



**HAL**  
open science

# Impact de la qualité des coupes échographiques biométriques sur la précision de l'estimation du poids foetal : étude transversale

Laura Le Gall

► **To cite this version:**

Laura Le Gall. Impact de la qualité des coupes échographiques biométriques sur la précision de l'estimation du poids foetal : étude transversale. Médecine humaine et pathologie. 2020. hal-03298093

**HAL Id: hal-03298093**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298093v1>**

Submitted on 23 Jul 2021

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

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



## AVERTISSEMENT

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

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

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

Contact : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

UNIVERSITE DE LORRAINE

FACULTE DE MEDECINE NANCY

2020

**THESE**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

dans le cadre du troisième cycle des études médicales

Spécialité GYNECOLOGIE - OBSTETRIQUE

par

**LAURA LE GALL**

Le 18 Septembre 2020

**Impact de la qualité des coupes échographiques  
biométriques sur la précision de l'estimation du  
poids fœtal : étude transversale**

**Membres du Jury :**

Monsieur le Professeur Olivier MOREL

Président du Jury

Monsieur le Professeur Philippe JUDLIN

Juge

Monsieur le Professeur Jacques FELBLINGER

Juge

Madame Gaëlle AMBROISE

Directrice de Thèse



UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE



FACULTÉ de MÉDECINE  
NANCY

**Président de l'Université de Lorraine :**  
**Professeur Pierre MUTZENHARDT**

**Doyen de la Faculté de Médecine :**  
**Professeur Marc BRAUN**

**Vice-doyenne**  
Pr Laure JOLY

#### **Assesseurs :**

*Premier cycle :* Dr Nicolas GAMBIER  
*Deuxième cycle :* Dr Antoine KIMMOUN  
*Troisième cycle :* Pr Laure JOLY  
*Formation à la recherche :* Pr Nelly AGRINIER  
*Relations Grande Région :* Pr Thomas FUCHS-BUDER  
*CUESIM :* Pr Stéphane ZUILY  
*SIDES :* Dr Julien BROSEUS  
*Vie Facultaire :* Dr Philippe GUERCI  
*Étudiant :* Mme Audrey MOUGEL

#### **Chargés de mission**

*Docimologie :* Dr Jacques JONAS  
*Orthophonie :* Pr Cécile PARIETTI-WINKLER  
*PACES :* Pr Mathias POUSSEL  
*Relations internationales :* Pr Jacques HUBERT

*Présidente du Conseil de la Pédagogie :* Pr Louise TYVAERT  
*Président du Conseil Scientifique :* Pr Jean-Michel HASCOET

=====

#### **DOYENS HONORAIRES**

Professeur Jean-Bernard DUREUX - Professeur Jacques ROLAND - Professeur Patrick NETTER - Professeur Henry COUDANE

=====

#### **PROFESSEURS HONORAIRES**

Etienne ALIOT - Jean-Marie ANDRE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND –  
Pierre BEY - Marc-André BIGARD - Patrick BOISSEL – Pierre BORDIGONI - Jacques BORRELLY –  
Michel BOULANGE - Jean-Louis BOUTROY – Serge BRIANÇON - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET -  
Daniel BURNEL - Claude CHARDOT Jean-François CHASSAGNE - François CHERRIER – Henry COUDANE -  
Jean-Pierre CRANCE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean-Bernard DUREUX - Gilbert FAURE - Gérard FIEVE -  
Bernard FOLIGUET - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER –  
Jean-Luc GEORGE - Alain GERARD - Hubert GERARD - Jean-Marie GILGENKRANTZ –  
Simone GILGENKRANTZ -Gilles GROSDIDIER - François GUILLEMIN - Philippe HARTEMANN –  
Gérard HUBERT - Claude HURIET - Michèle KESSLER - François KOHLER - Henri LAMBERT - Pierre LANDES  
- Pierre LASCOMBES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Alain LE FAOU - Jacques LECLERE -  
Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS - Jean-Pierre MALLIÉ - Philippe MANGIN - François MARCHAL –  
Jean-Claude MARCHAL – Yves MARTINET - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Daniel MOLÉ - Pierre MONIN -  
Pierre NABET – Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS - Francis PENIN - Claude PERRIN - Luc PICARD -  
François PLENAT - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER –  
Denis REGENT - Jacques ROLAND - Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER –  
Daniel SIBERTIN-BLANC - Claude SIMON - Danièle SOMMELET - Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER -  
Gilbert THIBAUT - Paul VERT - Hervé VESPIGNANI - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET –  
Jean-Pierre VILLEMOT - Michel WEBER – Denis ZMIROU - Faïez ZANNAD

=====

## PROFESSEURS ÉMÉRITES

Etienne ALIOT - Pierre BEY - Henry COUDANE - Serge BRIANÇON - Jean-Marie GILGENKRANTZ –  
Simone GILGENKRANTZ - Michèle KESSLER - Alain LE FAOU - Patrick NETTER - Jean-Pierre NICOLAS –  
Luc PICARD - François PLENAT -  
Jean-Pierre VILLEMOT - Faiez ZANNAD

=====

## PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

### 42<sup>e</sup> Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Anatomie*)

Professeur Marc BRAUN – Professeure Manuela PEREZ

#### 2<sup>e</sup> sous-section : (*Histologie, embryologie et cytogénétique*)

Professeur Christo CHRISTOV

#### 3<sup>e</sup> sous-section : (*Anatomie et cytologie pathologiques*)

Professeur Guillaume GAUCHOTTE

### 43<sup>e</sup> Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Biophysique et médecine nucléaire*)

Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER –

Professeur Antoine VERGER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : (*Radiologie et imagerie médicale*)

Professeur René ANXIONNAT - Professeur Alain BLUM - Professeur Serge BRACARD –

Professeure Valérie CROISÉ - Professeur Jacques FELBLINGER - Professeur Benjamin GORY –

Professeur Damien MANDRY - Professeur Pedro GONDIM TEIXEIRA

### 44<sup>e</sup> Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Biochimie et biologie moléculaire*)

Professeur Jean-Louis GUEANT - Professeur Bernard NAMOUR - Professeur Jean-Luc OLIVIER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : (*Physiologie*)

Professeur Christian BEYAERT - Professeur Bruno CHENUÉL - Professeur Mathias POUSSEL

#### 3<sup>e</sup> sous-section (*Biologie cellulaire*)

Professeure Véronique DECOT-MAILLERET

#### 4<sup>e</sup> sous-section : (*Nutrition*)

Professeur Didier QUILLIOT - Professeure Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT - Professeur Olivier ZIEGLER

### 45<sup>e</sup> Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière*)

Professeur Alain LOZNIÉWSKI – Professeure Evelyne SCHVOERER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : (*Parasitologie et Mycologie*)

Professeure Marie MACHOUART

#### 3<sup>e</sup> sous-section : (*Maladies infectieuses ; maladies tropicales*)

Professeur Bruno HOEN - Professeur Thierry MAY - Professeure Céline PULCINI –

Professeur Christian RABAUD

### 46<sup>e</sup> Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Épidémiologie, économie de la santé et prévention*)

Professeure Nelly AGRINIER - Professeur Francis GUILLEMIN

#### 4<sup>e</sup> sous-section : (*Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*)

Professeure Eliane ALBUISSON - Professeur Nicolas JAY

### 47<sup>e</sup> Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE

#### 1<sup>re</sup> sous-section : (*Hématologie ; transfusion*)

Professeur Pierre FEUGIER

#### 2<sup>e</sup> sous-section : (*Cancérologie ; radiothérapie*)

Professeur Thierry CONROY - Professeur Frédéric MARCHAL - Professeur Didier PEIFFERT –

Professeur Guillaume VOGIN

#### 3<sup>e</sup> sous-section : (*Immunologie*)

Professeur Marcelo DE CARVALHO-BITTENCOURT - Professeure Marie-Thérèse RUBIO

#### 4<sup>e</sup> sous-section : (*Génétique*)

Professeur Philippe JONVEAUX - Professeur Bruno LEHEUP

## **48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire*)**

Professeur Gérard AUDIBERT - Professeur Hervé BOUAZIZ - Professeur Thomas FUCHS-BUDER  
Professeure Marie-Reine LOSSER - Professeur Claude MEISTELMAN

### **2<sup>e</sup> sous-section : (*Médecine intensive-réanimation*)**

Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT - Professeur Sébastien GIBOT - Professeur Bruno LÉVY

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie*)**

Professeur Pierre GILLET - Professeur Jean-Yves JOUZEAU

### **4<sup>e</sup> sous-section : (*Thérapeutique-médecine de la douleur ; addictologie*)**

Professeur Nicolas GIRERD - Professeur François PAILLE - Professeur Patrick ROSSIGNOL

## **49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Neurologie*)**

Professeur Marc DEBOUVERIE - Professeur Louis MAILLARD - Professeur Sébastien RICHARD –  
Professeur Luc TAILLANDIER Professeure Louise TYVAERT

### **2<sup>e</sup> sous-section : (*Neurochirurgie*)**

Professeur Thierry CIVIT - Professeure Sophie COLNAT-COULBOIS - Professeur Olivier KLEIN

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Psychiatrie d'adultes ; addictologie*)**

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Vincent LAPREVOTE - Professeur Raymund SCHWAN

### **4<sup>e</sup> sous-section : (*Pédopsychiatrie ; addictologie*)**

Professeur Bernard KABUTH

### **5<sup>e</sup> sous-section : (*Médecine physique et de réadaptation*)**

Professeur Jean PAYSANT

## **50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Rhumatologie*)**

Professeure Isabelle CHARY-VALCKENAERE - Professeur Damien LOEUILLE

### **2<sup>e</sup> sous-section : (*Chirurgie orthopédique et traumatologique*)**

Professeur Laurent GALOIS - Professeur Didier MAINARD - Professeur François SIRVEAUX

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Dermato-vénéréologie*)**

Professeure Anne-Claire BURSZTEJN - Professeur Jean-Luc SCHMUTZ

### **4<sup>e</sup> sous-section : (*Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie*)**

Professeur François DAP - Professeur Gilles DAUTEL - Professeur Etienne SIMON

## **51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Pneumologie ; addictologie*)**

Professeur Jean-François CHABOT - Professeur Ari CHAOUAT

### **2<sup>e</sup> sous-section : (*Cardiologie*)**

Professeur Edoardo CAMENZIND - Professeur Christian de CHILLOU DE CHURET –

Professeur Yves JUILLIERE

Professeur Nicolas SADOUL

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Chirurgie thoracique et cardiovasculaire*)**

Professeur Juan-Pablo MAUREIRA - Professeur Stéphane RENAUD

### **4<sup>e</sup> sous-section : (*Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire*)**

Professeur Sergueï MALIKOV - Professeur Denis WAHL – Professeur Stéphane ZUILY

## **52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie*)**

Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI - Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

### **2<sup>e</sup> sous-section : (*Chirurgie viscérale et digestive*)**

Professeur Ahmet AYAV - Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD –

Professeure Adeline GERMAIN

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Néphrologie*)**

Professeur Luc FRIMAT - Professeure Dominique HESTIN

### **4<sup>e</sup> sous-section : (*Urologie*)**

Professeur Pascal ESCHWEGE - Professeur Jacques HUBERT

## **53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

### **1<sup>re</sup> sous-section : (*Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie*)**

Professeur Athanase BENETOS - Professeur Jean-Dominique DE KORWIN - Professeure Gisèle KANNY

Professeure Christine PERRET-GUILLAUME – Professeur Roland JAUSSAUD – Professeure Laure JOLY

### **3<sup>e</sup> sous-section : (*Médecine générale*)**

Professeur Jean-Marc BOIVIN – Professeur Paolo DI PATRIZIO

**54° Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Pédiatrie)**

Professeur Pascal CHASTAGNER - Professeur François FEILLET - Professeur Jean-Michel HASCOET  
Professeur Emmanuel RAFFO - Professeur Cyril SCHWEITZER

**2° sous-section : (Chirurgie infantile)**

Professeur Pierre JOURNEAU - Professeur Jean-Louis LEMELLE

**3° sous-section : (Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)**

Professeur Philippe JUDLIN - Professeur Olivier MOREL

**4° sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)**

Professeur Bruno GUERCI - Professeur Marc KLEIN - Professeur Georges WERYHA

**55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Oto-rhino-laryngologie)**

Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER

**2° sous-section : (Ophtalmologie)**

Professeure Karine ANGIOI - Professeur Jean-Paul BERROD

**3° sous-section : (Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)**

Professeure Muriel BRIX

=====

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

**61° Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL**

Professeur Walter BLONDEL

**64° Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE**

Professeure Sandrine BOSCHI-MULLER - Professeur Pascal REBOUL

**65° Section : BIOLOGIE CELLULAIRE**

Professeure Céline HUSELSTEIN

=====

**PROFESSEUR ASSOCIÉ DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

Professeure associée Sophie SIEGRIST

Professeur associé Olivier BOUCHY

=====

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

**42° Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Anatomie)**

Docteur Bruno GRIGNON

**2° sous-section : (Histologie, embryologie, et cytogénétique)**

Docteure Isabelle KOSCINSKI

**44° Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Biochimie et biologie moléculaire)**

Docteure Shyue-Fang BATTAGLIA - Docteure Sophie FREMONT - Docteure Catherine MALAPLATE –

Docteur Marc MERTEN - Docteur Abderrahim OUSSALAH

**2° sous-section : (Physiologie)**

Docteure Silvia DEMOULIN-ALEXIKOVA - Docteur Jacques JONAS

**45° Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)**

Docteure Corentine ALAUZET - Docteure Hélène JEULIN - Docteure Véronique VENARD

**2° sous-section : (Parasitologie et mycologie)**

Docteure Anne DEBOURGOGNE

**46° Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Epidémiologie, économie de la santé et prévention)**

Docteur Cédric BAUMANN - Docteure Frédérique CLAUDOT - Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE  
Docteur Arnaud FLORENTIN (stagiaire)

