



HAL
open science

Obésité maternelle et macrosomie foetale : complications et prise en charge obstétricale

Florent Fuchs

► **To cite this version:**

Florent Fuchs. Obésité maternelle et macrosomie foetale : complications et prise en charge obstétricale. Gynécologie et obstétrique. Université Paris Saclay (COmUE), 2015. Français. NNT : 2015SACLS037 . tel-01683055

HAL Id: tel-01683055

<https://theses.hal.science/tel-01683055>

Submitted on 12 Jan 2018

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.

NNT : 2015 SACL5 037

THESE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY,
préparée à l'Université Paris-Sud

ÉCOLE DOCTORALE N°570
EDSP – ECOLE DOCTORALE DE SANTE PUBLIQUE

Spécialité de doctorat : Epidémiologie

Par

Monsieur Florent FUCHS

**Obésité maternelle et macrosomie fœtale :
complications et prise en charge obstétricale.**

Thèse présentée et soutenue au Kremlin Bicêtre, le 27 octobre 2015 :

Composition du Jury :

M. Joël ANKRI,	PU-PH, UVSQ	Président
M. Gérard BREART,	PU-PH, Paris VI	Rapporteur
M. Philippe DERUELLE	PU-PH, Lille II	Rapporteur
Mme Catherine ARNAUD	MCU-PH, Toulouse III	Examinatrice
M. Thomas SCHMITZ	PU-PH, Paris VII	Examineur
Mme Marie-Victoire SENAT	PU-PH, Paris Sud	Directrice de thèse
M. Jean BOUYER	Directeur de recherche, Paris-Sud	Co-directeur de thèse



Remerciements

Au Pr Marie-Victoire Senat, pour son aide précieuse, sa disponibilité, son soutien, ses remarques judicieuses, et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer. Sans ton implication, tes idées et ta persévérance, jamais cette thèse n'aurait pu voir le jour. Merci de m'avoir libéré du temps afin de pouvoir avancer sur le travail de cette thèse et ce, bien souvent au détriment de ton travail personnel. Enfin, merci pour m'avoir conduit là où je suis actuellement car sans toi, rien n'aurait été possible. J'espère pouvoir continuer à travailler avec toi malgré le fait que nos chemins vont se séparer dans les prochains mois.

A M. Jean Bouyer, pour sa compétence extrême, son aide technique et scientifique, son incroyable accessibilité, et la pertinence de ses remarques. J'espère pouvoir un jour être plus autonome dans la manipulation des figures sur STATA... J'espère, malgré l'éloignement, pouvoir encore avoir des perspectives de travail en commun.

Au Pr François Audibert et au Pr Nils Chaillet, qui m'ont aidé lors de mon aventure québécoise dans l'analyse et la compréhension des données françaises et québécoises. Merci pour votre accompagnement et votre bonne humeur quotidienne. Merci à Nils pour m'avoir donné l'accès à la base QUARISMA. Merci à François pour m'avoir montré qu'une vie francophone était possible en Amérique du Nord.

Aux chefs de service des quatre maternités d'Ile de France qui m'ont autorisé à recueillir leurs données d'accouchement : Pr Alexandra Benachi (Hôpital Antoine Béchère), Pr Hervé Fernandez (Hôpital Bicêtre), Pr François Goffinet (Maternité Cochin-Port Royal) et Pr Jacques Lepercq (Hôpital Saint-Vincent-de-Paul).

A Mme Véronique Tessier et Mme Jocelyne Guichard, pour leur aide dans l'extraction informatique des données des maternités de Port Royal, Saint Vincent de Paul, Antoine Béchère et Bicêtre.

A Thierry Ducruet du Centre de Recherche du CHU Sainte-Justine (Montréal, Québec), pour son aide dans l'accès à la base de données québécoise et dans l'interprétation des données.

A mon épouse Ingrid. Elle a toujours été présente à mes côtés, m'a soutenu et supporté dans ce métier exigeant qui souvent demande des sacrifices. A Léna, Romane et Simon mes trois enfants chéris.

A ma Nanny que j'aime énormément, mes grands-parents auxquels je pense souvent, mes parents, mes beaux-parents et toute ma famille, qui m'ont soutenu pendant tout mon parcours.

Résumé

Contexte : L'obésité est considérée par l'OMS comme une « épidémie » mondiale en raison de l'essor de sa prévalence et de ses conséquences sur la santé. Chez les patientes enceintes, son impact semble tout aussi préoccupant et sa prévalence en France atteint actuellement 10%. Certaines complications de l'obésité chez la femme enceinte ont été peu étudiées et notamment le lien particulier avec la macrosomie fœtale.

Objectifs : Mieux appréhender la prise en charge des patientes enceintes obèses et de certaines complications qui en découlent.

Méthodes : Trois séries de données différentes ont servi pour répondre à différentes questions sur la thématique de l'obésité et de la macrosomie. 1) Une évaluation de la faisabilité et de la qualité d'une échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre chez les patientes obèses a été réalisée via une étude mono centrique avec recueil prospectif des données. 2) Une étude des facteurs de risque de complications maternelles en cas d'accouchement d'un enfant macrosome, indépendamment de l'obésité maternelle et du poids de naissance de l'enfant a été menée sous la forme d'une étude prospective de cohorte d'enfant de plus de 4000g dans deux maternités d'Ile de France. 3) Enfin, une comparaison de la relation entre les complications maternelles de la grossesse et /ou néonatales et l'obésité a été menée entre la France (4 maternités de type III) et le Québec (données issues d'une étude randomisée dans toute la province) entre 2009 et 2011 via une étude comparative de deux échantillons transversaux de femmes enceintes (26 973 accouchements en France et 83 545 accouchements au Québec).

Résultats : 1) Une échographie du deuxième trimestre de la grossesse chez une population obèse est possible, avec un taux de réussite en une fois de 70,4 %, (versus 82% ; $p=0,08$). Les facteurs d'amélioration de ce taux étaient : passer plus de temps lors de l'échographie ($p=0,03$), déplacer le fœtus de sorte que son dos soit en position latérale ou postérieure ($p=0,01$), et échographie réalisée par des échographistes expérimentés ($p=0,03$). Néanmoins, la qualité des images reste significativement moins bonne dans la population obèse ($p=0,001$). 2) La survenue de complications maternelles lors de la tentative d'accouchement vaginal d'un enfant de plus de 4000 g est de 6%. Les facteurs de risque de complications maternelles, outre le poids de naissance de l'enfant ($p=0,004$, Risque attribuable

(RA)=10%), sont l'origine asiatique de la mère ($p=0,04$; RA=3%), une durée longue du travail ($>10h$) ($p=0,02$; RA=12%), et une césarienne au cours du travail ($p=0,004$; RA=17%). Les patientes multipares ayant déjà accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome avaient un risque diminué de complications maternelles ($p=0,03$). 3) La prévalence de l'obésité était de 9,1% en France et 16,8% au Québec ($p<0,001$). L'obésité était associée de manière statistiquement significative ($p<0,0001$), à la fois en France et au Québec, à un risque accru de diabète gestationnel, de troubles hypertensifs de la grossesse, de prééclampsie, de mort fœtale in utero, d'accouchement par césarienne et de macrosomie. L'association était différente en France et au Québec (p interaction $<0,005$), pour la survenue du diabète gestationnel, de complications hypertensives de la grossesse et pour la macrosomie, avec une augmentation plus importante des complications avec l'IMC au Québec par rapport à la France.

Conclusion : La compréhension de certaines complications inhérentes à l'obésité (complications médicales de la grossesse, faisabilité et qualité du dépistage échographique, complications obstétricales) est améliorée par les résultats de cette thèse.

Mots Clés : obésité; macrosomie; échographie obstétricale; épaisseur pariétale maternelle; césarienne; troubles hypertensifs de la grossesse; diabète gestationnel; Québec

Abstract

Background: According to WHO, obesity is considered as an "epidemic" condition due to the global growth of its prevalence and its impact on patient health. For pregnant patients, its impact seems equally worrying and its prevalence is now reaching 10% in France. Some complications of obesity in pregnant women have been little studied and particularly the special link with fetal macrosomia.

Objectives: To better understand obstetrical care of obese pregnant patients as well as some of their complications..

Methods: Three different sets of data were used to deal with questions regarding obesity and macrosomia. 1) Assessment of feasibility and quality of second trimester ultrasound scan in obese patients was performed through a mono centric case-control study with prospective data collection. 2) A study of risk factors for maternal complications in case of the delivery of a macrosomic child, regardless of maternal obesity and child's birth weight, was conducted as a prospective cohort study including children with birthweight above 4000g in two "Ile de France" maternity wards. 3) Finally, a comparison of the relationship between maternal and/or neonatal complications of pregnancy and obesity was conducted in France (4 type III maternity wards) and in Quebec (data from a randomized study throughout the province) between 2009 and 2011 through a comparative study of two cross-sectional samples of pregnant women (26,973 births in France and 83,545 births in Quebec).

Results: 1) Second trimester ultrasound scan in obese pregnant women is feasible, with a success rate of 70.4% (versus 82%; $p=0.08$). Factors of improvement were: to spend more time at ultrasound ($p=0.03$), to move the fetus so that its back is in lateral or posterior position ($p=0.01$) and when ultrasound was performed by experienced sonographers ($p=0.03$). However, the quality of the image remains significantly lower in the obese population ($p=0.001$). 2) The occurrence of maternal complications, when attempting vaginal birth of a child of more than 4000g, was 6%. Beyond childbirth weight ($p=0.004$, attributable risk (AR) = 10%), the risk factors of maternal complications were Asian ethnicity ($p=0.04$; AR=3%), prolonged labor ($> 10h$) ($p=0.02$; AR=12%), and caesarean section during labor ($p=0.004$; AR=17%). Multiparous women with a previous vaginal delivery of a

macrosomic child had a lower risk of maternal complications ($p=0.03$). 3) The prevalence of obesity was 9.1% in France and 16.8% in Quebec ($p < 0.001$). Obesity was significantly ($p < 0.0001$) associated with, both in France and in Quebec, an increased risk of gestational diabetes, hypertensive disorders of pregnancy, preeclampsia, stillbirth, cesarean delivery and macrosomia. The strength of the association was different in France and Quebec (p of interaction < 0.005) for the occurrence of gestational diabetes, hypertensive complications of pregnancy and macrosomia, with a larger increase in complications with body mass index in Quebec compared to France.

Conclusion: Understanding some inherent complications of obesity (medical complications of pregnancy, feasibility and quality of ultrasound screening, obstetric complications) is enhanced by the result of this work.

Keywords: obesity; macrosomia; obstetric ultrasound scan; maternal wall thickness; Caesarean section; Hypertensive disorders of pregnancy; gestational diabetes; Quebec

Liste des productions scientifiques issues de la thèse

▪ Articles scientifiques

➤ Article soumis dans des revues à comité de lecture en anglais

- **Fuchs F**, Senat MV, Rey E, Balayla J, Bouyer J, Chaillet N, Audibert F. Impact of maternal obesity on the incidence of pregnancy complications in France and Canada. *Soumis à Pediatric and perinatal Epidemiology*.

