



HAL
open science

Estimation de poids foetal à terme chez les femmes obèses et en surpoids

Solenn de Pourtalès

► **To cite this version:**

Solenn de Pourtalès. Estimation de poids foetal à terme chez les femmes obèses et en surpoids. Gynécologie et obstétrique. 2022. dumas-04032822

HAL Id: dumas-04032822

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04032822>

Submitted on 16 Mar 2023

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.

UNIVERSITE DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES

UFR DES SCIENCES DE LA SANTE SIMONE VEIL

Département de maïeutique

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETAT DE SAGE-FEMME
DE L'UNIVERSITE DE VERSAILLES SAINT-QUENTIN-EN-YVELINES
DISCIPLINE / SPECIALITE : Maïeutique

Présenté par :

SOLENN DE POURTALES

En vue de l'obtention du **Diplôme d'Etat de sage-femme**

ESTIMATION DE POIDS FŒTAL A TERME CHEZ LES FEMMES OBESES ET EN SURPOIDS

Soutenu le : 1 juin 2022

Directeur de mémoire : Éléonore Dargenne, sage-femme enseignante

JURY :

Dr C. Tuillier, Praticien Hospitalier Obstétrique, Groupe hospitalier Diaconesse Croix
Saint-Simon

Mme A. Rousseau, Maître de Conférence Maïeutique, UFR Simone Veil-Santé

Mme M. Leonan-Laine, sage-femme, Inserm

Numéro national d'étudiant : 2508052589U

Avertissement

Ce mémoire est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'Etat de sage-femme. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

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

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite expose son auteur à des poursuites pénales.

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier Éléonore Héricher, ma directrice de mémoire pour son accompagnement, son expertise et sa bienveillance dans l'élaboration de ce mémoire.

Merci au Professeur Patrick Rozenberg d'avoir accepté que je réalise mon recueil au sein du CHIPS et merci aux sages-femmes coordinatrices du CHIPS de m'avoir aidée dans ce recueil.

Merci à l'ensemble de l'équipe enseignante du département Maïeutique de l'UVSQ pour ces 4 excellentes années de formation et en particulier à Marie Bourdillon pour son écoute et ses conseils.

Merci à ma famille pour leur soutien depuis le début de ma formation. Merci à ma sœur et ma mère pour leurs nombreuses relectures.

Merci à Valentina pour avoir été ma coéquipière indéfectible durant ces 4 années d'études et pour son aide si précieuse dans la rédaction de ce mémoire.

Merci à mes amis, chez qui j'ai toujours pu trouver encouragement et réconfort et plus particulièrement Marie et Elinore.

Table des matières

| | |
|---|----------|
| AVERTISSEMENT | II |
| REMERCIEMENTS | III |
| TABLE DES MATIERES | IV |
| LISTE DES TABLEAUX | VII |
| LISTE DES FIGURES | VIII |
| LISTE DES ANNEXES | IX |
| LEXIQUE | X |
| RESUME | XII |
| ABSTRACT | XIII |
| INTRODUCTION | 1 |
| 1 CONTEXTE | 2 |
| 1.1 Surpoids et obésité maternels | 2 |
| 1.1.1 Définitions | 2 |
| 1.1.2 Épidémiologie | 2 |
| 1.1.3 Facteurs de risque de grossesse à haut risque | 3 |
| 1.2 Estimation du poids foetal échographique | 3 |
| 1.2.1 Définitions et généralités | 3 |
| 1.2.2 Estimation du poids foetal à terme | 7 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1.2.3 | Échographie fœtale chez les femmes obèses et en surpoids | 8 |
| 1.3 | Problématique | 10 |
| 2 | MATERIEL ET METHODES | 11 |
| 2.1 | Hypothèses et objectifs | 11 |
| 2.1.1 | Hypothèses | 11 |
| 2.1.2 | Objectifs | 11 |
| 2.2 | Description de l'étude | 12 |
| 2.2.1 | Type d'étude | 12 |
| 2.2.2 | Population étudiée et déroulement de l'étude | 12 |
| 2.2.3 | Critères d'inclusion | 12 |
| 2.2.4 | Critères d'exclusion | 13 |
| 2.2.5 | Variables retenues | 13 |
| 2.2.6 | Critères de jugement | 14 |
| 2.3 | Analyse statistique | 15 |
| 2.4 | Considérations éthiques et réglementaires | 17 |
| 3 | RESULTATS | 18 |
| 3.1 | Population de l'étude | 18 |
| 3.1.1 | Diagramme de flux | 19 |
| 3.1.2 | Caractéristiques maternelles, obstétricales et néonatales | 20 |
| 3.1.3 | Critère de jugement principal | 21 |
| 3.1.4 | Critère de jugement secondaire | 24 |
| 4 | DISCUSSION | 26 |
| 4.1 | Principaux résultats | 26 |
| 4.2 | Validité interne | 28 |
| 4.2.1 | Forces de l'étude | 28 |
| 4.2.2 | Limites et biais | 30 |
| 4.3 | Validité externe | 32 |

| | | |
|-----|------------------------------|----|
| 4.4 | Implications et perspectives | 33 |
| 5 | CONCLUSION | 35 |
| 6 | BIBLIOGRAPHIE | 36 |
| 7 | ANNEXES | 46 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 2 : Caractéristiques maternelles, obstétricales et néonatales..... | 20 |
| Tableau 3 : Erreur absolue moyenne entre l'EPF le poids de naissance du groupe IMC \geq 25 et du groupe IMC<25. | 21 |
| Tableau 4 : Erreur absolue moyenne entre l'EPF et le poids de naissance des différentes catégories d'IMC maternel. | 22 |
| Tableau 5 : Performance diagnostique de l'EPF à 40 SA + 6 jrs de la macrosomie. | 24 |
| Tableau 6 : Performance diagnostique de l'EPF à 40 SA + 6 jrs du PAG. | 25 |

Liste des figures

| | |
|---|------------------------------------|
| Figure 1 : Coefficient de corrélation selon les différents modèles de nuage de points (https://www.lmd.polytechnique.fr/~sturquet/teaching_data/mu001/chap8.pdf) | Erreur ! Signet non défini. |
| Figure 2 : Diagramme de flux de notre étude. | 19 |
| Figure 3 : Régression linéaire de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance selon l'IMC maternel. | 23 |

Liste des annexes

| | |
|---|-----------|
| Annexe I : Courbe de l'estimation de poids fœtale du CFEF..... | 46 |
| Annexe II : Normes d'hypotrophie et de macrosomie chez les nouveau-nés filles et garçons en vigueur au CHIPS | 47 |

Lexique

CHIPS : Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy-Saint-Germain.

EPF : Estimation du poids fœtal.

IMC : Indice de Masse Corporelle.

Jrs : Jours.

SA : Semaine d'Aménorrhée.

HU : Hauteur utérine.

PAG : Petit poids pour l'Âge Gestationnel.

RCIU : Retard de Croissance Intra-Utérin.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

CNGOF : Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français.

CFEF : Collège Français d'Échographie Fœtale.

LCC : Longueur Crânio-Caudal.

AG : Âge gestationnel.

UVSQ : Université de Versailles-St-Quentin-en-Yvelines.

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

PH : Potentiel Hydrogène

HTA : Hypertension Artérielle

AUDIPOG : Association des Utilisateurs de Dossier Informatisés en Pédiatrie, Obstétrique et Gynécologie

VVP : Valeur Prédictive Positive

VPN : Valeur Prédictive Négative

Résumé

Objectifs : L'objectif de ce travail était de démontrer que l'IMC maternel a un impact dans la marge d'erreur entre l'estimation du poids fœtal (EPF) à terme et le poids de naissance. Pour cela, nous avons cherché à savoir si l'obésité et le surpoids maternels entraînent une augmentation de la marge d'erreur échographique entre l'EPF et le poids de naissance.

Matériel et méthodes : Il s'agissait d'une étude rétrospective monocentrique menée au Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy-Saint-Germain entre janvier 2017 et janvier 2019. Ont été incluses à l'étude, les patientes ayant bénéficié d'une estimation du poids fœtal (EPF) à 40 semaines d'Aménorrhées (SA) + 6 jours et ayant accouché d'un enfant vivant dans les 7 jours suivant l'estimation. Les patientes ont été classées en deux groupes : le groupe exposé « IMC ≥ 25 » et le groupe non exposé « IMC < 25 ». Les patientes du groupe exposé ont également été séparées en 4 sous-catégories selon leur IMC : surpoids, obésité de type I, II et III. Le critère de jugement principal était l'erreur absolue de l'EPF obtenue par la différence entre l'EPF à 40 SA + 6 jrs et le poids de naissance du nouveau-né.

Résultats : Notre population était composée de 632 patientes, dont 356 avaient un IMC < 25 et 276 un IMC ≥ 25 . L'erreur absolue moyenne en gramme (et en pourcentage) était pour les groupes IMC normal, surpoids, obésité type I, obésité type II et obésité type III de respectivement : 215g (6,2%), 229g (6,4%), 269g (7,8%), 229g (6,7%) et 259g (7,3%). La différence n'était pas significative ($p=0,26$) et l'analyse de la régression linéaire a montré une association quasi nulle entre l'IMC maternel et l'erreur absolue ($r = 0,05$).

Conclusion : L'obésité et le surpoids maternels n'ont pas d'impact sur la marge d'erreur échographique entre l'EPF à terme et le poids de naissance.

Mots-clés : Estimation du poids fœtal à terme, obésité maternelle, surpoids maternel, erreur absolue de l'EPF

Abstract

Objective : The objective of this work was to show whether maternal BMI had an impact on the fetal weight's ultrasound estimation at term. The purpose was to find out if maternal obesity and overweight leads to an increased ultrasound margin of error.

Material and methods : This work was a retrospective monocentric study taking place in the Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy – Saint-Germain between January 2017 and January 2019. Were included all the patients who had undergone an ultrasound assessment of fetal growth (EPF) at 40 weeks of gestation (WG) + 6 days and having delivered an alive infant in the next 7 days. These patients were classified in two groups: the exposed one with a BMI ≥ 25 and the unexposed one with a BMI < 25 . The exposed group was then divided in 4 subcategories according to their BMI : overweight, obesity type I, II and III. The primary outcome of this study was the absolute error on the ultrasound assessment of fetal growth which was the difference between the assessment of 40 WG + 6 days and the infant birth's weight.

Results : Our population was composed of 632 patients; 356 had a BMI < 25 and 276 had a BMI ≥ 25 . The average absolute error for the different groups (normal, overweight, obesity I, II and III) were respectively of 215g (6,2%), 229g (6,4%), 269g (6,7%) and 259g (7,3%). The difference was non-significant ($p=0,26$) and the analysis of the linear regression showed an association close to zero between the maternal BMI and the absolute error ($r=0,05$).

Conclusion : The maternal obesity and overweight do not have an impact on the ultrasound margin of error of fetal growth assessment at term.

Keywords : Fetal growth assessment at term, maternal obesity, maternal overweight, absolute error of ultrasound assessment of fetal growth.

Introduction

L'échographie fœtale est un outil de dépistage indispensable dans le suivi des grossesses. Elle permet notamment de déterminer l'estimation du poids fœtal (EPF) (1). Cette dernière constitue, avec la mesure de la hauteur utérine (HU) les seuls moyens permettant d'évaluer et d'apprécier la croissance fœtale et ainsi de dépister d'éventuelles anomalies de croissances telles que la macrosomie, le petit poids pour l'âge gestationnel (PAG) et les retards de croissance intra-utérins (RCIU) (2) (3). Cependant, ce calcul reste une estimation, comportant donc une marge d'erreur de plus ou moins 15% chez 95% des patientes et de plus de 20% chez les 5% restantes (3).

Parmi les éléments pouvant réduire la qualité de l'échographie, certaines études montrent que le surpoids et l'obésité maternels entraînent une augmentation de la marge d'erreur échographique entre l'EPF et le poids de naissance (4) (5) (6) (7) (8). Ce constat n'est cependant pas partagé par toute la littérature scientifique (9) (10) (11) (12) (13).

Le surpoids et l'obésité constituent un réel problème de santé publique désignés comme la 5ème cause de mortalité par l'OMS et qui en 2016, touchaient en France, 31,8% des femmes en âge de procréer (14) (15). L'obésité maternelle est également associée à une augmentation de la morbi-mortalité fœtale et maternelle avec notamment une élévation du risque de macrosomie et de RCIU (3) (16) (17) (18).

Par ailleurs, l'EPF réalisée à terme permet une estimation au plus près du poids fœtal réel avec une marge d'erreur échographique inférieure à 10% dans la plupart des études (19) (20) (21) (22) (23) (24).

