



Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Médecine



ANNEE 2016

**PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE
L'ÉCHOGRAPHIE TRANSCRÂNIENNE BIDIMENSIONNELLE
CHEZ LES PATIENTS CÉRÉBROLÉSÉS**

THESE

Présentée à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon

Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le vendredi 14 octobre 2016

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Par Thomas BIEVRE

Né le 12 septembre 1987

À Le Creusot (Saône et Loire)

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à la disposition de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur.

Ceci implique une obligation de citation et de référencement dans la rédaction de vos travaux.

D'autre part, toutes contrefaçons, plagiat, reproductions illicites encourt une poursuite pénale.



Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Médecine



ANNEE 2016

**PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES DE
L'ÉCHOGRAPHIE TRANSCRÂNIENNE BIDIMENSIONNELLE
CHEZ LES PATIENTS CÉRÉBROLÉSÉS**

THESE

Présentée à l'UFR des Sciences de Santé de Dijon

Circonscription Médecine

et soutenue publiquement le vendredi 14 octobre 2016

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

Par Thomas BIEVRE

Né le 12 septembre 1987

À Le Creusot (Saône et Loire)

Année Universitaire 2016-2017
au 1^{er} Septembre 2016

Doyen :

1^{er} Assesseur :

Assesseurs :

M. Frédéric HUET

M. Yves ARTUR

Mme Laurence DUVILLARD

M. Pablo ORTEGA-DEBALLON

M. Marc MAYNADIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

			Discipline
M.	Marc	BARDOU	Pharmacologie clinique
M.	Jean-Noël	BASTIE	Hématologie - transfusion
M.	Emmanuel	BAULOT	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M.	Laurent	BEDENNE	Gastroentérologie et hépatologie
M.	Yannick	BEJOT	Neurologie
M.	Alain	BERNARD	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
M.	Jean-François	BESANCENOT	Médecine interne
Mme	Christine	BINQUET	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M.	Bernard	BONIN	Psychiatrie d'adultes
M.	Philippe	BONNIAUD	Pneumologie
M.	Alain	BONNIN	Parasitologie et mycologie
M.	Bernard	BONNOTTE	Immunologie
M.	Olivier	BOUCHOT	Chirurgie cardiovasculaire et thoracique
M.	Belaid	BOUHEMAD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Alexis	BOZORG-GRAYELI	ORL
M.	Alain	BRON	Ophthalmologie
M.	Laurent	BRONDEL	Physiologie
M.	François	BRUNOTTE	Biophysique et Médecine Nucléaire
M.	Patrick	CALLIER	Génétique
M.	Jean-Marie	CASILLAS-GIL	Médecine physique et réadaptation
Mme	Catherine	CHAMARD-NEUWIRTH	Bactériologie - virologie; hygiène hospitalière
M.	Pierre-Emmanuel	CHARLES	Réanimation
M.	Pascal	CHAVANET	Maladies infectieuses
M.	Nicolas	CHEYNEL	Anatomie
M.	Alexandre	COCHET	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Luc	CORMIER	Urologie
M.	Yves	COTTIN	Cardiologie
M.	Charles	COUTANT	Gynécologie-obstétrique
M.	Gilles	CREHANGE	Oncologie-radiothérapie
Mme	Catherine	CREUZOT-GARCHER	Ophthalmologie
M.	Frédéric	DALLE	Parasitologie et mycologie
M.	Serge	DOUVIER	Gynécologie-obstétrique
Mme	Laurence	DUVILLARD	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Laurence	FAIVRE-OLIVIER	Génétique médicale
Mme	Patricia	FAUQUE	Biologie et Médecine du Développement
Mme	Irène	FRANCOIS-PURSELL	Médecine légale et droit de la santé
M.	Pierre	FUMOLEAU	Cancérologie
M.	François	GHIRINGHELLI	Cancérologie
M.	Claude	GIRARD	Anesthésiologie - réanimation chirurgicale
M.	Vincent	GREMEAUX	Médecine physique et réadaptation
M.	Frédéric	HUET	Pédiatrie
M.	Pierre	JOUANNY	Gériatrie

M.	Denis	KRAUSÉ	Radiologie et imagerie médicale
M.	Sylvain	LADOIRE	Histologie
M.	Gabriel	LAURENT	Cardiologie
M.	Côme	LEPAGE	Hépatogastroentérologie
M.	Romarc	LOFFROY	Radiologie et imagerie médicale
M.	Luc	LORGIS	Cardiologie
M.	Jean-François	MAILLEFERT	Rhumatologie
M.	Cyriaque Patrick	MANCKOUNDIA	Gériatrie
M.	Sylvain	MANFREDI	Hépatogastroentérologie
M.	Laurent	MARTIN	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	David	MASSON	Biochimie et biologie moléculaire
M.	Marc	MAYNADIE	Hématologie - transfusion
M.	Thibault	MOREAU	Neurologie
M.	Klaus Luc	MOURIER	Neurochirurgie
Mme	Christiane	MOUSSON	Néphrologie
M.	Paul	ORNETTI	Rhumatologie
M.	Pablo	ORTEGA-DEBALLON	Chirurgie Générale
M.	Jean-Michel	PETIT	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Lionel	PIROTH	Maladies infectieuses
Mme	Catherine	QUANTIN	Biostatistiques, informatique médicale
M.	Jean-Pierre	QUENOT	Réanimation
M.	Patrick	RAT	Chirurgie générale
M.	Jean-Michel	REBIBOU	Néphrologie
M.	Frédéric	RICOLFI	Radiologie et imagerie médicale
M.	Paul	SAGOT	Gynécologie-obstétrique
M.	Emmanuel	SAPIN	Chirurgie Infantile
M.	Henri-Jacques	SMOLIK	Médecine et santé au travail
M.	Éric	STEINMETZ	Chirurgie vasculaire
Mme	Christel	THAUVIN	Génétique
M.	Pierre	VABRES	Dermato-vénéréologie
M.	Bruno	VERGÈS	Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques
M.	Narcisse	ZWETYENGA	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

PROFESSEURS ASSOCIES DES DISCIPLINES MEDICALES

M.	Bruno	MANGOLA	Urgences (du 01/05/2016 au 14/11/2016)
----	-------	----------------	--

PROFESSEURS EN SURNOMBRE

M.	Roger	BRENOT	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
M.	Philippe	CAMUS	(surnombre jusqu'au 31/08/2019)
Mme	Monique	DUMAS-MARION	(surnombre jusqu'au 31/08/2018)
M.	Maurice	GIROUD	(surnombre jusqu'au 21/08/2018)
M.	Frédéric	MICHEL	(surnombre du 20/10/2015 au 31/08/2016)
M.	Pierre	TROUILLOUD	(surnombre du 05/02/2014 au 31/08/2017)

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES
PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES MEDICALES**

			Discipline Universitaire
M.	Sylvain	AUDIA	Médecine interne
Mme	Shaliha	BECHOUA	Biologie et médecine du développement
Mme	Marie-Claude	BRINDISI	Nutrition
M.	Jean-Christophe	CHAUVET-GELINIER	Psychiatrie, psychologie médicale
			(Mobilité Novembre 2016 à 2017)
M.	Alexis	DE ROUGEMONT	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
M.	Hervé	DEVILLIERS	Médecine interne
M.	Olivier	FACY	Chirurgie générale
Mme	Ségolène	GAMBERT-NICOT	Biochimie et biologie moléculaire
Mme	Françoise	GOIRAND	Pharmacologie fondamentale
Mme	Agnès	JACQUIN	Physiologie
M.	Alain	LALANDE	Biophysique et médecine nucléaire
M.	Louis	LEGRAND	Biostatistiques, informatique médicale
Mme	Stéphanie	LEMAIRE-EWING	Biochimie et biologie moléculaire
M	Maxime	SAMSON	Médecine interne
			(Mobilité Novembre 2016 à 2017)
M.	Benoit	TROJAK	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
M.	Paul-Mickaël	WALKER	Biophysique et médecine nucléaire

PROFESSEURS EMERITES

M.	Jean	CUISENIER	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	Jean	FAIVRE	(01/09/2012 au 31/08/2018)
M	Philippe	GAMBERT	(01/09/2014 au 31/08/2017)
M.	Patrick	HILLON	(01/09/2016 au 31/08/2019)
M.	François	MARTIN	(01/09/2015 au 31/08/2018)
M.	Pierre	POTHIER	(01/09/2015 au 31/08/2018)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

M.	Jean-Noël	BEIS	Médecine Générale
----	-----------	------	-------------------

PROFESSEURS ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Didier	CANNET	Médecine Générale
M.	Gilles	MOREL	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE

M.	Clément	CHARRA	Médecine Générale
M.	Rémi	DURAND	Médecine Générale
M.	Arnaud	GOUGET	Médecine Générale
M.	François	MORLON	Médecine Générale
Mme	Anne	WALDNER-COMBERNOUX	Médecine Générale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

M.	Didier	CARNET	Anglais
M.	Jean-Pierre	CHARPY	Anglais
Mme	Catherine	LEJEUNE	Pôle Epidémiologie
M.	Gaëtan	JEGO	Biologie Cellulaire

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Marianne	ZELLER	Physiologie
-----	----------	--------	-------------

PROFESSEURS AGREGES de L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

Mme	Marceline	EVRARD	Anglais
Mme	Lucie	MAILLARD	Anglais

PROFESSEURS CERTIFIES

Mme	Anaïs	CARNET	Anglais
M.	Philippe	DE LA GRANGE	Anglais
Mme	Virginie	ROUXEL	Anglais (Pharmacie)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme	Evelyne	KOHLI	Immunologie
M.	François	GIRODON	Sciences biologiques, fondamentales et cliniques

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

M.	Mathieu	BOULIN	Pharmacie clinique
M.	Philippe	FAGNONI	Pharmacie clinique
M.	Frédéric	LIRUSSI	Toxicologie
M.	Marc	SAUTOUR	Botanique et cryptogamie
M.	Antonin	SCHMITT	Pharmacologie



Université de Bourgogne
UFR des Sciences de Santé
Circonscription Médecine



L'UFR des Sciences de Santé de Dijon, Circonscription Médecine, déclare que les opinions émises dans les thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend ne leur donner ni approbation, ni improbation.

COMPOSITION DU JURY

Président :

Monsieur le Professeur Bélaïd BOUHEMAD

Membres :

Monsieur le Professeur Klaus Luc MOURIER

Monsieur le Professeur Frédéric RICOLFI

Monsieur le Docteur Sébastien MIREK

Monsieur le Docteur Pierre THOUANT

REMERCIEMENTS

A notre Maître et Président de Thèse

Monsieur le Professeur Bélaïd Bouhemad

Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de cette thèse. C'est une fierté de travailler à vos côtés et de pouvoir bénéficier de vos enseignements et vos conseils au quotidien. Veuillez trouver ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

A nos Juges

Monsieur le Professeur Klaus Luc Mourier

Nous vous remercions d'avoir accepté de participer au jury de cette thèse. Veuillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre profond respect.

Monsieur le Professeur Frédéric Ricolfi

Vous nous faites l'honneur d'accepter de juger notre travail. Soyez assuré de notre gratitude et de notre profond respect.

Monsieur le Docteur Pierre Thouant

Pierre, je tiens à te remercier tout particulièrement pour le temps que tu m'as accordé dans la réalisation de ce travail. Tu me fais l'honneur de juger cette thèse. Sois assuré de ma reconnaissance et de mes remerciements les plus sincères.

Monsieur le Docteur Sébastien Mirek

Sébastien, je te remercie d'avoir accepté de m'encadrer dans ce travail de thèse. Merci de m'avoir proposé un sujet passionnant et de m'avoir suivi au quotidien. Merci pour le temps accordé et pour tes conseils avisés. Tu as su me faire partager ta passion pour cette spécialité alors que j'étais externe dans le service de Réanimation Neuro-Traumatologique. Sois assuré de ma profonde reconnaissance et de mon amitié sincère.

A notre Maître

Monsieur le Professeur Claude Girard

Nous vous remercions pour votre enseignement et votre soutien au cours de notre formation. Soyez assuré de notre reconnaissance ainsi que de notre profond respect.