➤ Articles originaux dans des revues à comité de lecture en anglais

- **Fuchs F**, Houllier M, Voulgaropoulos A, Levailant JM, Colmant C, Bouyer J, Senat MV. Factors affecting feasibility and quality of second-trimester ultrasound scans in obese pregnant women. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41:40-6. (Annexe 3)

Ultrasound Obstet Gynecol 2013; 41: 40–46
Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/uog.12311

Factors affecting feasibility and quality of second-trimester ultrasound scans in obese pregnant women

F. FUCHS*†‡, M. HOULLIER*, A. VOULGAROPOULOS*, J.-M. LEVAILLANT*, C. COLMANT*, J. BOUYER†‡§ and M.-V. SENAT*†‡

- **Fuchs F**, Bouyer J, Rozenberg P, Senat MV. Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight? *BMC Pregnancy Childbirth*. 2013;8;13:90. (Annexe 4)

Fuchs et al. *BMC Pregnancy and Childbirth* 2013, 13:90
<http://www.biomedcentral.com/1471-2393/13/90>



RESEARCH ARTICLE

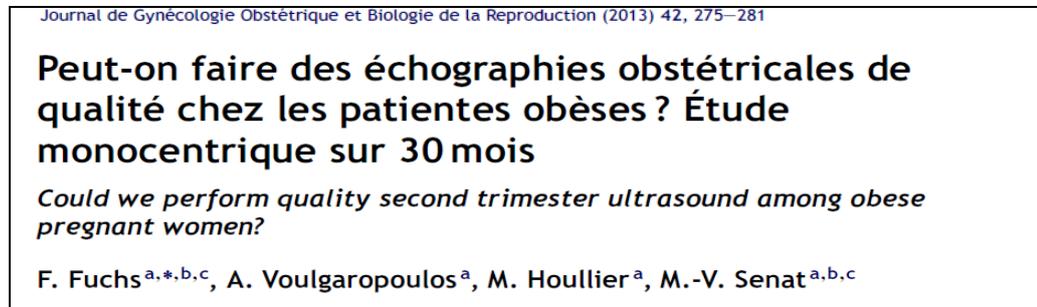
Open Access

Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight?

Florent Fuchs^{1,2,3,5*}, Jean Bouyer^{2,3}, Patrick Rozenberg⁴ and Marie-Victoire Senat^{1,2,3,5}

➤ Articles originaux dans des revues à comité de lecture en français

- **Fuchs F**, Voulgaropoulos A, Houllier M, Senat MV. Could we perform quality second trimester ultrasound among obese pregnant women? J Gynecol Obstet Biol Reprod. 2013;42(3):275-81 (Annexe 5)



➤ Articles originaux dans des revues sans comité de lecture en français

- Grevoul-Fesquet J, **Fuchs F**, Debras E, Neveu ME, Senat MV. Obésité et Grossesse: suivi et accouchement. Médecine Clinique endocrinologie et diabète 2012;59; 30-7. (Annexe 6)



- **Fuchs F**. Échographie obstétricale chez les patientes obèses : Trucs et astuces pour s'en sortir. Gynécologie et Obstétrique Pratique. 2012. N°242. Page 6-7 (Annexe 7)



▪ Communications

➤ Communications orales à des congrès

- 38èmes Journées nationales du Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français (CNGOF), 2014 :

Fuchs F, Chaillet N, Rey E, Duperron L, Audibert F. Impact de l'obésité maternelle dans la survenue de complications maternelles de la grossesse: Comparaison France Québec.

- 48ème congrès de l'Association des Obstétriciens Gynécologues du Québec (AOGQ) - 2014 – Mont Tremblant (Canada) - 2^{ème} prix de présentation :
Fuchs F, Chaillet N, Rey E, Duperron L, Audibert F. Impact de l'obésité maternelle dans la survenue de complications maternelles de la grossesse: Comparaison France - Québec.
- Journée annuelle de la recherche de l'université de Montréal – 2014 – Montréal, Canada - 1^{er} prix d'excellence :
Fuchs F, Chaillet N, Rey E, Duperron L, Audibert F. Impact de l'obésité maternelle dans la survenue de complications maternelles de la grossesse: Comparaison des tendances évolutives en France et au Québec.
- 22ème Salon de Gynécologie Obstétrique Pratique – 2012 - Paris :
Fuchs F. École d'échographie pratique. Comment s'en sortir en échographie avec une patiente obèse ?
- 21st World Congress of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG), 2011 – Los Angeles (USA)
Fuchs F, Levailant JM, Fernandez H, Sénat MV. Second trimester ultrasound scan feasibility in obese pregnant women.
- 17^{ème} Journées Parisiennes d'Echographie (JPECHO) 2011 – Paris
Fuchs F. L'échographie des patientes obèses. Doit-on modifier la date des examens ? Peut-on assurer le compte rendu minimum ? Doit-on systématiquement s'aider du scanner et de l'IRM ?

Table des matières

Remerciements	III
Résumé	IV
Abstract	VI
Liste des productions scientifiques issues de la thèse	VIII
INTRODUCTION	1
PROBLEMATIQUE DE L’OBESITÉ CHEZ LA FEMME ENCEINTE	4
Définition de l’obésité.....	4
Évolution temporelle de l’obésité.....	5
Complications périnatales de l’obésité.....	10
Complications maternelles	10
Complications fœtales et néonatales	11
Gain de poids en cours de grossesse.....	13
OBJECTIFS	15
ECHOGRAPHIE OBSTETRICALE CHEZ LES PATIENTES OBESES	16
Contexte	16
Matériels et Méthodes	20
Résultats	23
Echantillon étudié.....	23
Faisabilité de l’échographie.....	25
Qualité des images échographiques.....	28
Discussion	30
FACTEURS DE RISQUES DE COMPLICATIONS MATERNELLES LORS DE L’ACCOUCHEMENT D’UN FŒTUS MACROSOME	37
Contexte	37
Matériels et Méthodes	38
Analyse Univariée	44
Analyse Multivariée	46
Analyses de sensibilité	48

Discussion	52
COMPARAISON DES COMPLICATIONS MATERNELLES ET NEONATALES EN CAS D'OBESITE MATERNELLE ENTRE LA FRANCE ET LE QUEBEC	59
Contexte	59
Matériels et Méthodes	60
Résultats	64
Échantillons d'étude.....	64
Complications maternelles de la grossesse.....	67
Discussion	86
DISCUSSION ET PERSPECTIVES	93
REFERENCES	100
ANNEXES	109
Annexe 1 : Images devant figurer dans le compte rendu de l'examen de dépistage du second trimestre (entre 20 et 25 sa) selon le Comité National Technique de l'Échographie de dépistage prénatal (CNTE) [86]	109
Annexe 2 : Critères pour l'évaluation du score de qualité selon Salomon et al. [87, 88].....	110
Annexe 3 : Fuchs F , Houllier M, Voulgaropoulos A, Levailant JM, Colmant C, Bouyer J, Senat MV. Factors affecting feasibility and quality of second-trimester ultrasound scans in obese pregnant women. <i>Ultrasound Obstet Gynecol</i> 2013; 41:40-6.	111
Annexe 4: Fuchs F , Bouyer J, Rozenberg P, Senat MV. Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight? <i>BMC Pregnancy Childbirth</i> . 2013; 8 ; 13:90.....	119
Annexe 5 : Fuchs F , Voulgaropoulos A, Houllier M, Senat MV. Could we perform quality second trimester ultrasound among obese pregnant women? <i>J Gynecol Obstet Biol Reprod</i> . 2013; 42 (3): 275-81.....	126
Annexe 6 : Grevoul-Fesquet J, Fuchs F , Debras E, Neveu ME, Senat MV. Obésité et Grossesse: suivi et accouchement. <i>Médecine Clinique endocrinologie et diabète</i> 2012;59; 30-7.	134
Annexe 7 : Fuchs F . Échographie obstétricale chez les patientes obèses : Trucs et astuces pour s'en sortir. <i>Gynécologie et Obstétrique Pratique</i> . 2012. N°242. Page 6-7.....	143

INTRODUCTION

L'obésité a été décrite comme une épidémie à l'échelle du globe en raison de l'essor de sa prévalence au cours des dernières décennies. Elle représente un enjeu majeur de santé publique en raison des conséquences sur la santé qu'elle représente, celles-ci rivalisant avec l'usage du tabac en tant que cause de maladie et de décès prématuré. En terme de coût financier, l'obésité est un facteur d'augmentation de l'utilisation des services de santé, en exposant à des troubles cardiovasculaires, des désordres métaboliques, tels l'hypertension, le diabète et les dyslipidémies, et à la survenue de certains cancers ou de problèmes psychosociaux [1]. Sa conséquence sur l'espérance de vie est considérable : chez les Américains non-fumeurs, l'obésité à l'âge de 40 ans a été associée à une perte de 7,1 années chez la femme et de 5,8 années chez l'homme [2]. Toujours selon cette étude américaine, même l'embonpoint réduit l'espérance de vie des hommes et des femmes non-fumeurs de plus de trois années.

L'obésité se manifeste lorsqu'une personne consomme beaucoup plus de calories qu'elle n'en brûle chaque jour. Certains attribuent ce déséquilibre à divers facteurs caractéristiques de la vie moderne, dont la restauration-minute, l'augmentation de la taille des portions, un mode de vie sédentaire et des aménagements urbains qui dissuadent les citoyens de marcher [3]. Cependant, il se pourrait que certains groupes de personnes soient plus vulnérables à ces facteurs que d'autres et, par conséquent, qu'ils contribuent de façon disproportionnée à la croissance de la prévalence de l'obésité. Concernant les femmes enceintes, l'obésité expose à des troubles de la grossesse et de l'accouchement [4]. A long terme, les enfants nés de mères obèses sont aussi plus à risque d'obésité et de maladies métaboliques, tel le diabète, de pathologies cardiovasculaires [5]. Les femmes enceintes obèses ont plus fréquemment des comorbidités préexistantes à la grossesse [6] : hypertension artérielle chronique, diabète de type 1 ou 2. Elles ont un risque 2 à 3 fois plus élevé de survenue de complications obstétricales, par rapport aux femmes d'indice de masse corporelle (IMC) normal en début de grossesse [6, 7]. Parmi ces complications, on retrouve un risque augmenté d'accoucher d'un enfant macrosome (>90^{ème} percentile) [8], et d'accoucher d'un enfant de poids supérieur à 4kg [9]).

La macrosomie fœtale est, tout comme l'obésité, en augmentation depuis les années 1980. On a assisté à une augmentation progressive du poids moyen de naissance des nouveaux nés, du poids moyen de naissance par âge gestationnel donné et de la proportion de fœtus supérieurs au 90^{ème} percentile pour un âge gestationnel déterminé dans de nombreux pays tels que le Canada [10], les Etats-Unis [11], le Royaume Uni [12, 13] et la Norvège [14]. Cette tendance a été attribuée d'une part à une augmentation de la taille des patientes, de leur IMC, de leur prise de poids pendant la grossesse et de l'existence d'un diabète gestationnel et d'autre part à la réduction concomitante de la consommation tabagique pendant la grossesse [15]. Il n'existe pas de consensus sur la définition de la macrosomie fœtale. Les auteurs ont variablement utilisé comme définition un poids de naissance supérieur à 4000g, supérieur à 4500g ou supérieur à 5000g, ou supérieur au 90^e percentile pour un âge gestationnel donné [16, 17]. De ce fait, la prévalence de la macrosomie fœtale varie entre 0,5-15% suivant la définition prise. En France, le seuil choisi est le plus souvent un poids de naissance supérieur à 4000g ce qui représentait 6,9% des naissances en 1998 [18], 6,6% des naissances en 2003 [19] et 7% des naissances en 2010 [20]. Ces chiffres sont donc restés stables en France sur toutes ces années. Sur le plan maternel, la macrosomie fœtale est associée à un risque plus élevé de complications obstétricales telles qu'une durée prolongée du travail, une augmentation du taux de césariennes et d'extractions instrumentales, une augmentation des hémorragies de la délivrance, du risque infectieux et thromboembolique [17, 21]. De même, le risque de complications périnéales (déchirure du 3^{ème} et 4^{ème} degré) et d'accidents anesthésiques est lui aussi augmenté [22, 23]. La macrosomie fœtale est aussi associée à une augmentation de la mortalité périnatale [16, 24] et de la morbidité néonatale [16, 21, 23]. Cette dernière est essentiellement représentée par le risque de traumatisme néonatal tel que la dystocie des épaules (6,7% à 14%) [25], l'élongation du plexus brachial (14% parmi les dystocies) [25, 26] et la fracture humérale ou claviculaire (18%) [27]. Le reste de la morbidité étant liée à l'hypoglycémie néonatale (10%) [25].