Afin d'optimiser la prise en charge échographique des femmes obèses et en surpoids, notre objectif était de déterminer s'il existe une corrélation positive entre l'augmentation de l'IMC maternel et l'augmentation de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance. Secondairement, nous avons cherché à déterminer si l'obésité et le surpoids maternel impactent le dépistage des anomalies de croissance fœtale.

1 Contexte

1.1 Surpoids et obésité maternels

1.1.1 Définitions

Le surpoids et l'obésité se définissent comme un déséquilibre entre la consommation et la dépense énergétique d'un individu menant à une augmentation anormale ou excessive de sa masse grasseuse. Ils constituent un facteur de risque majeur de plusieurs maladies chroniques comme le diabète, les cancers, les maladies cardio-vasculaires et musculo-squelettiques (14).

La corpulence peut se définir grâce à l'indice de masse corporelle (IMC) qui se calcule selon la formule suivante : $IMC = \text{poids}[\text{kg}] / \text{taille}[\text{m}]^2$. À partir de l'IMC, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a défini le surpoids comme un IMC compris entre 25 et 29,9 et l'obésité comme un IMC supérieur ou égal à 30 (14). L'OMS a également classé l'obésité selon différents degrés de sévérité : l'obésité modérée ou de type I lorsque l'IMC est compris entre 30 et 34,9, l'obésité sévère ou de type II lorsque l'IMC est compris entre 35 et 39,5 et l'obésité morbide ou de type III lorsque l'IMC est supérieur ou égal à 40 (25).

1.1.2 Épidémiologie

Le surpoids et l'obésité constituent un réel enjeu de santé publique (14). La prévalence de l'obésité à l'échelle mondiale a doublé depuis 1980 atteignant 604 millions d'adultes en 2015 soit 12% de la population mondiale adulte (26). Cette augmentation touche davantage les femmes que les hommes avec 60% d'augmentation chez les femmes contre 40% chez les hommes ces 25 dernières années (18).

En France, en 2016, le surpoids et l'obésité touchaient 31,8% des femmes en âge de procréer et la prévalence de l'obésité pendant la grossesse variait entre 6 et 25% selon les études (14) (15) (18).

1.1.3 Facteurs de risque de grossesse à haut risque

L'obésité maternelle est associée à une augmentation de la morbidité maternelle périnatale avec notamment un risque d'avortement spontané précoce (x 1,2), d'hypertension artérielle gravidique (x 2 à 3), de pré-éclampsie (x 2,8), de diabète gestationnel (x 3,6 à 5,2), de complications thrombo-emboliques (x 2 à 5), de déclenchement du travail (x 2,5), d'échec de déclenchement (x 2,4), de césarienne (x 4), d'hémorragie du post-partum (x 4), d'infections urinaires et vaginales et d'abcès de paroi (16) (18) (27) (28).

L'obésité maternelle est aussi responsable de l'augmentation de la morbi-mortalité fœtale avec une élévation du risque de malformations congénitales (anomalies de fermeture du tube neurale, cardiopathies, fentes labiales et palatines, atrésie ano-rectale, hydrocéphalie, syndrome polymalformatif), de RCIU, de macrosomie, de mort-fœtale intra-utérine, d'Apgar < 7 à 5 minutes de vie et de transfert en néonatalogie (16) (18) (17) (28) (29).

En raison de tous ces risques, il est notamment recommandé par le Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français (CNGOF) d'avoir un IMC < 30 en pré-conceptionnel (3).

1.2 Estimation du poids fœtal échographique

1.2.1 Définitions et généralités

1.2.1.1 L'échographie fœtale

L'échographie obstétricale et fœtale est un examen d'apparition relativement récent en France (2). C'est au cours des années 1970, dans un climat plutôt sceptique de la part de la communauté médicale que l'échographie fait son apparition (2). Ce ne sera que dix ans plus tard, à partir des années 1980/1985 qu'elle connaîtra une réelle expansion lui permettant d'être aujourd'hui un examen de dépistage systématique pris en charge par l'Assurance maladie et encadré par la loi de bioéthique du 7 juillet 2011 (30) (31).

L'échographie fœtale est un outil indispensable dans le suivi de la grossesse, permettant notamment la réduction de la morbidité et de la mortalité périnatales (32). La Conférence Nationale d'Échographie Obstétricale et Fœtale recommande dans son rapport de juillet 2016 la réalisation systématique de trois échographies de dépistages, aux termes prévus par l'arrêté du 20 Avril 2018 (32) (33).

- Au premier trimestre entre 11 et 13 semaines d'aménorrhée et 6 jours
- Au deuxième trimestre entre 20 et 24 semaines d'aménorrhée et 6 jours
- Au troisième trimestre entre 30 et 34 semaines d'aménorrhée et 6 jours

Dans ce rapport, il est également précisé les éléments devant figurer dans le compte-rendu d'examen avec notamment pour les échographies du deuxième et du troisième trimestre, l'estimation du poids fœtal (EPF) (32).

L'EPF permet d'évaluer et d'apprécier la croissance fœtale et ainsi de dépister d'éventuelles anomalies de croissance telles que la macrosomie, le petit poids pour l'âge gestationnel (PAG) et les retards de croissance intra-utérins (RCIU) (2).

1.2.1.2 Les anomalies de croissance fœtale

1.2.1.2.1 Macrosomie : définition et complications

La macrosomie fœtale se définit par un poids de naissance supérieur à 4000g du point de vue obstétrical ou par une estimation de poids fœtal supérieure ou égale au 90ème percentile du point de vue pédiatrique (34). Elle représente 10% des naissances entre 38 et 40 semaines d'aménorrhées et 20% des naissances entre 40 et 42 semaines d'aménorrhée (35). Elle s'accompagne à la fois de complications maternelles et néonatales.

Une méta-analyse de Beta J. et al. publiée en 2019 s'est intéressée aux complications maternelles et néonatales de la macrosomie fœtale. La macrosomie fœtale était associée à un risque de césarienne en urgence multiplié par 2,5, d'hémorragie du postpartum multiplié par 3 et de lésions obstétricales du sphincter anal multiplié par 2,5 (36).

D'un point de vue néonatal et toujours dans la même étude, la macrosomie fœtale était associée à un risque de dystocie des épaules multiplié par 9,5, de paralysie du plexus brachiale multiplié par 10 et de fractures néonatales multiplié par 6,4 (36).

Les nouveau-nés macrosomes sont également plus à risque d'asphyxies périnatales, d'acidoses, de polyglobulies et de complications métaboliques tels que des hypoglycémies (37).

1.2.1.2.2 RCIU et PAG : définitions et complications

Le PAG ou petit poids pour l'âge gestationnel se définit par une estimation du poids isolé inférieure au 10^{ème} percentile. Le PAG est dit sévère lorsque l'EPF est inférieure au 3^{ème} percentile (3). Si le poids du nouveau-né à la naissance est inférieur au 10^{ème} percentile on parle d'hypotrophe. Le PAG représentait 10,8% des naissances en 2016 (15).

Le retard de croissance intra-utérin (RCIU), quant à lui, associe le plus souvent un PAG avec un défaut de croissance tel qu'un infléchissement ou un arrêt de la courbe de croissance et représente 3 à 5% des grossesses (2) (3). Le PAG et le RCIU sont également associés à une augmentation de la mortalité et morbidité périnatales (3).

L'étude observationnelle de Chauhan S.P. et al publiée en 2017 a évalué la morbidité et la mortalité inhérentes à l'hypotrophie et à la macrosomie par rapport à des nouveau-nés eutrophes sur une cohorte de 63 436 femmes. La morbi-mortalité était plus importante chez les nouveau-nés PAG que chez les nouveau-nés eutrophes. En effet, l'incidence des décès néonataux était de 1,1/1000 naissances pour les PAG et de 0,4/1000 naissances pour les nouveau-nés eutrophes. La morbidité néonatale était 44% plus élevée chez les nouveau-nés PAG que chez les nouveau-nés eutrophes. Les complications les plus fréquemment retrouvées chez les PAG étaient l'oxygénodépendance dans les 24 heures suivant la naissance, un score d'Apgar inférieur à 5 à 5 minutes de vie et l'encéphalopathie anoxo-ischémique (38).

Les enfants nés PAG ou RCIU développent plus de troubles neuro-comportementaux que les enfants nés eutrophes (3) (39). A l'âge adulte, les individus nés PAG ont plus de risques de développer une hypertension artérielle, de l'obésité,

une dyslipidémie, de l'intolérance glucidique ainsi que des maladies cardiovasculaires (3).

1.2.1.2.3 Performance de l'échographie dans le dépistage des anomalies de croissance

Les sensibilités du dépistage des anomalies de croissance sont faibles en France (3). Seulement 21,7% des PAG, 33% des PAG sévères et entre 18% et 61% des macrosomes sont dépistés en anténatal (40) (41) (42) (43).

Les spécificités, quant à elles, sont meilleures. Selon les études, la spécificité du dépistage varie entre 75% et 93,3% pour la macrosomie et entre 95% et 98% pour le PAG (40) (41) (42) (43).

Un problème se pose lorsque l'on cherche à étudier la performance de l'échographie dans le dépistage des anomalies de croissance. Les courbes de références utilisées en anténatale ne sont pas superposables à celles utilisées en pédiatrie (44) (45) (46) (47).

De plus, il existe tant à l'échelle nationale qu'internationale, une grande hétérogénéité des seuils d'EPF et des courbes de références utilisées. Cela entraîne une variabilité des résultats selon les études qui doivent donc être mis en perspective selon les courbes et seuils utilisés (44) (45) (46) (47).

1.2.1.3 Modalités de réalisation de l'estimation du poids fœtal

Le Collège Français d'Échographie Foetale (CFEF) recommande l'utilisation de la formule Hadlock ($\log \text{EPF} = 1.326 + 0.0107 \text{ PC} + 0.0438 \text{ PA} + 0.158 \text{ LF} - 0.00326 \text{ PA} \times \text{LF}$) pour calculer l'EPF à partir des mesures suivantes (46) :

- Périmètre abdominal (PA),
- Périmètre crânien (PC)
- Longueur fémorale (LF).

L'EPF est calculée aux échographies du 2^{ème} et du 3^{ème} trimestre et doit apparaître sur le compte-rendu d'échographie exprimée en gramme (47). Puis, après avoir été reportée sur la courbe d'estimation de poids fœtal de référence du CFEF elle

est exprimée en percentile (*Cf. Annexe I*) (48). Ce calcul reste cependant une estimation comportant une marge d'erreur de plus ou moins 15% chez 95% des patientes et de plus de 20% chez les 5% restantes (3).

Pour une utilisation optimale de la courbe du CFEF, il est essentiel que la grossesse soit correctement datée (49). Le CFEF recommande d'utiliser la mesure de la longueur crânio-caudale (LCC) lorsqu'elle est comprise entre 45 et 84 mm (47). Cette mesure sera ensuite convertie en âge gestationnel grâce à la formule de Robinson: $AG \text{ (jours)} = 8.052 \times (CRL \times 1.037)^{1/2} + 23.73$ (46). Une EPF en gramme reportée sur le mauvais âge gestationnel de la courbe du CFEF donnera un percentile erroné (48) (49).

1.2.2 Estimation du poids fœtal à terme

L'EPF à terme peut être utilisé afin d'apprécier le bien-être et la croissance du fœtus en fin de grossesse (49). Plusieurs études se sont intéressées à la performance de l'EPF lorsqu'elle est réalisée à proximité de l'accouchement et sa place dans la prise en charge obstétricale.

L'étude prospective de Paganelli S. et al. publiée en 2016 a comparé l'erreur absolue de 490 EPF réalisées à 1, 2 ou 3 semaines de l'accouchement. Leurs résultats montraient que plus la durée entre la réalisation de l'EPF et le jour de l'accouchement est grande, plus l'erreur absolue de l'EPF augmente (7).

Les études de Basha A.S et al. en 2012 recueillant 415 EPF et celle de Chauhan S.P et a. en 2005 recueillant 14 384 EPF montraient que l'erreur absolue de l'EPF augmente lorsque la durée entre la réalisation de l'EPF et le jour de l'accouchement est supérieure à 7 jours (22) (23).

De plus, dans ces trois dernières études, la marge d'erreur moyenne de l'EPF était inférieure à 10% soit plus performante que les EPF réalisées aux deuxième et troisième trimestre (3) (7) (22) (23).

1.2.3 Échographie fœtale chez les femmes obèses et en surpoids

1.2.3.1 Les obstacles échographiques rencontrés

L'échographie peut être soumise à certains obstacles pouvant diminuer la qualité de l'examen tels que le poids maternel (50).