A ma femme

Justine, merci pour le bonheur et le soutien que tu m'apportes chaque jour. Je suis fier de partager ma vie à tes côtés. Nous avons vécu plein de merveilleux moments ensemble et il en reste beaucoup d'autres à venir. J'ai hâte de découvrir avec toi la petite bouille de notre puce qui va arriver dans nos vies d'ici peu. Merci également pour la relecture attentive de ce travail. D'ailleurs quel est le sujet ?

A mes parents

Merci de m'avoir permis de devenir ce que je suis. Merci pour le soutien, la confiance et l'aide que vous m'avez apportés tout au long de mes études. Sans vous rien n'aurait été possible.

A mon frère

Quentin, je te souhaite de t'épanouir pleinement dans ta vie personnelle et professionnelle. Et visiblement, tout semble bien parti.

A mes grands parents

Je vous remercie d'avoir toujours été fiers de la voie que j'ai choisie et de vous être toujours inquiétés de mes études qui vous paraissaient si difficiles.

Au reste de ma famille

A mon oncle et ma tante, à mes cousins et cousines, la distance et le temps espacent nos retrouvailles mais les souvenirs d'enfance restent bien présents.

A mes beaux parents Pascale et Gino, à mes belles sœurs et beaux frères

Je vous remercie de m'avoir accueilli à bras ouverts dans votre grande famille. Aujourd'hui est un grand jour, il marque la fin de mes études. Merci pour votre soutien tout au long de ces années.

A mes amis

Dimitri, j'espère que ta nouvelle vie loin de la France comblera tes attentes. Réserve nous une chambre on arrive bientôt!

Rany, après de longs moments à réviser ensemble à la BU et à se soutenir pour les partiels, tu vas bientôt être à ton tour Docteur. Merci pour ces bons moments studieux partagés.

A mes autres amis Dijonnais et Mâconnais, je suis très heureux d'avoir partagé cette grande étape avec vous. Peut-être cela vous a-t-il plus amplement éclairé sur mon métier ?

A mes collègues

A mes co-internes de promo, je vous remercie pour la cohésion qui a toujours régné entre nous. Olivier, notre spécialiste fast-food Alsacien ; Mélitine et sa belle pelure ; Charlotte et ses phrases cultes ; Mourad et son radar laser ; Marie la Marseillaise ; Filiz la courageuse; Jennifer la future maman ; Julie notre râleuse favorite ; Florence et ses présentations à mourir de rire en réa poly ; Floriane la future Mâconnaise ; Paolo l'Italien. Bon vent à tous !

Aux plus jeunes, je serais heureux de travailler à vos côtés ces prochaines années.

A tous les chefs d'anesthésie et de réanimation du CHU, je vous remercie pour vos enseignements, vos conseils et votre patience. J'espère ne pas vous décevoir.

A toute l'équipe médicale et paramédicale de Beaune, merci pour votre sympathie et votre accompagnement dans la découverte de l'anesthésie.

Aux équipes d'anesthésie et de réanimation de Chalon, merci pour votre accueil et votre transmission du savoir.

A tous les médecins, chirurgiens, sages-femmes, IADE, IBODE, cadres, AS, ASH, kinés, brancardiers, manipulateurs radio, secrétaires, externes avec qui j'ai apprécié travailler.

Au Docteur Aho pour le temps qu'il m'a consacré, sa disponibilité et sa joie de vivre.

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions.

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité.

Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

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

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

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

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

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

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....	14
II. MATÉRIEL ET MÉTHODES	15
1) Type d'étude.....	15
2) Objectifs	15
3) Population étudiée.....	15
4) Calcul du nombre de sujets nécessaires	16
5) Balance bénéfico-risque	16
6) Critères de jugement	16
7) Déroulement de l'étude	16
8) Analyses statistiques.....	23
III. RÉSULTATS.....	24
1) Données cliniques et démographiques des patients	24
2) Données descriptives au moment de l'échographie	24
3) Mesure des ventricules cérébraux.....	26
4) Mesure de la déviation de la ligne médiane	31
5) Localisation des cathéters de DVE.....	32
6) Détection des hématomes.....	32
IV. DISCUSSION.....	33
1) Limites de l'étude.....	33
2) Données cliniques et démographiques.....	34
3) Données descriptives au moment de l'échographie	34
4) Mesure des ventricules cérébraux.....	35
5) Mesure de la déviation de la ligne médiane	37
6) Localisation des cathéters de DVE.....	38
7) Détection des hématomes intracrâniens	39
8) Perspectives.....	39
V. CONCLUSION	40
VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	41
VII. ANNEXES.....	45

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- **ACSOS** : Agression Cérébrale Secondaire d'Origine Systémique
- **ALR** : Anesthésie Loco-Régionale
- **AVC** : Accident Vasculaire Cérébral
- **BIV** : Bifurcation Ventriculaire
- **CHU** : Centre Hospitalier Universitaire
- **DLM** : Déviation de la Ligne Médiane
- **DVE** : Dérivation Ventriculaire Externe
- **EDTC** : Echodoppler Transcrânien
- **ETC2D** : Echographie Transcrânienne Bidimensionnelle
- **HTIC** : Hypertension Intracrânienne
- **IGSII** : Indice de Gravité Simplifié
- **IMC** : Indice de Masse Corporelle
- **SOFA** : Sequential Organ Function Assessment
- **TDMc** : Tomodensitométrie cérébrale
- **V3** : 3^{ème} Ventricule
- **VL** : Ventricule Latéral

I. INTRODUCTION

Actuellement, le scanner cérébral reste l'examen de référence pour le diagnostic étiologique des patients cérébrolésés (1–4). Il est amené à être répété en cas de modifications cliniques ou pour le suivi (1). Il nécessite le transport de patients en état souvent précaire, pouvant être responsable de complications (5–7), avec une exposition aux radiations ionisantes (8) et un coût en temps médical et paramédical.

L'échographie est en plein essor dans le domaine de l'anesthésie-réanimation du fait de son caractère non invasif, d'appareils de plus en plus performants, de l'absence d'irradiation et de transport des patients (9). L'échodoppler transcrânien (EDTC) est utilisé quotidiennement en neuro-réanimation pour la détection de l'hypertension intracrânienne (HTIC), du vasospasme (10) et de la mort encéphalique (11) grâce à l'analyse de l'hémodynamique cérébrale.

En 1990, Bogdahn *et al.* (12) montrait que l'identification des structures cérébrales était possible par échographie transcrânienne bidimensionnelle (ETC2D) en fenêtre temporale.

Ainsi, l'ETC2D permettrait la mesure de la déviation de la ligne médiane (13), des ventricules cérébraux (14,15) et la visualisation des hématomes intracrâniens (16). L'extrémité des cathéters de dérivation ventriculaire externe (DVE) est visible en ETC2D chez les patients craniectomisés (17). Cependant, la plupart de ces études portent sur des patients médicaux hospitalisés en neurologie ou des volontaires sains. Peu de données sont disponibles chez les patients cérébrolésés hospitalisés en réanimation traumatologique et neurochirurgicale. Les performances diagnostiques de l'ETC2D en fenêtre temporale dans ces indications restent à préciser.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1) Type d'étude

Il s'agit d'une étude observationnelle, prospective, monocentrique, entrant dans le cadre des soins courants, réalisée au sein de l'unité de Réanimation Traumatologique et Neurochirurgicale du CHU de Dijon de juin 2015 à février 2016.

2) Objectifs

L'objectif primaire est de comparer les performances diagnostiques entre l'ETC2D et le scanner cérébral chez les patients cérébrolésés hospitalisés en réanimation traumatologique et neurochirurgicale.

Les objectifs secondaires sont d'évaluer l'intérêt diagnostique de l'ETC2D pour détecter les hématomes intracrâniens et localiser la position de l'extrémité des cathéters de DVE.

3) Population étudiée

Sont inclus de façon consécutive tous les patients majeurs hospitalisés dans le service de Réanimation Traumatologique et Neurochirurgicale du CHU de Dijon, ayant donné leur consentement oral (ou la personne de confiance en cas d'inaptitude à consentir) et ayant une ETC2D réalisée dans les trois heures avant ou après un scanner cérébral dont l'indication est posée par le médecin en charge du patient.

Sont exclus de cette étude :

- les adultes protégés,
- les patients non affiliés à un régime de sécurité sociale,
- les femmes enceintes ou allaitantes,
- les patients porteurs de pansements ou présentant des sutures chirurgicales empêchant la réalisation de l'ETC2D.

4) Calcul du nombre de sujets nécessaires

Devant l'absence d'étude préalable et le caractère exploratoire de l'étude, nous optons pour un choix raisonné de participants, en incluant consécutivement le plus grand nombre de malades, afin que la population incluse représente au mieux la population générale de notre service.

5) Balance bénéfice-risque

Aucune complication à l'usage de l'échographie n'est rapportée.

Cet examen utilisé quotidiennement est non invasif, non irradiant et disponible au lit du malade.

6) Critères de jugement

Le critère de jugement principal étudie la corrélation et la concordance entre l'ETC2D et le scanner cérébral pour mesurer les ventricules cérébraux et la déviation de la ligne médiane.

Les critères de jugement secondaires déterminent la sensibilité et la spécificité de l'ETC2D pour localiser la position des cathéters de DVE et détecter les hématomes intracrâniens.

7) Déroulement de l'étude

a) Inclusion des patients

Dès que l'indication d'un scanner cérébral est posée chez l'un des patients hospitalisés en Réanimation Traumatologique et Neurochirurgicale, l'opérateur réalisant l'échographie est contacté et réalise l'examen après vérification des critères d'inclusion et d'exclusion, information et recueil du consentement.

b) Recueil des données

Etant donné le caractère observationnel, toutes les données cliniques et paracliniques sont recueillies à partir des dossiers patients (pancarte, dossier informatique, dossier papier). Aucun examen supplémentaire n'est réalisé.

Les données sont recueillies anonymement sur une feuille de recueil standardisée (**Annexes**) :

- Caractéristiques de la population à l'admission : données démographiques, pathologie ayant conduit à l'admission en réanimation, données clinico-biologiques, score de gravité IGS II.
- Caractéristiques des patients lors de l'échographie : délai entre scanner et échographie, durée d'hospitalisation, score SOFA, traitements en cours, intervention neurochirurgicale depuis l'entrée, présence d'une DVE et ses caractéristiques, données clinico-biologiques au moment de l'échographie dont les ACSOS, durée de l'examen.

c) Réalisation de l'échographie et recueil de données

Les mesures échographiques sont réalisées par un seul opérateur, formé à l'utilisation de l'EDTC, en aveugle des données scannographiques et de l'état fonctionnel ou non de la DVE. Elles sont acquises en mode bidimensionnel grâce à l'appareil du service (Philips CX50™, avec une sonde basse fréquence S5-1 (1-5MHz) et un module de doppler transcrânien intégré). Nous avons utilisé l'imagerie harmonique afin d'améliorer la résolution et ainsi mieux identifier les structures cérébrales (18).

Chaque examen est réalisé de façon bilatérale et standardisée (12,19) :

- Mise en place de gel stérile sur la sonde d'échographie et apposition au niveau de la fenêtre osseuse temporale parallèlement au plan orbito-méatal. Par défaut, l'avant sera toujours situé sur la partie gauche de l'image.
- La profondeur est réglée initialement à 15-16 cm afin d'obtenir l'image hyperéchogène de la voute crânienne controlatérale traduisant la présence d'une fenêtre osseuse perméable aux ultrasons.
- Les réglages du gain et de la luminosité sont laissés à l'appréciation de l'opérateur.
- La première étape passe par le repérage du mésencéphale (pédoncules cérébraux) qui servira de plan de référence. Il est identifié comme étant une image hypoéchogène centrale en forme « d'ailes de papillon ».