L'association entre macrosomie fœtale et obésité maternelle est particulière. En effet, la macrosomie est plus fréquente en cas d'IMC élevé (8.3% pour des patientes d'IMC normal, 13.3%

pour des obésités modérées et sévères, et 14.6% pour des obésités morbides) [9]. De plus, la macrosomie fœtale est plus difficile à dépister chez les patientes obèses : l'examen clinique et les échographies sont plus ardues [28]. Enfin, et probablement une des raisons les plus notables, bien que la macrosomie soit une pathologie en soi, c'est aussi un effet secondaire de l'obésité qui nécessite donc d'être étudié spécifiquement chez les patientes obèses en raison du lien générationnel existant : les patientes obèses accouchent plus fréquemment d'enfant macrosomes qui peuvent eux-mêmes devenir des obèses plus tard, ceci reprenant des éléments de la théorie de la programmation fœtale (« hypothèse de Barker » [29]).

Ainsi, devant l'épidémie que va représenter dans les années à venir l'obésité en France, il semble important de pouvoir mieux appréhender dans ce pays la prise en charge spécifique des patientes obèses ainsi que la survenue de certaines complications inhérentes à l'obésité, parmi lesquelles la macrosomie fœtale fait partie intégrante.

PROBLEMATIQUE DE L'OBESITÉ CHEZ LA FEMME

ENCEINTE

Définition de l'obésité

Il faut être prudent lors de l'analyse de la littérature sur l'obésité et la grossesse, étant donné le grand nombre de définitions utilisées. Le surpoids et l'obésité sont deux termes utilisés pour des gammes de poids qui sont supérieures à ce qui est généralement considéré comme sain pour une taille donnée et, à ce titre, ont été associés à un risque accru de complications pour la santé [30].

L'indice de masse corporelle (IMC) est actuellement la mesure la plus largement utilisée pour déterminer les catégories de poids corporel. Cet indice correspond au rapport du poids de l'individu (mesuré en kilogramme) par la taille du même individu (mesuré en mètre) et élevée au carré.

$$\text{IMC} = \frac{\text{Poids (en kilogrammes)}}{\text{Taille}^2 \text{ (en mètre}^2\text{)}}$$

Cette formule d'IMC est utilisée quel que soit l'âge, la parité, les antécédents de tabagisme, la race et l'origine ethnique [31-33].

L'IMC "normal" est situé entre 18,5 et 24,9 kg/m², un surpoids étant défini par un IMC entre 25 et 29,9 kg/m² et une maigreur par une IMC <18,5 kg/m².

L'obésité est définie selon l'OMS par un IMC supérieur ou égal à 30 kg/m². On définit 3 classes d'obésité : la Classe I ou obésité modérée correspondant à un IMC entre 30 et 34,9 kg/m², la Classe II ou obésité majeure correspondant à un IMC entre 35 et 39,9 kg/m², et enfin la Classe III ou obésité morbide correspondant à un IMC supérieur ou égal à 40 kg/m².

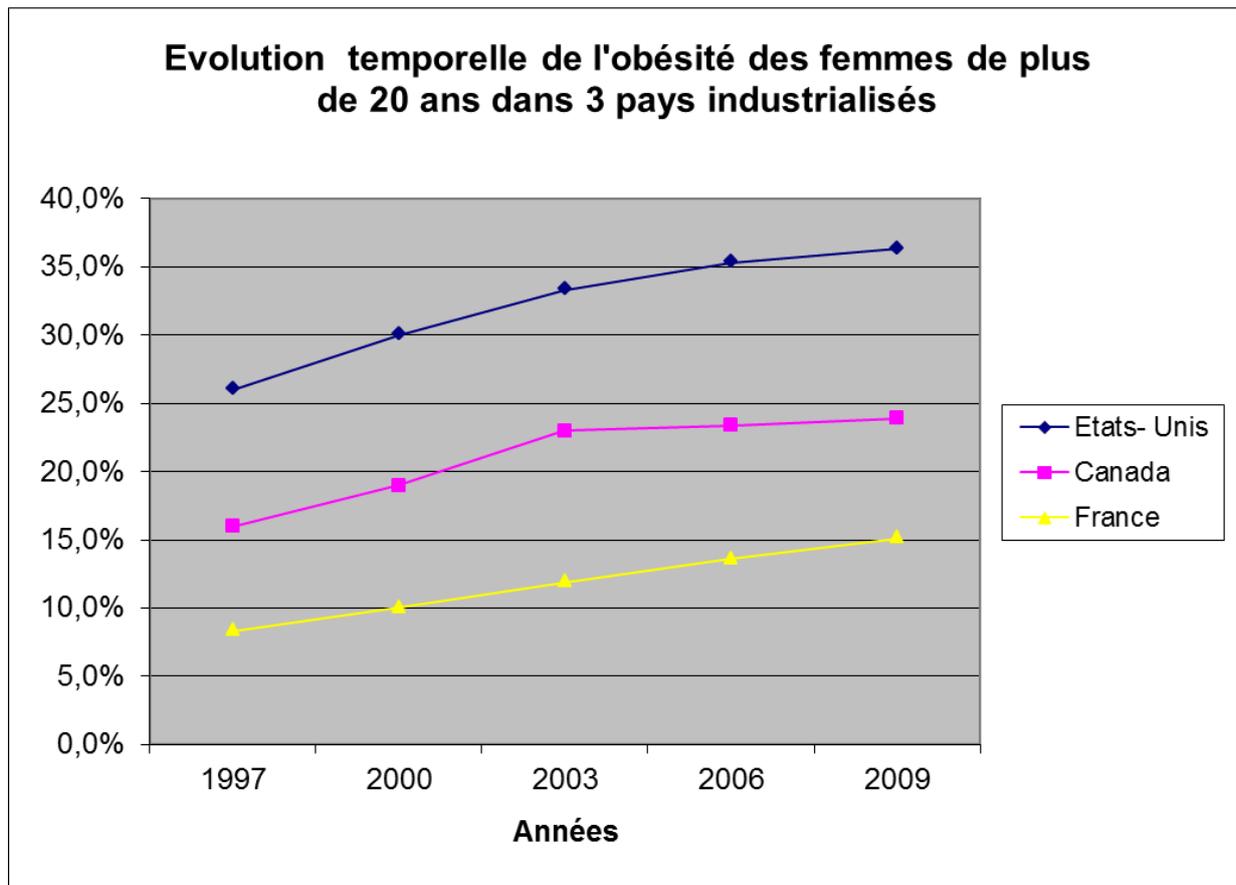
D'autres méthodes d'estimation de la graisse corporelle et de la distribution de la graisse corporelle ont été développées et comprennent des mesures de l'épaisseur du pli cutané et du tour de taille, le calcul des ratios de tour de taille/tour de hanche, et les techniques d'imagerie telles que l'échographie, la tomodensitométrie et l'imagerie par résonance magnétique [34]. Ces méthodes décrites surtout dans le cadre de la recherche, sont moins utilisées en pratique clinique. De même, les

rapports démographiques nationaux utilisent la définition de l’OMS pour présenter les prévalences et les évolutions dans le temps du taux d’obésité globale ou selon le sexe ou l’âge.

Évolution temporelle de l’obésité

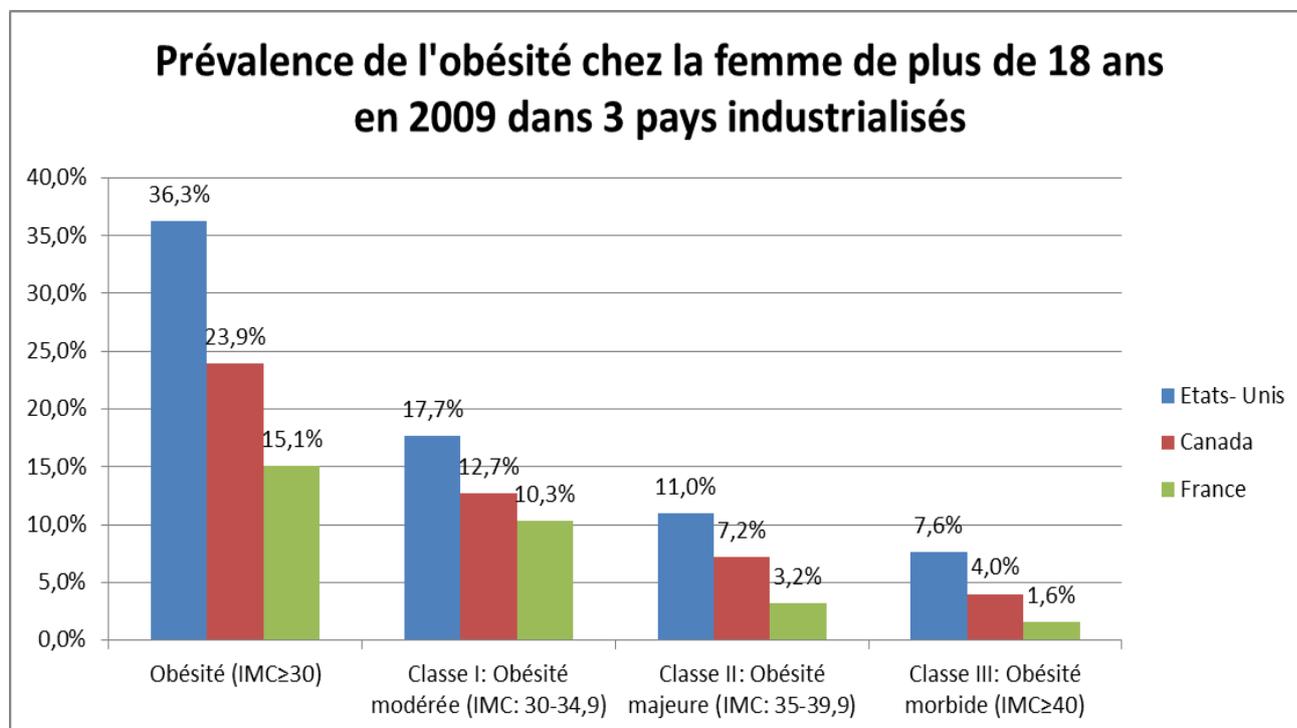
La surveillance précise des tendances de l’obésité est une étape importante dans le développement de stratégies efficaces pour en réduire l’impact sur la santé publique. Depuis les 25 dernières années, la prévalence de l’obésité n’a cessé d’augmenter dans tous les pays industrialisés (Figure 1) ; la plus forte augmentation étant celle observée aux États-Unis ; l’obésité passant dans certains Etats de 15% à quasiment 35% sur une période de 20 ans [35].

Figure 1 : Évolution temporelle de l’obésité des femmes de plus de 20 ans dans 3 pays industrialisés [36-41].