La méta-analyse de Tsai P.J. et al. publiée en 2015 s'est intéressée aux limites de l'échographie chez les femmes obèses. La qualité de l'image échographique était détériorée chez ces femmes, notamment pour la mesure de la LCC qui rentre dans le dépistage des aneuploïdies ainsi que pour l'étude morphologique du fœtus. Ils ont également constaté que l'utilisation de l'harmonique tissulaire (paramètre de traitement de la réception des ultrasons) chez ces femmes permettait d'obtenir des clichés de bien meilleure qualité et ainsi améliorer le dépistage des anomalies fœtales (29).

De plus, le surpoids et l'obésité maternels peuvent aussi être une source de problème ergonomique entravant la qualité de l'examen. Un rapport du CFEF publié en 2016 sur les obstacles rencontrés lors d'échographies chez les femmes en surpoids faisait constat de pertes de concentration des échographistes par allongement du temps d'examen, de postures inconfortables de l'échographiste créant une fatigue physique et psychique ainsi qu'une augmentation du stress (51).

1.2.3.2 Estimation du poids fœtal chez les femmes obèses et en surpoids

Devant les difficultés échographies rencontrées ainsi que la fréquence plus importante des anomalies de croissance, plusieurs études se sont alors demandées si le surpoids et l'obésité maternels avaient un impact sur l'estimation du poids fœtal.

En 2015, une étude prospective menée en Turquie par Aksoy H. et al. montrait une augmentation significative de la marge d'erreur de l'EPF avec l'augmentation de l'IMC maternel. Les 199 femmes incluses dans cette étude avaient été séparées en 5 groupes selon leur IMC : 41 avaient un IMC normal, 44 étaient en surpoids, 40 en obésité de type I, 38 en obésité de type II et 35 en obésité de type III. L'erreur absolue

moyenne entre l'EPF réalisée 48 heures avant l'accouchement et le poids de naissance était de $106,97g \pm 80,83g$ chez les femmes ayant un IMC normal, $198,88g \pm 124,32g$ chez les femmes en surpoids, $248,82g \pm 122,75g$ pour les femmes en obésité de type I, $308,31g \pm 138,97g$ pour les femmes en obésité de type II et $446g \pm 151,46g$ pour les femmes en obésité de type III et la différence était significative avec un $p < 0,001$ (4).

En 2015, une étude prospective menée en Italie par Paganelli S. et al comparait l'erreur absolue de l'EPF réalisée à 1, 2 ou 3 semaines de l'accouchement chez 266 femmes avec un IMC < 25 et 224 avec un IMC ≥ 25 . Une baisse progressive de la précision de l'EPF semblait s'observer chez les deux groupes de patientes mais n'était significative que pour le groupe IMC ≥ 25 ($p=0.044$) (7).

Enfin, une étude menée aux États-Unis par Himes K. et al en 2021 s'est intéressée à l'impact de l'obésité sur la performance de l'EPF en cas d'extrême prématurité. Ils ont comparé l'erreur absolue moyenne des EPF réalisées 7 jours avant l'accouchement chez 632 femmes dont 262 avaient un IMC < 25 et 378 un IMC ≥ 25 . L'erreur absolue moyenne entre l'EPF et le poids de naissance était de $6,7 \pm 11,3\%$ pour les femmes avec un IMC < 25 et de $9,5 \pm 11,5\%$ chez les femmes avec un IMC > 25 et la différence était significative ($p=0,02$) (8).

Concernant le dépistage des anomalies de croissance chez les femmes obèses et en surpoids, l'étude rétrospective française de Peyronnet V. et al. publiée en 2016 montrait un taux de dépistage des PAG significativement plus important chez les femmes ayant un IMC < 25 que celles avec un IMC ≥ 25 . En effet, sur les 142 nouveau-nés hypotrophes étudiés, la sensibilité du dépistage du PAG était de 61% pour les femmes avec un IMC < 25 et de 38% pour celles avec un IMC ≥ 25 (5).

A contrario d'autres études ne montraient pas de corrélation entre l'IMC maternel et l'erreur absolue de l'EPF (10) (13).

L'étude rétrospective menée aux États-Unis par Kritzer et al. en 2014 cherchait à évaluer l'impact de l'IMC sur l'EPF lorsqu'elle est réalisée proche de l'accouchement. Sur les 1177 EPF recueillies, l'erreur absolue moyenne de l'EPF pour le groupe surpoids, obésité de type I, II et III était de respectivement : 137g (5%), 202g (6,8%),

157g (5,1%), 200g (7,1%) et 189g (5,9%). La différence était significative ($p=0,01$) cependant leur analyse de régression linéaire n'a pas montré de lien entre l'IMC et l'erreur absolue de l'EPF (coefficient de corrélation $r=0,069$) (13).

Une autre étude menée aux États-Unis par Nitsche JF. et al. en 2018 s'est également intéressée à l'impact de l'obésité sur l'EPF. L'étude incluait 92 femmes avec un IMC normal, 230 en surpoids et 217 en obésité. La marge d'erreur absolue de l'EPF était de respectivement pour les femmes avec un IMC normal, surpoids et obésité : $256 \pm 247g$, $207 \pm 181g$ et $217 \pm 191g$, et la différence ne s'est pas révélée significative (10).

1.3 Problématique

Après avoir rappelé les risques liés aux anomalies de croissance, il nous semblait pertinent, face aux avis divergents de la littérature scientifique, de l'absence de recommandations ainsi que du nombre important de patientes obèses et en surpoids, de s'intéresser aux potentielles limites échographiques de l'estimation de poids fœtal à terme chez ces patientes.

L'EPF à terme nous est apparue comme le meilleur outil nous permettant d'établir la marge d'erreur échographique chez les femmes obèses et en surpoids et ainsi de vérifier si le poids maternel l'influence.

Le but de notre étude était donc de déterminer si le surpoids et l'obésité maternels augmentaient la marge d'erreur échographique entre l'estimation du poids fœtal à terme et le poids de naissance.

2 Matériel et méthodes

2.1 Hypothèses et objectifs

2.1.1 Hypothèses

Pour répondre à notre problématique nous avons dégagé deux hypothèses principales :

- Le surpoids et l'obésité maternels entraînent une augmentation de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance.
- Plus l'IMC augmente, plus l'erreur absolue entre l'estimation du poids fœtal et le poids de naissance augmente.

Nous avons également dégagé l'hypothèse secondaire suivante :

- Le dépistage des anomalies de croissance (macrosomie, PAG) est moins performant chez les femmes obèses que chez les femmes ayant un IMC normal.

2.1.2 Objectifs

Afin d'optimiser la prise en charge échographique des femmes obèses et en surpoids, notre objectif principal était de savoir s'il existait une corrélation positive entre l'augmentation de l'IMC maternel et l'augmentation de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance.

L'objectif secondaire était de comparer la performance du dépistage du PAG et de la macrosomie fœtale chez les femmes avec un $IMC \geq 25$ par rapport aux femmes avec un $IMC < 25$.

2.2 Description de l'étude

2.2.1 Type d'étude

Afin de répondre à notre problématique et tester nos hypothèses nous avons réalisé une étude observationnelle, rétrospective et monocentrique au Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy Saint-Germain-en-Laye (CHIPS). Notre étude était de type exposé (IMC \geq 25), non exposé (IMC $<$ 25).

2.2.2 Population étudiée et déroulement de l'étude

Dans un premier temps, nous avons recueilli grâce au logiciel Astraia® toutes les patientes ayant bénéficié d'une EPF à 40 SA +6 jrs entre le 1^{er} Janvier 2017 et le 1^{er} Janvier 2019. Les EPF étaient réalisées par des sages-femmes échographistes, des internes ou des gynécologues-obstétriciens du CHIPS.

Nous avons ensuite sélectionné, grâce au logiciel Sillage® les patientes correspondant à nos critères d'inclusion. Nos données ont été organisées dans un tableau Excel après anonymisation de chaque patiente à l'aide d'un numéro.

Nous avons ensuite séparé nos patientes en deux groupes, un premier groupe composé des femmes avec un IMC normal (groupe non exposé) et un second groupe composé des femmes avec un IMC \geq 25 (groupe exposé). Au sein du groupe exposé, nous avons réparti les femmes en quatre sous-groupes selon leur IMC de la façon suivante : en surpoids (IMC entre 25 et 29,9), en obésité de type I (IMC entre 30 et 34,9), en obésité de type II (IMC entre 35 et 39,9) et en obésité de type III (IMC \geq 40).

2.2.3 Critères d'inclusion

Les critères d'inclusion de cette étude étaient :

- Une grossesse singleton
- Ayant bénéficié d'une EPF à 40 SA + 6 jrs
- Ayant accouché au CHIPS entre 40 SA + 6 jrs et 41 + 6 jrs
- Dont l'IMC maternel et le poids de naissance de l'enfant étaient renseignés.

2.2.4 Critères d'exclusion

Étaient exclus de cette étude :

- Les grossesses de datation imprécise
- Les patientes atteintes d'une pathologie chronique ou gravidique pouvant impacter la croissance fœtale
- Les malformations fœtales et anomalies chromosomiques

2.2.5 Variables retenues

2.2.5.1 Variables démographiques

Les variables démographiques que nous avons choisies de retenir dans notre population étaient l'âge ainsi que l'IMC.

2.2.5.2 Variables maternelles

Les variables maternelles retenues étaient l'existence de pathologies chroniques ainsi que les antécédents d'interventions chirurgicales.

2.2.5.3 Variables obstétricales et fœtales

Concernant les antécédents obstétricaux nous avons décidé de retenir la gestité et la parité.

Concernant la grossesse, nous avons retenu l'EPF exprimée en gramme à 40 SA + 6 jrs ainsi que l'existence de fœtus suspecté macrosome et PAG.

Concernant l'accouchement et le nouveau-né nous avons retenu : le terme d'accouchement, la voie d'accouchement (voie basse spontanée, voie basse instrumentale, césarienne), le poids de naissance du nouveau-né exprimé en gramme, l'existence d'un nouveau-né macrosome ou hypotrophe, le potentiel hydrogène (pH) du nouveau-né ainsi que son Apgar de naissance à 5 et 10 minutes de vie.

2.2.6 Critères de jugement

2.2.6.1 Critère de jugement principal

Le critère de jugement principal de notre étude était la marge d'erreur échographique aussi appelée erreur absolue de l'EPF. Celle-ci a été obtenue par la différence absolue entre l'EPF réalisée à 40SA + 6 jrs et le poids de naissance du nouveau-né.

Les EPF étaient calculées, selon les recommandations du CFEF, à l'aide de la formule Hadlock à 3 paramètres (PC, PA, LF).

La marge d'erreur exprimée en gramme nous permettait de comparer au mieux la performance de l'échographie chez nos deux groupes de patientes car elle nous permettait de comparer des poids bruts.

2.2.6.2 Critère de jugement secondaire

Notre critère de jugement secondaire était la performance du dépistage des anomalies de croissance (macrosomie, PAG).

Les fœtus dont l'EPF était supérieur au 90^{ème} percentile étaient considérés comme suspecté de macrosomie et les fœtus dont l'EPF était inférieure au 10^{ème} percentile étaient considérés comme suspectés de PAG (selon les courbes utilisées au CHIPS).

Pour la classification des nouveau-nés hypotrophes et macrosomes, nous avons choisi d'utiliser les normes du CHIPS qui sont celles proposées par les courbes AUDIPOG (*Cf. Annexe II*). Les nouveau-nés dont le poids de naissance était supérieur au 90^{ème} percentile étaient considérés macrosomes et les nouveau-nés dont le poids de naissance était inférieur au 10^{ème} percentile étaient considérés hypotrophes.

Pour chaque nouveau-né macrosome ou hypotrophe nous avons regardé si l'anomalie de croissance avait été suspectée à l'EPF de 40 SA + 6 jrs (sensibilité). Inversement, pour chaque EPF à 40 SA + 6 jrs suspectant une anomalie de croissance nous avons regardé si le nouveau-né était réellement atteint (VPP).

De même, pour chaque nouveau-né non atteint par une anomalie de croissance, nous avons regardé s'il avait été suspecté comme tel à l'EPF de 40 SA + 6 jrs (spécificité). Inversement, pour chaque EPF à 40 SA + 6 jrs ne suspectant pas une anomalie de croissance, nous avons regardé si le nouveau-né était réellement non atteint (VPN).

Nous avons ensuite confronté les performances du dépistage du PAG et de la macrosomie chez nos deux groupes de patientes.

2.3 Analyse statistique

L'analyse et le recueil des données ont été faits via le logiciel Excel 2016.