**2° sous-section (Médecine et Santé au Travail)**

Docteure Isabelle THAON

**3° sous-section (Médecine légale et droit de la santé)**

Docteur Laurent MARTRILLE

**47° Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Hématologie ; transfusion)**

Docteur Julien BROSEUS – Docteure Maud D'AVENI

**2° sous-section : (Cancérologie ; radiothérapie)**

Docteure Lina BOLOTINE

**3° sous-section : (Immunologie)**

Docteure Alice AARNINK (stagiaire)

**4° sous-section : (Génétique)**

Docteure Céline BONNET

**48° Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE**

**1° sous-section : (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)**

Docteur Philippe GUERCI

**2° sous-section : (Médecine intensive-réanimation)**

Docteur Antoine KIMMOUN

**3° sous-section : (Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)**

Docteur Nicolas GAMBIER - Docteure Françoise LAPICQUE - Docteur Julien SCALA-BERTOLA

**49° Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION**

**2° sous-section : (Neurochirurgie)**

Docteur Fabien RECH (stagiaire)

**3° sous-section : (Psychiatrie d'adultes ; addictologie)**

Docteur Thomas SCHWITZER (stagiaire)

**50° Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE ET CHIRURGIE PLASTIQUE**

**4° sous-section : (Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)**

Docteure Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

**51° Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE**

**3° sous-section : (Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire)**

Docteur Fabrice VANHUYSE

**4° sous-section : (Chirurgie vasculaire ; Médecine vasculaire)**

Docteure Nicla SETTEMBRE

**52° Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF ET URINAIRE**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)**

Docteur Anthony LOPEZ

**2° sous-section : (Chirurgie viscérale et digestive)**

Docteur Cyril PERRENOT

**53° Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE ET MÉDECINE GÉNÉRALE**

**3° sous-section : (Médecine générale)**

Docteure Kénora CHAU (stagiaire)

**54° Section : DEVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION**

**4° sous-section : (Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; Gynécologie médicale)**

Docteure Eva FEIGERLOVA

**5° sous-section : (Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)**

Docteur Mikaël AGOPIANTZ (stagiaire)

**55° Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**1<sup>re</sup> sous-section : (Oto-Rhino-Laryngologie)**

Docteur Patrice GALLET - Professeur Roger JANKOWSKI - Professeure Cécile PARIETTI-WINKLER-  
Professeure Cécile RUMEAU

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES

### 5<sup>e</sup> Section : SCIENCES ÉCONOMIQUES

Monsieur Vincent LHUILLIER

### 7<sup>e</sup> Section : SCIENCES DU LANGAGE : LINGUISTIQUE ET PHONETIQUE GENERALES

Madame Christine DA SILVA-GENEST

### 19<sup>e</sup> Section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE

Madame Joëlle KIVITS

### 64<sup>e</sup> Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Madame Marie-Claire LANHERS - Monsieur Nick RAMALANJAONA

### 65<sup>e</sup> Section : BIOLOGIE CELLULAIRE

Madame Nathalie AUCHET - Madame Natalia DE ISLA-MARTINEZ - Monsieur Christophe NEMOS

### 66<sup>e</sup> Section : PHYSIOLOGIE

Monsieur Nguyen TRAN

### 69<sup>e</sup> Section : NEUROSCIENCES

Madame Sylvie MULTON

=====

## MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Cédric BERBE

=====

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Charles A. BERRY (1982)  
*Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)*

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)  
*Brown University, Providence (U.S.A)*

Professeure Mildred T. STAHLMAN (1982)

*Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)*

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)

*Institut d'Anatomie de Würzburg (R.F.A)*

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)

*Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)*

Professeure Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)

*Université de Pennsylvanie (U.S.A)*

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)

*Université d'Helsinki (FINLANDE)*

Professeur Duong Quang TRUNG (1997)

*Université d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)*

Professeur Daniel G. BICHET (2001)

*Université de Montréal (Canada)*

Professeur Marc LEVENSTON (2005)

*Institute of Technology, Atlanta (USA)*

Professeur Brian BURCHELL (2007)

*Université de Dundee (Royaume-Uni)*

Professeur Yunfeng ZHOU (2009)

*Université de Wuhan (CHINE)*

Professeur David ALPERS (2011)

*Université de Washington (U.S.A)*

Professeur Martin EXNER (2012)

*Université de Bonn (ALLEMAGNE)*

# REMERCIEMENTS

**À notre Maître et Président du Jury**

**Monsieur le Professeur Olivier MOREL**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Gynécologie-Obstétrique*

Vous nous faites l'honneur de présider cette thèse et de juger notre travail.

Je vous remercie pour cette solide formation théorique et pratique, pour votre soutien et la confiance que vous nous accordez, ainsi que pour vos conseils avisés tant sur le plan médical, qu'universitaire et humain.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre reconnaissance pour votre enseignement de qualité.

## **À notre Maître et Juge**

**Monsieur le Professeur Philippe JUDLIN**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Gynécologie-Obstétrique*

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail.

Je vous remercie pour votre enseignement de qualité. Vous partagez avec nous votre grande expérience de la gynécologie-obstétrique et nous donnez de précieux conseils.

Je vous remercie pour votre disponibilité et la confiance que vous nous accordez.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre reconnaissance.

**À notre Maître et Juge**

**Monsieur le Professeur Jacques FELBLINGER**

*Professeur des Universités – Praticien Hospitalier de Radiologie et imagerie médicale*

Vous nous faites l'honneur de juger notre travail.

Nous vous sommes reconnaissants de nous faire l'honneur d'apporter vos connaissances à la critique de notre travail.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profond respect.

**À notre Directrice de thèse**

**Madame Gaëlle AMBROISE**

*Sage-femme échographiste et enseignante*

Tu me fais l'honneur de diriger et de juger notre travail.

Je te remercie pour la qualité de ton encadrement, ta disponibilité, ta bienveillance et ton soutien sans faille tout au long de ce travail.

Tes qualités pédagogiques sont remarquables.

Je te remercie également pour ton enseignement tout au long de ma formation, notamment lors de mon stage en échographie où j'ai beaucoup appris à tes côtés.

Sois assurée de mon profond respect et de ma reconnaissance.

## **A ma Famille, à mes Amis**

A mon père, pour ton calme et ton soutien sans faille, « à n'importe quelle heure du jour et de la nuit »,

A ma mère, pour tes encouragements à nous dépasser et nous améliorer en permanence,

Si j'en suis arrivée là aujourd'hui, c'est grâce à vous. Je vous suis infiniment reconnaissante pour votre amour et votre soutien, depuis toujours et en toutes circonstances, et j'espère en être à la hauteur,

Je vous aime énormément.

A mon frère, je suis fière du cuisinier et de l'homme que tu es devenu, je t'aime et je serai toujours là pour toi.

A Paul, mon panda roux, ma bonne étoile,

Pour ton amour, ta douceur et ton soutien infaillible,

Les mots ne suffisent pas pour te dire tout l'amour que j'ai pour toi, je sais que tu seras un mari, un père et un anesthésiste formidable,

Ensemble, on est plus forts que tout,

Je t'aime énormément et je serai toujours là pour toi.

A Mamie, à Tatie, pour votre présence chaleureuse à mes côtés depuis toujours,

A Vincent, mon filleul, à Julien et à Bertrand.

A Papi, Grand-père et Annie, vous êtes toujours à mes côtés.

Aux « Légos », Jocelyn, Manue, Clémence, Tristan, Fred, Joëlle, Sandrine et Alexandre, pour tous les bons moments passés ensemble et à venir.

A Christiane, notre mamie du Grand-Est, tu nous as accueillie dès notre arrivée, comme tes petits-enfants, tu comptes beaucoup pour nous.

A Reynald, pour les fameux pic-nics.

A Nounou, Tonton et Tata Nicole, vous m'avez élevé et aimé, vous comptez beaucoup pour moi.

Aux Uthu's, Muriel, Didier, Julie, Marcou, Betty, Simone, Michel, Sandra, Laurent et toute la nouvelle génération, pour toutes les fiestas et vacances passées ensemble.

A Cécile, pour notre amitié depuis la maternelle, à Audrey pour avoir guidé mes pas dans les études médicales et à Béatrice et Mamy Blue.

A ma belle-famille, Anne, Dominique, Mathilde, vous m'avez accueilli chaleureusement et j'apprécie beaucoup les moments passés avec vous et toute la famille.

A Julien, pour nos concerts de guitare, à Lucas, pour nos aventures à l'UCPA,

A la bande de Truff' et à la team d'Ômiens : A Floriane, pour toutes nos soirées et fous rires depuis la P1, A Anne-Lise, Léa et Thibaut : pour nos aventures au Vietnam, A Kevin, Laure, Magda, Edouard, pour nos premiers pas à l'hôpital, nos premières gardes, pour toutes les journées à la BU et toutes nos soirées, qui ont rendu si mémorables ces années de Fac.

## **A tous ceux qui m'ont formé**

Aux écoles de Blacourt- Espaubourg, à Mme Leclerc, Saint-Paul, collège Notre-Dame et lycée Truffaut de Beauvais, à Mme Rodrigues et Mr Prado.

A l'Ecole Nationale de Musique et de Danse de Beauvais, A Mr Poujade et Mr Coulombel.  
Au Cercle d'Escrime d'Amiens Métropole.

A tous les professeurs de la faculté de médecine d'Amiens et aux praticiens hospitaliers du CHU d'Amiens qui nous ont enseigné la médecine et ont guidé nos premiers pas dans l'hôpital.

## **A mes médecins**

A Docteur Xavier Lambertyn,

Vous m'avez soigné ainsi que ma famille pendant plus de vingt ans. Vous m'avez fait découvrir la médecine et donné l'envie d'être médecin. Vous avez aussi guidé mes premiers pas dans les études médicales.

Votre passion pour votre métier au quotidien et votre engagement pour défendre notre profession sont remarquables.

Soyez assuré de mon profond respect.

A Docteur Luiz Pinheiro,

Je vous remercie pour vos bons soins,

Soyez assuré de mon profond respect.

## **A tous ceux qui ont participé à ma formation en gynécologie-obstétrique,**

### **A la maternité de Nancy**

A Professeur Morel et Professeur Judlin pour votre enseignement et vos conseils,

Aux docteurs : Emilie Gauchotte, Estelle Perdriolle-Galet, Cathy Zuily-Lamy, Alexis Maatouk, pour tout ce que vous m'avez appris en obstétrique. A toute l'équipe des sage-femmes.

A Nadia Dandachi : merci pour ta bienveillance, ta patience et pour tout ce que tu m'as appris pendant mon stage en échographie, merci à Gaëlle, Adeline, Laurence, Corinne et Magalie.

A Thierry Routiot : je vous remercie pour tout ce que vous m'avez appris au bloc, pour votre bonne humeur et vos blagues. Aux docteurs Géraldine Demoulin, Cécile Mezan de Malartic, Charlotte Masias, Antoine Koebele, Annie Zaccabri, et toute l'équipe du bloc.

### **A la maternité de Metz**

A Dr.Marie-Laure Eszto, merci pour votre enseignement,

A Dr. Sandra Dahlhoff, Aude Secondé, Dr.Pauline Baermann,

A Dr.Bogdan Margineanu, pour ma première césarienne, un de mes plus beaux souvenirs d'obstétrique, merci pour ta confiance et tout ce que tu m'as appris.

A Dr.Michel Gunther, merci de nous avoir fait partager votre expérience et vos conseils, Dr.Thierry Cassier, Dr.Roger Rieger, Dr. Renaud, Dr.Georges Hayek, Dr.Dalila El Bahja.

### **A la maternité de Lunéville**

A Sophie Harter, Charlotte Patte, Stanislas Villeroy de Galhau, Mr Maget et toute l'équipe de la maternité, merci pour votre accueil chaleureux.

### **A la maternité de Forbach**

Merci aux docteurs Romach, Momper, Rundstatler, Erkel, Obeid et à toute l'équipe de la maternité pour votre bienveillance et pour la confiance que vous m'avez accordée.

### **A la maternité Arc-en-Ciel à Épinal**

Merci aux docteurs Cristinelli, Gaillet, Zimbris, Dricot, Kuehn et Choserot pour votre accueil, vos conseils et tout ce que vous m'avez appris.

### **Au centre hospitalier de Saint-Dié**

Merci à toute l'équipe de chirurgie digestive et urologique :

A Docteur Ulmer : apprendre à vos côtés fut un plaisir, vous êtes un modèle pour moi, tant sur le plan chirurgical, qu'humain et pédagogique.

Aux Docteurs Ionica, Berezki, Cheurfa, Takova et à toute l'équipe du bloc.

### **Aux assistants et chefs de Cliniques**

Merci pour tout ce que vous m'avez appris et pour toutes les gardes passées ensemble.

A Mathieu Chamagne, Anne-Claire Chabot, Ronan Callec, Anaïs De Souza, Claire Barthes, Charline Berthold, Jocelyn Germain, Manon Kajak, Lorraine Hejl, Mathieu Dap, Laure Tomczyk, Lucile André, Mariane Fourel.

### **A mes co-internes**

A Kevin, Rémi, Abdel, Cécilia, Laetitia, Priscillia, Caroline et Marine, pour tous les stages et souvenirs durant ces 5 années d'internat.

A tous les autres internes, plus jeunes, d'anesthésie, médecine générale et autres spécialités rencontrés tout au long de l'internat.