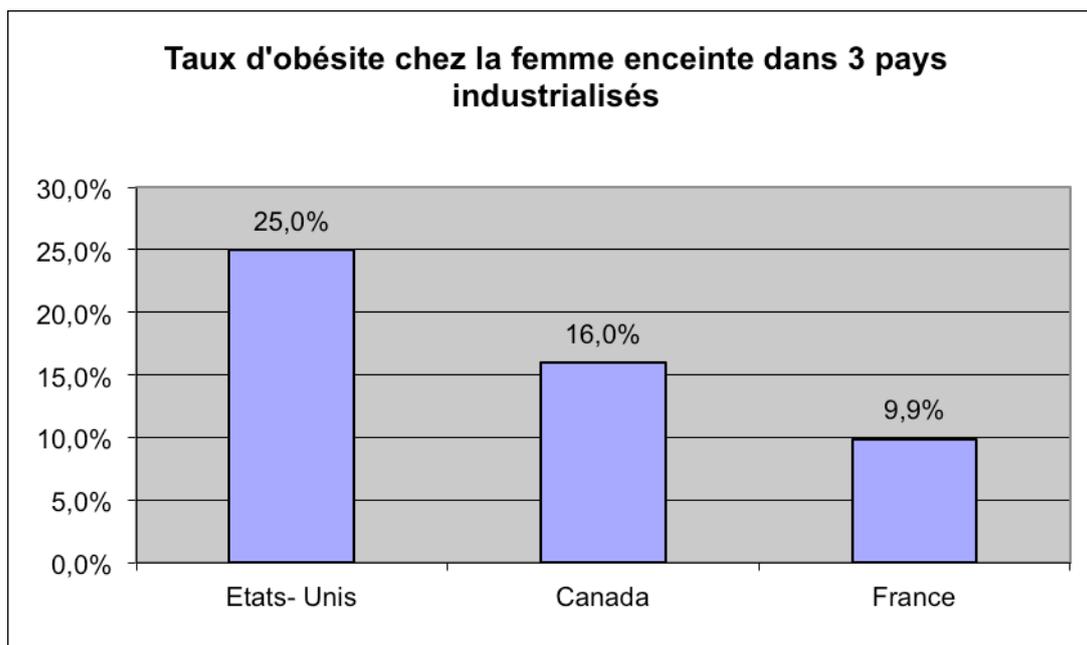
Aux États-Unis, en 2009, 36,3% des femmes adultes de plus de 20 ans sont obèses avec la répartition suivant pour les 3 classes : 17,7%, 11% et 7,6%. Si l'on compare avec le Canada, les chiffres d'obésité des femmes adultes de plus de 20 ans correspondent à ceux des États-Unis 15 ans plus tôt, avec 23,9% d'obèses réparties ainsi selon les 3 classes : 12,7%, 7,2% et 4%. Si l'on cible la province du Québec au Canada, 22% des femmes adultes de plus de 18 ans présentent en 2004 une obésité [40]. En Europe et particulièrement en France, les chiffres d'obésité chez les adultes sont eux aussi en forte augmentation depuis quelques années, cependant, le taux actuel est proche de celui observé au Canada en 1986 et aux États-Unis en 1971. En effet, l'obésité des femmes adultes de plus de 18 ans en France en 2009 est de 15,1% avec cette répartition selon les 3 classes : 10,3%, 3,2% et 1,6% [39] (Figure 2).

Figure 2 : Prévalence de l'obésité et de ses classes de sévérité chez les femmes de plus de 18 ans en 2009 dans 3 pays industrialisés [39, 42].



Concernant les femmes enceintes, les données sur la proportion de patientes enceintes sont plus restreintes (Figure 3). Aux États-Unis, on estime suivant les enquêtes entre 25 et 28% le nombre de femmes enceintes obèses débutant une grossesse [43-45]. Concernant le Canada, seules les données sur l'IMC issues de l'Enquête sur les expériences de la maternité de 2006 estiment des taux d'obésité se situant autour de 16% pour ce qui est des femmes en âge de procréer [46]. En France enfin, l'enquête périnatale de 2010, trouve 9,9 % des femmes enceintes présentant une obésité en début de grossesse, soit une augmentation de 32% depuis la dernière enquête périnatale de 2003 [20].

Figure 3 : Taux d'obésité chez la femme enceinte dans pays industrialisés (2006-2010) [20, 43-46].



Cette augmentation du taux de patientes enceintes obèses est à la fois liée à la tendance générale d'augmentation de l'obésité mais aussi à un accroissement de l'âge à la maternité depuis quelques années (Figure 4) ; l'obésité augmentant aussi selon les classes d'âges (Figure 5).

Figure 4 : Age à la maternité selon les enquêtes périnatales françaises [20].

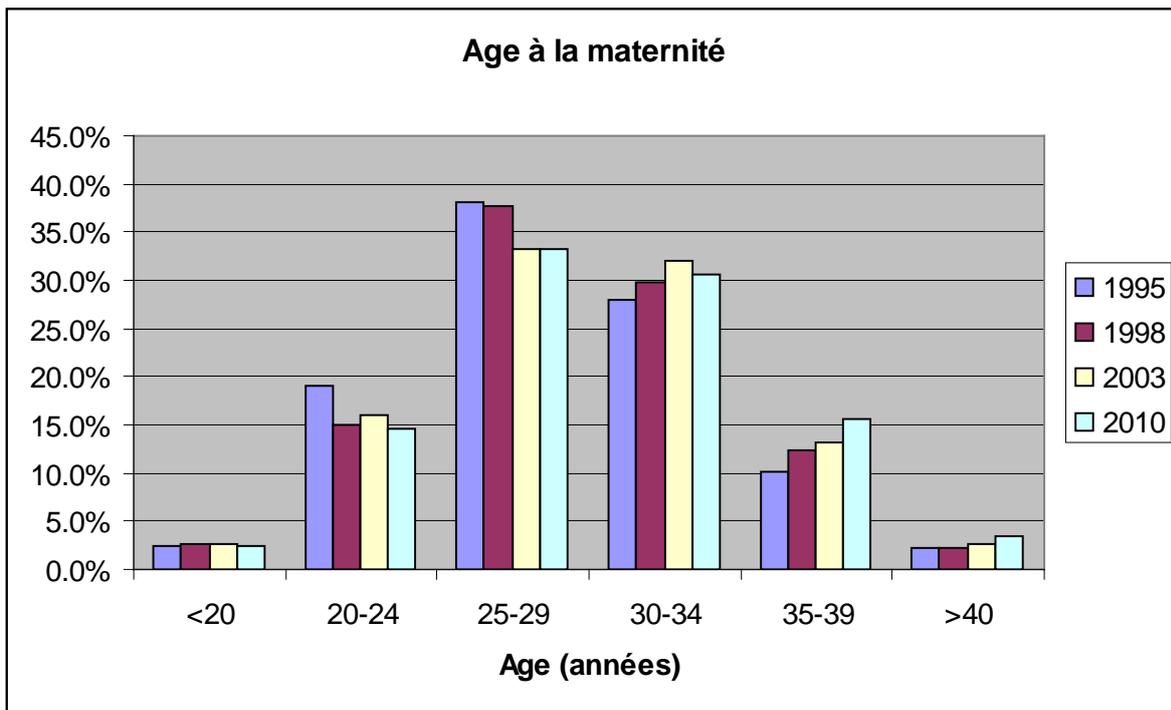
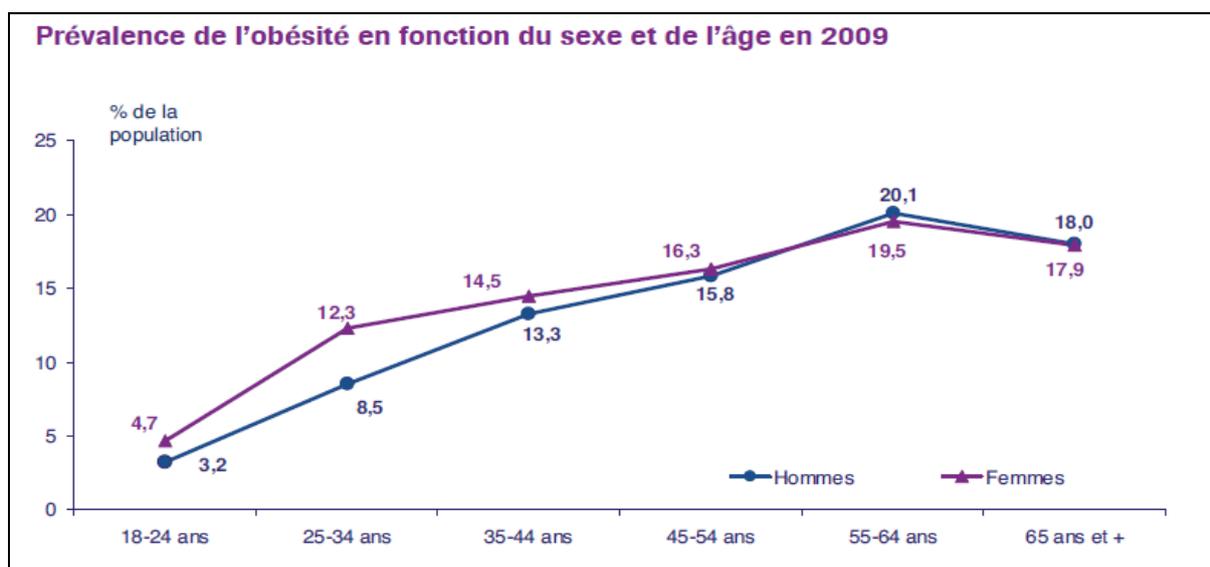


Figure 5 : Prévalence de l'obésité selon l'âge et le sexe en 2009 en France[39].



Ainsi, en France, pour pallier aux complications inhérentes à l'obésité en général, des moyens spécifiques hospitaliers (circulaire du ministère de la santé en 2005) sont mis en place avec la création de pôles interrégionaux spécialisés ayant du matériel adapté pour l'accueil et la prise en charge des personnes obèses (tables d'opération et d'examen supportant un poids > 300 kg, lits médicalisés et de réanimation, chariots, lèves malades...). Ceci sous-entend donc qu'en cas d'obésité morbide, une prise en charge spécifique doit être faite dans des centres adaptés.

L'obésité est donc un phénomène épidémique dans le monde touchant ¼ des femmes enceintes aux USA et 10% en France. Les taux observés en France sont similaires à ceux des USA il y a 25 ans et à ceux du Canada il y a 15 ans. L'obésité en général, et des femmes enceintes en particulier, est donc moins ancienne et moins fréquente en France que dans les pays d'Amérique du Nord.

Complications périnatales de l'obésité

L'obésité est un facteur de risque de survenue de complications maternelles, fœtales et néonatales.

Complications maternelles

Tout d'abord, les femmes enceintes obèses ont plus fréquemment des comorbidités préexistantes à la grossesse : hypertension artérielle chronique, diabète de type 1 ou 2 [4].

L'obésité est responsable d'une réduction de la fertilité et d'un plus grand nombre de fausses-couches spontanées qu'il s'agisse de grossesses spontanées ou issues de techniques d'assistance médicale à la procréation [47, 48].

Au cours de la grossesse, l'obésité expose ces patientes à un risque accru de complications hypertensives de la grossesse, ce risque augmentant avec l'IMC. L'odds ratio (OR) associé à l'hypertension artérielle gravidique est de 2.5-3.2, celui de la prééclampsie est de 1.6-3.3.[9] La dysfonction endothéliale liée à l'insulinorésistance (mais aussi l'hyperlipidémie, l'inflammation infra clinique) entraîne une insuffisance placentaire à l'origine de ces complications. Le risque de prééclampsie augmente avec la prise de poids pendant la grossesse et inversement en cas de perte pondérale pendant la grossesse ou d'activité physique pendant la grossesse ou l'année précédant la conception [49, 50].

L'obésité est un facteur de risque de survenue du diabète gestationnel (OR 2.6-4.0) par hyperinsulinisme avec insulinorésistance [5, 9]. L'élévation du risque est corrélée à celle du gain de poids maternel. En effet, l'insulinorésistance des obèses est supérieure à celle des femmes non obèses [51, 52]. Les patientes obèses doivent être informées que le risque de développer un diabète de type 2 en cas d'antécédent de diabète gestationnel est multiplié par deux, comparé à une femme d'IMC normal [53]. Ainsi, dès le début de la grossesse, il est recommandé de réaliser un test de dépistage du diabète gestationnel chez ces patientes obèses [54]

Le risque d'accouchement prématuré est discuté dans la littérature mais est probablement augmenté en cas d'obésité de classe III [9, 55].