Afin de répondre à notre question de recherche, nous avons utilisé un modèle de régression linéaire. Ce type d'analyse nous permettait de déterminer si une variable indépendante, ici l'IMC maternel, influençait une variable dépendante, ici la marge d'erreur entre l'EPF à terme et le poids de naissance. En calculant le coefficient de corrélation linéaire « r », on pouvait déterminer s'il existait une liaison entre les deux variables.

Pour rappel, voici les différents modèles de nuages de points possibles selon les coefficients de corrélation obtenus. Comme on peut le voir, plus r est proche de 1 (corrélation positive) ou -1 (corrélation négative) plus la corrélation est forte. A contrario, plus r est proche de 0 plus on s'éloigne d'une quelconque corrélation entre les deux variables étudiées.

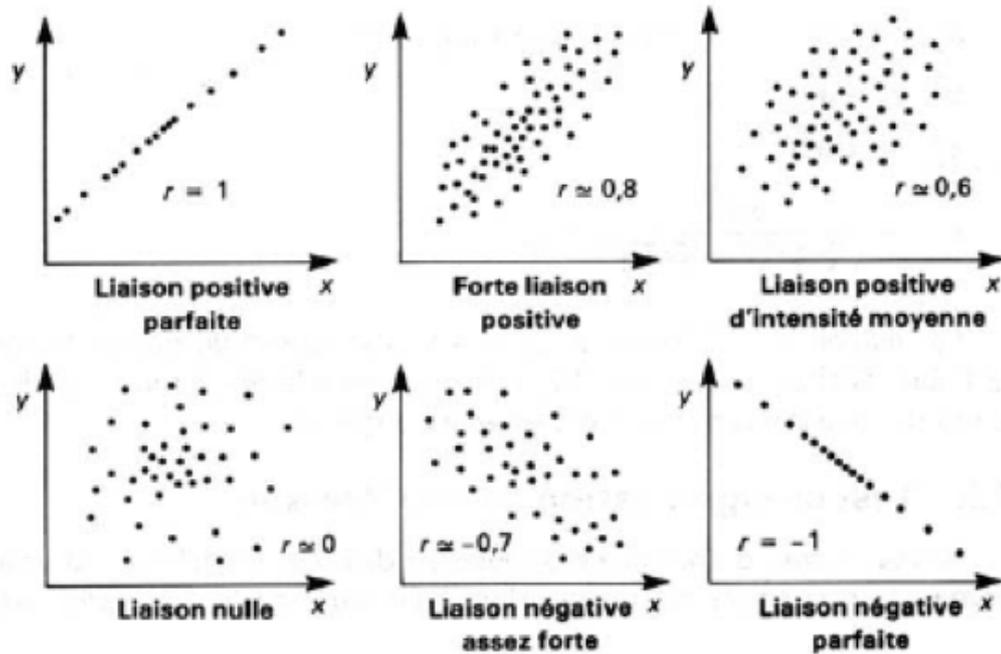


Figure 1 : Coefficient de corrélation selon les différents modèles de nuage de points (https://www.lmd.polytechnique.fr/~sturquet/teaching_data/mu001/chap8.pdf)

L'analyse de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance chez les différentes catégories d'IMC s'est faite avec un test d'Anova. La comparaison des moyennes de l'erreur absolue de l'EPF de chaque catégorie d'IMC nous a permis de vérifier si ces erreurs absolues étaient plus fortes chez les femmes obèses et en surpoids.

Pour répondre à notre hypothèse secondaire nous avons réalisé des tableaux de performances diagnostiques. Nous avons donc calculé, pour nos deux groupes de patientes, la sensibilité, spécificité, VPP et VPN (avec un intervalle de confiance à 95%) du dépistage de la macrosomie et du PAG par l'EPF. Le but principal était de comparer les performances diagnostiques de l'EPF chez les patientes du groupe « $IMC \geq 25$ » par rapport aux patientes du groupe « $IMC < 25$ ».

Les variables quantitatives étaient par ailleurs décrites en moyennes, médianes et en interquartiles et les variables qualitatives en nombres et proportions. Des tests

de Student ont été utilisés pour les comparaisons des moyennes et des tests de Fisher et de Chi-2 pour les comparaisons des proportions.

2.4 Considérations éthiques et réglementaires

Notre étude était observationnelle et rétrospective. Le recueil des données s'est fait après demande et autorisation de la Commission Nationale de l'Information et des Libertés (CNIL) du CHIPS. Nous avons également eu l'autorisation du Pr. Patrick Rozenberg, PU-PH et chef du service de gynécologie-obstétrique du CHIPS.

Les données des patientes ont été reportées sur un classeur Excel après une entière anonymisation de leurs informations.

3 Résultats

3.1 Population de l'étude

Sur la période du 1^{er} Janvier 2017 au 1^{er} Janvier 2019, 1161 patientes ont bénéficié d'une EPF à 40SA + 6jrs au CHIPS.

Parmi ces patientes, 299 avaient un diabète gestationnel, 22 une pré-éclampsie, 7 ont accouché à 42 SA ou plus et 3 avaient une datation imprécise. Ces patientes ont donc été exclues de notre population initiale.

De plus, 167 IMC et 31 poids de naissance n'étaient pas renseignés.

Notre population finale était constituée de 632 patientes que nous avons ensuite réparties dans deux grands groupes selon leur IMC :

- Groupe non exposé, IMC < 25 : 356 patientes (56,3%)
- Groupe exposé, IMC ≥ 25 : 276 patientes (43,7%)

Le groupe exposé a été réparti en 4 sous-catégories toujours en fonction de l'IMC :

- Surpoids, IMC entre 25 et 29,9 : 193 patientes (30,5%)
- Obésité type I, IMC entre 30 et 39,9 : 54 patientes (8,5%)
- Obésité type II, IMC entre 35 et 39,9 : 23 patientes (3,6%)
- Obésité type III, IMC ≥ 40 : 6 patientes (0,9%)

3.1.1 Diagramme de flux

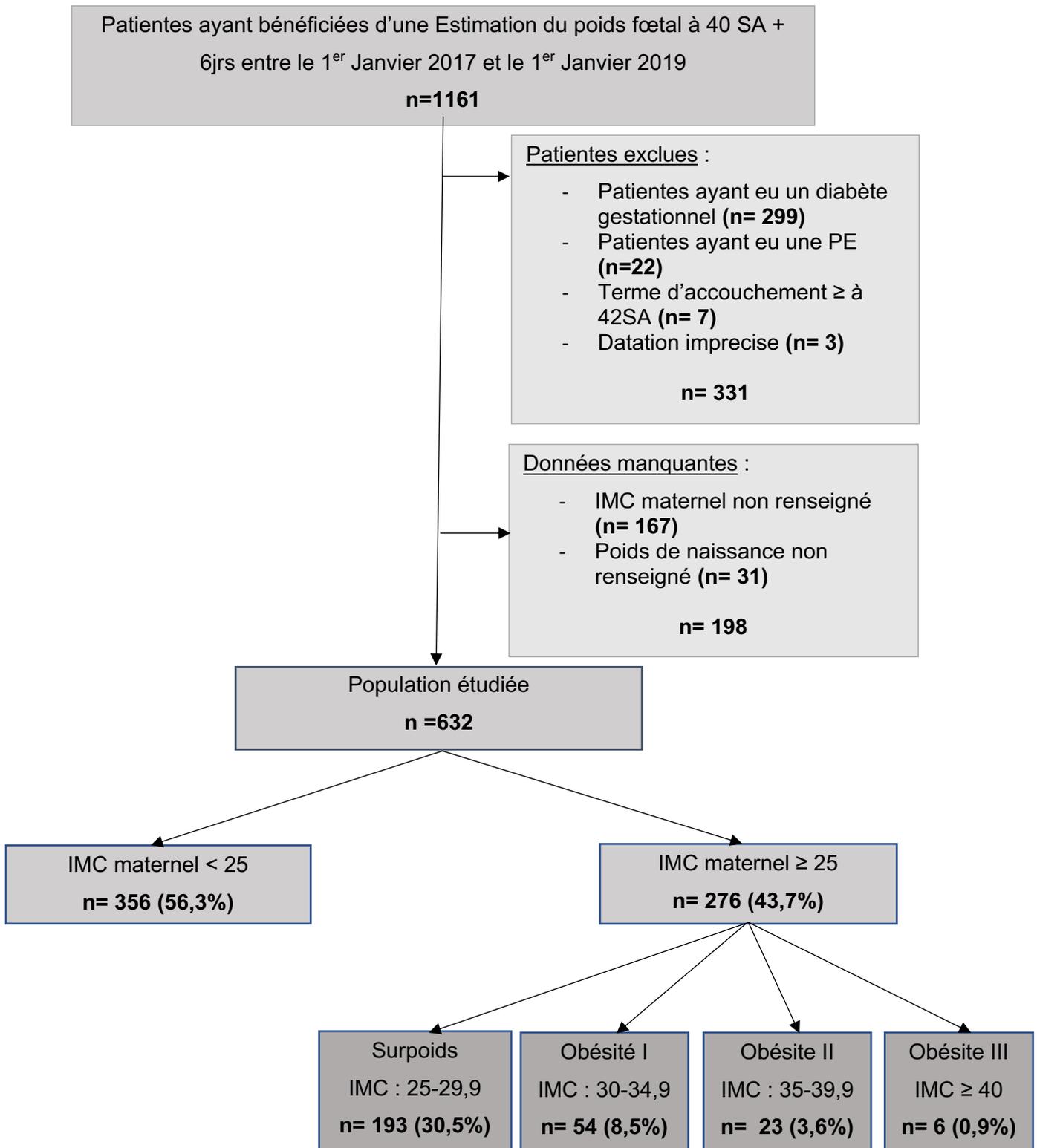


Figure 2 : Diagramme de flux de notre étude.

3.1.2 Caractéristiques maternelles, obstétricales et néonatales

| | IMC maternel < 25 n = 356 | IMC maternel ≥ 25 n = 276 | p |
|---|------------------------------|------------------------------|--------------|
| Antécédents médico-chirurgicaux | | | |
| Age (années), médiane (Q ₂₅ -Q ₇₅) | 32 (28-35) | 31 (28-35) | 0,92 |
| Pathologie chronique, n (%) | 53 (14,9) | 32 (11,6) | 0,23 |
| Intervention chirurgicale, n (%) | 153 (43) | 123 (44,6) | 0,69 |
| Pathologie et intervention chirurgical, n (%) | 21 (5,9) | 26 (9,4) | 0,09 |
| Antécédents obstétricaux | | | |
| Gestité, moyenne +/- DS | 2,4 +/- 1,3 | 2,7 +/- 1,7 | 0,004 |
| Parité, moyenne +/- DS | 1,9 +/- 0,9 | 2 +/- 1,1 | 0,10 |
| Estimation du poids fœtal à 40 SA + 6 jrs | | | |
| EPF (g), moyenne +/- DS | 3609 +/- 372 | 3686 +/- 411 | 0,01 |
| Suspicion macrosomie, n (%) | 34 (9,5) | 40 (14,4) | 0,05 |
| Suspicion PAG, n (%) | 31 (8,7) | 21 (7,6) | 0,62 |
| Accouchement | | | |
| Terme (SA + jrs), moyenne +/- DS jrs | 41+1 +/- 2 | 41+1 +/- 3 | 0,97 |
| Voie d'accouchement | | | |
| • Voie basse spontanée, n (%) | 235 (66) | 172 (62) | 0,33 |
| • Voie basse instrumentale, n (%) | 55 (15) | 24 (9) | 0,01 |
| • Césarienne, n (%) | 66 (19) | 80 (29) | 0,002 |
| Nouveau-né | | | |
| Poids de naissance (g), moyenne +/- DS | 3541 +/-372 | 3586 +/- 449 | 0,18 |
| Nouveau-né macrosome, n (%) | 28 (7,8) | 35 (12,7) | 0,04 |
| Nouveau-né PAG, n (%) | 39 (10,4) | 34 (12,3) | 0,59 |
| pH artériel < 7,20, n (%) (DM=61) | 52 (16,2) | 52 (20,7) | 0,17 |
| Score d'Apgar < 7 à 1 minute de vie, n (%) | 21 (5,9) | 22 (8) | 0,30 |
| Score d'Apgar < 7 à 5 minutes de vie, n (%) | 2 (0,6) | 5 (1,8) | 0,14 |

Tableau 1 : Caractéristiques maternelles, obstétricales et néonatales.

Nous notons pour commencer que la gestité des patientes du groupe « IMC \geq 25 » était significativement plus importante que celle du groupe « IMC < 25 » ($p=0,004$).