A toutes les patientes.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

« Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité. Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux. Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité. J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences. Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me sont confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs. Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

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

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité. Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque ».

# TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX</b> .....	19
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	20
<b>1. INTRODUCTION</b> .....	21
1.1 Biométrie fœtale, contexte et définitions .....	21
1.2 Précision de l'estimation du poids fœtal .....	22
1.3 Les clichés biométriques .....	23
1.4 Le score de qualité.....	25
1.5 Problématique.....	26
<b>2. ARTICLE</b> .....	27
2.1 Introduction .....	30
2.2 Matériels et Méthodes .....	31
2.2.1 Recueil des données échographiques et cliniques.....	31
2.2.2 Cotation des clichés biométriques.....	32
2.2.3 Analyse statistique.....	32
2.3 Résultats .....	33
2.3.1 Patientes .....	33
2.3.2 Score de qualité .....	35
2.3.3 Précision de l'EPF .....	36
2.3.4 Valeur prédictive du score de qualité.....	37
2.3.5 Reproductibilité du score de qualité.....	38
2.4 Discussion .....	39
2.5 Conclusion.....	40
2.6 Références .....	41
<b>3. CONCLUSION</b> .....	44
<b>4. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	45
<b>5. ANNEXES</b> .....	48

## **LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX**

Figure 1 : Flow Chart représentant le flux d'inclusions et les scores de qualité moyens en fonction de l'erreur-EPF (différence entre le poids de naissance et le poids de naissance prévisionnel).....	34
Figure 2 : Distribution des scores de qualité en fonction du niveau d'expérience de l'opérateur (débutants, intermédiaires et experts).....	35
Figure 3 : Distribution des erreurs-EPF en fonction des caractéristiques de l'opérateur (débutants, intermédiaires et experts).....	36
Figure 4 : Courbes ROC.....	38
Tableau I : Score de qualité iconographique des clichés biométriques utilisé pour le reviewing des clichés. ....	32
Tableau II : Scores de qualité des clichés échographiques et erreur-EPF <sup>1</sup> associés aux poids fœtaux prévisionnels (délai entre l'accouchement et la biométrie $\leq 7$ jours). ....	37
Tableau III : Concordance entre les notes de qualité iconographiques attribuées par les différents lecteurs. ....	38

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

AIUM: American Institute of Ultrasound in Medicine

AUC : Area Under Curve / Aire Sous la Courbe

CFEF : Collège Français d'Échographie Fœtale

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

EPF : Estimation de Poids Fœtal

IC95% : Intervalle de Confiance à 95%

IMC: Indice de Masse Corporelle

ISUOG: International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology

LF : Longueur du Fémur

PA : Périmètre Abdominal

PC : Périmètre Crânien

PNP : Poids de Naissance Prévisionnel

RCIU : Restrictions de Croissance Intra Utérine

ROC (courbe) : Receiver Operating Characteristic

VPP : Valeur Prédicative Positive

# 1. INTRODUCTION

## 1.1 Biométrie fœtale, contexte et définitions

Pour estimer le gabarit d'un fœtus, les équipes obstétricales utilisent des formules permettant de réaliser une Estimation du Poids Fœtal (EPF) à partir de paramètres mesurés par échographie.

Ces formules utilisent le plus souvent les paramètres suivants : le Périmètre Crânien (PC), le Périmètre Abdominal (PA) et la Longueur Fémorale (LF).

L'EPF, réalisée lors de chaque examen échographique de dépistage ou lors de contrôles de la croissance fœtale, est un élément essentiel pour la prise en charge obstétricale des patientes (1).

L'EPF permet en effet d'identifier des situations à risque de morbi-mortalité maternelle et fœtale, d'établir un pronostic, et de proposer une conduite à tenir obstétricale afin d'en diminuer les conséquences maternelles et néonatales qui peuvent être parfois graves (2,3).

Par exemple, une Restriction de Croissance Intra-Utérine (RCIU) non diagnostiquée peut conduire à une mort fœtale intra-utérine. Le diagnostic de cette restriction permet la mise en place d'une surveillance focalisée, et peut justifier une induction du travail pour éviter le décès in utéro (4).

De même, lorsqu'une macrosomie fœtale n'est pas diagnostiquée, cela peut entraîner de lourdes conséquences per et post-natales, avec par exemple un arrêt aux épaules en cas de disproportion foeto-pelvienne. Lorsque qu'une macrosomie est suspectée, une induction du travail avant terme peut être proposée pour diminuer le poids fœtal lors de l'accouchement et donc les risques obstétricaux (5).

L'étude du gabarit fœtal va également permettre de décider du lieu d'accouchement (maternité de niveau 2 ou 3) en cas de prématurité ou de RCIU (6) et de la voie d'accouchement (voie basse ou césarienne) en cas de macrosomie avec gabarit fœtal important (7).

Inversement, une macrosomie ou un RCIU diagnostiqués à tort vont entraîner des décisions obstétricales inappropriées et peuvent potentiellement induire une iatrogénie significative. Citons, par exemple, la prématurité induite en cas de RCIU diagnostiqué à tort ou les risques associés à la réalisation d'une césarienne lors d'une macrosomie est diagnostiquée à tort, qui vont augmenter la morbi-mortalité materno-fœtale pour la grossesse actuelle et les grossesses ultérieures (5).

Il est donc indispensable de disposer d'une EPF précise et fiable, pour prendre les décisions obstétricales adaptées et sécuriser la prise en charge des patientes.

## 1.2 Précision de l'estimation du poids fœtal

La littérature scientifique témoigne d'une imprécision non négligeable de l'EPF. Une erreur moyenne de 8,2 +- 6,5% est observée lorsque l'EPF est comparée au poids réel du fœtus, avec une grande variabilité des résultats et des erreurs parfois très importantes, notamment pour les fœtus en excès ou en défaut de croissance (8,9), et ce, malgré des échographes de plus en plus performants. De même, une étude réalisée en 2015 retrouvait un dépistage médiocre des RCIU avec une sensibilité de 29% seulement pour les dépister et une valeur prédictive positive de 30% seulement (10).

Cette imprécision a de multiples causes et de nombreuses études ont proposé des stratégies visant à améliorer la précision de l'EPF. Cette approche constitue un axe de recherche particulièrement pertinent car il existe une marge de progression et un impact clinique potentiel important en matière de sécurité obstétricale et de santé périnatale. En dépit de son caractère opérateur dépendant, l'échographie conventionnelle reste l'examen de choix pour estimer le gabarit fœtal car elle est non irradiante, non invasive, facilement accessible, peu coûteuse et permet d'obtenir un résultat en temps réel.

En pratique, de nombreuses formules ont été proposées pour calculer l'EPF à partir de différents paramètres biométriques, la plus précise et la plus utilisée est la formule de Hadlock et al. à 3 paramètres qui comporte en moyenne 7,5% d'erreur entre l'EPF et le poids réel du fœtus (11–13).

De nombreux référentiels de croissance, généralement présentés sous forme de courbes de croissance, ont également été établis afin de comparer le poids fœtal estimé avec celui d'autres fœtus du même âge gestationnel et ainsi définir si le poids du fœtus est normal pour l'âge, ou s'il y a un RCIU ou une macrosomie. Des dizaines de référentiels différents coexistent, ces différences résultent des caractéristiques de la cohorte utilisée et de la méthodologie de construction du référentiel. On recense notamment des courbes customisées (14), prescriptives (15) ou descriptives, telles que la courbe du CFEF dont l'utilisation est préconisée en France (16).

La variabilité importante inter et intra-observateur des mesures échographiques, (17,18) contribue largement à l'imprécision de l'EPF. Cette variabilité est associée à une hétérogénéité de la qualité des clichés échographiques biométriques (19) sans que le lien entre la qualité iconographique et la précision des mesures n'ait été clairement établi. L'approche visant à améliorer de façon systématique la qualité des clichés biométriques constitue un préalable indispensable pour améliorer la précision de l'EPF. De fait, il a également été montré que la mise en place d'un contrôle systématisé de qualité des clichés améliorerait significativement la précision de l'EPF (19).

Différentes équipes ont travaillé à l'amélioration de la qualité des clichés biométriques, de différentes manières.

Certaines ont montré l'intérêt de la simulation haute-fidélité pour améliorer la formation initiale des échographistes et ainsi optimiser la pratique et la qualité des biométries fœtales,

notamment chez les opérateurs de faible niveau d'expérience. En effet, un faible niveau d'expérience de l'opérateur est corrélé à une imprécision de l'EPF (20,21).

Afin d'améliorer la précision des clichés et de diminuer la variabilité inter et intra-observateur (17,18), d'autres études ont proposé d'utiliser l'échographie 3D pour améliorer la qualité des plans de coupes (principale source d'erreur chez les opérateurs débutants) (22), ou la réalisation de mesures automatisées, afin d'optimiser le placement des calipers (23). Cependant, ces méthodes restent encore expérimentales.

Enfin, d'autres études ont mis en place des auto-évaluations et des contrôles de qualité, tels que les calculs de Z-scores des EPF réalisées, qui permettent de s'assurer de la concordance des mesures avec la distribution attendue mais qui nécessitent une grande quantité d'échographies réalisées afin d'être mis en place (20).

Une des difficultés rencontrées lors de la mise en place d'une étude sur l'EPF est l'absence de gold standard auquel comparer les estimations réalisées en anténatal. Le poids de l'enfant mesuré à la naissance constitue la mesure de référence ce qui limite les possibilités d'évaluer la pertinence des mesures réalisées à distance de l'accouchement. Pour limiter ce biais, la majorité des études s'appuient sur des données collectées moins de 7 jours avant l'accouchement, afin de garantir la fiabilité de leurs résultats (24,25).

La plupart des études évaluent la précision de l'EPF par le calcul de l'erreur moyenne ou de l'erreur moyenne absolue (différence entre l'EPF et le poids de naissance, rapportée au poids de naissance) (11,26). Le seuil retenu pour définir une imprécision de l'EPF est généralement fixé à une erreur  $> 10\%$ , et à une erreur  $> 15\%$  pour définir une imprécision majeure de l'EPF. (8,27,28).

### 1.3 Les clichés biométriques

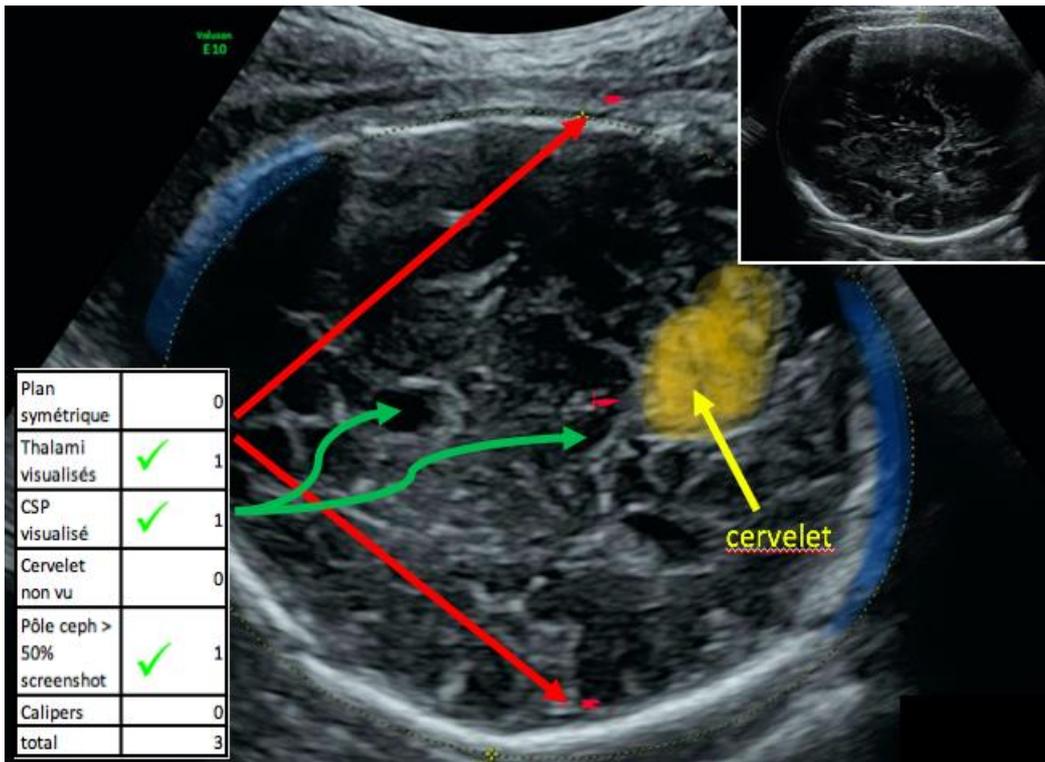
L'analyse des clichés biométriques et de leur qualité est donc une piste intéressante pour améliorer la précision de l'EPF. Elle pourrait notamment permettre par le biais d'un contrôle qualité systématisé d'identifier certaines erreurs de mesures.

Dans la formule de Hadlock et al., la plus précise retrouvée dans la littérature, 3 mesures sont nécessaires au calcul de l'EPF : le périmètre crânien (PC), le périmètre abdominal (PA) et la longueur fémorale (LF) (12).