- La sonde est ensuite orientée de 10 à 20 degrés vers le haut jusqu'au plan du **3^{ème} ventricule (V3)**, repéré comme une image centrale hypoéchogène surmontée par deux lignes hyperéchogènes latéralement, correspondant à l'épendyme, et une structure ronde hyperéchogène en arrière, correspondant à la glande pinéale. Le diamètre transverse maximum du V3 (mm) est mesuré entre la partie interne des deux lignes hyperéchogènes (14,20).
- Dans ce plan est également calculée la **déviat**ion de la ligne médiane selon deux techniques différentes :
 - La première, décrite par Seidel (21) (**Figure 1**), utilise la distance mesurée entre la ligne perpendiculaire au milieu du 3^{ème} ventricule (entre les deux lignes hyperéchogènes) et la sonde d'échographie (table externe de l'os temporal). Ces mesures sont réalisées de façon bilatérale. Par convention, "A" correspond à la mesure prise du côté gauche et "B" à la mesure prise du côté droit. La déviation de la ligne médiane est calculée comme la différence entre B et A, divisée par 2, de sorte qu'un résultat positif traduit une déviation vers la gauche et un résultat négatif une déviation vers la droite :

$$DLM = (B-A)/2$$

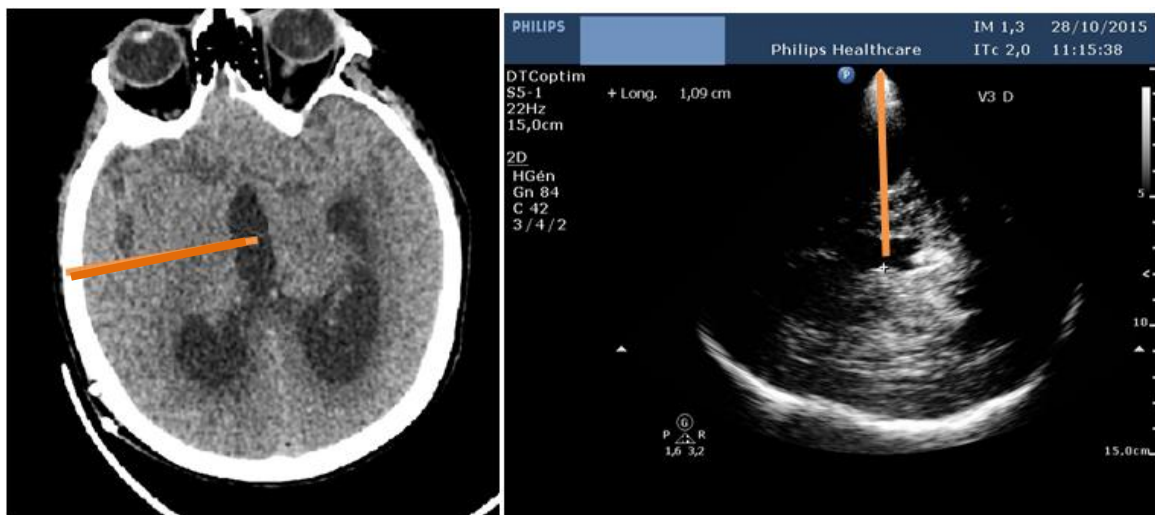


Figure 1 : Mesure de la DLM selon Seidel en ETC2D avec illustration en TDM
 La mesure est réalisée en fenêtre temporelle droite. — = distance B
 La distance A est mesurée de la même façon en fenêtre temporelle gauche.
 DLM, déviation de la ligne médiane ; ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle ;
 TDM, tomodensitométrie cérébrale

- o La seconde décrite par Bertram (22) (**Figure 2**), utilise quant à elle la distance mesurée entre la ligne perpendiculaire au milieu du 3^{ème} ventricule (entre les deux lignes hyperéchogènes) et la table osseuse interne controlatérale du crâne. Ces mesures sont réalisées de façon bilatérale. Par convention, A' correspond à la mesure prise du côté droit (*ie* entre le milieu du 3^{ème} ventricule et la table osseuse interne gauche) et B' à la mesure prise du côté gauche (*ie* entre le milieu du 3^{ème} ventricule et la table osseuse interne droite). La déviation de la ligne médiane' (DLM') est calculée comme la différence entre B' et A' divisée par 2, de sorte qu'un résultat positif traduit une déviation vers la gauche et un résultat négatif une déviation vers la droite :

$$DLM' = (B' - A')/2$$

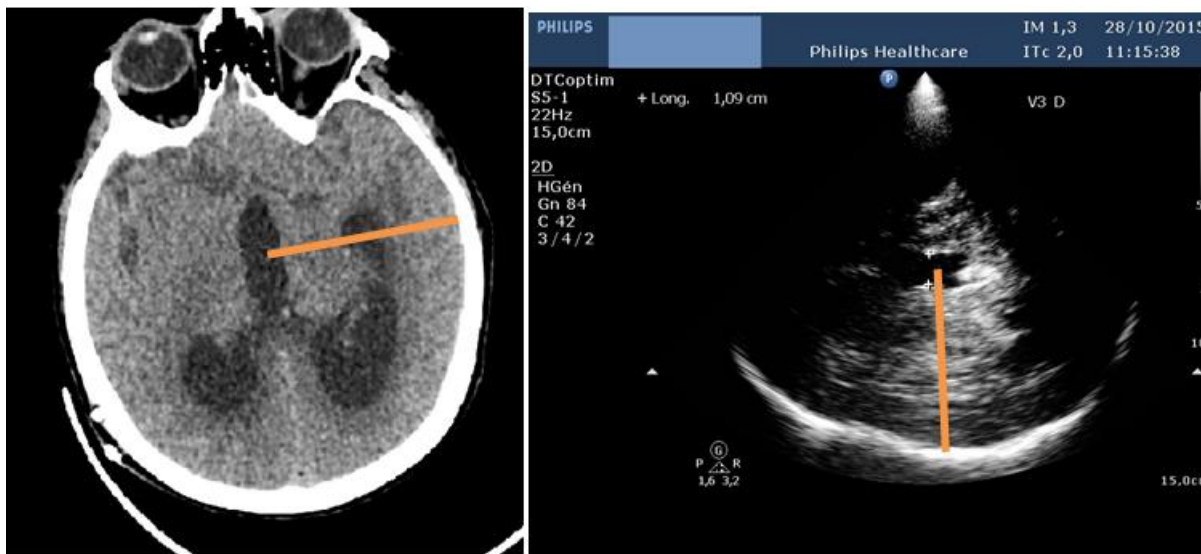


Figure 2 : Mesure de la DLM selon Bertram en ETC2D avec illustration en TDM
La mesure est réalisée en fenêtre temporelle droite. — = distance A'
La distance B' est mesurée de la même façon en fenêtre temporelle gauche.
 DLM, déviation de la ligne médiane ; ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle ;
 TDM, tomodensitométrie cérébrale

- La sonde est ensuite orientée vers le haut jusqu'à obtenir le plan passant par les cornes frontales des **ventricules latéraux** identifiés comme des images centrales, antérieures, hypoéchogènes surmontées de deux lignes hyperéchogènes parallèles correspondant aux couches médiales et latérales de l'épendyme. Les ventricules sont mesurés du côté opposé à la sonde de façon bilatérale à deux endroits :
 - **Diamètre maximal** (mm) visible mesuré entre les deux lignes hyperéchogènes (23,24).
 - **Diamètre au niveau de la bifurcation ventriculaire** (mm) afin d'avoir une référence anatomique fixe.

- Les **hématomes** (15,25) sont repérés dans les différents plans d'analyse au cours de l'examen. Comme le décrit Seidel (16), les hématomes intracrâniens peuvent être évalués échographiquement. Leur apparence évolue avec le temps. Initialement (J1-J5), les hématomes sont plus hyperéchogènes que le tissu avoisinant. Ensuite (J6-J10), l'hyperéchogénicité diminue en partant du centre vers la périphérie avant de devenir hypoéchogène à partir de J10, avec un halo échogène en périphérie.
 La présence d'hématomes est recueillie et leurs localisations sont précisées comme suit : latéralité, tronc cérébral, fosse postérieure, cortical, profond, hématome sous dural ou extra dural.

- Devant l'absence de littérature sur le sujet, nous localisons **l'extrémité du cathéter de DVE** (légèrement hyperéchogène) au sein des structures cérébrales au cours de l'analyse systématique. Idéalement, l'extrémité du cathéter doit se trouver en regard du foramen de Monro, dans la corne frontale homolatérale du ventricule latéral (26–28) afin de diminuer le risque de révision. Ainsi, nous notons comme en place l'extrémité du cathéter qui se trouve au niveau de la corne frontale du ventricule latéral homolatéral à la pose. Il est considéré comme non en place dans les autres positions.

d) Recueil des données scannographiques (examen de référence = Gold standard)

Les mesures scannographiques sont réalisées par un seul neuroradiologue, en aveugle des mesures échographiques. Chacune des données sera recueillie de façon bilatérale.

- Mesure de la taille des ventricules dans le plan transverse :
 - Diamètre maximal (mm) du 3^{ème} ventricule.
 - Diamètre maximal (mm) des ventricules latéraux dans l'espace compris entre les cornes frontales en avant et la partie postérieure du carrefour inter ventriculaire (**Figure 3**).
 - Diamètre maximal (mm) au niveau de la bifurcation ventriculaire de la corne frontale (**Figure 3**).

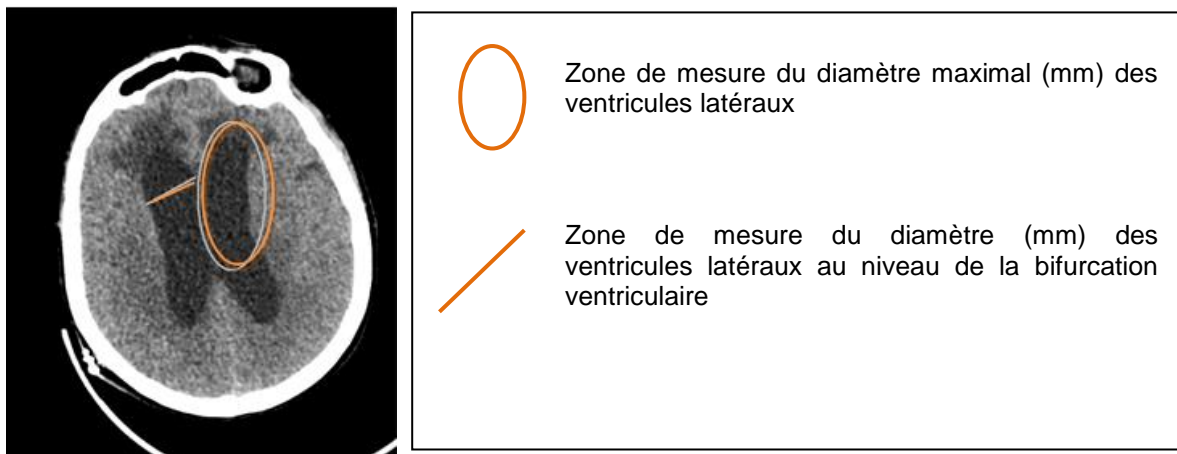
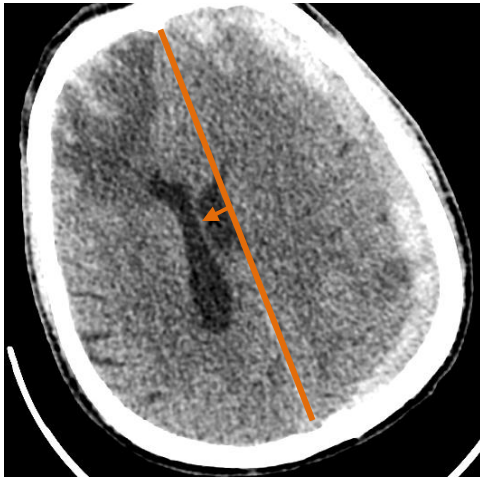


Figure 3 : Mesure des différents diamètres des ventricules latéraux au scanner cérébral

- Mesure de la déviation de la ligne médiane (DLM) selon la méthode utilisée par les neuroradiologues qui mesure la distance (mm) entre la ligne médiane idéale et le septum pellucidum (29) à l'endroit où la déviation est la plus large (**Figure 4**). Par convention, un résultat positif traduit une déviation vers la gauche et un résultat négatif une déviation vers la droite.



Mesure de la distance (mm) entre la ligne médiane idéale et le septum pellucidum.

Figure 4 : Technique de mesure de la déviation de la ligne médiane au scanner

- Pour assurer la comparaison, la présence et la localisation des hématomes sont recueillies selon les mêmes caractéristiques qu'en échographie.
- Pour assurer la comparaison, l'extrémité du cathéter de DVE est notée comme en place selon les mêmes caractéristiques qu'en échographie.

8) Analyses statistiques

Les variables quantitatives sont décrites à l'aide de leur moyenne, écart-type et/ou les quartiles (médiane, p25 et p75).