Dans cette population, l'EPF à 40 SA + 6 jrs des patientes du groupe « IMC \geq 25 » montrait des fœtus significativement plus gros que chez les patientes du groupe « IMC < 25 » ($p=0,01$). A contrario, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre les poids de naissance des nouveau-nés du groupe « IMC < 25 » par rapport au groupe « IMC \geq 25 ».

Il y avait significativement plus de suspicion de macrosomie et de nouveau-nés macrosomes dans le groupe « IMC \geq 25 » que dans le groupe « IMC < 25 » ($p=0,05$ et $p=0,04$). Néanmoins, il n'y avait pas de différences significatives entre les deux groupes concernant la suspicion de PAG et les nouveau-nés hypotrophes.

Nous notons plus d'accouchement par césarienne dans le groupe « IMC \geq 25 » que dans le groupe « IMC < 25 » ($p=0,002$) et plus de voie basse instrumentale dans le groupe « IMC < 25 » que dans le groupe « IMC \geq 25 » ($p=0,01$).

Il n'y avait pas de différence notable pour le reste des caractéristiques maternelles, obstétricales et néonatales entre les deux groupes.

3.1.3 Critère de jugement principal

3.1.3.1 Erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance des différentes catégories d'IMC maternel

| | IMC < 25 | IMC \geq 25 | P |
|--------------------|----------------|----------------|------|
| | Moyenne +/- DS | Moyenne +/- DS | |
| Erreur absolue (g) | 215 +/- 161 | 237 +/- 180 | 0,13 |
| Erreur absolue (%) | 6,2 +/- 4,8 | 6,7 +/- 5,3 | 0,15 |

Tableau 2 : Erreur absolue moyenne entre l'EPF le poids de naissance du groupe IMC \geq 25 et du groupe IMC<25.

| | IMC normal | Surpoids | Obésité type I | Obésité type II | Obésité type III | p |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------|
| | Moyenne +/- DS | Moyenne +/- DS | Moyenne +/- DS | Moyenne +/- DS | Moyenne +/-DS | |
| Erreur absolue (g) | 215 +/- 161 | 229 +/- 180 | 269 +/- 169 | 229 +/- 219 | 259 +/- 135 | 0,26 |
| Erreur absolue (%) | 6,2 +/- 4,8 | 6,4 +/- 5,2 | 7,8 +/- 5,2 | 6,7 +/- 6,5 | 7,3 +/- 3,9 | 0,23 |

Tableau 3 : Erreur absolue moyenne entre l'EPF et le poids de naissance des différentes catégories d'IMC maternel.

Le tableau 2 présente l'erreur absolue moyenne entre l'EPF et le poids de naissance exprimée en gramme et en pourcentage pour le groupe exposé et non exposé.

Le tableaux 3 quant à lui présente également l'erreur absolue moyenne entre l'EPF et le poids de naissance exprimée en gramme et en pourcentage mais pour les différentes sous-catégories d'IMC.

L'erreur absolue la plus faible observée semblait être celle du groupe « IMC < 25 » et la plus grande celle du groupe « obésité type I » mais la différence n'était pas significative avec $p=0,26$. Il n'y avait pas de différence significative entre la moyenne de l'erreur absolue de l'EPF du groupe « IMC ≥ 25 » et celle du groupe « IMC < 25 » ($p=0,15$). Il n'y avait pas non plus de différence significative entre les erreurs absolues moyennes des sous-catégories du groupe « IMC ≥ 25 » et l'erreur absolue moyenne du groupe « IMC < 25 ».

L'erreur absolue moyenne en pourcentage allait de 6,2% pour le groupe « IMC normal » à 7,8% pour le groupe « obésité type I ».

3.1.3.2 Régression linéaire

La corrélation entre l'erreur absolue de l'EPF et l'IMC maternel est représentée par la figure ci-dessous.

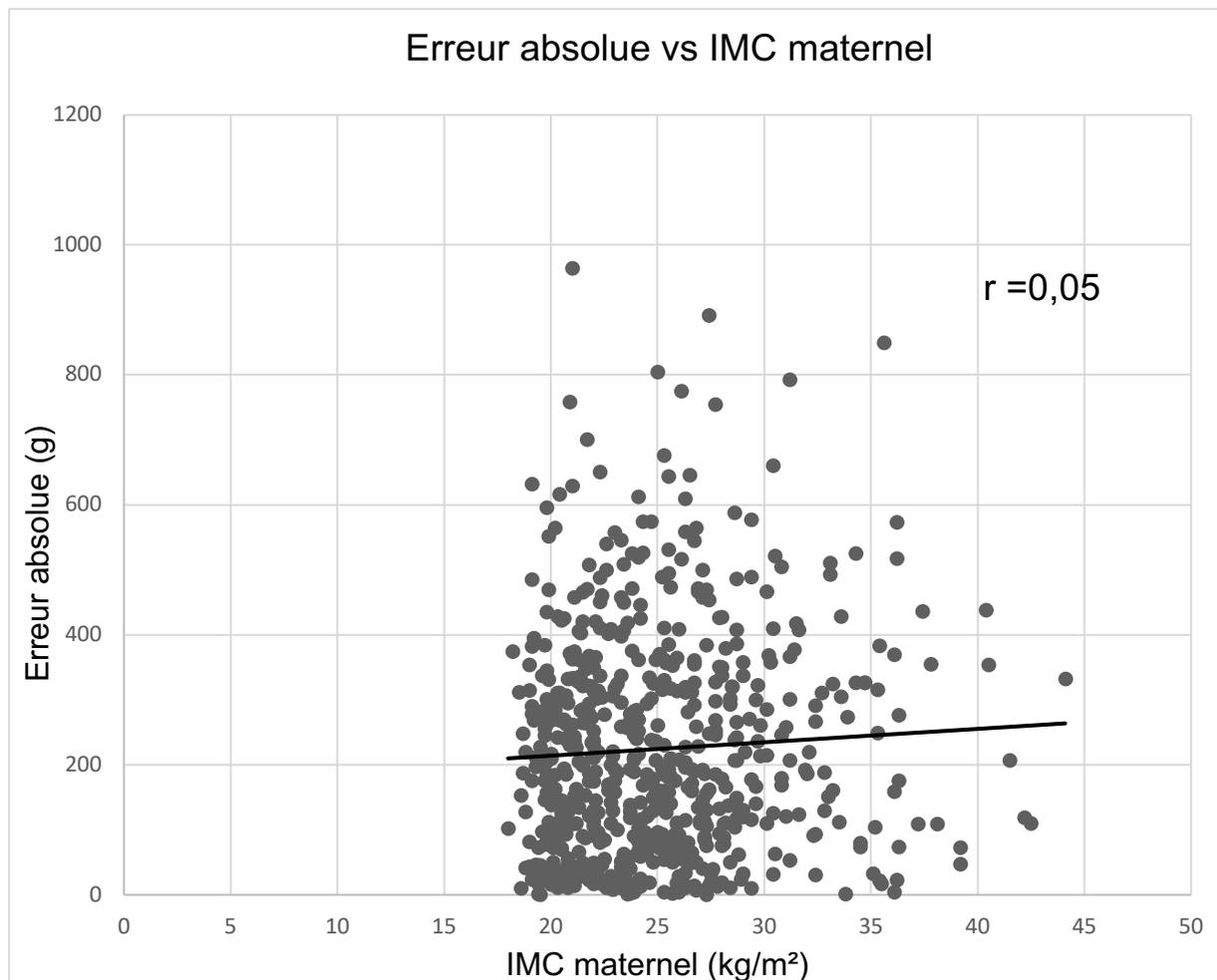


Figure 3 : Régression linéaire de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance selon l'IMC maternel.

La figure 3 nous montre la régression linéaire que nous avons obtenue en modélisant les valeurs de l'IMC maternel pour la variable indépendante et les valeurs de l'erreur absolue de l'EPF pour la variable dépendante.

On constatait que la droite de régression linéaire obtenue était quasiment horizontale. Le coefficient de corrélation r qui modélise l'intensité de la relation entre les deux variables était très proche de 0 ($r = 0,05$).

3.1.4 Critère de jugement secondaire

3.1.4.1 Valeurs diagnostiques du dépistage des anomalies de croissance

3.1.4.1.1 Dépistage échographique de la macrosomie fœtale

| | Valeurs pour le groupe IMC < 25 | Valeurs pour le groupe IMC ≥ 25 |
|---------------------------------------|--|---|
| Sensibilité (%) | 57,1 | 71,4 |
| (IC 95%) | (38,8-75,4) | (56,4-86,4) |
| Spécificité (%) | 94,8 | 94,1 |
| (IC 95%) | (92,5-97,1) | (91,2-97) |
| Valeur Prédictive Positive (%) | 47,1 | 62,5 |
| (IC 95%) | (30,4-63,8) | (47,5-77,5) |
| Valeur Prédictive Négative (%) | 96,5 | 96 |
| (IC 95%) | (94,5-98,5) | (92,3-97,7) |

Tableau 4 : Performance diagnostique de l'EPF à 40 SA + 6 jrs de la macrosomie.

Le tableau 3 présente les valeurs diagnostiques de l'EPF à 40 SA + 6 jrs pour le dépistage de la macrosomie fœtale chez nos deux groupes de patientes.

Pour nos deux groupes, la sensibilité était inférieure à la spécificité et la valeur prédictive positive (VPP) était inférieure à la valeur prédictive négative (VPN).

En comparant nos deux groupes on pouvait observer une meilleure sensibilité et VPP dans le groupe « IMC ≥ 25 » que dans le groupe « IMC < 25 ». La spécificité et la VPN étaient, quant à elles, relativement similaires dans nos deux groupes.

3.1.4.1.2 Dépistage échographique du PAG

| | Valeurs pour le groupe IMC < 25 | Valeurs pour le groupe IMC ≥ 25 |
|---------------------------------------|--|---|
| Sensibilité (%) | 29,7 | 41,2 |
| (IC 95%) | (15-44,4) | (24,7-57,8) |
| Spécificité (%) | 94,9 | 97,2 |
| (IC 95%) | (92,6-97,2) | (95,1-99,2) |
| Valeur Prédictive Positive (%) | 39,3 | 66,7 |
| (IC 95%) | (21,2-57,4) | (46,5-86,8) |
| Valeur Prédictive Négative (%) | 92,5 | 92,4 |
| (IC 95%) | (89,8-95,3) | (89,2-95,6) |

Tableau 5 : Performance diagnostique de l'EPF à 40 SA + 6 jrs du PAG.

Le tableau 4 présente les valeurs diagnostiques de l'EPF à 40 SA + 6 jrs dans le dépistage du PAG pour nos deux groupes de patientes. Les observations faites étaient les mêmes que celles observées pour le dépistage de la macrosomie.

En comparant les tableaux 3 et 4, on constatait d'une part que la sensibilité et la VPP du dépistage du PAG étaient inférieures à celles de la macrosomie pour nos deux groupes de patientes. D'autre part, que la sensibilité et la VPP du dépistage du PAG et de la macrosomie étaient meilleures dans le groupe « IMC ≥ 25 » que dans le groupe « IMC < 25 ».

4 Discussion

4.1 Principaux résultats

Notre étude nous a permis d'évaluer si l'IMC maternel avait un impact sur l'EPF à terme et plus précisément si l'obésité et le surpoids maternels entraînaient une augmentation de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance.

Dans un second temps, nous cherchions à savoir si l'obésité et le surpoids maternels pouvaient entraîner une diminution de la performance du dépistage échographique des anomalies de croissance (PAG, macrosome).

Dans notre étude, l'erreur absolue moyenne entre l'EPF à 40 SA + 6 jrs et le poids de naissance était pour les groupes « IMC normal » et « IMC \geq 25 » de respectivement : 215g (6,2%) et 237g (6,7%). La différence n'était pas significative ($p=0,13$), la marge d'erreur entre l'EPF et le poids de naissance n'est pas plus importante chez les patientes de groupe « IMC \geq 25 » que chez les patientes du groupe « IMC < 25 ».

La modélisation de la régression logistique cherchant une corrélation entre l'IMC maternel et l'erreur absolue de l'EPF montrait une droite de régression quasiment horizontale ainsi qu'un coefficient de corrélation r égale à 0,05. Cela démontre qu'il n'y a pas de tendance à l'augmentation de la marge d'erreur échographique de l'EPF avec l'augmentation de l'IMC maternel.

Dans un second temps, nous avons analysé les valeurs des tableaux de performances diagnostique de l'EPF dans le dépistage de la macrosomie et du PAG.

