., Lopez F., Akhtar S. Do emergency ultrasound fellowship programs impact emergency medicine residents' ultrasound education? *J Ultrasound Med* 2014 Jun ; 33(6) : 999-1004.
 44. Breikreutz R., Walcher F., Seeger F.H. Focused echocardiographic evaluation in resuscitation management: concept of an advanced life support-conformed algorithm. *Crit Care Med* 2007 May ; 35(5 Suppl) : S150-61.
 45. Lichtenstein D.A. Fluid administration limited by lung sonography: the place of lung ultrasound in assessment of acute circulatory failure (the FALLS-protocol) *Expert Rev Respir Med* 2012 ; 6(2), 155-62.
 46. Perera P., Mailhot T., Riley D., Mandavia D. The RUSH exam: Rapid Ultrasound in SHock in the evaluation of the critically ill. *Emerg Med Clin North Am* 2010 Feb ; 28(1) : 29-56.
 47. Lichtenstein D.A., Mezière G.A. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: The BLUE protocole. *Chest* 2008 ; 134 : 117-25.

48. Kang T.L., Berona K., Elkhunovich M.A., Medero-Colon R., Seif D., Chilstrom M.L., Mailhot T. Web-based teaching in point-of-care ultrasound: an alternative to the classroom? *Adv Med Educ Pract* 2015 Mar 13 ; 6 : 171-5.
49. Mandavia D.P., Aragona J., Chan L., Chan D., Henderson S.O. Ultrasound training for emergency physicians--a prospective study. *Acad Emerg Med* 2000 Sep ; 7(9) : 1008-14.
50. Lapostolle F., Petrovic T., Catineau J., Lenoir G., Adnet F. Training emergency physicians to perform out-of-hospital ultrasonography. *Am J Emerg Med* 2005 Jul ; 23(4) : 572.
51. Torres-Macho J., Antón-Santos J.M., García-Gutierrez I., de Castro-García M., Gámez-Díez S., de la Torre P.G., Latorre-Barcenilla G., Majo-Carbajo Y., Reparaz-González J.C., de Casasola G.G. Working Group of Clinical Ultrasound, Spanish Society of Internal Medicine. Initial accuracy of bedside ultrasound performed by emergency physicians for multiple indications after a short training period. *Am J Emerg Med*. 2012 Nov ; 30(9) : 1943-9.
52. WINFOCUS (World Interactive Network Focused On Critical UltraSound) for All. <http://www.winfocus.org>.
53. Maignan M., Shuai X., Galinski M., Cheng S., Zhang T., Petrovic T., Lapandry C., Lapostolle F. Descriptive analysis of a bilingual and cross-cultural introductory ultrasound course facilitated by simultaneous translation. *Crit Ultrasound J* Dec 2011 ; 3(3) : 135-40.
54. Dahan B., Petrovic T., Xiaoyan X., Shuai X.J., Elkhebir M., Donsa E., Lapostolle F. Échographie abdominale par l'urgentiste. Courbe d'apprentissage. Congrès WINFOCUS-France 2010. Abstract WWF2010-10.
55. DIU d'échographie. Module échographe appliquée à l'urgence. <http://naxos.biomedicale.univ-paris5.fr/diue/>.