La surveillance obstétricale et échographique en particulier pendant la grossesse, revêt un caractère particulier, principalement en raison des difficultés techniques engendrées par l'obésité. Ce problème sera développé plus loin de manière extensive.

À l'accouchement, il s'agit en particulier d'un risque accru de césarienne, tant programmée et avant travail qu'en urgence pendant le travail : OR 2,05 pour le risque de césarienne chez les femmes obèses par rapport aux femmes dont l'IMC est normal [56], OR 2.26 pour les grossesses singletons chez des femmes nullipares sans complications [57]. En outre, le risque d'accouchement par césarienne semble être un phénomène croissant entre poids normal, surpoids, obésité et obésité morbide [56-59] : OR 1.46 et 1.53 pour les femmes en surpoids dans les deux méta-analyses précédentes [56, 57].

L'obésité de la femme enceinte est un facteur de risque de survenue de thromboses par stase veineuse, augmentation de la viscosité sanguine, activation de la coagulation et état pro inflammatoire (dysfonction endothéliale) (risque relatif de 2 à 5) [60].

Enfin, l'apnée du sommeil obstructive chez ces patientes serait exacerbée durant la grossesse et serait associée à un risque augmenté d'HTA gravidique et de retard de croissance intra utérin (RCIU) [61].

Complications fœtales et néonatales

Les fœtus de mères obèses sont plus à risque de mort fœtale *in utero* (MFIU). En effet, le risque de MFIU est 2 à 3 fois plus élevé chez la patiente obèse indépendamment des autres complications (risque multiplié par 3 si IMC > 40). Sa physiopathologie reste cependant méconnue; probablement par dysfonction placentaire [62].

Les fœtus de mères obèses sont plus à risque de malformations congénitales, et ceci indépendamment de la présence d'un diabète : anomalies de fermeture du tube neural, anomalies cardiaques, fentes labio-palatines, atrésies ano-rectales, hydrocéphalies, anomalies réductionnelles de membres [63]. La fréquence de ces anomalies, notamment celles du tube neural, augmente avec l'IMC [64].

L'obésité expose enfin, au risque de macrosomie fœtale, et ceci indépendamment de l'existence ou non d'un diabète gestationnel : OR 1.7-1.9 pour la naissance d'un enfant de plus de 4000g et OR 2.0-2.4 pour la naissance d'un enfant de plus de 4500g [9]. La naissance d'un enfant macrosome est associée à un risque de complications maternelles : risque plus élevé de complications

obstétricales comme la durée prolongée du travail, l'augmentation du taux de césariennes et d'extractions instrumentales, l'augmentation des hémorragies de la délivrance, du risque infectieux et thromboembolique [17, 21]. De même, le risque de complications périnéales (déchirures du 3^{ème} et 4^{ème} degré) et d'accidents anesthésiques est lui aussi augmenté [22, 23]. L'étude spécifique des complications liées à la macrosomie fœtale sera détaillée plus loin. La macrosomie fœtale est aussi associée à une augmentation de la mortalité périnatale [16, 24] et de la morbidité néonatale [16, 21, 23]. Cette dernière est essentiellement représentée par le risque de traumatisme néonatal : dystocie des épaules (6,7% à 14%) [25], élongation du plexus brachial (14% parmi les dystocies) [25, 26] et fracture humérale ou claviculaire (18%) [27]. Le reste de la morbidité étant liée à l'hypoglycémie néonatale (10%) [25].

Indépendamment de la macrosomie fœtale, le risque de dystocie des épaules n'est pas accru au sein de la population de patientes obèses [65]. Enfin, comme mentionné dans l'introduction, les enfants nés macrosomes et de mères obèses sont eux aussi plus à risque de développer un surpoids, une obésité, ou des maladies cardiovasculaires [66].

Gain de poids en cours de grossesse

En 2009, l'Institute of Medicine (IOM) a publié les lignes directrices de gain de poids pendant la grossesse qui sont basées sur l'indice de masse corporelle en début de grossesse, recommandées par l'Organisation mondiale de la santé et sont indépendantes de l'âge, de la parité, de la consommation de tabac, de la race et de l'ethnie (Tableau 1) [67].

Étant donné les données limitées par classe d'obésité, les recommandations de l'IOM sont un gain de poids suggéré de 5 à 9,1kg pour toutes les femmes obèses (IMC>30) sans différencier la Classe I de la Classe II et de la Classe III. Les lignes directrices de gain de poids durant la grossesse tentent de réduire les risques d'avoir des enfants gros pour l'âge gestationnel, de petit poids pour l'âge gestationnel, d'avoir des naissances prématurées et une rétention de poids maternel en post-partum. En raison d'une insuffisance de données sur le devenir à court terme et à long terme des mères et des nouveau-nés, les auteurs du rapport de l'IOM n'ont pas recommandé des objectifs de prise de poids plus bas pour les femmes ayant des degrés plus sévères d'obésité [68]. Les résultats des études observationnelles continuent de fournir des résultats mitigés. Les résultats de plusieurs grandes cohortes publiés après l'annonce des lignes directrices de l'IOM ne suggèrent pas d'effets néfastes à une restriction de poids plus importante [69, 70]. De même, une revue systématique a trouvé que les femmes en surpoids et obèses qui prennent moins de poids que les gammes recommandées par l'IOM n'ont pas de risque accru d'avoir un enfant de faible poids à la naissance [71]. En revanche, d'autres auteurs ont signalé que même les lignes directrices de l'IOM pouvaient être trop restrictives pour certaines femmes extrêmement obèses et pourraient être associées à une augmentation des taux de naissances prématurées, de retard de croissance intra utérin, et de mortalité périnatale en comparaison avec les femmes d'IMC similaire ayant une prise de poids moyenne au cours de la grossesse [72]. D'après les résultats de ceux-ci et d'études plus récentes, il semble que les relations entre la classe d'obésité, le gain de poids gestationnel, et les devenirs maternels et néonataux soient complexes. Chez les femmes présentant une obésité sévère avec une perte de poids ou gain de poids restreint pendant la grossesse, le risque possible d'avoir des enfants présentant un retard de croissance contraste avec des avantages possibles, comme une diminution des taux de césarienne, du risque d'avoir des enfants

macrosomes, et de rétention de poids en post-partum [70, 73, 74]. Pour une femme enceinte obèse qui prend moins de poids que recommandé, mais qui a un fœtus grandissant de façon appropriée, il n'existe pas de preuves qu'une incitation à augmenter sa prise de poids, pour se conformer aux directives de l'IOM, améliorera le devenir maternel ou fœtal.

Tableau 1 : Prise de poids recommandée en cours de grossesse par tranche d'IMC selon les recommandations de l'Institute of Medicine (IOM) en 2009 [67].

Catégorie d'IMC* avant la grossesse	IMC* (kg/m ²)	Prise de poids totale recommandée lors de la grossesse (kg)	Prise de poids recommandée au 2ème et 3ème trimestre de la grossesse† (kg/semaine)
Maigreur	<18.5	12.5-18	0.5
Poids Normal	18.5-24.9	11.5-16	0.5
Surpoids	25.0-29.9	7-11.5	0.3
Obèses (Classes I, II et III)	>30	5-9	0.3

*IMC : Indice de masse corporelle.

† Cela suppose une prise de 0.5-2 kg au 1^{er} trimestre de la grossesse [75-77].

OBJECTIFS

Devant l'épidémie que représente l'obésité actuellement dans le monde, ainsi que les problèmes importants qui lui sont liés chez les patientes enceintes, l'objectif principal de cette thèse est de mieux appréhender le devenir obstétrical de ces patientes obèses ainsi que certaines de leurs complications.

Ceci sera fera par l'intermédiaire de plusieurs objectifs spécifiques :

- L'obésité est supposée constituer un frein à l'évaluation complète d'un fœtus en échographie au cours de la grossesse. Ceci est d'autant plus gênant que l'obésité est un facteur de risque de survenue de malformations congénitales. Cependant la majorité des données sur la faisabilité des échographies chez les patientes obèses sont anciennes, issues d'études réalisées sur des appareils d'échographies d'ancienne génération. Nous avons donc réalisé une comparaison de la faisabilité d'une échographie obstétricale complète du 2^{ème} trimestre en un seul temps chez des patientes enceintes obèses et non obèses. Nous avons par ailleurs étudié les facteurs limitant cette échographie et comparé la qualité de chacune des images échographiques.
- La macrosomie, conséquence fœtale de l'obésité maternelle, est responsable de complications maternelles lors de l'accouchement ainsi que de complications néonatales. Cependant peu d'études ont analysé les facteurs de risque de complications maternelles en cas d'accouchement d'un enfant macrosome. Nous avons donc étudié ces facteurs de risque de complications maternelles en cas d'accouchement d'un enfant macrosome, sans se limiter aux patientes obèses pour des raisons d'effectifs.
- Nous avons enfin cherché à évaluer si la relation entre les complications maternelles de la grossesse et/ou néonatales et l'IMC était la même en France et au Québec. En effet, contrairement à la France, l'obésité en général et particulièrement des femmes enceintes est plus ancienne et plus fréquente au Québec. Ainsi, il est possible qu'au Québec, les patientes obèses soient moins sévèrement atteintes par certaines comorbidités en raison du système de santé ou de la prise en charge que dans des pays où l'obésité chez les femmes enceintes est un phénomène plus nouveau et donc moins bien connu.

ECHOGRAPHIE OBSTETRICALE CHEZ LES PATIENTES

OBESSES

Contexte

De nombreuses études ont montré que l'obésité pendant la grossesse était associée non seulement aux complications maternelles et fœtales, mais aussi à des limitations importantes dans la capacité d'évaluer l'anatomie fœtale [28]. En effet, l'absorption du faisceaux d'ultrasons par le tissu sous-cutané rend difficile la réalisation de l'échographie [78]. Par ailleurs, le problème posé par l'obésité est double :

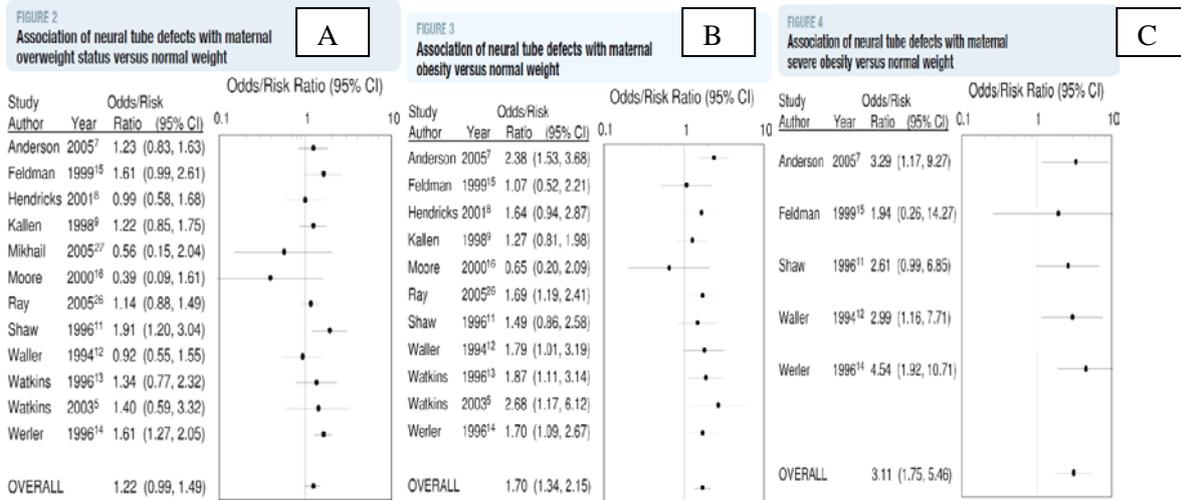
- Il est bien démontré que l'obésité constitue un facteur d'augmentation de quasiment toutes les malformations fœtales à l'exception du laparoschisis qui dans ce cas est diminué (Tableau 2 selon [63]).