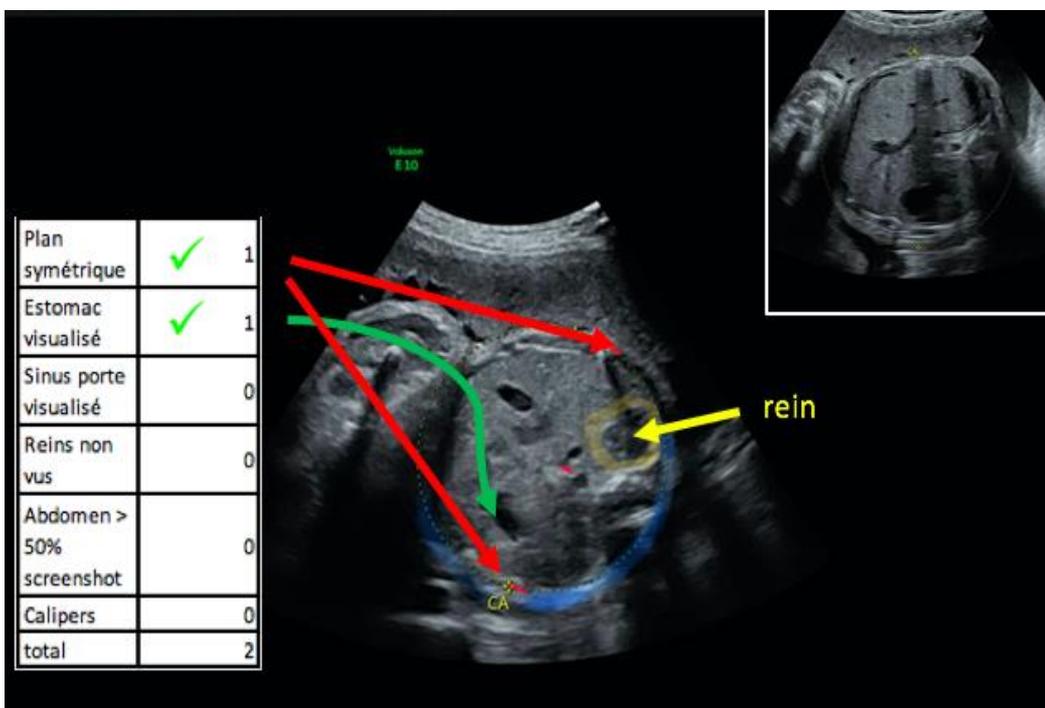
La procédure pour réaliser ces mesures est rigoureusement détaillée, avec un plan de coupe précis à obtenir, un zoom optimal et un placement des calipers strictement défini. Cette méthodologie de mesure fait l'objet de recommandations précises, par de nombreuses sociétés savantes, telles que *l'American Institute of Ultrasound in Medicine* (AIUM) ou *l'International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology* (ISUOG) (29,30).

Les captures d'image suivantes illustrent les clichés de PC, PA et LF réalisées par un opérateur en formation pour calculer l'EPF (Figure 1). Les critères de qualité requis figurent dans l'encadré (plan de coupe à obtenir, zoom suffisant, placement des calipers).

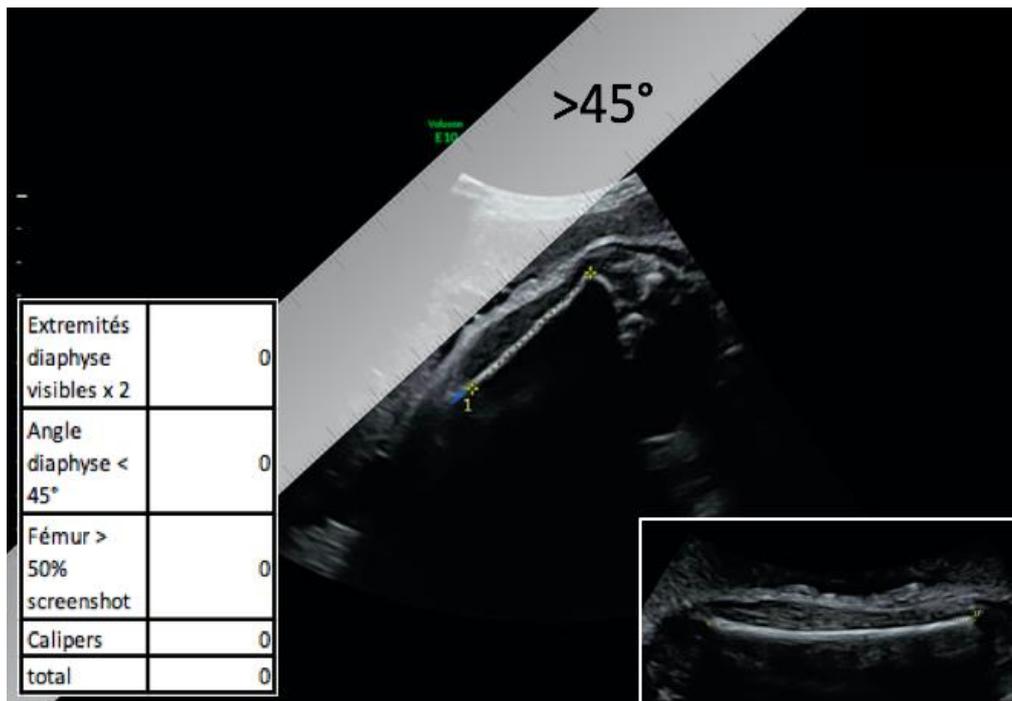
Cet exemple illustre l'hétérogénéité majeure de qualité des clichés lors de la réalisation d'une biométrie.



**Image 1** : Cliché de Périmètre Céphalique (PC).



**Image 2** : Cliché de Périmètre Abdominal (PA).



**Image 3 :** Cliché de Longueur Fémorale (LF).

**Figure 1 :** Exemple de clichés biométriques réalisés par un opérateur en formation. Les marques de couleurs matérialisent les éléments du reviewing (respect ou non de la méthodologie) et une capture de l'image cible a été juxtaposée pour permettre une comparaison.

#### 1.4 Le score de qualité

Afin d'objectiver la qualité des clichés biométriques réalisés, plusieurs études ont évalué la pertinence de l'utilisation d'un score pour coter la qualité des clichés (30–32) . L'intérêt d'un score est de pouvoir apprécier la qualité des clichés biométriques, de manière objective, indépendamment de l'identité ou de l'expérience de l'opérateur. Il permet également de voir la progression des opérateurs débutants à travers la qualité des échographies qu'ils réalisent, par l'obtention de scores de plus en plus élevés. Il est également facile à mettre en œuvre et ne nécessite pas de grandes quantités d'échographies à réaliser pour pouvoir l'utiliser (31). Cela en fait un outil de choix pour réaliser un contrôle qualité des clichés et ainsi améliorer la précision de l'EPF (19).

Le score le plus utilisé est le score de Salomon et al. qui a également été publié dans les recommandations de l'ISUOG (31).

Ce score cote la qualité des clichés biométriques sur 16 points : 6 points pour le cliché du PC, 6 points pour le cliché du PA et 4 points pour le cliché de la LF. Ces différents points prennent en compte le plan de coupe à obtenir, par différentes structures morphologiques à voir ou ne pas voir sur le cliché, la position des calipers et le zoom du cliché. Il est présenté tableau I.

**Tableau 1** : Score utilisé pour le reviewing des clichés (critères de qualité pour une cotation objective des clichés biométriques).

<b>Type of image</b>		
<b>Cephalic</b>	<b>Abdominal</b>	<b>Femoral</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrical plane</li> <li>- Plane showing thalami</li> <li>- Plane showing cavum septi pellucidi</li> <li>- Cerebellum not visible</li> <li>- Head occupying more than half of total image</li> <li>- Callipers and dotted ellipse placed correctly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Symmetrical plane</li> <li>- Plane showing stomach bubble</li> <li>- Plane showing portal sinus</li> <li>- Kidneys not visible</li> <li>- Abdomen occupying more than half of total image</li> <li>- Callipers and dotted ellipse placed correctly</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Both ends of bones clearly visible</li> <li>- &lt;45° to horizontal</li> <li>- Femur occupying more than half of total image</li> <li>- Callipers placed correctly</li> </ul>
<p>Each fulfilled criterion scores one point.</p>		

A partir de L. Salomon et al. *Feasibility and Reproducibility of an Image-Scoring Method for Quality Control of Fetal Biometry in the Second Trimester* (31). *Ultrasound in obstetrics & gynecology* 2006.

## 1.5 Problématique

Un score de qualité fiable, simple d'utilisation, bien corrélé à la précision de l'EPF et reproductible, pourrait permettre de sécuriser les décisions obstétricales, de protéger les échographistes, et optimiser la prise en charge obstétricale des patientes.

Le score de Salomon et al. a déjà été utilisé dans la littérature, par exemple lors du contrôle qualité des clichés réalisé dans le cadre de l'étude Intergrowth (33). Sa faisabilité et sa reproductibilité ont été testées (31). Cependant, aucune étude d'applicabilité de ce score n'a été réalisée. Son intérêt en pratique clinique n'a jamais été évalué.

Nous avons choisi de tester ce score, auprès d'un échantillon d'opérateurs de niveaux d'expérience variables, afin d'obtenir des clichés biométriques de qualité variable et pouvoir ainsi évaluer la corrélation entre ce score de qualité (de faible à très élevée) et la précision de l'EPF.

La constitution particulière de notre échantillon nous permet ainsi de tester ce score dans toute la diversité des clichés biométriques, de qualité médiocre à très élevée, en pratique courante, ce qui n'a jamais été fait auparavant.

Nous avons également étudié sa valeur prédictive positive, sa faisabilité et sa reproductibilité.

## **2. ARTICLE**

**Correlation between image-scoring quality and accuracy of estimation of fetal weight estimation in ultrasound: a transversal study**

**Corrélation entre le score de qualité des coupes échographiques biométriques et la précision de l'estimation du poids fœtal : étude transversale**

Ambroise-Grandjean G<sup>1,2,3</sup>, Le Gall L<sup>1</sup>, Bourguignon L<sup>1</sup>, Colin A<sup>1</sup>, Hossu G<sup>4</sup>, Morel O<sup>1,2</sup>

(1) CHRU Nancy, Département d'Obstétrique, Nancy F-54000 France

(2) Université de Lorraine, Inserm, IADI, Nancy F-54000 France

(3) Université de Lorraine, Département Universitaire de Maïeutique, Nancy F-54000 France

(4) CHRU Nancy, Inserm, Université de Lorraine, CIC, Nancy F-54000 France

**Objective:** To evaluate the correlation between the quality of fetal ultrasound (US) biometry and the accuracy of estimations of fetal weight (EFW). To describe positive predictive value (PPV) of systematic image-scoring in identifying EFW error > 10% and >15%.

**Methods:** Fetal measurements, EFW (Hadlock 3), screenshots, sonographer experience & birth weight (BW) were collected for 131 exams occurring within 7 days before birth. The Difference (EFW error) between forecasted weight (FW) [EFW + (30 grammes x delay to birth in days)] and BW was then assessed (absolute value) and proportions of estimates within 10 % and 15% of BW were calculated.

Three senior sonographers reviewed all the screenshots (ISUOG 16-points score). The respective impact of the sonographer experience and the image-scoring on EFW accuracy and relevancy of image scoring to predict accurate EFW and his reproducibility were then assessed. Data were handled by univariate analysis and receiver operating characteristic (ROC) curves.

**Results:** Mean BW was  $2\,998\text{g} \pm 954\text{g}$  and mean EFW error was  $8,6\% \pm 7,1$ . Correlation between the sonographer experience and the EFW error and between the score and the EFW error were significant, and PPV of systematic image-scoring in identifying EFW error > 10% and >15 % was relevant (area under the curve=0.61 and 0,70). Image-scoring reproducibility was limited.

**Conclusion:** Low image-scoring and low experience are significantly associated with an increased risk of inaccurate EFW. Image scoring method could ensure an accurate EFW in health care settings.

**Objectifs :** Évaluer l'impact de la qualité des coupes échographiques biométriques sur la précision de l'estimation du poids fœtal (EPF). Caractériser la Valeur Prédictive Positive (VPP) et la reproductibilité du contrôle qualité systématisé des coupes échographiques pour identifier les EPF pour lesquelles l'imprécision est  $> 10\%$  et  $> 15\%$  du poids de naissance.

**Matériel et méthode :** Les clichés, les mesures, l'EPF (Hadlock3), et les données relatives à l'expérience préexistante de l'opérateur ont été collectés pour 131 examens biométriques réalisés dans les 7 jours précédant la naissance dans une maternité de niveau III. Le délai entre la naissance et l'examen a été quantifié et la différence (erreur-EPF) entre le poids prévisionnel [EPF + (30 grammes x délai en jours)] et le poids de naissance a été quantifiée en valeur absolue. La proportion d'erreurs-EPF supérieures à 10% et 15% du poids de naissance a été quantifiée. Une notation sur 16 points de la qualité des clichés a été réalisée par trois échographistes seniors et la reproductibilité inter observateur du score a été évaluée. Des analyses univariées et des courbes Receiver Operating Characteristic (ROC) ont permis de croiser ces données afin d'évaluer l'impact de l'expérience de l'opérateur et du score sur la précision de l'EPF et la pertinence de la notation pour prédire la fiabilité de l'EPF.

**Résultats :** Le poids moyen à la naissance était  $2\,998\text{g} \pm 954\text{g}$  avec une erreur-EPF moyenne de  $8,6\% \pm 7,1$ . L'erreur-EPF était associée significativement au niveau de l'opérateur et au score obtenu de qualité des clichés. La VPP du score pour prédire une erreur-EPF  $> 10\%$  et  $> 15\%$  était pertinente (aire sous la courbe de 0,61 et 0,70 respectivement). La reproductibilité de la notation était limitée.