L'étude de leur distribution (gaussiennes ou non) est réalisée à l'aide d'histogrammes et de test de normalité sur différents types de transformées (logarithmique, puissances diverses...).

Les variables qualitatives sont décrites à l'aide de pourcentage.

Les relations entre les mesures échographiques et scannographiques sont estimées à l'aide d'un modèle de régression linéaire, avec un estimateur robuste de variance (Vach, 2013).

Concernant le critère de jugement principal, la concordance des mesures est estimée par un coefficient de corrélation de lin (30) et par la méthode de Bland-Altman (31).

Concernant les critères de jugement secondaires, les intervalles de confiance à 95% des sensibilités et spécificités sont estimés à l'aide de la méthode binomiale exacte.

Les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Stata, version 12 (Stata, 2011) et R, version 3.2.0 (R Core Team, 2015).

III. RÉSULTATS

1) Données cliniques et démographiques des patients

Quarante-sept patients consécutifs d'âge moyen $55,5 \pm 18,8$ ans, dont vingt-six hommes sont inclus. L'IMC moyen est de 25 ± 5 kg/m² et l'IGS II médian de 43 (IQR 23). Le score de Glasgow moyen initial est de 8 ± 4 . Les motifs d'admission sont présentés dans le **Tableau 1**.

Motifs d'admission	Nombre	Pourcentage
Hémorragie sous arachnoïdienne	15	32%
Traumatisme crânien grave	19	40%
AVC hémorragique	13	28%
Total	47	100%

Tableau 1 : Motifs d'admission

2) Données descriptives au moment de l'échographie

La **Figure 5** présente le diagramme de flux illustrant les caractéristiques des patients et des données échographiques. L'échographie est réalisée à $7,4 \pm 9,9$ jours d'hospitalisation et dure 14 ± 4 minutes. Le délai moyen entre le scanner et l'échographie est de 79 ± 89 minutes. Le score SOFA moyen est de $6,7 \pm 3,8$.

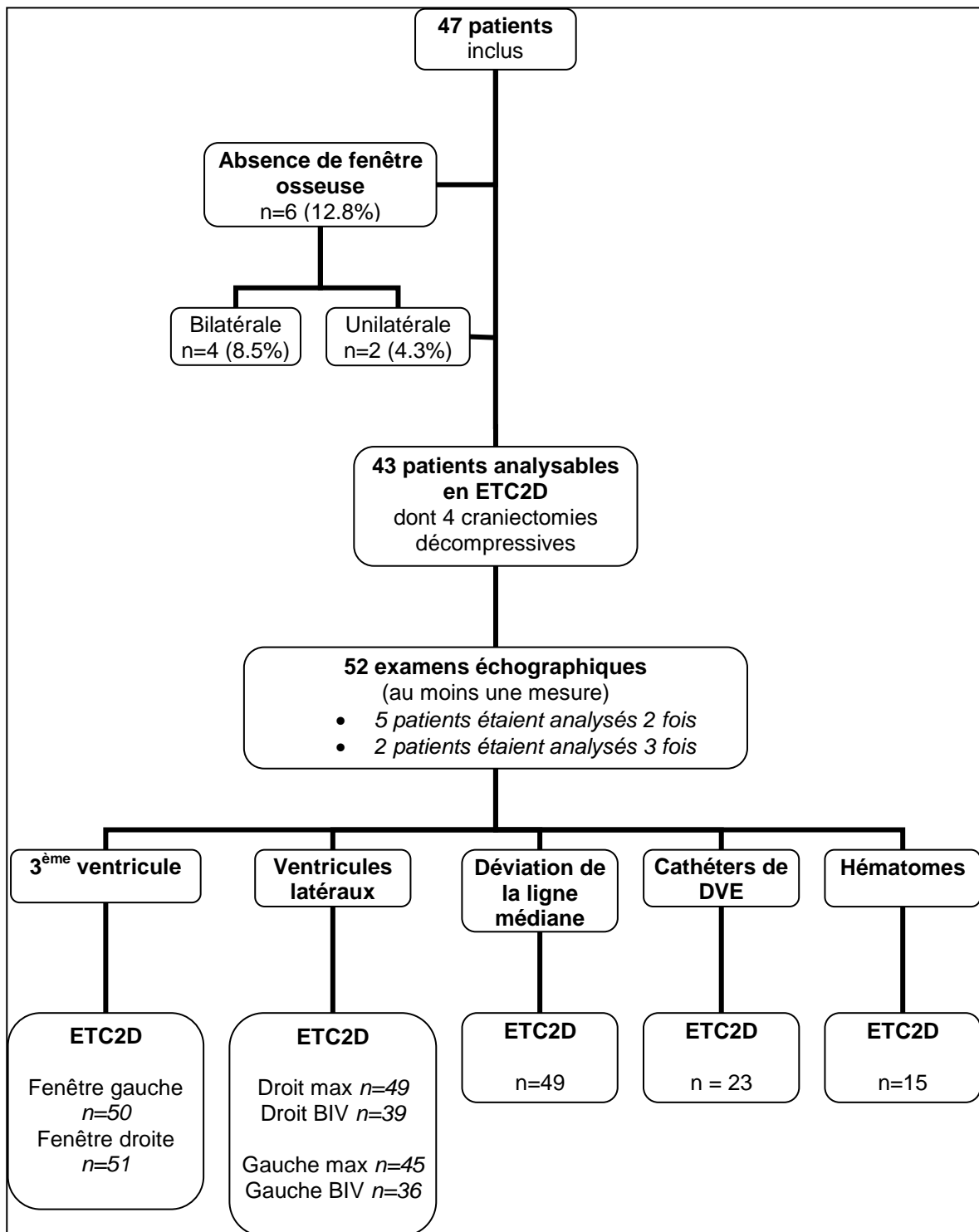


Figure 5 : Diagramme de flux précisant les caractéristiques des patients et des données échographiques disponibles

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; max, diamètre maximal; DVE, dérivation ventriculaire externe; BIV, bifurcation ventriculaire

3) Mesure des ventricules cérébraux

a) Troisième ventricule

Le diamètre maximal moyen du 3^{ème} ventricule en TDMc et en ETC2D, quelque soit le côté d'insonation, est respectivement de $5,8 \pm 4,5\text{mm}$ et $6,8 \pm 4\text{mm}$. Les coefficients de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc, concernant le diamètre maximal du 3^{ème} ventricule en fenêtre gauche et droite, sont respectivement de 0,64 (IC 95% : 0,48-0,80 ; $p < 0,001$) et 0,65 (IC 95% : 0,49-0,81 ; $p < 0,001$) (**Figure 6A**). Les moyennes des différences, entre les deux méthodes de mesure et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 6B**), sont respectivement en fenêtre gauche et droite de -1,1mm (-8,3mm à 6,2mm) et -0,9mm (-8,1mm à 6,3mm).

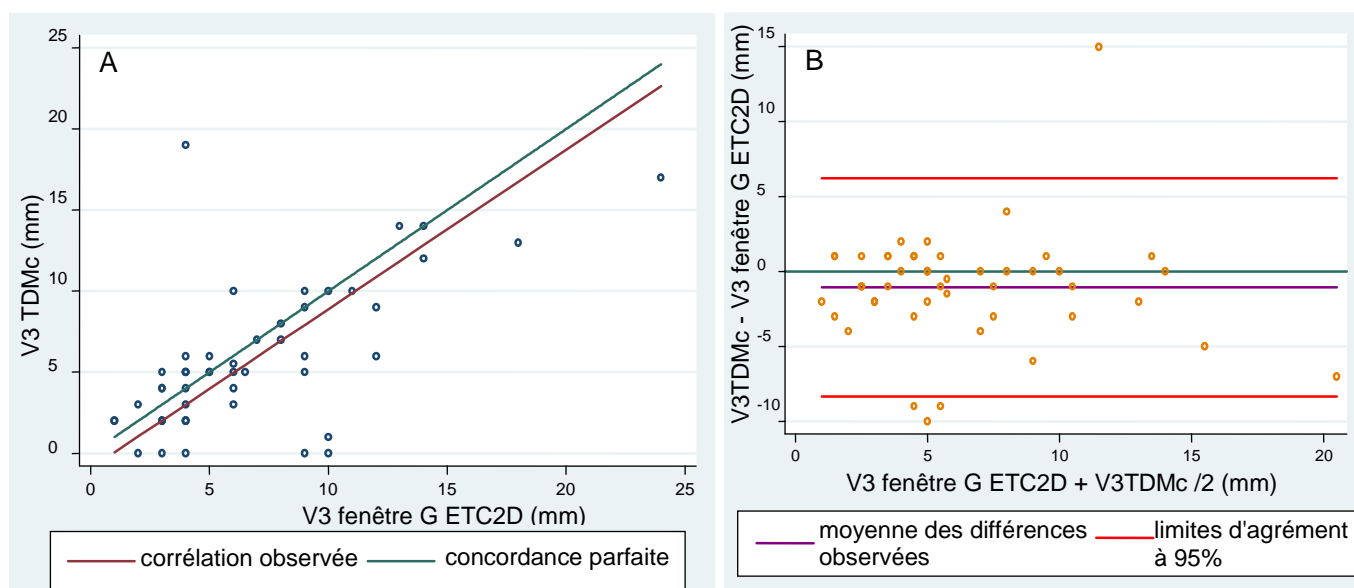


Figure 6

A : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure du V3 en fenêtre gauche

B : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure du V3 en fenêtre gauche

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; V3, diamètre maximal du 3^{ème} ventricule; G, fenêtre gauche

b) Ventricules latéraux

- Diamètre maximal de la corne frontale des ventricules latéraux

A droite, quarante-neuf mesures ETC2D sont possibles contre quarante-cinq à gauche.

Le diamètre maximal moyen de la **corne frontale droite** au TDMc et en ETC2D est respectivement de $12,3\text{mm} \pm 7,0\text{mm}$ et $15,5\text{mm} \pm 7,3\text{mm}$. Le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc concernant le diamètre maximal de la corne frontale droite est de 0,78 (IC 95% : 0,68-0,88 ; $p < 0,001$) (**Figure 7A**). La moyenne des différences entre les deux méthodes de mesure et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 7B**) sont de $-3,2\text{mm}$ ($-10,6\text{mm}$ à $4,1\text{mm}$).

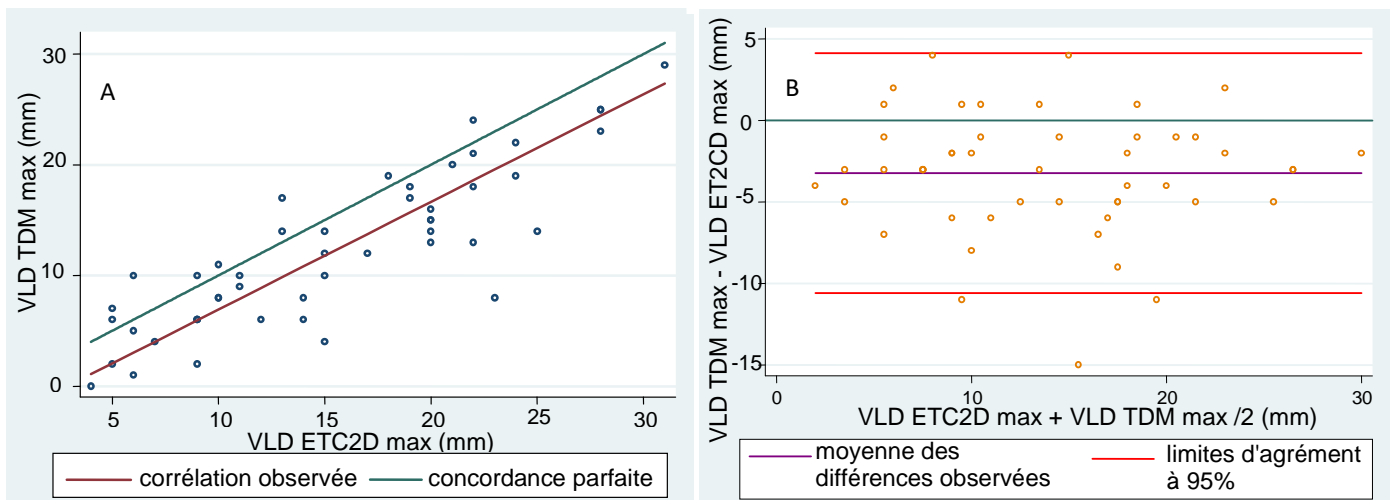


Figure 7 :

A : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre maximal de la corne frontale du ventricule latéral droit

B : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre maximal de la corne frontale du ventricule latéraux droit

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; VLD, ventricule latéral droit ; max, diamètre maximal de la corne frontale

Le diamètre maximal moyen de la **corne frontale gauche**, au TDMc et en ETC2D, est respectivement de $13,0 \pm 7,3\text{mm}$ et $16,7\text{mm} \pm 8,0\text{mm}$. Le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc concernant le diamètre maximal de la corne frontale droite est de 0,81 (IC 95% : 0,72-0,90 ; $p < 0,001$) (**Figure 7C**). La moyenne des différences entre les deux méthodes de mesure et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 7D**) sont de $-3,7\text{mm}$ ($-10,3\text{mm}$ à $2,9\text{mm}$).