Tableau 2: Odds ratio associés au risque de malformations fœtales entre les patientes obèses et les patientes d'IMC normal selon [63].

Meta-analyse : Obèses versus IMC normal	OR (IC à 95%)
Anomalies tube neural	1,9 (1,6-2,1)
Spina bifida	2,2 (1,9-2,7)
Anomalies du cœur	1,3 (1,1-1,5)
Anomalies septales	1,2 (1,1-1,3)
Fentes labio-palatines	1,2 (1,03-1,4)
Atrésie ano-rectale	1,5 (1,1-2,0)
Hydrocéphalie	1,7 (1,2-2,4)
Anomalies réductionnelles membres	1,3 (1,03-1,7)
Laparoschisis	0,2 (0,1-0,3)

De plus, ce risque malformatif augmente avec la catégorie d'IMC : surpoids : OR=1.22 (95%CI ; 0.99-1.49) ; Obésité classe I et II : OR=1.70 (95%CI ; 1.34-2.15) ; Obésité classe III : OR=3.11 (95%CI ; 1.75-5.46) selon la méta analyse de Rasmussen et al. [64] (Figure 6).

Figure 6 : Odds ratios associés au risque de malformation du tube neural selon la catégorie d'IMC et par rapport à la référence (IMC normal) selon Rasmussen et al. [64]



A : surpoids ; **B :** obésité classe I et II ; **C :** obésité classe III.

- Parallèlement à ce taux augmenté de malformations, on constate globalement une réduction nette de la capacité de dépistage des anomalies chez les fœtus de ces mères obèses [79, 80]. En effet, que ce soit pour la réalisation de la mesure de la clarté nucale au 1^{er} trimestre, ou pour la recherche d'anomalies congénitales au 2^{ème} trimestre, la détection des anomalies est nettement altérée par l'obésité en raison des contraintes techniques liées à l'importance de la paroi maternelle en cas d'obésité (diminution du passage des ultrasons et difficultés de positionnement de la sonde) (Figure 7 et 8).

Figure 7 : Taux d'échec de mesure de la clarté nucale suivant l'IMC à la 1^{ère} tentative (barres blanches) ou après plusieurs tentatives (barres grises) selon Thornburg et al. [80].

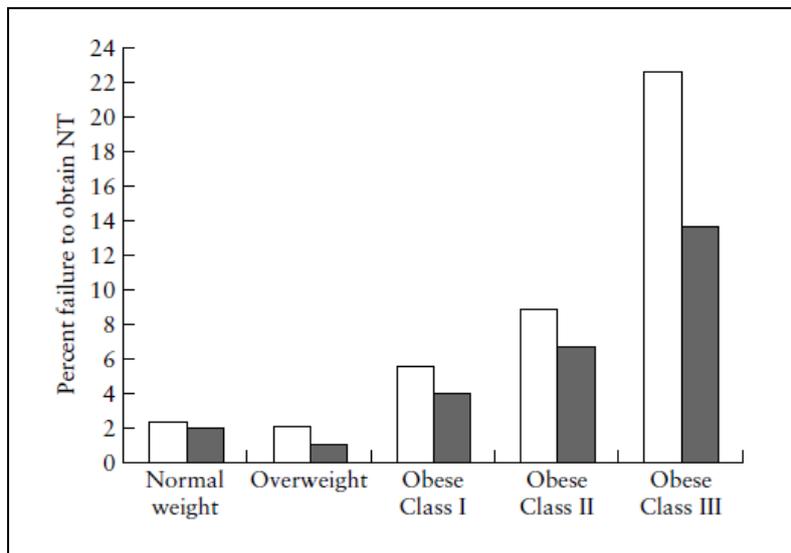


Figure 8 : Capacité de détection des signes mineurs de trisomie 21 selon l'IMC des patientes selon

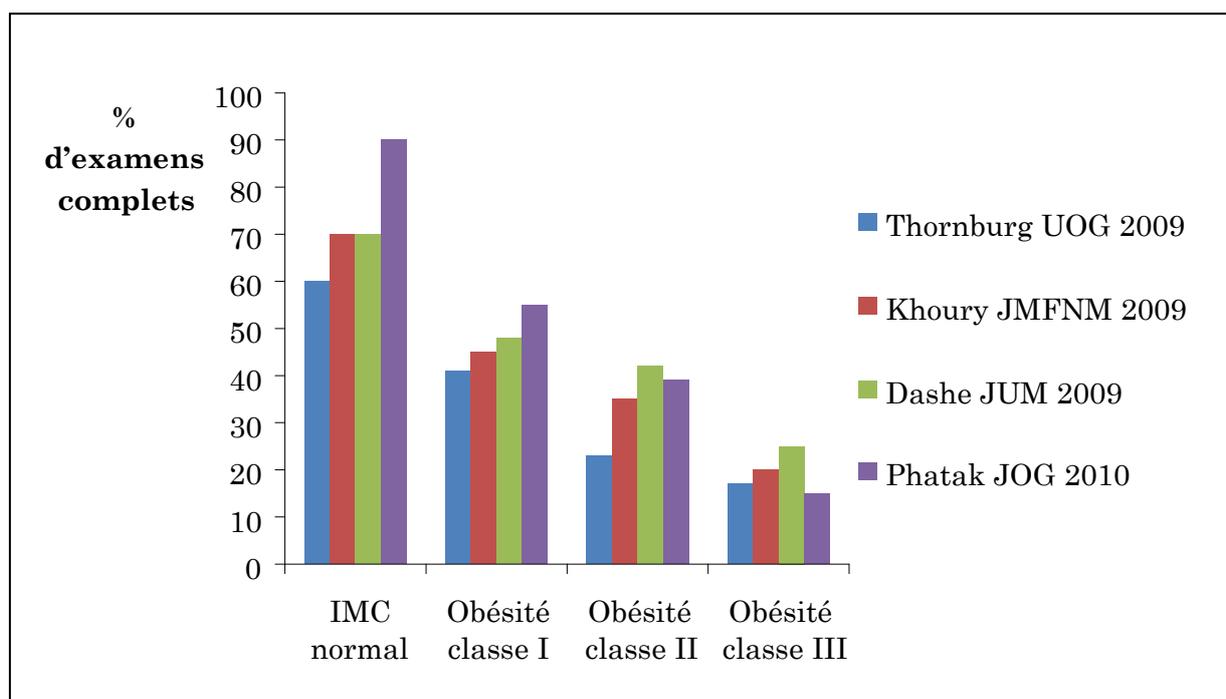
Aagaard-Tillery et al. [79].

Comparaison : IMC < 25 vs IMC > 30	% détection	Faux négatifs
≥ 2 marqueurs	32% vs 22%	68% vs 78%
Anomalies cardiaques	22% vs 8%	78% vs 92%
Détection des anomalies	ORa 0,7 (0,6-0,9)	

ORa : Odd ratio ajusté sur age maternel, tabac, vitamines prénatales et antécédent de malformations fœtales ou anomalie génétique.

Qui plus est, ce taux réduit de détections de malformations, l'est d'autant plus que l'obésité est importante (Figure 9) [28, 81-83].

Figure 9 : Pourcentage d'examens échographiques complets en 1 temps selon l'indice de masse corporelle (IMC) suivant les auteurs [28, 81-83].



Malgré ces résultats montrant une tendance vers une moins bonne visualisation des structures lorsque l'obésité augmente, la comparaison statistique pure des résultats tendait à montrer que la faisabilité des échographies obstétricales ne semblait pas être significativement différente chez les patientes d'IMC normal et d'obésité classe I (IMC: 30-34.9 kg/m²) [28, 84]. De plus, la plupart des études effectuées sur la faisabilité d'une échographie obstétricale du deuxième trimestre chez les patients obèses étaient principalement rétrospectives, utilisaient d'anciens modèles de machines d'échographies [28, 81, 85] et n'avaient pas tenté d'identifier les facteurs qui pourraient améliorer la visualisation.

Partant de ces éléments, il nous a semblé nécessaire d'évaluer à l'aide des techniques modernes, et de manière prospective, la faisabilité d'une échographie obstétricale chez des patientes obèses en comparaison avec des patientes d'IMC normal. Nous avons aussi recherché les facteurs pouvant avoir une influence sur l'amélioration de la faisabilité d'une échographie obstétricale chez une patiente obèse.

L'étape suivante permettant d'améliorer le diagnostic prénatal chez les femmes obèses est d'évaluer la qualité des images obtenues lors de l'échographie de dépistage prénatal pour voir si elle diffère de la qualité des images d'une population d'IMC normal. Malgré l'utilisation répandue de l'échographie diagnostique pendant la grossesse, aucune étude n'a comparé la qualité des images échographiques obtenues chez les femmes obèses et non obèses.

Ainsi la troisième partie de ce travail sur la qualité des échographies chez les obèses, vise à mesurer la qualité des images échographiques obtenues chez les patientes obèses et chez les patientes d'IMC normal.

Matériels et Méthodes

Il s'agit d'une étude prospective monocentrique réalisée au Centre Hospitalier Universitaire Bicêtre (94) entre novembre 2009 et mai 2011, ayant inclus toutes les patientes obèses (IMC en début de grossesse $>30 \text{ kg/m}^2$) et un groupe contrôle de patientes d'IMC normal (IMC en début de grossesse entre 20 et $24,9 \text{ kg/m}^2$), enceintes d'une grossesse unique, et qui avaient toutes eu une échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre entre 20-24 semaines d'aménorrhée (SA) dans le centre. L'existence d'une grossesse gémellaire ou une échographie réalisée avant 20SA ou après 24 SA étaient des critères de non inclusion.

Les échographies étaient réalisées par un des six échographistes de notre unité, ayant une ancienneté de pratique variable, grâce à un échographe de type GE© E8 (GE Medical Systems, Piscataway, NJ, USA) et disposant de sondes 4D abdominales de bande passante 2-8MHz, et de sondes 2D abdominales de bande passante 2-5MHz. Après avoir réalisé l'échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre, chaque échographiste remplissait un formulaire détaillé sur chaque patiente incluant des données maternelles (âge, IMC en début de grossesse et lors de l'échographie, antécédent de diabète avant la grossesse et notion d'utérus cicatriciel) et des données échographiques (âge gestationnel lors de l'échographie, durée de l'examen, présentation fœtale, position du placenta ainsi que la mesure de l'épaisseur pariétale, aussi appelée profondeur d'insonation, définie par l'épaisseur sous cutanée maximale entre la surface cutanée et la séreuse utérine, mesurée au cours de l'échographie).

La faisabilité des échographies était évaluée par un seul échographiste examinateur, ayant de l'expérience en échographie obstétricale, qui n'avait effectué aucune des échographies et qui était en aveugle de l'IMC des patientes et des noms des échographistes. Pour ce faire, il passait en revue chacune des images échographiques effectuées par l'échographiste et qui étaient stockées dans le logiciel de banque d'image et de compte rendu Viewpoint® (GE Healthcare, Wauwatosa, WI, USA). Il évaluait ainsi la présence ou l'absence des 9 images recommandées par le Comité National Technique de l'Échographie de dépistage prénatal (CNTE) [86]: trois images biométriques (périmètre

crânien, périmètre abdominal, et mesure de la longueur du fémur) et six images anatomiques nécessaires à l'évaluation des caractéristiques anatomiques clés (4 cavités cardiaques, voies d'éjection du ventricule droit, coupe transversale des reins, coupe du diaphragme, rachis terminal et face fœtale) (Annexe 1). Les évaluations effectuées par l'examineur étaient considérées comme la référence. La faisabilité a été définie comme la capacité d'obtenir un examen échographique complet dès la première tentative. Lorsque l'analyse était incomplète à la 1^{ère} tentative, le nombre d'échographies supplémentaires nécessaires pour obtenir un examen complet ainsi que l'âge gestationnel associé a été enregistré.