**Discussion :** Une expérience restreinte et un faible score de qualité sont associés à un risque augmenté d'EPF imprécise. L'utilisation de la notation des clichés échographiques en pratique clinique pourrait permettre de garantir la précision de l'EPF.

## 2.1 Introduction

L'estimation échographique du Poids Fœtal (EPF) est l'élément clé sur lequel les équipes obstétricales s'appuient pour identifier des situations à risque de morbi-mortalité materno-fœtale, dont les Restrictions de Croissance Intra Utérine (RCIU) et la macrosomie (1–4). Le diagnostic d'une anomalie de croissance peut conduire à décider d'une prise en charge interventionnelle telle que la réalisation d'une césarienne, l'induction du travail ou le transfert materno-fœtal, pour prévenir une issue défavorable (3,5,6). La précision et la fiabilité de l'EPF conditionnent donc largement la pertinence des décisions obstétricales (7) et les erreurs de mesures peuvent générer des pertes de chance liées à la sous-estimation ou à la surestimation de ces anomalies de croissance (8).

La précision de l'EPF dépend de la qualité des mesures échographiques et de la formule d'estimation choisie (9). Cette précision est le plus souvent évaluée en exprimant la différence entre l'EPF et le poids de naissance sous forme d'erreur moyenne ou d'erreur absolue moyenne (9,10). La précision observée varie largement en fonction des études et de la formule utilisée pour estimer le poids. Une précision moyenne de  $8,2 \pm 6,5\%$  est observée pour les fœtus singletons, cette dernière est altérée pour les fœtus en excès ou en défaut de croissance (11–14). Quelle que soit la formule utilisée, l'EPF présente une variabilité inter et intra-observateur non négligeable (15,16).

Parmi les nombreuses études ou revues visant à évaluer la précision des formules d'EPF, une majorité retiennent qu'un délai entre l'EPF échographique et l'accouchement  $\leq 7$  jours est indispensable pour garantir la pertinence de cette évaluation (9,13,17,18). Une correction (ajout de 25 à 30 grammes par jour au 3<sup>ème</sup> trimestre) peut être utilisée pour limiter le biais lié à la sous-estimation du poids lorsque le recueil inclus des données pour lesquelles ce délai est  $\geq 4$  jours (19,20). Nombre de ces publications visent à comparer la précision et la pertinence clinique potentielle de différentes formules d'EPF (10,14). Dans cette optique, la discrimination des EPF pour lesquelles l'erreur moyenne est supérieure à un seuil de 10% ou 15% du poids de naissance est souvent utilisée pour caractériser l'imprécision de la mesure (13,18,21,22). Les résultats d'études récentes utilisant cette méthode établissent que la formule à 3 paramètres établie par Hadlock et al. en 1985 présente en population générale une fiabilité supérieure aux autres formules (erreur moyenne de 7,5%) (10,23).

Cependant, son utilisation sur le terrain ne permet pas de se prémunir d'un risque d'erreur aléatoire. Ce risque semble majoré pour les opérateurs non experts pour lesquels la précision de l'EPF apparaît diminuée (24,25). Certaines équipes ont donc proposé des procédures de contrôle qualité visant à garantir la pertinence de l'EPF. Les procédures basées sur l'observation de la distribution des mesures, assimilables à celles utilisées pour la mesure de la clarté nucale nécessitent un volume d'activité important et sont complexes à mettre en œuvre (24). Le contrôle qualité des clichés biométriques constitue une alternative pertinente. La mise en œuvre de ce type de contrôle semble associée à une précision accrue de l'EPF (26). L'utilisation d'un score systématisé sur 16 points dans cet objectif est recommandée (27,28). Cependant, la corrélation entre ce score et la précision de l'EPF, et les implications pratiques qui en découlent ne sont pas clairement établies dans la littérature.

L'évaluation de cette corrélation permettrait de juger de la valeur prédictive de ce score en pratique courante, et de l'intérêt de son utilisation systématique pour toute décision obstétricale dépendant de l'EPF.

L'objectif principal de notre étude était d'évaluer, au sein d'un groupe d'opérateurs de niveau variable, la corrélation entre la qualité des clichés échographiques biométriques et la précision de l'EPF. L'objectif secondaire était d'évaluer la reproductibilité de ce score de qualité.

## **2.2 Matériels et Méthodes**

Les données ont été recueillies dans le cadre d'une étude rétrospective, monocentrique, transversale, observationnelle ; réalisée au sein de la maternité du Centre Hospitalier Régional Universitaire de Nancy (type III). Ce projet a fait l'objet d'une déclaration à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) sous le numéro A2017-3. Le design de l'étude et la présentation des résultats répondent aux guidelines STARD (Standards for Reporting Diagnostic Accuracy Studies) 2015.

### **2.2.1 Recueil des données échographiques et cliniques**

Les données collectées sont issues du dossier obstétrical de patientes ayant accouché entre le 16/02/2019 et le 24/01/2020. Les critères d'inclusion étaient la réalisation d'une échographie obstétricale dans les 7 jours précédant l'accouchement, avec une biométrie complète, comprenant les paramètres Périmètre Crânien (PC), Périmètre Abdominal (PA) et Longueur Fémorale (LF). Les critères d'exclusion étaient le décès perinatal, l'absence de données concernant le poids de naissance et les naissances multiples avec un nombre de fœtus  $\geq 3$ . Les inclusions ont été réalisées de façon consécutive à partir du registre des naissances.

Concernant l'échographie, les données suivantes ont été consignées : date de l'examen et l'âge gestationnel associé, type d'échographe utilisé, quantité de liquide amniotique (oligoamnios, physiologique, hydramnios), IMC, conditions d'examen (satisfaisantes, intermédiaires ou difficiles), présentation fœtale (céphalique, en siège ou transverse) et caractère singleton ou gémellaire de la grossesse avec identification du fœtus (A ou B) en cas de grossesse gémellaire. Pour chaque examen, l'EPF a été établie à partir de la formule Hadlock 3 (29). Des captures d'écran des 3 clichés biométriques réalisés (PC, PA, LF) ont également été consignées. Lorsque plusieurs examens avaient été réalisés dans les 7 jours précédant l'accouchement, les données relatives à chaque examen ont fait l'objet d'un recueil indépendant.

Les caractéristiques de l'opérateur ayant réalisé l'échographie (cursus, spécialisation en échographie) ont permis de classer ces opérateurs en trois groupes (débutants, intermédiaires et experts) en fonction de leur cursus (annexe 1).

L'ensemble des examens a été réalisé sur des échographes EPIQ 5 (Philips Medical Systems) et Voluson E10, E8, S8 & Logiq (GE Medical Systems).

Concernant la naissance, les données relatives au poids du nouveau-né (examen réalisé en salle de naissance) et à l'âge gestationnel ont été consignées.

## 2.2.2 Cotation des clichés biométriques

A l'issue de cette première phase de recueil, un reviewing de l'ensemble des clichés biométriques a été réalisé. Trois sets de clichés anonymisés ont été constitués de façon aléatoire pour permettre une lecture en aveugle par trois reviewers indépendants (échographistes seniors). Au sein de chaque set, 15 clichés ont été dupliqués et intégrés de façon aléatoire aux autres sets, permettant une double cotation indépendante pour 45 clichés. Ces 45 cotations multiples ont été utilisées pour évaluer la concordance inter-observateur de la notation. Le score utilisé était un score sur 16 points élaboré par L. Salomon et al., dont l'utilisation fait l'objet d'une recommandation de bonne pratique au niveau international (30). Le détail du score est présenté tableau I.

**Tableau I : Score de qualité iconographique des clichés biométriques utilisé pour le reviewing des clichés.**

Type of image		
Cephalic	Abdominal	Femoral
- Symmetrical plane	- Symmetrical plane	- Both ends of bones clearly visible
- Plane showing thalami	- Plane showing stomach bubble	- <45° to horizontal
- Plane showing cavum septi pellucidi	- Plane showing portal sinus	- Femur occupying more than half of total image
- Cerebellum not visible	- Kidneys not visible	- Callipers placed correctly
- Head occupying more than half of total image	- Abdomen occupying more than half of total image	
- Callipers and dotted ellipse placed correctly	- Callipers and dotted ellipse placed correctly	

Each fulfilled criterion scores one point.

A partir de L. Salomon et al. *Feasibility and Reproducibility of an Image-Scoring Method for Quality Control of Fetal Biometry in the Second Trimester* (29). *Ultrasound in obstetrics & gynecology* 2006.

## 2.2.3 Analyse statistique

Le poids de naissance a été utilisé comme Gold Standard pour caractériser la précision de l'EPF. Pour limiter les biais en lien avec la variation des délais entre l'échographie et la naissance (soit du *delta*  $\Delta$  exprimé en jour entre l'accouchement et l'échographie), le « Poids de Naissance Prévisionnel » (PNP) a été établi en ajoutant au poids estimé le jour de l'échographie 30g par jour de délai jusqu'à la naissance [ $PNP = EPF + 30g \times \Delta$ ] (19,20).

La précision de l'EPF a été évaluée en établissant la différence en valeur absolue entre le PNP et le poids de naissance rapportée au poids de naissance, cette différence définissant une « erreur-EPF » exprimée en pourcentage pour chaque examen. Les erreurs-EPF strictement supérieures à 10% et 15% ont été identifiées et ont permis de caractériser respectivement les EPF comportant une imprécision (> 10%) et une imprécision majeure (> 15%).

Les paramètres quantitatifs ont été décrits par leurs moyennes  $\pm$  écart-type, maximum et minimum. Les paramètres et données qualitatifs ont été exprimés en effectif et pourcentage. La concordance inter-lecteurs a été mesurée au moyen de coefficients de corrélation intra-classe.

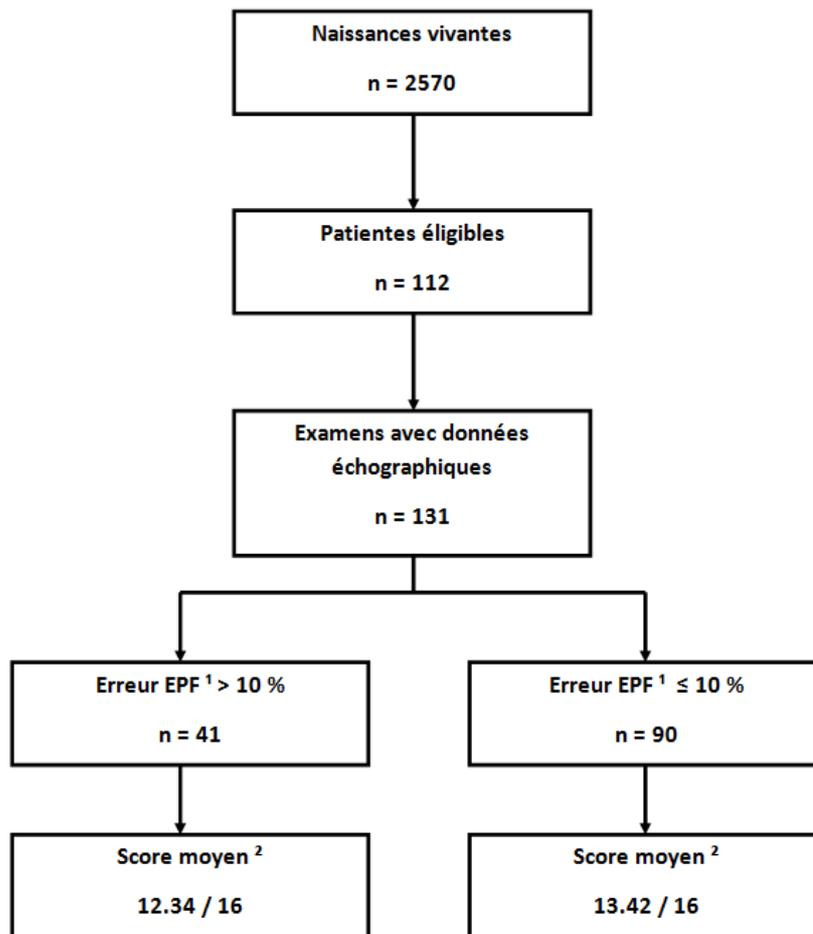
La différence moyenne des scores et des erreurs-EPF entre le niveau des opérateurs a été testée par le test de Student corrigé pour les comparaisons multiples par la méthode de Holm. Une analyse de type ROC a été réalisée afin de caractériser l'erreur-EPF en fonction du score total obtenu. La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive et la valeur prédictive négative ont été alors calculées. Une pvalue inférieure à 5% a été considérée comme significative. Les analyses statistiques ont été faites avec le logiciel R version 3.6.2 (2019-12-12).

L'effectif minimal nécessaire a été calculé afin d'obtenir une caractérisation suffisamment précise et de pouvoir utiliser des statistiques descriptives applicables aux grands échantillons (moyennes, écarts-type). Un minimum de 30 acquisitions par groupe de niveau était requis soit 90 acquisitions. Afin de tenir compte des données inexploitable, nous avons majoré ce chiffre de 10% conduisant à établir un effectif minimal de 100 acquisitions pour cette étude exploratoire.

## **2.3 Résultats**

### **2.3.1 Patientes**

Cent douze femmes ont été incluses dans l'étude, entre le 16/02/2019 et le 24/01/2020. Pour ces 112 femmes, 131 sets de données biométriques répondaient aux critères et ont pu être exploités (l'échantillon comportait 5 grossesses gémellaires, 8 et 3 patientes ayant bénéficié respectivement de 2 et 3 examens itératifs au cours des 7 jours précédant l'accouchement). Le flow chart de l'étude est présenté figure 1.