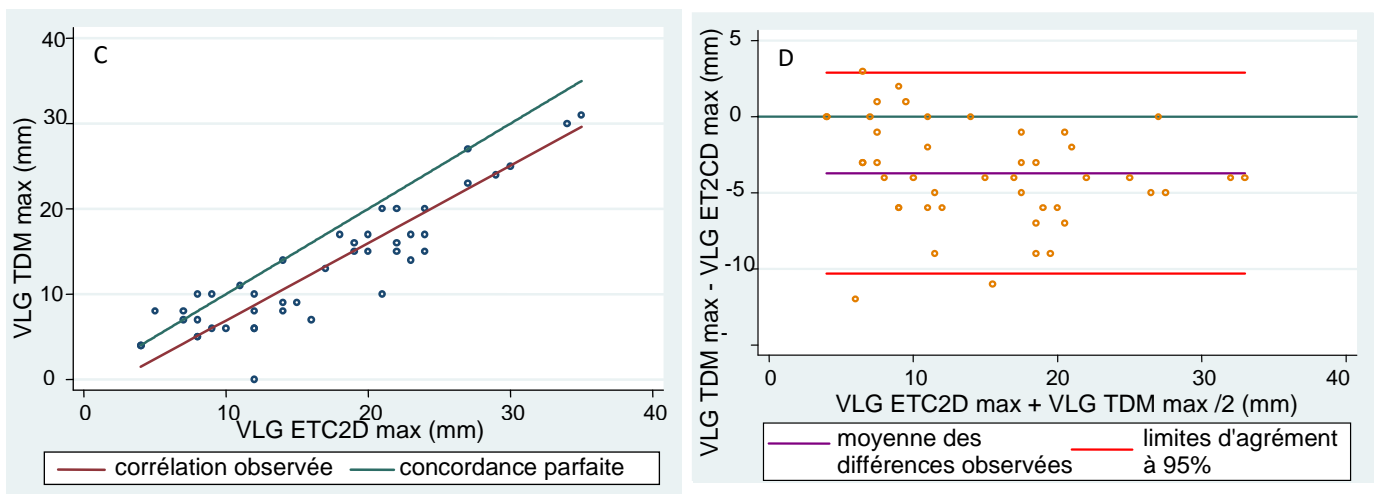


Figure 7 :

C : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre maximal de la corne frontale du ventricule latéral gauche

D : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre maximal de la corne frontale du ventricule latéral gauche

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; VLG, ventricule latéral gauche; max, diamètre maximal de la corne frontale

- Diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire des ventricules latéraux

A droite, trente-neuf mesures ETC2D sont possibles contre trente-six à gauche.

Le diamètre moyen **au niveau de la bifurcation ventriculaire droite** au TDMc et en ETC2D est respectivement de $12,9\text{mm} \pm 6,5\text{mm}$ et $14,6\text{mm} \pm 7,2\text{mm}$. Le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc concernant le diamètre au niveau de la bifurcation ventriculaire droite est de 0,76 (IC 95% : 0,62-0,89 ; $p < 0,001$) (**Figure 8A**). La moyenne des différences entre les deux méthodes de mesure et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 8B**) sont de $-1,7\text{mm}$ ($-10,7\text{mm}$ à $7,3\text{mm}$).

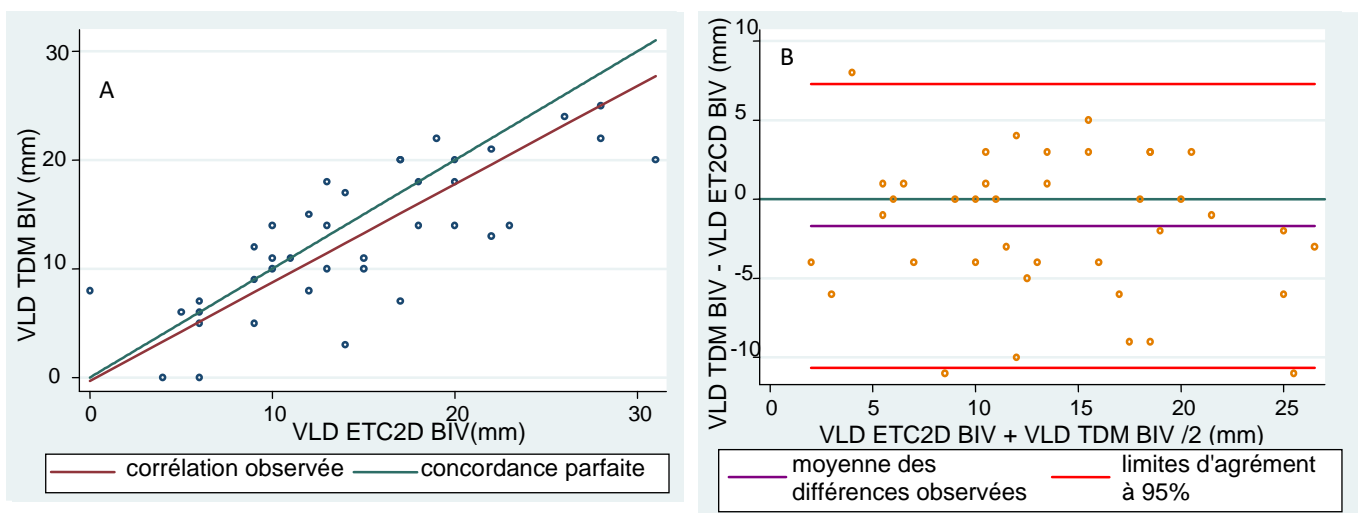


Figure 8 :

A : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire du ventricule latéral droit

B : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire du ventricule latéral droit

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; VLD, ventricule latéral droit ; BIV, diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire

Le diamètre moyen **au niveau de la bifurcation ventriculaire gauche**, au TDMc et en ETC2D, est respectivement de $13,0 \pm 8,1\text{mm}$ et $14,5\text{mm} \pm 8,2\text{mm}$. Le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc concernant le diamètre au niveau de la bifurcation ventriculaire gauche est de 0,88 (IC 95% : 0,81-0,96 ; $p < 0,001$) (**Figure 8C**). La moyenne des différences entre les deux méthodes de mesure et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 8D**) sont de $-1,5\text{mm}$ ($-8,7\text{mm}$ à $5,8\text{mm}$).

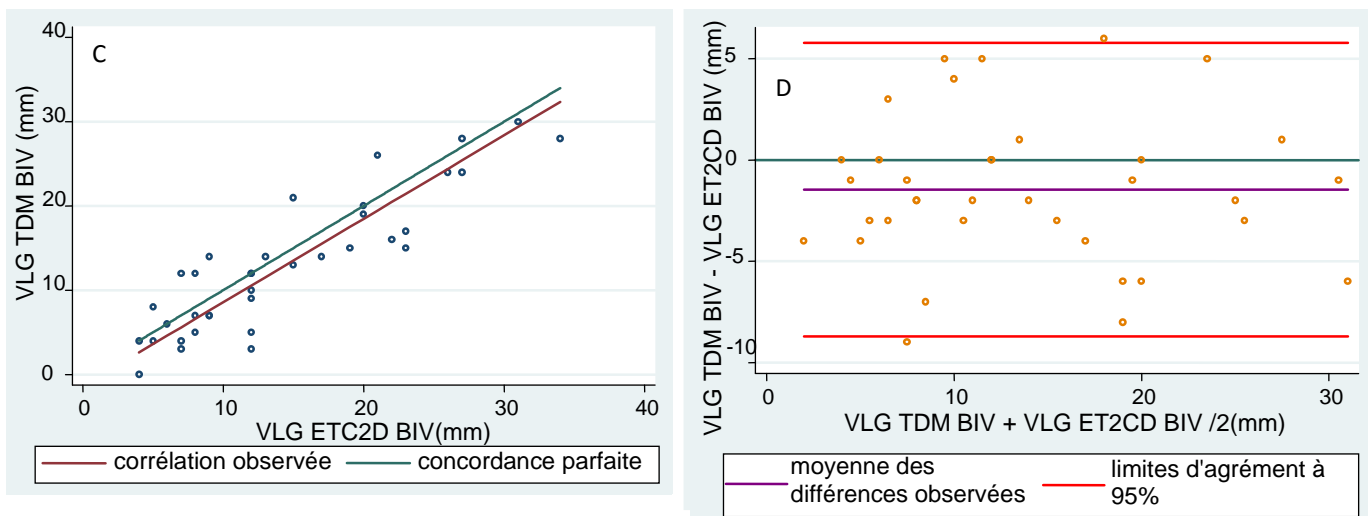


Figure 8 :

C : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire du ventricule latéral gauche

D : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure du diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire du ventricule latéral gauche

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; VLG, ventricule latéral gauche ; BIV, diamètre transverse au niveau de la bifurcation ventriculaire

4) Mesure de la déviation de la ligne médiane

La mesure scannographique moyenne de la déviation de la ligne médiane est de $-1,5\text{mm} \pm 4,6\text{mm}$. Neuf patients sur quarante-neuf (18,4%) présentent une déviation de la ligne médiane $>5\text{mm}$ au scanner contre six (12,3%) en ETC2D. La mesure moyenne de la déviation de la ligne médiane DLM et DLM' en ETC2D est respectivement de $-0,8\text{mm} \pm 4,2\text{mm}$ et $-1,0\text{mm} \pm 4,5\text{mm}$. Le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc est de 0,82 (IC95% : 0,73-0,92 ; $p < 0,001$) concernant DLM et 0,79 (IC95% : 0,69-0,90 ; $p < 0,001$) concernant DLM' (**Figure 9 A-C**). La moyenne des différences entre TDMc et ETC2D et les limites d'agrément à 95% présentées dans le graphique de Bland Altman (**Figure 9 B-D**) sont respectivement pour DLM et DLM' de $-0,6\text{mm}$ ($-5,7\text{mm}$ à $4,4\text{mm}$) et $-0,5\text{mm}$ ($-6,2\text{mm}$ à $5,1\text{mm}$).