Nous notons que la sensibilité de l'EPF à terme était faible concernant le dépistage des anomalies de croissance dans les deux groupes de patientes. En effet, seulement 71,4% (pour le groupe IMC \geq 25) et 57,1% (pour le groupe IMC<25) des nouveau-nés macrosome ainsi que 41,2% (pour le groupe IMC \geq 25) et 29,7% (pour le

groupe IMC<25) des nouveau-nés hypotrophes étaient dépistés par l'EPF à 40 SA + 6 jrs.

Cela sous-entend qu'une grande proportion de nouveau-nés macrosomes (28,6% pour le groupe IMC \geq 25, 42,9% pour le groupe IMC < 25) et hypotrophes (58,8% pour le groupe IMC \geq 25, 70,3% pour le groupe IMC < 25) n'ont pas été dépistés par l'EPF à 40 SA + 6 jrs. Inversement, seulement 62,5% (pour le groupe IMC \geq 25) et 47,1% (pour le groupe IMC<25) des fœtus suspectés macrosomes ainsi que 66,7% (pour le groupe IMC \geq 25) et 39,3% (pour le groupe IMC<25) des fœtus suspectés PAG étaient réellement atteints à la naissance.

Cela montre que les performances de l'EPF à 40 SA + 6 jrs dans le dépistage de la macrosomie et du PAG sont plutôt mauvaises. D'une part, parmi les nouveau-nés macrosomes ou hypotrophes une grande proportion n'a pas été dépistée par l'EPF à 40 SA + 6 jrs et d'autre part, parmi les fœtus suspectés macrosomes ou PAG à l'EPF de 40 SA + 6 jrs une grande proportion n'était pas réellement atteinte.

De plus, nous notons que les sensibilités et les VVP du dépistage de la macrosomie et du PAG étaient meilleures dans le groupe « IMC \geq 25 » que dans le groupe « IMC < 25 ». Cela démontre donc que l'EPF à 40 SA + 6 jrs permet une meilleure identification des fœtus suspectés macrosomes ou PAG chez les femmes obèses et en surpoids que chez les femmes avec un IMC normal.

Concernant la spécificité et la VPN de ces dépistages, elles étaient globalement élevées et relativement similaires dans les deux groupes. Cela nous montre à la fois que parmi les nouveau-nés eutrophes, une forte proportion d'entre eux (entre 94,1% et 97,2%) avaient été considérés comme tels à l'EPF de 40 SA + 6jrs, mais aussi que parmi les fœtus suspectés eutrophes, une grande proportion l'étaient réellement à la naissance (entre 92,4% et 96,5%).

Ces résultats montrent par conséquent que le dépistage de la macrosomie et du PAG est meilleur chez les patientes avec un IMC \geq 25 que chez les patientes avec un IMC < 25.

4.2 Validité interne

4.2.1 Forces de l'étude

Notre principal point fort était la taille de notre population (632 patientes) qui nous a permis d'obtenir des patientes dans chaque catégorie d'IMC. Nous avons notamment 30,5% de patientes en surpoids et 13% de patientes en obésité. L'obésité et le surpoids maternels n'étaient donc pas sous représentés dans notre étude. De plus, nos proportions de patientes en surpoids et en obésité étaient comparables avec celles constatées à l'échelle nationale (15) (52).

Le fait de sous-classer notre groupe « $IMC \geq 25$ » en 4 sous catégories selon l'IMC nous a permis d'affiner nos résultats et de pouvoir observer au mieux l'influence de l'IMC maternel sur l'erreur absolue entre l'EPF à terme et l'IMC maternel.

Nos critères d'inclusion se sont voulus assez stricts. Nous avons notamment choisi d'exclure les patientes présentant des pathologies maternelles ou fœtales pouvant influencer la croissance fœtale afin de ne pas surestimer ou sous-estimer la prévalence des anomalies de croissance dans l'un des groupes. Nous avons également exclu les patientes avec une datation imprécise car cela peut entraîner une lecture erronée des courbes de croissance (53).

En décidant de laisser jusqu'à une semaine entre l'EPF et la naissance nous nous sommes exposés à plusieurs potentielles imprécisions de l'erreur absolue. En effet, dans certaines études, les auteurs ont décidé de ne sélectionner que les patientes ayant accouché dans les 48 heures suivant l'EPF afin de diminuer l'imprécision de celle-ci due à l'effet de la croissance fœtale (4).

D'autres études ont calculé une EPF dite « corrigée » en ajoutant l'effet de la croissance fœtal. Pour se faire, les auteurs ont ajouté à l'EPF de base entre 25 et 30 grammes par jour passé entre la réalisation de l'EPF et la naissance (19) (54).

Dans notre étude, nous avons fait le choix, tout en nous exposant à ce potentiel biais, de restreindre le délai entre l'EPF et l'accouchement à 7 jours. D'une part pour pouvoir inclure un plus grand nombre de patientes car nos critères de sélections étaient déjà assez stricts, d'autre part car la littérature montre que lorsque le délai entre

l'EPF et l'accouchement est supérieur à 7 jours la précision de l'estimation diminue (21) (22) (23).

Cependant, dans notre étude, le terme d'accouchement moyen était de 41 SA + 1 jr pour nos deux groupes de patientes. Nos deux groupes étaient donc tout à fait comparables car il n'y avait pas d'écart significatif.

Pour le calcul et l'analyse de l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance, nous avons décidé d'utiliser uniquement des poids bruts. Comme nous l'avons déjà dit, les courbes obstétricales et pédiatriques ne sont pas superposables (44) (46). L'utilisation de poids bruts nous a permis de nous exempter de l'utilisation des percentiles dans l'analyse de notre critère principal.

En réalisant une étude mono-centrique nous avons pu éviter certains biais de mesures liés à l'utilisation de référentiels différents. En effet, les EPF étaient calculées selon la formule Hadlock à 3 paramètres puis reportées sur la même courbe de croissance. De la même manière, les poids des nouveau-nés à la naissance étaient comparés entre eux aux mêmes normes d'hypotrophie et de macrosomie (*Cf. Annexe II*).

Le CHIPS est une maternité de niveau III où la réalisation des EPF à 40 SA + 6 jrs est faite de manière systématique selon leur protocole. Les professionnels réalisant ces EPF ont donc accès directement aux données concernant les poids de naissance des nouveau-nés. Ils peuvent ainsi comparer facilement leurs estimations aux poids réels des nouveau-nés et ainsi remettre en question leur pratique si l'estimation semble de mauvaise qualité.

Enfin, l'utilisation d'un modèle de régression logistique et du coefficient de corrélation en découlant nous a permis d'observer au mieux s'il existait un lien entre l'IMC maternel et l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance. En utilisant ce modèle, on a pu confronter chaque erreur absolue de l'EPF à l'IMC maternel lui correspondant et afin d'affiner au mieux nos résultats plutôt qu'en utilisant seulement

une méthode de comparaison des moyennes. La régression linéaire permet à la fois de déterminer s'il existe une dépendance entre deux variables mais aussi de modéliser une tendance via sa droite de régression. Nous avons donc pu déterminer si l'erreur absolue entre l'EPF à terme et le poids de naissance était dépendante de l'IMC maternel et si l'augmentation de l'IMC allait de pair avec celle de l'erreur absolue.

4.2.2 Limites et biais

4.2.2.1 Biais de sélection

Nous avons choisi d'exclure les patientes atteintes de pathologies gravidiques, chroniques ou fœtale pouvant influencer la croissance de ce dernier. Ce choix a été fait car nous savons que l'obésité et le surpoids sont des facteurs de risque de développement de ces pathologies et pourraient par conséquent entraîner une surreprésentation des anomalies de croissance chez ces patientes (16) (17) (18). Nous avons d'ailleurs constaté qu'il y avait significativement plus de fœtus suspectés macrosomes ainsi que de nouveau-nés macrosome chez les femmes obèses et en surpoids que chez les femmes avec un IMC normal.

Nos résultats concernant les anomalies de croissance doivent donc être mis en perspective avec les critères de sélection de notre population.

4.2.2.2 Biais de mesures

L'échographie est un acte médical de qualité inégale car il est soumis à un biais humain ainsi que matériel. Le CFEF précise dans son rapport du comité technique de l'échographie de dépistage prénatal que la performance de l'échographie dépend de « l'expertise de l'opérateur et de la qualité de son matériel ». La sensibilité de l'échographie s'expose donc à une variabilité inter et intra-individuelle (2) (55).

Dans notre étude, les échographies étaient réalisées par des obstétriciens-gynécologues, des internes et des sages-femmes échographistes sur des appareils différents. La pluralité des professionnels et du matériel utilisé génère donc un biais de mesure dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats.

Notre étude a démontré que la performance de l'EPF à 40 SA + 6 jrs dans le dépistage de la macrosomie et du PAG était meilleure chez les femmes obèses et en surpoids que chez les femmes avec un IMC normal. Ces résultats posent la question de la vigilance portée par les opérateurs lors de la réalisation de l'échographie. L'échographie chez les femmes obèses et en surpoids étant jugée plus difficile et le nombre d'anomalies de croissance plus important, il est possible que les opérateurs aient été d'autant plus vigilants chez ces patientes. N'ayant pas étudié la réalisation des échographies nous ne pouvons pas statuer sur ce potentiel biais qui reste donc une hypothèse.

Dans notre étude, nous n'avons pas choisi d'analyser les clichés de coupes du PA, du PC et de la LF utilisés pour calculer l'EPF. Nous ne pouvons pas savoir si les EPF calculées sont issues de coupes répondant au contrôle de qualité recommandé par le CFEF (46). Les EPF que nous avons recueillies n'étaient donc peut-être pas toutes de même qualité et ceci doit être pris en compte dans l'interprétation de nos résultats.

Dans la littérature, l'hétérogénéité des courbes, des seuils et des formules d'EPF utilisés amène à de nombreux biais et limites lorsqu'il s'agit d'évaluer la biométrie fœtale et le dépistage des anomalies de croissance (44) (46).

Nous avons fait le choix, afin d'évaluer la performance du dépistage des anomalies de croissance de comparer des percentiles, obtenus de courbe de croissance différentes. Les fœtus suspectés macrosomes et PAG étaient identifiés après report de leur EPF à 40 SA + 6 jrs sur une courbe de croissance obstétricale et les nouveau-nés macrosome et PAG étaient identifiés après comparaison de leur poids de naissance aux normes établies par Audipog (courbes pédiatriques). Nous aurions pu comparer les EPF et les poids de naissance en utilisant uniquement les courbes d'Audipog mais nous avons fait le choix de réaliser notre étude en nous basant sur ce qui se fait réellement en pratique courante. Les décisions obstétricales (césariennes, déclenchements...) qui peuvent suivre la découverte d'une anomalie de croissance se basent sur des courbes de croissance obstétricales et non pédiatriques.

La non superposition des courbes obstétricales et pédiatriques utilisées dans notre étude nous amène donc à un biais de mesure important.

4.2.2.3 Biais d'informations

Pour aller plus loin dans notre étude nous aurions pu ajouter comme variables retenues : la prise de poids pendant la grossesse ainsi que la dernière mesure de la hauteur utérine.

Nous aurions donc pu étudier la sensibilité du dépistage des anomalies de croissance en combinant la mesure de la hauteur utérine à l'EPF à terme, chez nos deux groupes de patientes.

De même pour la prise de poids pendant la grossesse, nous aurions pu étudier son impact sur la performance de l'EPF à terme.

4.3 Validité externe

Concernant la généralisation de nos résultats, nous rappelons dans un premier temps que notre population est dite « en bonne santé ». La généralisation de nos résultats à la population générale doit être prudente et limitée à une population dépourvue de pathologies chroniques, gravidiques ou fœtales pouvant influencer la croissance fœtale.

Concernant notre critère de jugement principal, nous pouvons constater que les différentes marges d'erreur échographiques obtenues dans notre étude étaient similaires à celles retrouvées dans la littérature scientifique.

Pour rappel, dans notre étude, l'erreur absolue moyenne était pour les groupes IMC normal, surpoids, obésité type I, II et III de respectivement : 215g (6,2%), 229g (6,4%), 269g (7,8%), 229g (6,7%) et 259g (7,3%). Dans le même ordre, dans l'étude de Kritzer et al. l'erreur absolue moyenne était de : 137g (5%), 202g (6,8%), 157g (5,1%), 200g (7,1%) et 189g (5,9%), la différence était significative mais la régression linéaire ne montrait pas de lien entre l'IMC et l'erreur absolue avec $r = 0,069$ (13). Toujours dans le même ordre, dans l'étude de Aksoy et al. l'erreur absolue moyenne était de : 106g (3,5%), 198g (6,7%), 248g (7,9%), 308g (9,9%) et 446g (14,1%), la

différence était significative avec $p < 0,001$ mais ils n'avaient pas réalisé de régression linéaire (4).