La qualité de chaque examen était évaluée sur 2 critères principaux et toujours par un même évaluateur. Le premier critère d'évaluation utilisait la grille publiée par Salomon et al [87, 88] pour calculer le score de qualité des 9 images (Annexe 2). Pour chaque image, les critères retenus correspondaient aux standards d'évaluation morphologique [86, 89-91]. Chaque critère rempli valait 1 point et chaque image pouvait valoir un maximum de 4, 5 ou 6 points, suivant l'image étudiée. Une qualité excellente était définie par le score maximum pour une image spécifique et était évaluée par la fréquence de score maximum pour ce type d'image. Enfin, le dernier critère d'évaluation était le calcul du score global morphologique, obtenu en sommant les scores de qualité individuels de chacun des 6 clichés morphologiques. Ce score global étant au maximum de 32 points.

Le groupe contrôle d'IMC normal avait été recruté sur la même période de temps, leurs échographies avaient été réalisées par les mêmes opérateurs et l'évaluation de la qualité mesurée sur les deux mêmes critères de qualité. Sachant que l'échantillon de femmes obèses était de 223 patientes, le groupe contrôle nécessitait 60 patientes pour permettre de détecter une différence de 4 points du score morphologique global avec une puissance de 80% et un risque alpha de 5%.

La comparaison entre les patientes obèses et non obèses était réalisée à l'aide du test t de Student ou du test non paramétrique de Mann Whitney pour les données quantitatives et du test du χ^2 ou du test de Fisher exact pour les données qualitatives. L'analyse univariée des facteurs associés à un examen échographique complet en un seul temps (faisabilité) a utilisé les mêmes tests (non présentés).

Les variables ayant un degré de signification inférieur à 0,20 en analyse univariée ont été retenues et entrées dans un modèle multivarié. Les analyses de régression logistique ont permis de définir le modèle permettant de prédire le mieux la faisabilité en un seul temps d'une échographie chez les patientes obèses [92]. L'ensemble des patientes avait donné leur consentement oral pour la participation à cette étude et pour l'analyse des résultats de manière anonymisée. Les images échographiques ont été extraites de la banque d'image Viewpoint® (GE Healthcare, Wauwatosa, WI, USA), dont l'utilisation pour la recherche a été approuvée par la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL) sous le numéro d'identification 1181076.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA, v.13 (Stata Corporation, College Station, TX).

Résultats

Echantillon étudié

Nous avons inclus 223 patientes obèses et 60 patientes témoins. Le devenir de toutes les grossesses a été obtenu et aucune anomalie fœtale n'a été mise en évidence. Le tableau 3 résume les principales caractéristiques maternelles et échographiques des deux groupes. Dans le groupe de patientes obèses, l'IMC en début de grossesse variait de 30 à 54.3 et était distribué ainsi : obésité modérée ou Classe I (30-34.9 kg/m²) : 69%, obésité sévère ou Classe II (35-39.9 kg/m²) : 22%, et obésité morbide ou Classe III (>40 kg/m²) : 9%. Les patientes obèses avaient significativement pris moins de poids pendant la grossesse que les patientes non obèses (p=0.04).

Tableau 3: Caractéristiques des patientes

	Obeses n=223	Non obeses n=60	p
Age (années)			
<25	16 (12,1)	12 (20)	
25-34	128 (57,4)	36 (60)	
>34	68 (30,5)	12 (20)	0,1
IMC avant la grossesse (kg/m ²)	33,1 [31,2 ; 36,2]	21,9 [20,8; 22,8]	<0,001
IMC lors de l'échographie (kg/m ²)	35,3 [33,3; 38,5]	24,5 [22,6; 26,0]	<0,001
Prise de poids* (kg)	5 [1; 9]	7 [4; 10]	0,04
Age gestationnel lors de l'échographie (semaines d'aménorrhée)	22,6 [22,1; 23,2]	22,6 [22,1 ; 22,9]	0,5
Appareil d'échographie			
GE ® E8 (nouveau)	189 (84,7)	54 (90)	
GE ® Voluson 730 (ancien)	34 (15,3)	6 (10)	0,3
Épaisseur pariétale maternelle (mm)	33,7 [28 ; 41]	20 [16 ; 23]	<0,001
Min – 24,9mm	24 (11)	49 (82)	
25-34,9mm	98 (44)	13 (18)	
>35mm	101 (45)	-	<0,001
Durée de l'échographie (min)	24 [20 ; 33]	20 [17,5 ; 24,5]	<0,001
Présentation fœtale			
Céphalique	116 (52)	40 (67)	
Siège	69 (31)	13 (22)	
Transverse	38 (17)	7 (11)	0,2
Position du dos du fœtus			
Latéral (gauche ou droit)	127 (57)	41 (68)	
Postérieur	39 (17)	15 (25)	
Antérieur	54 (26)	4 (7)	0,006
Localisation du placenta			
Postérieur	98 (44)	33 (55)	
Antérieur	125 (56)	27 (45)	0,1

Les données sont présentées en n (%) ou médiane [1^{er} quartile; 3^{ème} quartile]

*Entre le début de la grossesse et l'échographie

Dans le groupe des patientes obèses, 34 patientes (16%) avaient un diabète préexistant à la grossesse contre 3% chez les patientes d'IMC normal ($p=0,01$). L'épaisseur pariétale maternelle était significativement différente entre les deux groupes, variant de 16,7 à 68,2 mm dans le groupe des patientes obèses et de 12 à 34,6 mm dans le groupe des patientes non-obèses ($p<0,001$). Ni la présentation fœtale, ni la localisation placentaire ne différait entre les deux groupes ; présentation céphalique (32% vs 67% ; $p=0,3$) et insertion placentaire antérieure (56% vs 45% ; $p=0,1$). D'un autre côté, le dos du fœtus était plus fréquemment dans une position latérale (gauche ou droit) dans la population témoin que chez les femmes obèses ($p = 0,006$). Enfin, la durée de l'échographie était significativement plus longue pour les femmes obèses ($p <0,001$).

Faisabilité de l'échographie

L'échographie avait été réalisée de manière complète pour 70,4 % du groupe obèses et 82 % des témoins ($p = 0,08$) (tableau 4). Dans le groupe des patientes obèses, 24,2 % avaient eu besoin d'une échographie supplémentaire afin d'avoir un examen complet, et 5,4% avaient eu besoin de deux échographies supplémentaires. L'âge gestationnel médian à la deuxième et troisième échographie était respectivement de 26,5 et de 30,4 semaines d'aménorrhée (SA). Ainsi, toutes les patientes obèses avaient une évaluation complète, avec un maximum de 3 échographies. Dans le groupe non obèses, seulement 18% avaient eu besoin d'une deuxième échographie pour avoir une évaluation complète. En effet, dans ce groupe, le taux de réussite dès la 1^{ère} échographie était de 100 % pour 5 images (périmètre crânien et abdominal, longueur du fémur, face fœtale et 4 cavités cardiaques) et de 95 % pour les 4 autres (voies d'éjection du ventricule droit, diaphragme, reins et colonne vertébrale). Dans le groupe des patientes obèses, six images étaient complètes dès la 1^{ère} échographie dans plus de 95 % des cas pour le périmètre crânien et abdominal, la longueur du fémur, la face fœtale, les 4 cavités cardiaques et la colonne vertébrale ; dans 90 % des cas pour les reins ; et dans 87 % des cas pour la voie d'éjection du ventricule droit et le diaphragme. Aucune différence statistique n'avait été notée entre eux.

Tableau 4: Faisabilité de l'échographie du 2^{ème} trimestre dans la population des patientes obèses et non-obèses ; résultats globaux et image par image.

		Obèses	Non obèses	P
		n=223	n=60	
Échographie complète en 1 temps (9 images)		157 (70,4%)	49 (82%)	0.08
Nombres d'échographies supplémentaires nécessaires pour obtenir un examen complet :				
1 échographie		54 (24,2%)	11 (18%)	
2 échographies		12 (5,4%)	-	0.2
Clichés biométriques	Périmètre crânien	100%	100%	-
	Périmètre abdominal	99%	100%	1*
	Longueur du Fémur	100%	100%	-
Clichés anatomiques	Face fœtale	95%	100%	0.13*
	Quatre cavités cardiaques	95%	100%	0.08*
	Voies d'éjection du ventricule droit	87%	95%	0.11
	Diaphragme	87%	95%	0.07
	Reins	90%	95%	0.21
	Rachis	95%	95%	1*

* Test de Fisher

Facteurs d'amélioration de la faisabilité de l'échographie

L'analyse univariée montre que les facteurs associés à une augmentation de la probabilité d'une échographie complète en 1 temps (définie comme un succès) sont : un temps augmenté pour réaliser l'échographie (p=0,02), des équipements plus récents (GE ® E8 vs GE ® Voluson 730) (p=0,01), un fœtus ayant le dos positionné latéralement ou en postérieur (versus en antérieur) (p=0,03), et un échographiste plus expérimenté (p=0,02). Une obésité plus sévère ainsi qu'une augmentation de l'épaisseur pariétale maternelle diminuent la probabilité de succès, mais pas d'une manière statistiquement significative : Obésité Classe I: 28 %, Obésité Classe II : 30 %, Obésité classe III : 41

% (p=0,16) ; épaisseur pariétale < 24,9 mm: 17 %, 25-34,9 mm: 26,5%, > 35 mm: 36 % (p=0,12). Parce que ces deux indicateurs (IMC et épaisseur pariétale) sont très fortement corrélés, nous n'en avons gardé qu'un (l'épaisseur pariétale maternelle) dans l'analyse multivariée. Le choix de ne garder que ce paramètre sera discuté plus loin.

L'analyse multivariée (tableau 5) a montré qu'avoir 10 minutes supplémentaires pour la réalisation de l'échographie (ORa=1,5 [IC95%:1,1; 2,0]), avoir le dos du fœtus positionné en arrière (ORa=2,8 [1,1; 7,7]), et être un échographiste expérimenté (ORa=2,1 [1,1; 4,0]) étaient des facteurs indépendants d'amélioration qui avaient permis d'obtenir une analyse complète chez les femmes obèses au cours d'une seule session. Une grande épaisseur pariétale maternelle (ORa=0,3 [0,1; 0,8] pour une épaisseur > 35 mm) était en revanche un facteur qui réduisait significativement la probabilité d'une analyse complète.

Tableau 5: Analyse multivariée des facteurs associés au succès d'une échographie (échographie complète en 1 temps) chez les patientes obèses.

	ORa [IC95%]	p
Épaisseur pariétale maternelle (mm)		
Min-24,9mm	1	
25-34,9mm	0,5 [0,1; 1,7]	
>35mm	0,3 [0,1; 0,8]	0,01
Dix minutes de temps supplémentaire pour l'échographie	1,5 [1,1; 2,0]	0,03
Appareil d'échographie		
GE® Voluson 730 (ancien)	1	
GE® E8 (nouveau)	2,1 [0,9; 5,0]	0,09
Position du dos du fœtus		
Latéral (droite ou gauche)	1	
Postérieur	2,8 [1,1; 7,7]	
Antérieur	0,5 [0,3; 1,0]	0,01
Échographiste plus expérimenté	2,1 [1,1 ; 4,0]	0,03

ORa : odds ratio ajustés; 95%CI : intervalle de confiance à 95%.