**Figure 1 :** Flow Chart représentant le flux d'inclusions et les scores de qualité moyens en fonction de l'erreur-EPF (différence entre le poids de naissance et le poids de naissance prévisionnel).

<sup>1</sup> différence en valeur absolue entre le poids de naissance prévisionnel (PNP) et le poids de naissance exprimé en pourcentage du poids de naissance.

<sup>2</sup> score de qualité iconographique sur 16 points, ISUOG guidelines.

L'Indice de Masse Corporelle (IMC) moyen des patientes était de 27,57. La corpulence des patientes correspondait à un état de maigreur dans 3,5% des cas (4/112), à un poids physiologique dans 38% des cas (43/112), à un surpoids dans 20,5% des cas (23/112) et à une obésité chez 38% (42/112) des patientes. Ces variations n'étaient corrélées ni à la précision de l'EPF ni au score de qualité.

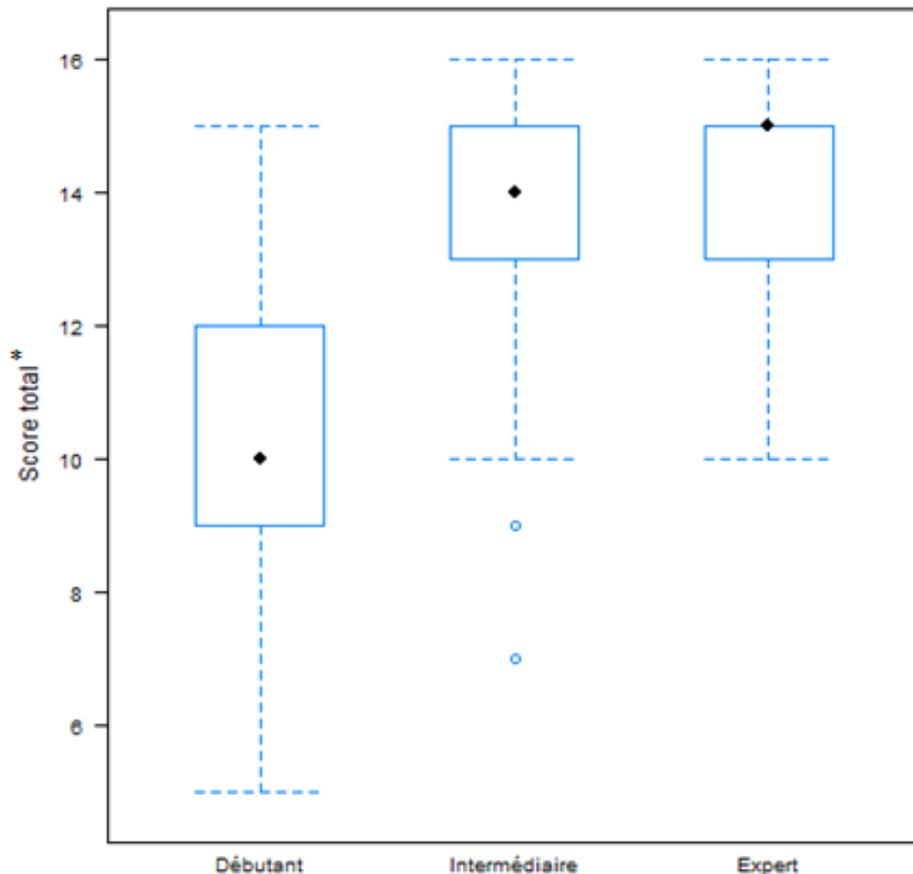
La présentation fœtale était céphalique dans 84% des cas (110/131), podalique dans 11,5% des cas (15/131) et transverse dans 4,5% des cas (6/131).

Les conditions d'examen étaient déclarées satisfaisantes par les opérateurs dans 34% des cas (44/131), intermédiaires dans 28% des cas (37/131) et difficiles dans 38% des cas (50/131).

### 2.3.2 Score de qualité

La cotation des clichés a pu être réalisée pour l'ensemble des examens éligibles. Le score de qualité moyen était de  $13,08 \pm 2,53$  [5-16] et était corrélé aux caractéristiques de l'opérateur ( $p < 0,016$ ). Les scores de qualité étaient significativement meilleurs dans le groupe Intermédiaires ( $13,57 \pm 2,16$  [7-16]) comparé au groupe Débutants ( $10,15 \pm 2,21$  [5-16]) ( $p = 5,9 \cdot 10^{-11}$ ) et dans le groupe Experts ( $14,29 \pm 1,51$  [10-16]) comparé au groupe Débutants ( $p = 2 \cdot 10^{-16}$ ) mais il n'y avait pas de différence significative entre les scores de qualité des groupes Intermédiaires et Experts ( $p = 0,074$ ).

La distribution des scores obtenus en fonction des caractéristiques de l'opérateur est présentée figure 2.



**Figure 2 :** Distribution des scores de qualité en fonction du niveau d'expérience de l'opérateur (débutants, intermédiaires et experts).

\* *Image-Scoring Method for Quality Control of Fetal Biometry (Salomon et al.).*

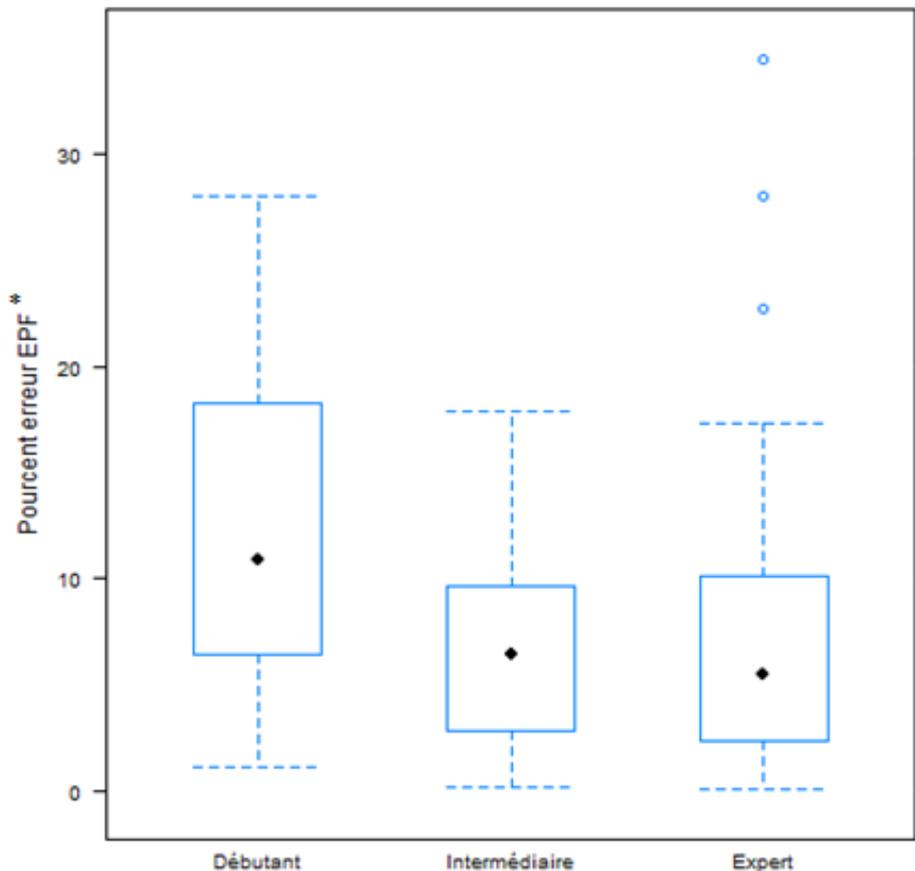
### 2.3.3 Précision de l'EPF

Le poids de naissance prévisionnel (PNP) moyen des fœtus était de  $2960\text{g} \pm 916$  [746 - 4871] et le poids moyen des enfants à la naissance était de  $2998\text{g} \pm 954$  [745 - 4990].

L'erreur-EPF moyenne était de  $8,6\% \pm 7,1$  [0,13-34,4] et était corrélée au niveau d'expérience de l'opérateur ( $p=0,016$ ). Le détail des résultats est présenté dans le tableau II et la distribution des pourcentages d'erreurs-EPF en fonction des caractéristiques de l'opérateur (niveau d'expérience) est présentée Figure 3.

L'erreur-EPF moyenne était significativement réduite dans le groupe Experts ( $7,23 \pm 6,5$  [0,1-34]) comparé au groupe Débutants ( $12,97 \pm 8,3$  [1,1-28]) ( $p=0,00026$ ) et dans le groupe Intermédiaires ( $6,75 \pm 4,8$  [0,2-18]) comparé au groupe Débutants ( $p=0,00067$ ) mais il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les groupes Experts et Intermédiaires ( $p=0,75$ ).

L'erreur-EPF était également positivement corrélée au score obtenu pour le PC, au score obtenu pour le PA, au score obtenu pour la LF et au score global ( $p=0,008$ ).



**Figure 3 :** Distribution des erreurs-EPF en fonction des caractéristiques de l'opérateur (débutants, intermédiaires et experts).

\* Pourcentage d'erreur-EPF.

Une association était également retrouvée entre le score de qualité et la proportion d'erreurs-EPF > 10% (imprécision) et > 15% (imprécision majeure).

Les scores de qualité moyens correspondant aux EPF comportant une imprécision (> 10%) et ceux correspondant aux EPF comportant une imprécision majeure (> 15%) étaient statistiquement plus faibles que ceux pour lesquels l'erreur-EPF était ≤ 10% (p=0,038 et p=0,0095 respectivement).

**Tableau II :** Scores de qualité des clichés échographiques et erreur-EPF<sup>1</sup> associés aux poids foetaux prévisionnels (délai entre l'accouchement et la biométrie ≤ 7jours).

Caractéristique de l'opérateur	Nombres d'examens (VA)	Score de qualité des examens échographiques (Moy ± DS)	Erreur EPF <sup>1</sup> moyenne (PEEM± DS)	Erreur EPF >10% <sup>2</sup> (VA et %)	Erreur EPF >15% <sup>3</sup> (VA et %)
Débutants	33 (25%)	10,15 +- 2,21 [5-15]	12.97 +- 8,3 [1,1-28]	17/33 (52%)	11/33 (33%)
Intermédiaires	30 (23%)	13,57 +- 2,16 [7-16]	6.75 +- 4,8 [0,2-18]	6/30 (20%)	2/30 (7%)
Experts	68 (52%)	14,29 +- 1,51 [10-16]	7.23 +- 6,5 [0,1-34]	18/68 (26%)	6/68 (9%)
Total opérateurs	131 (100%)	13,08 +- 2,53 [5-16]	8,6 +- 7,1 [0,13 – 34,4]	41/131 (31%)	19/131 (15%)

<sup>1</sup> Différence entre le poids de naissance et le poids prévisionnel (estimation échographique du poids foetal + nombre de jours de délai avec la naissance x 30 g).

<sup>2</sup> Erreur EPF supérieure à 10% du poids de naissance.

<sup>3</sup> Erreur EPF supérieure à 15% du poids de naissance.

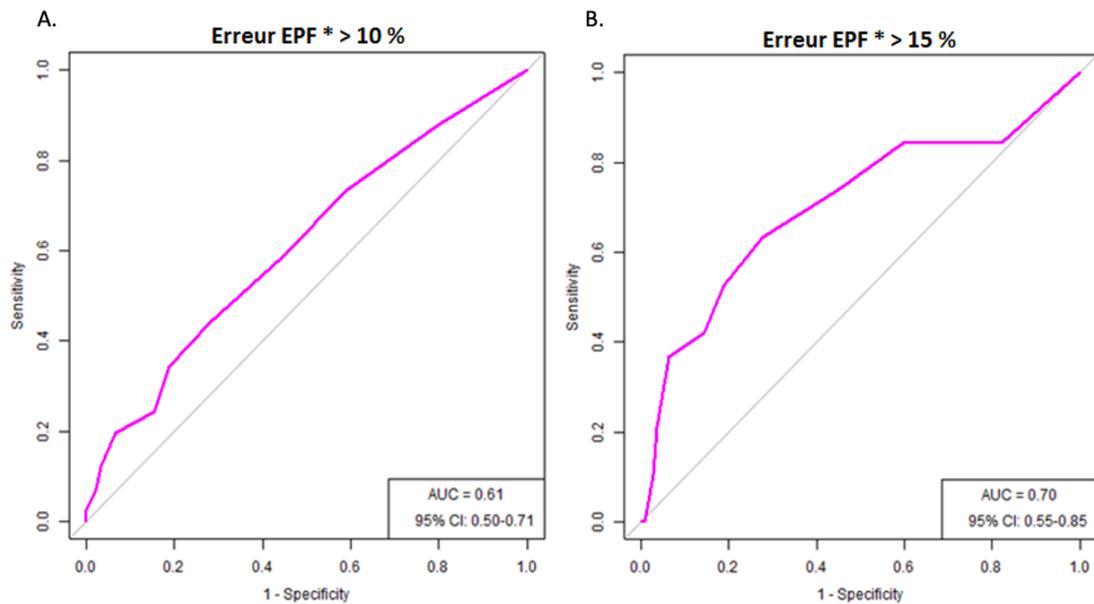
Les résultats sont présentés sous forme de valeur absolue (VA), moyenne (Moy), déviation standard (DS) et pourcentage d'erreur-EPF moyen (PEEM).

### 2.3.4 Valeur prédictive du score de qualité

Les courbes (ROC) illustrant la valeur prédictive du score observée au sein de l'échantillon pour prédire une imprécision (erreur-EPF > 10 %) ou une imprécision majeure (erreur-EPF > 15 %) sont présentées Figure 4. Les aires sous la Courbe (AUC) étaient de 0.61 (IC95% = 0.50-0.71) et 0.70 (IC95% = 0.55-0.85) respectivement.