Nos résultats étaient plus proches de ceux de la 1^{ère} étude qui montrait, comme la nôtre, qu'il n'y a pas de lien entre l'IMC et l'erreur absolue entre l'EPF et le poids de naissance. Nous constatons également que les différentes marges d'erreurs échographiques obtenues dans ces études, comme dans la nôtre, étaient globalement inférieure à 10%. Nos résultats sont donc comparables avec ceux de la littérature.

Concernant notre critère de jugement secondaire, plusieurs études se sont intéressées à la performance de l'EPF dans le dépistage de la macrosomie et du PAG chez les femmes obèses. Pour les deux études suivantes, les auteurs ont comparé les EPF réalisées en fin de grossesse avec le poids de naissance des nouveau-nés. La sélection des fœtus macrosome et PAG ainsi que des nouveau-nés macrosomes et hypotrophes a été faite de la même manière que dans notre étude c'est-à-dire en comparant des percentiles provenant de courbes obstétricales et pédiatriques.

Dans l'étude de Nell A. et al. publiée en 2020 la sensibilité du dépistage de la macrosomie était de 61% avec un VPP de 54,8%, la sensibilité du PAG était quant à elle de 8,1% avec un VPP de 100% (56). Dans l'étude de Dude A. et al publiée en 2019 la sensibilité du dépistage de la macrosomie était de 75,3% avec un VPP de 46,2% et la sensibilité du dépistage du PAG était de 26,3% avec un VPP de 38,5% (57). En comparant les résultats de ces deux études avec nos résultats du groupe « $IMC \geq 25$ » nous pouvons constater des similitudes avec les deux études. Le constat reste cependant le même, dans ces études comme dans la nôtre, l'EPF est plus performant pour dépister la macrosomie que le PAG.

4.4 Implications et perspectives

Notre étude s'inscrit dans l'optimisation de la prise en charge échographique des femmes obèses et en surpoids. L'augmentation croissante de leur prévalence ces dernières années en fait un réel enjeu de santé publique qui doit remettre en cause nos pratiques actuelles afin de proposer à ses femmes des soins adaptés et de qualité.

L'EPF est aujourd'hui notre meilleur outil de surveillance de la croissance fœtale et d'identification des fœtus porteurs d'anomalies de croissance. Néanmoins, sa sensibilité tant pour le dépistage de la macrosomie que du PAG reste à améliorer. Nous n'avons pas mis en évidence une sensibilité moindre chez les femmes obèses et en surpoids, au contraire, mais notre étude a exclu les patientes à risque de développer des anomalies de croissance. Il pourrait donc être intéressant d'étudier la performance de l'EPF dans le dépistage des anomalies de croissance chez les femmes obèses et en surpoids en incluant cette fois les patientes à risques.

Le CFEF a publié en Janvier 2022 des recommandations pour la pratique échographique portant sur « l'utilisation des mesures échographiques pour le dépistage et le diagnostic des anomalies de la croissance fœtale » (55). Après la comparaison de différentes courbes de croissance fœtales (courbes du CFEF, courbes INTERGROWTH-21, courbes de Chitty) il est maintenant recommandé de reporter l'EPF sur les courbes INTERGROWTH-21. Le calcul de l'EPF par la formule Hadlock à 3 paramètres est cependant toujours recommandé (55).

Les courbes INTERGROWTH-21 permettent d'une part une meilleure identification des fœtus atteint d'une anomalie de croissance mais sont également quasi superposables avec les courbes proposées par AUDIPOG (55).

Ces nouvelles recommandations apportent donc une solution à la comparaison des percentiles en évitant le biais dû à l'utilisation de courbes de croissance différentes.

Il serait donc intéressant de réaliser une nouvelle étude en utilisant les courbes d'INTERGROWTH-21 afin d'évaluer au mieux la performance de l'EPF dans le dépistage des anomalies de croissance chez les femmes obèses et en surpoids.

5 Conclusion

Notre étude avait pour but, étant donné la discordance de la littérature scientifique sur le sujet, de déterminer si l'obésité et le surpoids maternel pouvaient impacter la qualité de l'EPF à terme. Secondairement, nous cherchions à savoir si le surpoids et l'obésité diminuaient la performance du dépistage des anomalies de croissance.

Nos résultats n'ont pas mis en évidence un lien entre l'IMC maternel et la marge d'erreur échographique entre l'EPF à 40 SA + 6 jrs et le poids de naissance. En effet, notre régression linéaire a montré une relation quasi nulle entre l'IMC maternel et l'erreur absolue de l'EPF à 40 SA + 6 jrs avec un coefficient de corrélation $r = 0,05$. Nous n'avons pas observé non plus de différence significative entre les erreurs absolues moyennes des différents groupes d'IMC.

Enfin, nos résultats n'ont pas mis en évidence des sensibilités et VPP du dépistage des anomalies de croissance, moindres chez les patientes obèses et en surpoids. La performance de l'EPF à 40 SA + 6 jrs dans le dépistage des anomalies de croissance chez ces patientes était même meilleure que chez les patientes avec un IMC normal.

6 Bibliographie

1. Conférence Nationale d'Échographie Obstétricale et Fœtale. *L'échographie de dépistage prénatal*. [format pdf] [<http://www.cfef.org/archives/bricabrac/cneof/rapportcneof2016.pdf>]. (Page consultée de 20/03/22)
2. Comité National Technique de l'Echographie de Dépistage Prénatal. *Rapport du comité technique de l'échographie de dépistage prénatal*. [format pdf] [<http://www.cfef.org/archives/lettres/DocusCTE/rapportCTE.pdf>]. (Page consultée le 18/03/22)
3. Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français. *Recommandation pour la pratique clinique le retard de croissance intra-utérin*. [format pdf] [http://www.cngof.asso.fr/data/RCP/CNGOF_2013_FINAL_RPC_rciu.pdf]. (Page consultée le 10/03/22)
4. Hüseyin A, Ülkü A, Özge IK, Burak Y, Turgut A, Mustafa AB. *Influence of maternal body mass index on sonographic fetal weight estimation prior to scheduled delivery*. The Journal Of Obstetrics and Gynaecology Reserach. 2015;41:1556-1561.
5. Peyronnet V, Kayem G, Mandelbrot L, Sibiude J. *Détection des foetus petits pour l'âge gestationnel lors de l'échographie du troisième trimestre. Étude observationnelle monocentrique*. Gynécologie obstétrique & fertilité. 2016;44:531-536.

6. Chauveau B, Auclair C, Legrand A, Mangione R, Gerbaud L, Vendittelli F, Boyer L, Lémery D. *Improving image quality of midtrimester fetal sonography in obese women: role of ultrasound propagation velocity.* *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology.* 2018 ;52(6):769-775.
7. Paganelli S, Soncini E, Comitini G, Palomba S, Battista La Sala G. *Sonographic fetal weight estimation in normal and overweight/obese healthy term pregnant women by gestation-adjusted projection (GAP) method.* *Arch Gynecol Obstet.* 2016;293:775-781.
8. Himes K, Rogan S, Atlass J. *Accuracy of estimated fetal weight in extremely preterm infants and the impact of obesity.* *American Journal of Obstetrics & Gynecology.* 2021;285:186.
9. Martins J.G, Kawakita T, Gurganus M, Baraki D, Jain P, Papageorgiou A.T, et al. *Influence of maternal body mass index on interobserver variability of fetal ultrasound biometry and amniotic-fluid assessment in late pregnancy.* *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;58:892-899.
10. Nitsche J.F, Alkis M, Thode J, Brost B. *The effect of morbid obesity on estimation of fetal weight by ultrasound.* *American Journal of Obstetrics & Gynecology.* 2018;218:271.
11. Policiano C, Mendes J.M, Fonseca A, Barros J, Martins D, Reis I, et al. *Impact of maternal weight on the intra-observer and inter-observer reproducibility in the third trimester.* *International Journal of gynecology and obstetrics.* 2018;140(1):53-59.
12. Cody F, Unterscheider J, Daly S, Geary M.P, Kennelly M.M, McAuliffe F, et al. *The effect of maternal obesity on sonographic fetal weight estimation and perinatal outcome in pregnancies complicated by fetal growth restriction.* *Journal of clinical ultrasound.* 2016;44(1):34-39.

13. Kritzer S, Magner K, Warshak C.R. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2014;33(12):2173-2179.
14. Organisation Mondiale de la Santé. *Obésité et surpoids*. [format en ligne]. [<https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>]. (Page consultée le 28/03/22)
15. Institut national de la santé et de la recherche médicale. *Enquête nationale périnatale rapport 2016 Les naissances et les établissements Situations et évolution depuis 2010*. [format pdf]. [http://www.epopé-inserm.fr/wp-content/uploads/2017/10/ENP2016_rapport_complet.pdf]. (Page consultée le 22/03/2022)
16. Chu CL, Tahir M. *Obesity in pregnancy*. *Best Practice and Research Clinical Obstetrics and Gynaecology*. 2015;29(3):309-319.
17. Tanner L.D, Brock C, Chauhan S.P. *Severity of fetal growth restriction stratified according to maternal obesity*. *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medecine*. 2020.
18. Letombe B, Catteau-Jonard S, Robin G. *Obésité et grossesse*. *Endocrinologie en gynécologie et obstétrique*. 2019:2-10.
19. Lafont M, Dellinger P, Mutumba W, Bernard C, Hoyek T. *Performance de l'échographie dans l'estimation du poids foetal à terme*. *Gynécologie Obstétrique et fertilité*. 2016;44(1):391-395.
20. Torbjorn ME et al. *Estimation of fetal weight in pregnancies past term*. *Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica*. 2016;96(2):183-189.

21. Collège Français d'Échographie Foetale, *Estimation de poids foetal (EPF) : quelle formule, quelle courbe?* [format pdf] [<https://www.cfef.org/fichiers/Texte03.pdf>] (Page consultée le 18/03/22)
22. Basha A.S, Abu-Khader I.B, Qutishat R.M, Amarin Z.O. *Accuracy of Sonographic Fetal Weight Estimation within 14 Days of Delivery in a Jordanian Population Using Hadlock Formula 1*. Medical Principles and Practice. 2012;21:366-369.
23. Chauhan S.P, Hendrix N.W, Magann E.F, Morrison J.C, Scardo J.A, Berghella V. *A review of sonographic estimate of fetal weight: vagaries of accuracy*. The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medecine. 2005;18(4):211-220.
24. Benson-Cooper S, Tarr G.P, Kelly J, Bergin C.J, *Accuracy of ultrasound in estimatinf fetal weight in New Zealand*. Australasian Journal of Ultrasound in Medicine. 2021;24(1):13-19.
25. Haute Autorité de Santé. Synthèse des recommandations de bonnes pratiques Surpoids et obésité de l'adulte: prise en charge médicale de premier recours. [format pdf]. [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2011-09/2011_09_27_surpoids_obesite_adulte_v5_pao.pdf]. (Page consultée le 10/03/22).
26. Matta J, Carette C, Rives Lange C, Czernichow S. *Épidémiologie de l'obésité en France et dans le monde*. La Presse Médical. 2018 ;47(5) :434-438.
27. Al-Obaidly S, Al-Ibrahim A, Saleh N, Al-Belushi M, Al-Mansouri Z, Khenyab N. *Third trimester ultrasound accuracy and delivery outcome in obese and*

- morbid obese pregnant women*. The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine. 2017:1-5.
28. Sudha M, Sivaprasard K. *Maternal and neonatal outcomes in pregnancies complicated by maternal obesity*. International journal of reproduction, contraception, obstetrics and gynecology. 2019;8(2):474.
29. Stacy Tsai P, Loichinger M, Zalud I. *Obesity and the challenges of ultrasounf fetal abnormality diagnosis*. Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology. 2015;29(3):320-327.
30. Collège Français d'Échographie Foetal. *Historique*. [format pdf] [<https://www.cfef.org/historique.pdf>]. (Page consultée le 10/03/22)
31. Légifrance, service publique de la diffusion du droit. Loi N-2011-814 du 7 juillet 2011 relative à la bioéthique, [en ligne]. [<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000024323102/>]. (Page consultée le 2/03/22).
32. Conférence Nationale d'Échographie Obstétricale et Foetale. *L'échographie de dépistage prénatal*. [format pdf] [<http://www.cfef.org/archives/bricabrac/cneof/rapportcneof2016.pdf>]. (Page consultée le 2/03/22)
33. Légifrance, service publique de la diffusion du droit. Arrêté du 20 avril 2018 fixant les recommandations de bonnes pratiques relatives aux modalités de réalisation des examens d'imagerie concourant au diagnostic prénatal et aux mosalités de prise en charge des femmes enceintes et des couples lors de ces examens. [en ligne]. [<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000036833452?page=1&pageSize=10&query=échographie+foetale+et+obstétricales+&searchField>

=ALL&searchType=ALL&tab_selection=all&typePagination=DEFAULT]
(page consultée le 02/04/22)

34. Haute Autorité de Santé. *Recommandation de bonne pratique, indications de la césarienne programmée à terme, méthode de recommandations pour la pratique clinique.* [format pdf] [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/201203/indications_cesarienne_programmee_-_recommandation_2012-03-12_14-44-28_679.pdf]. (Page consultée le 4/03/22)

35. Beucher G, Dreyfus M. *Prise en charge du dépassement de terme.* Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction. 2008;37(2) :107-117.