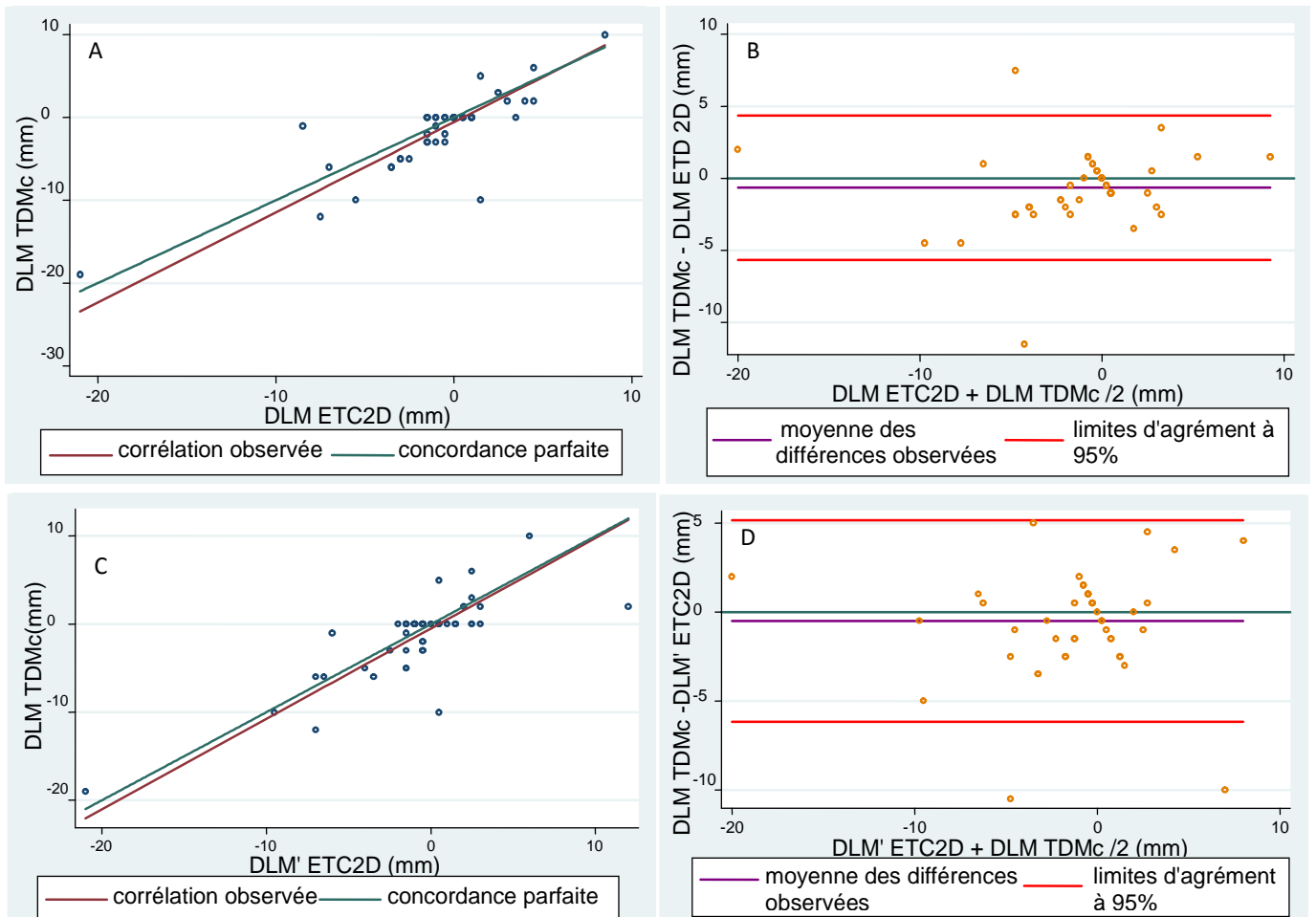


Figure 9 : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure de la déviation de la ligne médiane A-C : Corrélation entre ETC2D et TDMc pour la mesure de la déviation de la ligne médiane DLM (A) et DLM' (C)

B-D : Graphique de Bland Altman montrant l'agrément entre ETC2D et TDMc pour la mesure de la déviation de la ligne médiane DLM (B) et DLM' (D)

ETC2D, échographie transcrânienne bidimensionnelle; TDMc, scanner cérébral; DLM, déviation de la ligne médiane; DLM et DLM' ETC2D, déviation de la ligne médiane mesurée échographiquement selon la technique de Seidel et Bertram respectivement

5) Localisation des cathéters de DVE

Vingt malades portaient une DVE. Trois ont été étudiés deux fois. Chez tous les patients, la visualisation à l'ETC2D de la corne frontale homolatérale était possible. Le tableau de contingence est représenté dans le **Tableau 2**. La sensibilité et la spécificité sont respectivement de 73% (IC 95% : 0,39-0,94) et 92% (IC 95% : 0,62-0,99). Les valeurs prédictives positives et négatives sont respectivement de 89% (IC 95% : 0,52-0,99) et 79% (IC95% : 0,49-0,95). Le rapport de vraisemblance positive est de 8,73.

		TDMc		
		En place	Non en place	Total
ETC2D	En place	8	1	9
	Non en place	3	11	14
	Total	11	12	23

Tableau 2 : Tableau de contingence représentant la position des cathéters de DVE au TDMc et en ETC2D

6) Détection des hématomes

Sur les cinquante-deux couples d'examen TDMc/ETC2D, vingt-cinq (48%) présentaient un hématome au TDMc. Vingt étaient supra-tentoriel et cinq infra-tentoriel. Sur les quinze hématomes vus en ETC2D, quatorze étaient supra-tentoriel et un infra-tentoriel. Le tableau de contingence est représenté dans le **Tableau 4**. La sensibilité et la spécificité sont respectivement de 60% (IC95% : 0,41-0,77) et 100% (IC95% : 0,88-1). Les valeurs prédictives positives et négatives sont respectivement de 100% (IC95% : 0,78-1) et 73% (IC95% : 0,56-0,86).

		TDMc		
		Hématomes	Absence d'hématome	Total
ETC2D	Hématomes	15	0	15
	Absence d'hématome	10	27	37
	Total	25	27	52

Tableau 3 : Tableau de contingence représentant le nombre d'hématomes vus en TDMc et ETC2D

IV. DISCUSSION

1) Limites de l'étude

Cette étude observationnelle comporte un manque de puissance lié à l'effectif réduit de patients inclus. Cependant, les effectifs étudiés dans la littérature concernant la mesure de la déviation de la ligne médiane (13,17,21,32–34), la taille des ventricules (14,17,23,24,35) et la visualisation des hématomes intracrâniens (15–17) sont faibles allant de dix-huit (21) à soixante-et-un patients (34). La seule étude portant en partie sur la détection des cathéters de DVE, chez les patients ayant une craniectomie (17), incluait trente patients dont vingt-trois en étaient porteurs.

Notre étude comporte également des biais :

- Des biais de sélection liés au recrutement monocentrique et à l'impossibilité avec un seul opérateur de réaliser de façon exhaustive une échographie à chaque patient allant au scanner. Afin de limiter ce biais, les patients étaient inclus de façon consécutive selon la disponibilité de l'observateur.
- Un biais de mesure lié au manque d'expérience de l'opérateur dans la réalisation de l'échographie transcrânienne bidimensionnelle (ETC2D). En effet, bien que compétent en échodoppler transcrânien (EDTC) et en échographie bidimensionnelle (échographie cardiaque, pulmonaire et ALR), un apprentissage à l'ETC2D a été nécessaire avant le début de l'étude. La courbe d'apprentissage de cette technique restant peu étudiée, les résultats peuvent être biaisés par ce manque d'expérience. Berg *et al.* (36) relate le fait qu'un opérateur déjà entraîné à l'utilisation de l'échographie bidimensionnelle peut être formé à l'ETC2D en une à trois semaines. Quatre à huit semaines seraient nécessaires à la formation d'un débutant en échographie. Pour limiter ce biais de mesure, un seul opérateur effectuait les mesures échographiques. En faisant ce choix, la variabilité inter-observateurs n'est pas possible à évaluer.

- Les analyses échographiques et scannographiques étaient réalisées en aveugle l'une de l'autre, par deux opérateurs différents, afin de diminuer le biais d'interprétation.
- Certaines échographies étaient réalisées avant la réalisation de soins ou de transferts urgents. Pour ne pas causer de perte de chance aux patients, l'examen échographique était interrompu, entraînant possiblement des données manquantes. De plus, certaines données recueillies avant l'admission ou dans les dossiers papiers peuvent manquer ou être imprécises.

Cependant, le caractère prospectif de l'étude et la réalisation de l'échographie selon un protocole prédéfini permettent de diminuer le nombre de données manquantes concernant les critères de jugement principaux et secondaires.

2) Données cliniques et démographiques

Notre population comprend essentiellement des hommes, jeunes, souffrant majoritairement de traumatismes crâniens graves et d'hémorragies méningées (37,38). Ce profil de patients est habituellement retrouvé en réanimation traumatologique et neurochirurgicale.

Dans notre étude, le score IGS II médian à 43, associé au score de Glasgow initial moyen à 8, illustre la gravité clinique des patients inclus.

3) Données descriptives au moment de l'échographie

L'absence de fenêtre temporale retrouvée chez 12,8% des patients est concordante avec la littérature (de 5% à 18% (12,39)) et représente le principal facteur limitant de cette technique échographique.

La durée de réalisation de l'examen de 14 ± 4 minutes est longue, ce qui en fait un examen difficilement réalisable en urgence. Le possible biais lié au manque d'expérience de l'opérateur peut influencer ce résultat avec des durées d'examen probablement plus longues chez les premiers patients.

Le délai moyen de 79 ± 89 minutes entre les deux examens est court. Cependant, nous ne pouvons pas exclure un biais de mesure lié à ce délai, en particulier chez les patients admis en urgence ou instables chez lesquels des modifications morphologiques cérébrales peuvent se produire rapidement.

4) Mesure des ventricules cérébraux

a) Troisième ventricule

Dans notre étude, le coefficient de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc à 0,65 est plus faible que dans la littérature, celui-ci allant de 0,83 à 0,97 (14,22,24).

L'ETC2D surestime la mesure scannographique de 1,1mm en moyenne, quelque soit la taille du 3^{ème} ventricule. Bertram *et al.* (22) trouvait une différence moyenne entre les deux méthodes de mesure de -0,8mm qui variait en fonction de la taille du 3^{ème} ventricule. Ainsi, plus le diamètre du 3^{ème} ventricule augmentait en TDMc, plus l'ETC2D sous-estimait son diamètre. Cette différence de l'ordre du millimètre semble négligeable du fait de l'impossibilité à atteindre une telle précision lors des mesures scannographiques.

Les limites d'agrément à 95% sont assez larges entre -8,3mm et 6,2mm illustrant une concordance médiocre. Néanmoins, un modèle statistique pourrait établir une équation permettant de prédire la mesure en TDMc à partir de l'ETC2D.

Les trois études (14,22,24) étaient constituées de patients médicaux de neurologie. Notre population comporte des patients présentant des hémorragies intra-ventriculaires rendant difficile l'identification des parois ventriculaires. Cette hypothèse pourrait en partie expliquer que la performance diagnostique de la mesure du troisième ventricule dans notre étude soit plus faible que dans la littérature. Une analyse en sous groupe sur une plus grande population permettrait de préciser cette hypothèse.

Les coefficients de corrélation inter-observateurs retrouvés dans la littérature concernant l'étude du 3^{ème} ventricule sont bons puisqu'ils varient de $r = 0,9$ ($p < 0,0001$, $N = 49$) (14) à $r = 1$ ($N = 93$) (18). Le coefficient de corrélation intra-observateurs est également élevé ($r = 0,96$) (22). Bien que la reproductibilité inter et intra-observateurs semble être importante, la population de ces études est différente de la nôtre, rendant difficile une extrapolation de ces résultats aux patients cérébrolésés hospitalisés en réanimation.

b) Ventricules latéraux

Un plus grand nombre de mesures était disponible en utilisant le diamètre maximal de la corne frontale comme référence. Ceci peut être expliqué par le fait que la référence anatomique peut être plus difficile à trouver voire invisible en cas de compression de la partie antérieure de la corne frontale.

Les coefficients de corrélation de Lin entre l'ETC2D et le TDMc sont supérieurs à 0,76 illustrant la bonne corrélation entre ces deux méthodes de mesure. Seidel *et al.* (14) trouvait un coefficient de corrélation inférieur au notre à 0,73.

L'ETC2D surestime les mesures scannographiques de façon plus importante en utilisant le diamètre maximal des cornes frontales comme référence (3,2mm à droite et 3,7mm à gauche) par rapport à l'utilisation du diamètre mesuré au niveau de la bifurcation ventriculaire (1,7mm à droite et 1,5mm à gauche). Cependant, les mesures effectuées en utilisant le diamètre maximal des cornes frontales présentent des limites d'agrément à 95% plus réduites qu'en utilisant la bifurcation ventriculaire comme référence. La précision ne semble pas être impactée par la dimension des ventricules.

Aucune comparaison entre ces deux méthodes de mesure n'a été retrouvée dans la littérature. Ces données nous laissent penser que la mesure du diamètre maximal des cornes frontales est la mesure la plus performante. De plus, la différence entre les deux méthodes de mesure semble négligeable du fait de l'impossibilité à atteindre une précision millimétrique lors des mesures scannographiques. L'ETC2D pourrait donc être intéressant dans le diagnostic ou le suivi des hydrocéphalies.