Au sein de l'échantillon, un score < 13 permettait d'identifier 50% des examens associés à une imprécision de l'EPF (erreur-EPF > 10%), avec une spécificité de 58% pour prédire une EPF fiable lorsque le score était ≥ 13.

Ce même score < 13 permettait d'identifier 70% des examens associés à une imprécision majeure de l'EPF (erreur-EPF > 15%), avec une spécificité de 73% pour prédire une EPF fiable pour les scores ≥ 13.



**Figure 4 : Courbes ROC**

**A.** Courbe ROC de la performance du score de qualité ISUOG à 16 points pour identifier une erreur-EPF > 10 %.

**B.** Courbe ROC de la performance du score de qualité ISUOG à 16 points pour identifier une erreur-EPF > 15 %.

\* Différence entre le poids de naissance et le poids de naissance prévisionnel (PNP : estimation échographique du poids fœtal + nombre de jours de délai avec la naissance x 30 g).

### 2.3.5 Reproductibilité du score de qualité

Les coefficients de corrélation intraclasse observés pour les comparaisons lecteur 1 versus lecteur 2 et lecteur 2 versus lecteur 3 étaient de 0,79 (IC 95% [0,53 – 0,91]) et de 0,60 (IC 95% [-0,10 – 0,89]) respectivement. Les résultats sont présentés tableau III.

**Tableau III :** Concordance entre les notes de qualité iconographiques attribuées par les différents lecteurs.

Paramètre observé	Lecteur 1 versus Lecteur 2	Lecteur 2 versus Lecteur 3
Score Total	0,79 [0,53 – 0,91]	0,60 [-0,10 – 0,89]
Score PC	0,77 [0,47 – 0,90]	0,82 [0,40 – 0,95]
Score PA	0,57 [0,10 – 0,82]	0,29 [-0,31 – 0,75]
Score LF	0,52 [0,13 – 0,77]	0,10 [-0,13 – 0,50]

La concordance est exprimée sous forme de coefficient de corrélation intraclasse avec Intervalle de Confiance à 95% (IC 95%) correspondant.

## 2.4 Discussion

### Principaux résultats

Cette étude est la première à faire état d'une association significative entre la qualité des clichés échographiques biométriques et la précision de l'EPF. Cette association s'exprime par une corrélation entre score élevé et erreur EPF réduite ( $p = 0,008$ ). Elle est retrouvée lorsque l'on compare les scores associés à une imprécision ou à une imprécision majeure à ceux associés à une erreur EPF  $\leq 10\%$  ( $p=0,038$  et  $p=0,0095$  respectivement). L'analyse par courbe ROC fait état d'une valeur prédictive positive pertinente du score au sein de l'échantillon pour identifier les EPF comportant une imprécision majeure (sensibilité de 70% et spécificité de 73% pour un score-seuil de 13 points).

L'évaluation de la reproductibilité inter-observateur du score témoigne d'une concordance variable en fonction des différents relecteurs (coefficients de corrélation variant de 60% et 79% avec des intervalles de confiance majeurs). Ce constat diffère des observations précédentes ce qui s'explique probablement par la constitution particulière de notre échantillon qui comporte une proportion importante d'opérateurs non experts.

### Forces et limites

L'approche innovante proposée dans cette étude permet d'envisager les applications pratiques et cliniques de l'utilisation systématisée de la cotation des clichés biométriques. Les résultats concernant la valeur prédictive du score permettent de mesurer les aléas associés aux prises de décision basées sur des examens pour lesquels le score de qualité témoigne d'un risque important d'imprécision ou d'imprécision majeure de l'EPF. De façon symétrique, les résultats témoignent d'une spécificité suffisante pour ne pas multiplier les examens lorsque les conditions de réalisation de l'examen ne sont pas connues mais que le score de qualité est satisfaisant.

Sur le plan méthodologique, l'échantillon constitué, qui comporte une large variabilité de situations obstétricales et de niveaux d'opérateurs, est représentatif de l'activité clinique au sein des centres hospitaliers ce qui conforte la validité et l'applicabilité pratique des résultats obtenus. Cette applicabilité est majorée par le choix d'utiliser la formule Hadlock 3 dont l'usage est largement répandu. Ainsi que par celui d'utiliser des examens biométriques réalisés dans les 7 jours précédant l'accouchement pour minimiser les biais en lien avec le gain pondéral résultant du délai entre l'échographie et l'accouchement. Les conditions de réalisation de la cotation (réalisée de façon prospective pour les besoins de l'étude et par des opérateurs séniors) consolident également la validité des résultats obtenus.

L'erreur-EPF moyenne de 8,6% observée au sein de l'échantillon est en accord avec les données de la littérature, élément qui étaye la possibilité de généraliser ces observations à la pratique clinique.

La reproductibilité moyenne de la cotation constitue une réserve. Cependant, la réalisation d'une double cotation par deux opérateurs distincts, simple à mettre en œuvre, pourrait permettre d'apporter une garantie lorsque le score est utilisé pour valider la pertinence d'un examen dont dépend la prise en charge obstétricale.

Le caractère mono-centrique et rétrospectif de cette étude induit des biais potentiels liés aux pratiques locales. Cependant la diversité des situations obstétricales observées au sein de l'échantillon et les caractéristiques initiales de cet échantillon (diversité des opérateurs) limitent significativement ces biais.

### **Applications pratiques**

Les résultats obtenus permettent d'envisager une utilisation pratique du score de qualité pour sécuriser les prises de décision obstétricales basées sur l'EPF. L'intérêt est notamment de permettre d'objectiver la qualité des clichés indépendamment de l'expérience et de l'identité de l'échographiste qui les a réalisés.

En pratique, le seuil retenu pour proposer un examen de seconde intention est un score < 13 points. Cette stratégie permettrait aux équipes d'identifier 50% des examens comportant une imprécision et 70% des examens comportant une imprécision majeure. Dans le cas de figure où l'examen de seconde intention présente un score de qualité élevé, la fiabilité de l'EPF est statistiquement améliorée. Dans l'hypothèse d'un score de qualité médiocre persistant en seconde intention, l'information donnée au couple est optimisée, les soins répondent à l'obligation de moyens et la responsabilité des praticiens impliqués dans la prise en charge est partagée.

Pour les examens obtenant une cotation  $\geq 13$ , la réalisation systématique d'un examen de seconde intention pratiquée par certaines équipes (notamment pour les opérateurs juniors ou les transferts entre établissements) est remise en cause et l'intérêt de l'examen de seconde intention peut être évalué en fonction du contexte.

La pratique d'une double cotation est facile à mettre en œuvre notamment dans le cadre d'une décision collégiale et permet de se prémunir d'une sur- ou sous-estimation de la qualité de l'examen.

L'intérêt d'intégrer cette stratégie aux pratiques cliniques pour réduire le nombre d'évènements porteurs de risques et leurs possibles conséquences maternelles et néonatales nécessiterait d'être évalué de façon prospective et multicentrique pour être confirmé.

## **2.5 Conclusion**

La précision de l'EPF est significativement corrélée à la qualité des coupes échographiques biométriques. Le score sur 16 points publié par Salomon et al. permet d'objectiver cette qualité. Une stratégie intégrant son utilisation systématique pour garantir la qualité de l'EPF pourrait permettre *in fine* de sécuriser la prise en charge obstétricale des patientes.

## 2.6 Références

1. Barker DJ. The long-term outcome of retarded fetal growth. *Schweiz Med Wochenschr* 1999; 129: 189-96.
2. Henriksen T. The macrosomic fetus: a challenge in current obstetrics. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2008; 87: 134-45.
3. Vidarsdottir H, Geirsson RT, Hardardottir H, Valdimarsdottir U, Dagbjartsson A. Obstetric and neonatal risks among extremely macrosomic babies and their mothers. *Am J Obstet Gynecol* 2011; 204: 423.
4. Gaudineau A. Prevalence, risk factors, maternal and fetal morbidity and mortality of intrauterine growth restriction and small-for-gestational age. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2013; 42: 895-910.
5. Boulvain M, Senat M-V, Perrotin F, Winer N, Beucher G, Subtil D, et al. Induction of labour versus expectant management for large-for-date fetuses: a randomised controlled trial. *Lancet* 2015; 385: 2600-5.
6. Chien LY, Whyte R, Aziz K, Thiessen P, Matthew D, Lee SK, et al. Improved outcome of preterm infants when delivered in tertiary care centers. *Obstet Gynecol* 2001; 98: 247-52.
7. Coomarasamy A, Connock M, Thornton J, Khan KS. Accuracy of ultrasound biometry in the prediction of macrosomia: a systematic quantitative review. *BJOG* 2005; 112 :1461-6
8. Townsend RR, Filly RA, Callen PW, Laros RK. Factors affecting prenatal sonographic estimation of weight in extremely low birthweight infants. *J Ultrasound Med* 1988; 7: 183-7.
9. Heer IM, Kümper C, Vögtle N, Müller-Egloff S, Dugas M, Strauss A. Analysis of Factors Influencing the Ultrasonic Fetal Weight Estimation. *Fetal Diagn Ther* 2008; 23: 204-10.
10. Hammami A, Mazer Zumaeta A, Syngelaki A, Akolekar R, Nicolaides KH. Ultrasonographic estimation of fetal weight: development of new model and assessment of performance of previous models. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 52: 35-43.
11. Melamed N, Ryan G, Windrim R, Toi A, Kingdom J. Choice of Formula and Accuracy of Fetal Weight Estimation in Small-for-Gestational-Age Fetuses. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 71-82.
12. Dudley NJ. A systematic review of the ultrasound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 80-9.
13. Cohen JM, Hutcheon JA, Kramer MS, Joseph KS, Abenhaim H, Platt RW. Influence of ultrasound-to-delivery interval and maternal–fetal characteristics on validity of estimated fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 434-41.

14. Melamed N, Yogev Y, Meizner I, Mashiach R, Bardin R, Ben-Haroush A. Sonographic fetal weight estimation: which model should be used? *J Ultrasound Med* 2009; 28: 617-29.
15. Sarris I, Ioannou C, Chamberlain P, Ohuma E, Roseman F, Hoch L, et al. Intra- and interobserver variability in fetal ultrasound measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 39: 266-73.
16. Zador IE, Sokol RJ, Chik L. Interobserver variability. A source of error in obstetric ultrasound. *J Ultrasound Med* 1988; 7: 245-9.
17. Faschingbauer F, Raabe E, Heimrich J, Faschingbauer C, Schmid M, Mayr A, et al. Accuracy of sonographic fetal weight estimation: influence of the scan-to-delivery interval in combination with the applied weight estimation formula. *Arch Gynecol Obstet* 2016; 294: 487-93.
18. Chauhan SP, Hendrix NW, Magann EF, Morrison JC, Scardo JA, Berghella V. A review of sonographic estimate of fetal weight: Vagaries of accuracy. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2005; 18: 211-20.
19. Chien PF, Owen P, Khan KS. Validity of ultrasound estimation of fetal weight. *Obstet Gynecol* 2000; 95: 856-60.
20. Owen P, Donnet ML, Ogston SA, Christie AD, Howie PW, Patel NB. Standards for ultrasound fetal growth velocity. *Br J Obstet Gynaecol* 1996; 103: 60-9.
21. Tas EE, Kir EA, Yilmaz G, Yavuz AF. Accuracy of sonographic fetal weight estimation in full-term singleton pregnant women. *Pak J Med Sci* 2019; 35: 34-8.
22. Faschingbauer F, Heimrich J, Raabe E, Kehl S, Schneider M, Schmid M, et al. Longitudinal Assessment of Examiner Experience and the Accuracy of Sonographic Fetal Weight Estimation at Term. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 163-74.
23. Blue NR, Savabi M, Beddow ME, Katukuri VR, Fritts CM, Izquierdo LA, et al. The Hadlock Method Is Superior to Newer Methods for the Prediction of the Birth Weight Percentile. *J Ultrasound Med* 2019; 38: 587-96.
24. Faschingbauer F, Heimrich J, Raabe E, Kehl S, Schneider M, Schmid M, et al. Longitudinal z Score Distribution in Sonographic Fetal Biometry: Influence of Examiner and Experience. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 1021-8.
25. Andreasen LA, Tabor A, Nørgaard LN, Ringsted C, Sandager P, Rosthøj S, et al. Multicenter randomized trial exploring effects of simulation-based ultrasound training on obstetricians' diagnostic accuracy: value for experienced operators. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 55: 523-9.
26. Dudley NJ, Chapman E. The importance of quality management in fetal measurement. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19: 190-6.

27. Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, Doris B, Mas N, Ville Y. Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 34-40.
28. Sarris I, Ioannou C, Dighe M, Mitidieri A, Oberto M, Qingqing W, et al. Standardization of fetal ultrasound biometry measurements: improving the quality and consistency of measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 38: 681-7.
29. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 151: 333-7.
30. ISUOG. Ultrasound assessment of fetal biometry and growth. Disponible sur : [https://www.isuog.org/resource/isuog-practice-guidelines\\_ultrasound-assessment-of-fetal-biometry-and-growth-pdf.html](https://www.isuog.org/resource/isuog-practice-guidelines_ultrasound-assessment-of-fetal-biometry-and-growth-pdf.html) [cité le 1 juin 2020]

### 3. CONCLUSION

L'EPF est un des éléments clés de la prise en charge obstétricale des patientes. Sa précision et sa fiabilité conditionnent largement la pertinence des décisions obstétricales et les erreurs de mesure peuvent entraîner des pertes de chance ou induire une iatrogénie, tant sur le plan maternel que fœtal, avec des conséquences parfois graves, à court et long terme.