36. Beta J, Khan N, Khalil A, Fiolna M, Ramadan G, Akolekar R. *Maternal and neonatal complications of fetal macrosomia: systematic review and meta-analysis.* Ultrasound in Obstetric and Gynecology. 2019;54(3):308-318.

37. Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français. *Extrait des mises à jour en Gynécologie et Obstétrique.* [format pdf] [http://www.cngof.asso.fr/d_livres/1995_GO_159_treisser.pdf]. (Page consultée le 2/03/22)

38. Chauhan S.P, Rice M.M, Grobman W.A, Bailit J, Reddy U.M, Wapner R/J, et al. *Neonatal Morbidity of Small- and Large-for-Gestational-Age Neonates Born at Term in Uncomplicated Pregnancies.* Obstetrics and Gynecology. 2017; 130(3):511-519.

39. Simoes RV, Cruz-Lemini M, Bargallo N, Gratacos E, Sanz-Cortés M. *Brain metabolite differences in one-year-old infants born small at term and association with neurodevelopmental outcome.* American Journal of Obstetrics and Gynecology. 2015;213(2):210.

40. Monier I, Blondel B, Ego A, Kaminiski M, Goffinet F, Zeitlin J. *Poor effectiveness of antenatal detection of fetal growth restriction and consequences for obstetric management and neonatal outcomes: a French national study*. BJOG An International Journal of Obstetrics and Gynaecology. 2014;122(4):518-527.
41. Ouazana M, Girault A, Lepercq J, Goffinet F. *Existe-t-il des facteurs associés à la macrosomie fœtale non diagnostiquée en prénatale chez les femmes non diabétiques ?* [format pdg] [<https://www.sfmp.net/wp-content/uploads/2019/03/Ouazana-CO-Obstet-2.pdf>]. (page consultée le 12/03/22)
42. Mémoire : Bellanger Elise, *La macrosomie : accouchement du plus de 4000g, état des lieux au centre hospitalier universitaire de Rouen*. Diplôme d'état de sage-femme : Centre Hospitalier Universitaire de Rouen Ecole de Sage-femmes : 2019.
43. Batallan A, Goffinet F, Pais-Llado J, Fortin A, Bréart G, Madelenat P, et al. *Macrosomie foetale : pratiques, conséquences obstétricales et néonatales. Enquête multicentriques cas-témoins menée dans 15 maternités de Paris et d'Île de France*. Gynécologie Obstétrique & Fertilité. 2002 ;30(6):483-491.
44. Ego A, Prunet C, Blondel B, Kaminski M, Goffinet F, Zeitlin J. *Courbes de croissance in utero ajustée et non ajustées à la population française. II- Comparaison à des courbes existantes et apport de l'ajustement*. Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction. 2016;45(2):165-176.

45. Thèse : Lauria Emmeline, *Courbes personnalisées versus courbes standardisées pour l'évaluation de la croissance périnatale : une étude prospective dans le service de Néonatalogie à la Maternité Régionale Universitaire de Nancy*. Docteur en médecine : Université de Lorraine, Faculté de Médecine de Nancy : 2015.
46. Collège Français d'Echographie Foetale. *Compte-rendu du groupe de travail « Biométrie foetale en France*. [format pdf] [https://www.cfef.org/archives/document/WORKSHOP_Biometrie_CFEF_2017.pdf] (page consultée le 2/03/22)
47. Collège Français d'échographie Foetal. *Eléments devant figurer dans le compte rendu d'examen*. [format pdf] [<http://www.cfef.org/archives/bricabrac/cneof/compte-renducneof2016.pdf>] (Page consultée le 2/03/22)
48. Collège Français d'Échographie Foetal. *Estimation échographie du poids foetal courbes de référence établies par le C.F.E.F*. [format pdf] [<https://www.cfef.org/archives/bricabrac/epfcombourieux.pdf>]. (Page consultée le 2/03/22)
49. Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français. *Recommandations pour la pratique clinique grossesse prolongée et terme dépassé*. [format web] [http://www.cngof.fr/pratiques-cliniques/recommandations-pour-la-pratique-clinique/aperçu?path=RPC%2BCOLLEGE%252F2011%252FRPC_gr_prolongee_2011.pdf&i=21947] (Page consultée le 20/03/22)
50. Chauveau B, Auclair C, Legrand A, Mangione R, Gerbaud L, Vendittelli F, Boyer L, Lémery D. *Improving image quality of midtrimester fetal sonography in obese women: role of ultrasound propagation velocity*. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. 2018 ;52(6):769-775.

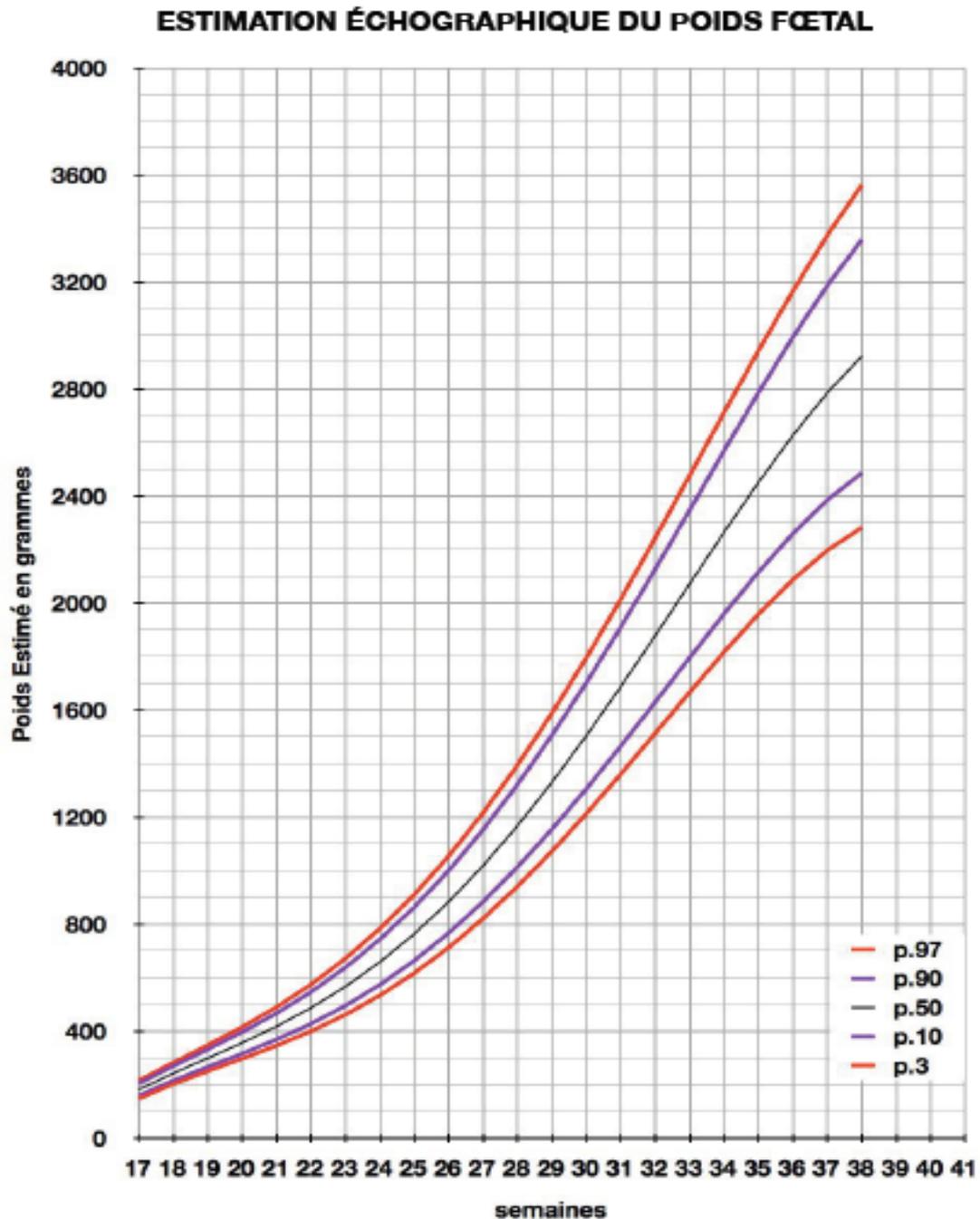
51. Collège Français d'Échographie Foetale. *Rapport d'élaboration Solution pour la sécurité du patient « Problèmes posés par le surpoids maternel lors d'une échographie foetale »*. [format pdf] [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2017-01/dir1/ssp_-_surpoids_maternel_et_echographie_foetale_-_rapport_delaboration.pdf] (Page consultée le 13/02/22)
52. Santé Publique France, *Prévalence du surpoids, de l'obésité et des facteurs de risque cardio-métaboliques dans la cohorte Constances*. [format web] [<https://www.santepubliquefrance.fr/docs/prevalence-du-surpoids-de-l-obesite-et-des-facteurs-de-risque-cardio-metaboliques-dans-la-cohorte-constances>] (Page consultée le 2/02/22)
53. Collège Français d'Échographie Foetale. *Quelle date de début de grossesse échographique choisir ?* [format pdf] [<https://www.cfef.org/fichiers/Texte01.pdf>] (Page consultée le 15/03/22)
54. Gonzalez M, Reed K, Center K, Hill M. *Does maternal body mass index have an effect on the accuracy of ultrasound-derived estimated birth weight?: a retrospective study*. J Ultrasound Med. 2017;36(5):1009–1014.
55. Collège Français d'Échographie Foetale, *Recommandation pour la pratique échographique RPE CFEF : Utilisation des mesures échographiques pour le dépistage et le diagnostic des anomalies de croissance foetale*. [format web] [<https://www.cfef.org/article-archivage.php?ref=18>]. (Page consultée le 15/03/22)
56. Nell A, Cunningham C, Teale G. *A routine third trimester growth ultrasound in the obese pregnant woman does not reliably identify fetal growth*

abnormalities : A retrospective cohort study. The Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology. 2020;61(1):116-122.

57. Dude A, Davis B, Delaney K, Yee L. *Identifying fetal growth disorders using ultrasound in obese nulliparous women.* Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine. 2021;34(11):1768-1773.

7 Annexes

Annexe I : Courbe de l'estimation de poids fœtale du CFEF.



*Courbe d'estimation de poids fœtal 2014 par le Collège Français d'Echographie Fœtale (CFEF).
Massoud M., Duyme M., Fontanges M., Collège Français d'Echographie Fœtale (CFEF), Combourieu D.
Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction - accepté le 15 janvier 2015.*

Annexe II : Normes d'hypotrophie et de macrosomie chez les nouveau-nés filles et garçons en vigueur au CHIPS

| FILLES | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MACROSOMES > 90^{ème} percentile | | | | | |
| 36 SA | 37 SA | 38 SA | 39 SA | 40 SA | 41 SA |
| 3150 g | 3400 g | 3600 g | 3750 g | 3900 g | 4000 g |
| HYPOTROPHES < 10^{ème} percentile | | | | | |
| 36 SA | 37 SA | 38 SA | 39 SA | 40 SA | 41 SA |
| 2100 g | 2300 g | 2550 g | 2700 g | 2850 g | 2950 g |

| GARCONS | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MACROSOMES > 90^{ème} percentile | | | | | |
| 36 SA | 37 SA | 38 SA | 39 SA | 40 SA | 41 SA |
| 3250 g | 3500 g | 3750 g | 3950 g | 4100 g | 4200 g |
| HYPOTROPHES < 10^{ème} percentile | | | | | |
| 36 SA | 37 SA | 38 SA | 39 SA | 40 SA | 41 SA |
| 2200 g | 2450 g | 2650 g | 2850 g | 3000 g | 3100 g |