Les coefficients de corrélation inter-observateurs $r = 0,87$ ($p < 0,0001$, $n = 47$) et intra-observateurs $r = 0,93$ ($p < 0,0001$, $n = 22$) retrouvés par Seidel *et al.* (14) sont bons. Cependant, comme nous l'avons expliqué pour la mesure du troisième ventricule, notre population étant différente, l'extrapolation de ces résultats aux patients cérébrolésés hospitalisés en réanimation est difficile.

5) Mesure de la déviation de la ligne médiane

La mesure de la déviation de la ligne médiane est possible chez la quasi totalité des patients (n = 49). Celle-ci nécessite la visualisation du troisième ventricule de façon bilatérale et donc que les fenêtres osseuses gauche et droite soient perméables.

Le coefficient de corrélation de Lin est supérieur en utilisant la méthode de mesure DLM. De plus, les limites d'agrément à 95% sont plus faibles avec cette même méthode. Ceci traduit une meilleure corrélation et une meilleure concordance avec cette technique de mesure qu'avec la mesure DLM'.

Dans la littérature, les coefficients de corrélation retrouvés varient de 0,65 (13) à 0,94 (21,22). Notre étude retrouve un coefficient de corrélation à 0,82 pour DLM. Celui-ci semble bien corrélé avec les deux seules études incluant des patients cérébrolésés hospitalisés en réanimation. Leurs coefficients de corrélation allant de 0,65 (13) dans une population semblable à la nôtre à 0,88 (32) dans une population de traumatisés crâniens.

D'après notre étude, l'ETC2D surestime la mesure scannographique de 0,8mm en moyenne selon la méthode DLM. Comme pour la mesure du 3^{ème} ventricule, Bertram *et al.* (22) trouvait une différence moyenne entre les deux méthodes de mesure de -1,1mm qui variait en fonction de la déviation de la ligne médiane. Ainsi, plus la déviation de la ligne médiane augmentait en TDMc, plus l'ETC2D sous estimait son diamètre. Une différence de l'ordre du millimètre semble négligeable, du fait de l'impossibilité à atteindre une telle précision lors des mesures scannographiques.

Llompert *et al.* (32) trouvait une différence négligeable de 0,12mm en moyenne entre l'ETC2D et le TDMc. Les limites d'agrément à 95% allaient de -2,07mm à 2,33mm. Celles-ci sont inférieures à celles de notre étude (-5,7mm à 4,4mm). Cette différence peut être liée au fait que nous utilisons comme référence de mesure en TDMc la méthode utilisée par les neuroradiologues qui mesure la distance entre la ligne médiane idéale et le septum pellucidum alors que la mesure en ETC2D se fait dans le plan du 3^{ème} ventricule.

Llompарт *et al.* utilisait en TDMc le même repère qu'en ETC2D ; à savoir le centre du 3^{ème} ventricule, donc le même plan d'analyse, diminuant le biais entre les mesures scannographiques et échographiques. Cette hypothèse est vérifiée par Motuel *et al.* (13) qui retrouve des limites d'agrément plus petites et un biais plus faible en utilisant le 3^{ème} ventricule comme référence en TDMc.

La mesure d'une déviation significative de la ligne médiane est un critère de prise en charge chirurgicale des patients cérébrolésés. Ainsi, les recommandations nord américaines de 2006 recommandent l'évacuation neurochirurgicale d'hématomes sous-duraux ou extra-duraux ou de contusions post-traumatiques (40–42) en cas de déviation de la ligne médiane supérieure à 5mm en TDMc.

Le peu de données concernant des valeurs extrêmes (18,4% des patients présentent une déviation de la ligne médiane supérieure à 5mm en TDMc) ne nous permet pas de conclure sur ce point. Motuel *et al.* (13) incluait 37% de patients (n = 19/52) avec une déviation de la ligne médiane supérieure à 5mm en TDMc. Une déviation de la ligne médiane supérieure à 5mm en TDMc pouvait être mise en évidence en utilisant un cut-off à 3,5 mm en ETC2D avec une sensibilité à 84,2%, une spécificité à 84,8% et un rapport de vraisemblance positif à 5,56. Des données supplémentaires basées sur des études de plus grande puissance sont nécessaires afin de préciser ces données.

6) Localisation des cathéters de DVE

L'ETC2D semble avoir une bonne spécificité pour le diagnostic de bon positionnement des cathéters de DVE.

Seule l'étude de Caricato *et al.* (17) s'intéressait à ce sujet et retrouvait une sensibilité à 100% et une spécificité à 78% pour la localisation des cathéters de DVE en ETC2D par rapport au scanner chez vingt-trois patients craniectomisés.

La visualisation de l'extrémité des cathéters de DVE est donc possible au lit du malade en ETC2D. De multiples implications cliniques en découlent mais restent à évaluer. Ainsi, l'ETC2D pourrait permettre de détecter une DVE mal positionnée qui ne draine plus. Elle permettrait également de guider le sevrage de celle-ci, en monitorant le diamètre des ventricules, comme l'a montré Kiphuth *et al.* (23). En revanche, la pose échoguidée des DVE, via la fenêtre temporale, semble difficile. La pose échoguidée avec la sonde placée dans le trou de trépan semble quant à elle donner de bons résultats (43–45).

7) Détection des hématomes intracrâniens

La sensibilité faible et la spécificité élevée retrouvées dans notre étude nous laisse penser que l'ETC2D n'est pas un bon test de dépistage pour détecter les hématomes intracrâniens. Cependant, l'étage infra-tentorial est peu accessible à l'ETC2D et cinq hématomes sur vingt-cinq étaient localisés à cet étage, nous laissant penser que la sensibilité pourrait être améliorée si l'on s'intéressait uniquement aux hématomes supra-tentoriels.

En revanche, l'ETC2D apparaît comme un bon test pour suivre l'évolution des hématomes s'ils sont bien visualisés (16) et en particulier pour évaluer leur volume (15).

8) Perspectives

Il s'agit d'une étude préliminaire, nous laissant envisager une étude de plus grande ampleur. La formation d'autres opérateurs et l'inclusion multicentrique sur une plus grande population permettraient de préciser les données issues de ce travail.

V. CONCLUSION


Il s'agit d'un travail original au vu du peu de données disponibles dans la littérature concernant l'utilisation de l'échographie transcrânienne bidimensionnelle chez les patients cérébrolésés non craniectomisés hospitalisés en réanimation traumatologique et neurochirurgicale.

La corrélation entre l'échographie transcrânienne bidimensionnelle et le scanner cérébral concernant la mesure des ventricules cérébraux et de la déviation de la ligne médiane est satisfaisante. En revanche, la concordance entre ces deux méthodes de mesure semble être faible comme en témoigne les limites d'agrément assez larges. Cette étude ne permet pas de savoir si cette imprécision aurait un impact en pratique clinique quotidienne.

L'échographie transcrânienne bidimensionnelle semble avoir une bonne spécificité pour le diagnostic de bon positionnement des cathéters de dérivation ventriculaire externe. En revanche, cet examen ne semble pas être un bon examen de dépistage des hématomas intracrâniens mais il pourrait être utile pour leur suivi.

Ce travail montre que la réalisation de l'échographie transcrânienne bidimensionnelle chez les patients cérébrolésés est possible, avec des indications qui restent à préciser lors d'études ultérieures.

Le Président du jury,

B. Schenck


Vu et permis d'imprimer

Dijon, le 8 SEPTEMBRE 2016

Le Doyen


P. F. HUET

VI. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Brown CVR, Zada G, Salim A, Inaba K, Kasotakis G, Hadjizacharia P, et al. Indications for routine repeat head computed tomography (CT) stratified by severity of traumatic brain injury. *J Trauma*. 2007;62(6):1339-1344-1345.
2. Connolly ES, Rabinstein AA, Carhuapoma JR, Derdeyn CP, Dion J, Higashida RT, et al. Guidelines for the Management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2012;43(6):1711-37.
3. Steiner T, Al-Shahi Salman R, Beer R, Christensen H, Cordonnier C, Csiba L, et al. European Stroke Organisation (ESO) guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage. *Int J Stroke*. 2014;9(7):840–55.
4. Hemphill JC, Greenberg SM, Anderson CS, Becker K, Bendok BR, Cushman M, et al. Guidelines for the Management of Spontaneous Intracerebral Hemorrhage: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2015;46(7):2032-60.
5. Parmentier-Decrucq E, Poissy J, Favory R, Nseir S, Onimus T, Guerry M-J, et al. Adverse events during intrahospital transport of critically ill patients: incidence and risk factors. *Ann Intensive Care*. 2013;3(1):10.
6. Picetti E, Antonini MV, Lucchetti MC, Pucciarelli S, Valente A, Rossi I, et al. Intra-hospital transport of brain-injured patients: a prospective, observational study. *Neurocrit Care*. 2013;18(3):298-304.
7. Jia L, Wang H, Gao Y, Liu H, Yu K. High incidence of adverse events during intra-hospital transport of critically ill patients and new related risk factors: a prospective, multicenter study in China. *Crit Care*. 2016;20(1):12.
8. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 2007;357(22):2277-84.
9. Waydhas C. Intrahospital transport of critically ill patients. *Crit Care*. 1999;3(5):R83-89.
10. Seiler RW, Grolimund P, Aaslid R, Huber P, Nornes H. Cerebral vasospasm evaluated by transcranial ultrasound correlated with clinical grade and CT-visualized subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg*. 1986;64(4):594-600.
11. Hassler W, Steinmetz H, Pirschel J. Transcranial Doppler study of intracranial circulatory arrest. *J Neurosurg*. 1989;71(2):195-201.
12. Bogdahn U, Becker G, Winkler J, Greiner K, Perez J, Meurers B. Transcranial color-coded real-time sonography in adults. *Stroke*. 1990;21(12):1680-8.

13. Motuel J, Biette I, Srairi M, Mrozek S, Kurrek MM, Chaynes P, et al. Assessment of brain midline shift using sonography in neurosurgical ICU patients. *Crit Care*. 2014;18(6):676.
14. Seidel G, Kaps M, Gerriets T, Hutzelmann A. Evaluation of the ventricular system in adults by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging*. 1995;5(2):105-8.
15. Pérez ES, Delgado-Mederos R, Rubiera M, Delgado P, Ribó M, Maisterra O, et al. Transcranial duplex sonography for monitoring hyperacute intracerebral hemorrhage. *Stroke*. 2009;40(3):987-90.
16. Seidel G, Kaps M, Dorndorf W. Transcranial color-coded duplex sonography of intracerebral hematomas in adults. *Stroke*. 1993;24(10):1519-27.
17. Caricato A, Mignani V, Bocci MG, Pennisi MA, Sandroni C, Tersali A, et al. Usefulness of transcranial echography in patients with decompressive craniectomy: a comparison with computed tomography scan. *Crit Care Med*. 2012;40(6):1745-52.
18. Puls I, Berg D, Mäurer M, Schliesser M, Hetzel G, Becker G. Transcranial sonography of the brain parenchyma: comparison of B-mode imaging and tissue harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol*. 2000;26(2):189-94.
19. Caricato A, Pitoni S, Montini L, Bocci MG, Annetta P, Antonelli M. Echography in brain imaging in intensive care unit: State of the art. *World J Radiol*. 2014;6(9):636-42.
20. Schminke U, Lorenz L, Kirsch M, von Sarnowski B, Khaw AV, Kessler C, et al. Diameter assessment of the third ventricle with transcranial sonography in patients with multiple sclerosis. *J Neuroimaging*. 2010;20(1):53-7.
21. Seidel G, Gerriets T, Kaps M, Missler U. Dislocation of the third ventricle due to space-occupying stroke evaluated by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging*. 1996;6(4):227-30.
22. Bertram M, Khoja W, Ringleb P, Schwab S. Transcranial colour-coded sonography for the bedside evaluation of mass effect after stroke. *Eur J Neurol*. 2000;7(6):639-46.
23. Kiphuth IC, Huttner HB, Struffert T, Schwab S, Köhrmann M. Sonographic monitoring of ventricle enlargement in posthemorrhagic hydrocephalus. *Neurology*. 2011;76(10):858-62.
24. Becker G, Bogdahn U, Strassburg HM, Lindner A, Hassel W, Meixensberger J, et al. Identification of ventricular enlargement and estimation of intracranial pressure by transcranial color-coded real-time sonography. *J Neuroimaging*. 1994;4(1):17-22.