Alors que certaines équipes cherchent, de façon empirique, à augmenter la précision de l'EPF en améliorant la qualité de leurs clichés biométriques, nous avons pu mettre en évidence dans notre étude qu'une meilleure qualité des clichés biométriques était significativement corrélée à une EPF plus précise, ce qui n'avait jamais été montré dans la littérature.

Nous avons étudié l'impact de l'utilisation du score de Salomon et al. sur 16 points, publié dans les recommandations de l'ISUOG, utilisé à plusieurs reprises dans la littérature dans le cadre de contrôles de qualité systématisés. Nous avons appliqué ce score à l'ensemble des examens de notre échantillon et mis en évidence sa pertinence pour identifier les EPF imprécises. Nous proposons d'utiliser en pratique clinique un score seuil de 13 points qui permet d'identifier 70% des EPF comportant une imprécision majeure (>15%), avec une spécificité de 73%.

Nous avons validé sa bonne faisabilité et sa simplicité d'utilisation. Seule la reproductibilité du score apparaissait comme une limite à la pertinence globale de la méthode. Nous proposons donc de réaliser une double cotation dans le but de garantir sa fiabilité.

Nos résultats permettent d'envisager une utilisation pratique de ce score afin d'objectiver la qualité des clichés échographiques et ainsi, garantir la précision de l'EPF. La validation définitive d'une utilisation systématisée du score impliquerait une application en pratique courante, sur de larges effectifs pour confirmer son impact positif sur la qualité des soins.

Cette méthode pourrait permettre en effet de sécuriser les décisions obstétricales et de réduire les événements indésirables liés aux imprécisions de l'EPF et à leurs conséquences maternelles et néonatales.

#### 4. BIBLIOGRAPHIE

1. Coomarasamy A, Connock M, Thornton J, Khan KS. Accuracy of ultrasound biometry in the prediction of macrosomia: a systematic quantitative review. *BJOG Int J Obstet Gynaecol* 2005; 112(11): 1461-6.
2. Gaudineau A. Prevalence, risk factors, maternal and fetal morbidity and mortality of intrauterine growth restriction and small-for-gestational age. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 2013; 42(8): 895-910.
3. Vidarsdottir H, Geirsson RT, Hardardottir H, Valdimarsdottir U, Dagbjartsson A. Obstetric and neonatal risks among extremely macrosomic babies and their mothers. *J Obstet Gynecol* 2011; 204(5): 423.e1-6.
4. Barker DJ. The long-term outcome of retarded fetal growth. *Schweiz Med Wochenschr* 1999; 129(5): 189-96.
5. Boulvain M, Senat M-V, Perrotin F, Winer N, Beucher G, Subtil D, et al. Induction of labour versus expectant management for large-for-date fetuses: a randomised controlled trial. *Lancet* 2015; 385: 2600-5.
6. Chien LY, Whyte R, Aziz K, Thiessen P, Matthew D, Lee SK, et al. Improved outcome of preterm infants when delivered in tertiary care centers. *Obstet Gynecol* 2001; 98(2): 247-52.
7. Henriksen T. The macrosomic fetus: a challenge in current obstetrics. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2008; 87(2): 134-45.
8. Tas EE, Kir EA, Yilmaz G, Yavuz AF. Accuracy of sonographic fetal weight estimation in full-term singleton pregnant women. *Pak J Med Sci* 2019; 35(1): 34-8.
9. Melamed N, Yogev Y, Meizner I, Mashiach R, Bardin R, Ben-Haroush A. Sonographic fetal weight estimation: which model should be used? *J Ultrasound Med* 2009; 28(5): 617-29.
10. Callec R, Lamy C, Perdriolle-Galet E, Patte C, Heude B, Morel O, et al. Impact on obstetric outcome of third-trimester screening for small-for-gestational-age fetuses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 46(2): 216-20.
11. Heer IM, Kumper C, Vogtle N, Muller-Egloff S, Dugas M, Strauss A. Analysis of factors influencing the ultrasonic fetal weight estimation. *Fetal Diagn Ther* 2008; 23(3): 204-10.
12. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements--a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 151(3): 333-7.

13. Blue NR, Savabi M, Beddow ME, Katukuri VR, Fritts CM, Izquierdo LA, et al. The Hadlock Method Is Superior to Newer Methods for the Prediction of the Birth Weight Percentile. *J Ultrasound Med* 2019; 38(3): 587-96.
14. Gardosi J, Francis A, Turner S, Williams M. Customized growth charts: rationale, validation and clinical benefits. *Am J Obstet Gynecol*. 2018; 218: S609-18.
15. Papageorgiou AT, Ohuma EO, Altman DG, Todros T, Cheikh Ismail L, Lambert A, et al. International standards for fetal growth based on serial ultrasound measurements: the Fetal Growth Longitudinal Study of the INTERGROWTH-21st Project. *Lancet* 2014; 384(9946): 869-79.
16. Massoud M, Duyme M, Fontanges M, French College of Fetal Sonography (CFEF), Combourieu D. Chart for estimation of fetal weight 2014 by the French College of Fetal Sonography (CFEF). *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 2016; 45(1): 80-5.
17. Sarris I, Ioannou C, Chamberlain P, Ohuma E, Roseman F, Hoch L, et al. Intra- and interobserver variability in fetal ultrasound measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 39(3): 266-73.
18. Zador IE, Sokol RJ, Chik L. Interobserver variability. A source of error in obstetric ultrasound. *J Ultrasound Med* 1988; 7(5): 245-9.
19. Dudley NJ, Chapman E. The importance of quality management in fetal measurement. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 19(2): 190-6.
20. Faschingbauer F, Heimrich J, Raabe E, Kehl S, Schneider M, Schmid M, et al. Longitudinal z Score Distribution in Sonographic Fetal Biometry: Influence of Examiner and Experience. *J Ultrasound Med* 2017; 36(5): 1021-8.
21. Andreasen LA, Tabor A, Nørgaard LN, Ringsted C, Sandager P, Rosthøj S, et al. Multicenter randomized trial exploring effects of simulation-based ultrasound training on obstetricians' diagnostic accuracy: value for experienced operators. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 55(4): 523-9.
22. Lima JC, Miyague AH, Filho FM, Nastri CO, Martins WP. Biometry and fetal weight estimation by two-dimensional and three-dimensional ultrasonography: an intraobserver and interobserver reliability and agreement study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 40(2): 186-93.
23. Zalud I, Good S, Carneiro G, Georgescu B, Aoki K, Green L, et al. Fetal biometry: a comparison between experienced sonographers and automated measurements. *J Matern-Fetal Neonatal Med* 2009; 22(1): 43-50.
24. Cohen JM, Hutcheon JA, Kramer MS, Joseph KS, Abenhaim H, Platt RW. Influence of ultrasound-to-delivery interval and maternal-fetal characteristics on validity of estimated fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35(4): 434-41.

25. Faschingbauer F, Raabe E, Heimrich J, Faschingbauer C, Schmid M, Mayr A, et al. Accuracy of sonographic fetal weight estimation: influence of the scan-to-delivery interval in combination with the applied weight estimation formula. *Arch Gynecol Obstet*. 2016; 294(3): 487-93.
26. Hammami A, Mazer Zumaeta A, Syngelaki A, Akolekar R, Nicolaides KH. Ultrasonographic estimation of fetal weight: development of new model and assessment of performance of previous models. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 52(1): 35-43.
27. Chauhan SP, Hendrix NW, Magann EF, Morrison JC, Scardo JA, Berghella V. A review of sonographic estimate of fetal weight: vagaries of accuracy. *J Matern-Fetal Neonatal Med* 2005; 18(4): 211-20.
28. Faschingbauer F, Heimrich J, Raabe E, Kehl S, Schneider M, Schmid M, et al. Longitudinal Assessment of Examiner Experience and the Accuracy of Sonographic Fetal Weight Estimation at Term. *J Ultrasound Med* 2017; 36(1): 163-74.
29. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of obstetric ultrasound examinations. *J Ultrasound Med* 2013; 32(6): 1083-101.
30. Salomon LJ, Alfirevic Z, Da Silva Costa F, Deter RL, Figueras F, Ghi T, et al. ISUOG Practice Guidelines: ultrasound assessment of fetal biometry and growth. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 53(6): 715-23.
31. Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, Doris B, Mas N, Ville Y. Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27(1): 34-40.
32. Sarris I, Ioannou C, Dighe M, Mitidieri A, Oberto M, Qingqing W, et al. Standardization of fetal ultrasound biometry measurements: improving the quality and consistency of measurements. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 38(6): 681-7.
33. Cavallaro A, Ash ST, Napolitano R, Wanyonyi S, Ohuma EO, Molloholli M, et al. Quality control of ultrasound for fetal biometry: results from the INTERGROWTH-21st Project. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 52(3): 332-9.

## 5. ANNEXES

### Annexe 1 : Fiche de recueil de données

**Etiquette Patient**  
ou  
NOM :  
Prénom :  
Date de naissance :

Poids: .....  
Taille: .....

Date de l'examen :.....  
Début de grossesse :.....

Appareil d'échographie :  
Imagerie :  Philips  VolusonE10  VolusonE8  VolusonS8  
Obstétrique :  Voluson UGO  Logiq SdN

Citerne de LA : .....

Conditions d'examen :  satisfaisante  intermédiaires  difficiles  
Présentation fœtale :  céphalique  siège  transverse  
Grossesse multiple :  non  oui (1 fiche/fœtus)  FA  FB

Opérateur :  médecin ( D.I.U. échographie)  
 sage-femme ( D.I.U. échographie)  
 interne ( D.I.U. échographie) semestre : .....  
 ESF ( 4ème année,  5ème année)

Identité opérateur (facultatif) : .....

**Annexe 2 : Niveaux d'expérience des opérateurs ayant réalisé les échographies biométriques.**

<b>Débutants n=15</b>	<b>Intermédiaires n=10</b>	<b>Experts n=11</b>
Internes de gynécologie obstétrique ou médicale du 1er au 4e semestre n= 8	Médecin généraliste non titulaire du DIU d'échographie obstétricale n = 1	Gynécologues obstétriciens titulaires du DIU d'échographie obstétricale n = 5
Internes de radiologie n = 4 Élèves Sages-femmes n = 3	Internes de gynécologie obstétrique ou médicale du 5e au 10e semestre non titulaires du DIU d'échographie obstétricale n = 9	Sages-femmes titulaires du DIU d'échographie obstétricale n = 5 Radiologues titulaires du DIU d'échographie obstétricale n = 1

VU

NANCY, le **26 août 2020**  
Le Président de Thèse

NANCY, le **28 août 2020**  
Le Doyen de la Faculté de Médecine

**Professeur Olivier MOREL**

**Professeur Marc BRAUN**

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE/ **11313C**

NANCY, le **8 septembre 2020**

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE,

**Professeur Pierre MUTZENHARDT**

---

## RÉSUMÉ DE LA THÈSE :

**Objectifs :** Évaluer l'impact de la qualité des coupes échographiques biométriques sur la précision de l'estimation du poids fœtal (EPF). Caractériser la Valeur Prédictive Positive (VPP) et la reproductibilité du contrôle qualité systématisé des coupes échographiques pour identifier les EPF pour lesquelles l'imprécision est  $> 10\%$  et  $> 15\%$  du poids de naissance.

**Matériel et méthode :** Les clichés, les mesures, l'EPF (Hadlock3), et les données relatives à l'expérience préexistante de l'opérateur ont été collectés pour 131 examens biométriques réalisés dans les 7 jours précédant la naissance dans une maternité de niveau III. Le délai entre la naissance et l'examen a été quantifié et la différence (erreur-EPF) entre le poids prévisionnel [EPF + (30 grammes x délai en jours)] et le poids de naissance a été quantifiée en valeur absolue. La proportion d'erreurs-EPF supérieures à 10% et 15% du poids de naissance a été quantifiée. Une notation sur 16 points de la qualité des clichés a été réalisée par trois échographistes seniors et la reproductibilité inter observateur du score a été évaluée. Des analyses univariées et des courbes Receiver Operating Characteristic (ROC) ont permis de croiser ces données afin d'évaluer l'impact de l'expérience de l'opérateur et du score sur la précision de l'EPF et la pertinence de la notation pour prédire la fiabilité de l'EPF.

**Résultats :** Le poids moyen à la naissance était  $2\,998\text{g} \pm 954\text{g}$  avec une erreur-EPF moyenne de  $8,6\% \pm 7,1$ . L'erreur-EPF était associée significativement au niveau de l'opérateur et au score obtenu de qualité des clichées. La VPP du score pour prédire une erreur-EPF  $> 10\%$  et  $> 15\%$  était pertinente. La reproductibilité de la notation était limitée.

**Discussion :** Une expérience restreinte et un faible score de qualité sont associés à un risque augmenté d'EPF imprécise. L'utilisation de la notation des clichés échographiques en pratique clinique pourrait permettre de garantir la précision de l'EPF.

---

**TITRE EN ANGLAIS:** Correlation between image-scoring quality and accuracy of estimation of fetal weight estimation in ultrasound: a transversal study.

---

**THÈSE : GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE – ANNÉE 2020**

---

**MOTS CLES :** échographie, biométrie fœtale, contrôle qualité, estimation de poids fœtal.

---

## INTITULÉ ET ADRESSE

**UNIVERSITÉ DE LORRAINE**

**Faculté de Médecine de Nancy**

9, avenue de la Forêt de Haye

54505 VANDOEUVRE LES NANCY Cedex

---