25. Mäurer M, Shambal S, Berg D, Woydt M, Hofmann E, Georgiadis D, et al. Differentiation between intracerebral hemorrhage and ischemic stroke by transcranial color-coded duplex-sonography. *Stroke*. 1998;29(12):2563-7.
26. Toma AK, Camp S, Watkins LD, Grieve J, Kitchen ND. External ventricular drain insertion accuracy: is there a need for change in practice? *Neurosurgery*. 2009;65(6):1197-1200-1201.
27. Crowley RW, Dumont AS, Asthagiri AR, Torner JC, Medel R, Jane JA, et al. Intraoperative ultrasound guidance for the placement of permanent ventricular cerebrospinal fluid shunt catheters: a single-center historical cohort study. *World Neurosurg*. 2014;81(2):397-403.
28. Abdoh MG, Bekaert O, Hodel J, Diarra SM, Le Guerinel C, Nseir R, et al. Accuracy of external ventricular drainage catheter placement. *Acta Neurochir*. 2012;154(1):153-9.
29. The Brain Trauma Foundation. The American Association of Neurological Surgeons. The Joint Section on Neurotrauma and Critical Care. Computed tomography scan features. *J Neurotrauma*. 2000;17(6-7):597-627.
30. Lin LI. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. *Biometrics*. 1989;45(1):255-68.
31. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
32. Llombart Pou JA, Abadal Centellas JM, Palmer Sans M, Pérez Bárcena J, Casares Vivas M, Homar Ramírez J, et al. Monitoring midline shift by transcranial color-coded sonography in traumatic brain injury. A comparison with cranial computerized tomography. *Intensive Care Med*. 2004;30(8):1672-5.
33. Gerriets T, Stolz E, König S, Babacan S, Fiss I, Jauss M, et al. Sonographic monitoring of midline shift in space-occupying stroke: an early outcome predictor. *Stroke*. 2001;32(2):442-7.
34. Stolz E, Gerriets T, Fiss I, Babacan SS, Seidel G, Kaps M. Comparison of transcranial color-coded duplex sonography and cranial CT measurements for determining third ventricle midline shift in space-occupying stroke. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1999;20(8):1567-71.
35. Hernández NL, Escrivá AG, Jordà JMM. [Study of the diameter of the third ventricle with transcranial sonography]. *Neurologia*. 2007;22(8):507-10.
36. Berg D, Godau J, Walter U. Transcranial sonography in movement disorders. *Lancet Neurol*. 2008;7(11):1044-55.
37. Hukkelhoven CWPM, Steyerberg EW, Rampen AJJ, Farace E, Habbema JDF, Marshall LF, et al. Patient age and outcome following severe traumatic brain injury: an analysis of 5600 patients. *J Neurosurg*. 2003;99(4):666-73.

38. Lanzino G, Kassell NF, Germanson TP, Kongable GL, Truskowski LL, Torner JC, et al. Age and outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: why do older patients fare worse? *J Neurosurg.* 1996;85(3):410-8.
39. Wijnhoud AD, Franckena M, van der Lugt A, Koudstaal PJ, Dippel EDWJ. Inadequate acoustical temporal bone window in patients with a transient ischemic attack or minor stroke: role of skull thickness and bone density. *Ultrasound Med Biol.* 2008;34(6):923-9.
40. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of traumatic parenchymal lesions. *Neurosurgery.* 2006;58(3 Suppl):S25-46; discussion Si-iv.
41. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute epidural hematomas. *Neurosurgery.* 2006;58(3 Suppl):S7-15; discussion Si-iv.
42. Bullock MR, Chesnut R, Ghajar J, Gordon D, Hartl R, Newell DW, et al. Surgical management of acute subdural hematomas. *Neurosurgery.* 2006;58(3 Suppl):S16-24; discussion Si-iv.
43. Jakola AS, Reinertsen I, Selbekk T, Solheim O, Lindseth F, Gulati S, et al. Three-dimensional ultrasound-guided placement of ventricular catheters. *World Neurosurg.* 2014;82(3-4):536.e5-9.
44. Beez T, Sarikaya-Seiwert S, Steiger H-J, Hänggi D. Real-time ultrasound guidance for ventricular catheter placement in pediatric cerebrospinal fluid shunts. *Childs Nerv Syst.* 2015;31(2):235-41.
45. Padayachy LC, Fieggen G. Intraoperative Ultrasound-Guidance in Neurosurgery. *World Neurosurg.* 2014;82(3-4):e409-11.

VII. ANNEXES

Fiche patient:

Numéro d'identification :

Numéro d'inclusion :

- Sexe :

- Age :

- Poids : Taille : BMI :

- Antécédents :

.....
.....
.....

- Traitements en cours :

.....
.....
.....

- Date d'admission :

- Motif d'admission :

- Transfert inter-hospitalier : O / N

- Intubé avant arrivée en réanimation : O / N

- Pupilles à l'entrée : G : D :

- Score de Glasgow minimal à l'entrée (ou avant sédation) :

- Fréquence cardiaque à l'entrée :

min : bpm

max : bpm

- PA minimale et maximale à l'entrée (S/D/PAM) :

min :/...../..... mmHg

max :/...../..... mmHg

- Amines : Dose :

- Température à l'entrée : °C

- PaO₂/FiO₂ à l'entrée :

- Diurèse à l'entrée (/24h) :

- IGS 2 à l'entrée (24h) :

ECHOGRAPHIE :

Numéro identification :

Date d'examen : Nombre de jours d'hospitalisation :

Heure : Echo / TDM Différence : min

- Traitements en cours :

.....
.....

- SOFA score :

P/F Plaq Amines/Poso /

GCS Bili Créat/diurèse /

- Neurochirurgie depuis l'entrée : O / N

Date : Nb j/h /examen :

Type :

- DVE : O / N

• Pose : G / D

• Nombre de DVE (1 ou n) :

• Nombre de jour depuis la pose de la DVE :jours

• Profondeur DVE : mm

Paramètres hémodynamiques et biologiques durant l'échographie :

GCS : / 15

Sédation : O / N

PAs : mmHg

PAd : mmHg

PAM :mmHg

Fc : bpm

SpO2 : %

FiO2 : %

OU Débit O2 : L/min

PaCO2 : mmHg

OU EtCO2 : mmHg

Température : ° C

Hb : g/dL

Na + : mmol/L

Glycémie : g/L

PIC (si disponible) :mmHg

Osmothérapie : O / N Si oui : min

Opérateur :

Durée examen : min

Fenêtre Gauche	Fenêtre Droite
Fenêtre osseuse : O / N	Fenêtre osseuse : O / N
Volet : Non / OUI / En place / Retiré	Volet : Non / OUI / En place / Retiré
• V3 : Vu : O / N	• V3 : Vu : O / N
• Taille : mm	• Taille : mm
• Ventricule latéral	• Ventricule latéral
• VL D (plan transverse) Vu : O / N Taille max :mm BIV :mm	• VLG (plan transverse) Vu : O / N Taille max :mm BIV :mm
• VLD (plan frontal) : mm (max) BIV..... mm	• VLG (plan frontal) : mm (max) BIV..... mm
• Corne post D vue : O / N : mm	• Corne post G vue : O / N : mm
• Distance V3 / Table osseuse interne Droite (B')	• Distance V3 / Table osseuse interne Gauche (A')
• D Droit = B' =..... mm	• D Gauche = A' = mm
• Distance V3 / sonde écho gauche (A)	• Distance V3 / sonde écho droite (B)
• D SG = A =..... mm	• D SD = B =..... mm
• DVE	• DVE
• Vue : O / N	• Vue : O / N
• Extrémité : Parenchyme G / Parenchyme D / VL G / VL D / V3 / Paroi InterV / PC / NSP	• Extrémité : Parenchyme G / Parenchyme D / VL G / VL D / V3 / Paroi InterV / PC / NSP
• En place : O / N	• En place : O / N
• Hématome (controlatéral)	• Hématome (controlatéral)
• Vu : O / N Localisation : Ant/Post : mm lat/lat : mm Hauteur :mm	• Vu : O / N Localisation : Ant/Post : mm lat/lat : mm Hauteur : mm
• EDTC ACM G	• EDTC ACM D
• VS cm/s	• VS cm/s
• VD cm/s	• VD cm/s
• VM cm/s	• VM cm/s
• IP	• IP

SCANNER :

Numéro :

Date d'examen :

Heure :

Opérateur :

Indication de la TDM :

VENTRICULES

- **Latéraux = Bifurcation ventriculaire : plan transverse**

- Gauche : mm
- Droit : mm

- **Latéraux max : plan transverse**

- Gauche : mm
- Droit :mm

- V3 diamètre transverse max mm

- ventricules dilatés : O / N

- **Cornes occipitales** vues : O / N

- Gauche : ... mm
- Droite : mm

- **Latéraux = Plan frontal (max corne frontale)**

- Gauche :mm
- Droit :mm

- **Latéraux = Plan frontal (Bifurcation ventriculaire)**

- Gauche : mm
- Droit : mm

Déviatoin de la ligne médiane : mm vers la G / D

Engagement O / N Si Oui, type :

SIGNES HTIC : O / N

DVE

- Extrémité : Parenchyme G / Parenchyme D / VL G / VL D / V3 / Pédoncules Cérébraux / Paroi interventriculaire / NSP (ne sait pas)

- En place : O / N

HEMATOME

- Vu : O / N
- Localisation :
- Transverse : mm ; Sagittal : mm ; Hauteur : mm

TITRE DE LA THESE :

Performances diagnostiques de l'échographie transcrânienne bidimensionnelle chez les patients cérébrólésés

AUTEUR : Thomas BIEVRE

RESUME :

Objectif : Notre étude a pour but de comparer les performances diagnostiques entre l'échographie transcrânienne bidimensionnelle (ETC2D) et le scanner cérébral (TDMc) chez les patients cérébrólésés hospitalisés en réanimation traumatologique et neurochirurgicale du CHU de Dijon. Elle évalue également l'intérêt diagnostique de l'ETC2D pour localiser la position de l'extrémité des cathéters de dérivation ventriculaire externe (DVE) et détecter les hématomes intracrâniens.

Matériel et méthodes : Il s'agit d'une étude observationnelle, prospective, monocentrique, incluant de façon consécutive les patients bénéficiant d'un TDMc et d'une ETC2D réalisée par un seul opérateur en aveugle des résultats du TDMc, entre juin 2015 et février 2016. Les corrélations et concordances entre l'ETC2D et le TDMc concernant les mesures des ventricules cérébraux et de la déviation de la ligne médiane (DLM) sont estimées par le coefficient de corrélation de lin et la méthode de Bland-Altman respectivement. Les sensibilités et spécificités de l'ETC2D pour localiser la position des cathéters de DVE et détecter les hématomes intracrâniens sont estimées à l'aide de la méthode binomiale exacte.

Résultats : Quarante-sept patients d'âge moyen 55,5 ans ont été inclus. Six d'entre eux (12,8%) n'avaient pas de fenêtre osseuse. Concernant le diamètre maximal de la corne frontale droite et gauche, le coefficient de corrélation est de 0,78 et 0,81 ($p < 0,001$) respectivement. Le biais moyen entre les deux méthodes de mesure est de -3,2mm à droite et -3,7mm à gauche avec des limites d'agrément à 95% de -10,6 mm à 4,1mm à droite et de -10,3mm à 2,9mm à gauche. Le coefficient de corrélation pour la mesure DLM est de 0,82 ($p < 0,001$) et le biais moyen de -0,6mm (-5,7mm à 4,4mm). Les sensibilités et spécificités de l'ETC2D pour localiser la position des cathéters de DVE sont respectivement de 73% et 92% et de 60% et 100% respectivement pour détecter les hématomes intracrâniens.

Conclusion : Ce travail montre que la réalisation de l'ETC2D chez les patients cérébrólésés est possible, avec des indications qui restent à préciser lors d'études ultérieures.

MOTS-CLES : Echographie transcrânienne, Scanner cérébral, Cérébrólésés, Hématome intracrânien, Dérivation ventriculaire externe, Réanimation, Imagerie médicale