Qualité des images échographiques

Le tableau 6 présente la fréquence de qualité excellente (obtenir tous les points possibles) pour chacune des 9 images et la comparaison des résultats dans les deux groupes. Une qualité excellente était toujours significativement moins fréquemment observée dans le groupe de patientes obèses, à l'exception de deux clichés : le périmètre abdominal ($p=0,26$) et le rachis ($p=0,06$), même si proche de la significativité pour ce dernier. En regardant spécifiquement les résultats image par image, la différence significative observée pour les clichés du périmètre crânien, de la face foetale et de la coupe des reins était due uniquement à un zoom insuffisant chez les patientes obèses ; la structure étudiée occupant moins de la moitié de l'image ($p<0,001$; χ^2 de Pearson). Concernant la longueur fémorale, deux paramètres étaient significativement moins souvent trouvés chez les patientes obèses : la visualisation des deux extrémités de l'os ($p=0,002$; test exact de Fisher) et le fémur occupant moins de la moitié de l'image ($p<0,001$; χ^2 de Pearson). Pour les clichés du cœur, la qualité était aussi nettement dégradée chez les patientes obèses ; pour la coupe des 4 cavités, trois paramètres faisaient défaut : apex du cœur non visible ($p=0,03$; χ^2 de Pearson), croix du cœur non visible ($p=0,03$; χ^2 de Pearson), zoom insuffisant ($p<0,001$; χ^2 de Pearson)), tandis que pour la voie d'éjection du ventricule droit, c'était la non visualisation de l'artère pulmonaire entourant l'aorte ($p<0,001$; χ^2 de Pearson) et le zoom inadéquat ($p<0,001$; χ^2 de Pearson) qui étaient en cause. La coupe du diaphragme, elle aussi était de faible qualité chez les patientes obèses avec une interface diaphragmatique non visible entièrement de haut en bas ($p<0,001$; χ^2 de Pearson).

Enfin, le score morphologique global moyen pour les 6 clichés morphologiques était significativement plus faible chez les patientes obèses en comparaison avec les patientes d'IMC normal (22,3 points +/- 5,6 versus 27,2 points +/- 3,6; $p<0,001$). Ce score variait de 4 à 32 dans le groupe des patientes obèses et de 17 à 32 dans le groupe contrôle. Ce score n'était pas significativement différent suivant les trois classes d'obésité (modérée, moyenne, sévère) dans notre échantillon avec respectivement 22,4, 22,4 and 20,9 points ($p=0,38$). En revanche les échographistes ayant une ancienneté de pratique plus élevée avaient des scores de qualité supérieure pour les patientes obèses que les échographistes plus jeunes : 24,1 points +/- 5,4 versus 21,7 points +/- 5,6 ($p=0,008$).

Tableau 6: Comparaison de la fréquence de clichés d'excellente qualité et du score morphologique global de qualité lors de l'échographie du 2ème trimestre chez les patientes obèses et non obèses.

		Obèses	Non obèses	
		n=223	n=60	p
		Excellente qualité de l'image	Excellente qualité de l'image	
Clichés biométriques	Périmètre crânien – 6 points	129/223 (58%)	47/60 (78%)	0,004
	Périmètre abdominal – 6 points	96/221 (43%)	31/60 (52%)	0,26
	Longueur fémorale – 4 points	114/222 (51%)	55/60 (92%)	<0,001
Clichés morphologiques	Face fœtale - 4 points	81/210 (39%)	36/60 (60%)	0,003
	Coupe 4 cavités cardiaque – 6 points	89/215 (41%)	38/60 (63%)	0,003
	Voie d'éjection ventricule droit – 5 points	71/205 (35%)	28/57 (49%)	0,046
	Diaphragme – 6 points	26/148 (18%)	20/57 (35%)	0,007
	Reins – 5 points	84/194 (43%)	46/57 (81%)	<0,001
	Rachis – 6 points	78/210 (37%)	29/57 (51%)	0,06
Score morphologique global de qualité		22,3 +/- 5,6	27,2 +/-3,6	0,001

Les données sont présentées en :

- Nombre d'échographies observées avec tous les points/nombre d'échographies totales (%) ou
- Moyenne +/- Deviation Standard

Discussion

Nous avons constaté qu'une échographie du deuxième trimestre de la grossesse chez une population de patientes obèses est possible, avec un taux de réussite de 70,4 %, sans différence significative par rapport au taux observé chez les patientes non obèses. En outre, ce taux pourrait être amélioré en passant plus de temps lors de l'échographie, en déplaçant le fœtus de sorte que son dos soit en position latérale ou postérieure, et si l'échographie était réalisée par des échographistes expérimentés. Néanmoins, la qualité des images reste significativement plus faible dans la population de patientes obèses en comparaison avec la population de femmes enceintes à IMC normal.

Les études récentes portant sur la possibilité de réaliser des échographies chez les femmes enceintes obèses étaient principalement rétrospectives. Les deux plus grandes études [28, 81], qui avaient inclus plus de 1000 patientes obèses et non obèses, ont constaté que l'analyse complète était possible dans 57 % et 65 % des cas pour les groupes obèses et chez 70 % et 79 % des non obèses. Ces résultats, bien que montrant une différence significative, sont assez semblables aux nôtres et démontrent que l'échographie obstétricale chez des patientes obèses, certes difficile, est faisable la plupart du temps. Les mêmes études ont montré que la capacité de réaliser une échographie complète chez des femmes obèses diminue lorsque la classe de l'obésité augmente : pour la classe I, cette proportion était de 72%, pour la classe II : 61 %, et pour la classe III : 49% selon Thornburg et al. [28], et de 57 %, 41 % et 30 % selon Dashe et al. [81]. Nous avons observé le même phénomène, que nous expliquons par l'existence d'une plus grande quantité de tissu sous-cutané réduisant ainsi la pénétration du faisceau ultrasonore. Nos résultats, cependant, ont été meilleurs pour les trois classes de l'obésité et ceci pouvant être expliqué par plusieurs éléments. Le caractère prospectif de notre étude a possiblement augmenté la performance de chaque échographiste de part l'effet Hawthorne (fait de se savoir observé dans une étude conduit à des comportements différents par rapport à la pratique courante) [93], et la différence dans la répartition des patientes obèses parmi les trois classes, avec seulement 9 % de classe III, pouvant également avoir une incidence sur les résultats. En outre, l'emploi de sondes basse fréquence, de l'harmonique, et de certaines astuces échographiques

récemment publiées [84] a probablement également amélioré nos résultats par rapport à ce qui était possible il y a quelques années.

Nous avons également observé que l'IMC était fortement corrélé avec l'épaisseur pariétale maternelle : plus l'IMC est élevé, plus l'abdomen de la patiente est épais. Néanmoins, les échographistes ont souvent rencontré de grandes difficultés lors de l'échographie de patientes ayant un IMC seulement modérément élevé alors qu'ils avaient plus de facilité avec une patiente ayant un IMC beaucoup plus élevé. Cette discordance apparente est due principalement à la peau et l'épaisseur sous-cutanée. En effet, les femmes souffrant d'obésité de classe III ont toujours des replis cutanés abdominaux et une peau qui est donc plus souple. A l'inverse, les femmes ayant une obésité de classe I peuvent n'avoir aucun pli cutané et un abdomen très tendu, difficile à déprimer pour réaliser une échographie de qualité. L'épaisseur pariétale maternelle nous semble donc être plus informative que l'IMC, ce dernier ne nous renseignant pas sur la répartition de la graisse corporelle. Bien que cette épaisseur pariétale ne soit pas prévisible et ne puisse pas être considérée à l'avance lors de la prise de rendez-vous pour l'échographie du 2^{ème} trimestre, la régression multivariée a bien montré qu'une épaisseur cutanée importante était fortement associée à l'échec de la réalisation en un temps d'une échographie obstétricale. Nous pensons donc, à la fois par nos résultats et notre expérience clinique, que cette caractéristique, plutôt que l'IMC, est le principal obstacle à une analyse complète chez les femmes obèses, et nous conseillons aux échographistes de la mesurer lors de chaque échographie.

Khoury et al. [82] et Maxwell et al. [85] ont publié récemment des études rétrospectives avec des échantillons plus petits et des taux de succès en un temps de l'échographie très différents parmi les femmes non obèses (de 51,3% à 97,5 %) et obèses (de 35,4 % à 74 %). Ceci était probablement expliqué par des âges gestationnels très variables lors des échographies : de 18 à 25SA [82] ou de 17,5 à 20,5SA [85]. Khoury [82] avait également observé que la faisabilité de l'échographie dans la population obèse augmentait avec l'âge gestationnel. Nos résultats diffèrent, avec un taux de succès plus élevé, probablement parce que dans notre étude les échographies étaient réalisées à un âge gestationnel plus homogène et plus réduit mais aussi en moyenne à un âge gestationnel plus élevé (âge gestationnel moyen: 22,6 vs 20,6SA). Ces éléments confirment la nécessité de planifier l'échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre pour les femmes obèses à un âge gestationnel plus tardif que celui

recommandé en population générale (environ 24 SA au lieu de 21 SA), période où le fœtus sera plus grand et gros et où plus de liquide amniotique sera présent, facilitant donc l'échographie et la mobilisation du fœtus. Cependant un des écueils à faire ces échographies plus tardivement chez les obèses est la non possibilité de réaliser une interruption de grossesse en cas de découverte d'anomalies graves à l'échographie en raison de l'interdiction de pratiquer les IMG dans la plupart des pays après 22 SA. L'étude prospective, menée par Phatak et Ramsay [83] a elle aussi rapporté d'excellents résultats, avec un taux de succès en un temps de l'échographie dépassant les 92 % dans les deux groupes. Ces résultats doivent cependant être interprétés avec prudence, car les groupes étaient très petits et ne peuvent donc pas refléter avec précision la réalité des échographies dans ces populations.

L'amélioration de notre capacité à effectuer des échographies chez des patients obèses n'a pour but que l'amélioration de la sensibilité pour la détection des malformations fœtales ainsi que de pouvoir rassurer les femmes enceintes en cas de normalité de l'échographie. Nous avons constaté qu'avoir plus de temps pour réaliser l'échographie ainsi que positionner le fœtus de sorte que son dos soit en postérieur ou en latéral sont deux facteurs importants pour améliorer la faisabilité. Ces résultats sont nouveaux, et aucune étude n'avait jamais examiné les facteurs potentiels de meilleure visualisation à l'échographie chez une patiente obèse. Ce positionnement du dos du fœtus à l'échographie apparaît donc comme un critère primordial pour la faisabilité de cette échographie. Ce paramètre peut aisément être modifié soit directement, en mobilisant le fœtus à l'aide de la main controlatérale de manière à créer une rotation de son dos, soit indirectement, en mobilisant la patiente (la rotation de la patiente sur son flanc induisant une rotation fœtale passive [94]). Bien que l'on puisse penser qu'un temps plus long à l'échographie permette un positionnement fœtal différent, notre étude a permis de montrer qu'en fait ces deux facteurs indépendants et chacun d'eux significativement associés à une amélioration de la faisabilité de l'échographie. Comme indiqué précédemment par Hendler et al.[95], travailler sur des appareils d'échographie plus récents pourrait également améliorer la visualisation de certaines structures. En effet, ces appareils disposant d'une meilleure résolution, de fonctions sophistiquées, et de modules avancés de traitement de signal, ils fournissent une aide précieuse dans la réalisation d'échographie en situation difficile, en particulier chez les patientes obèses, même si cela n'apparaissait pas comme statistiquement significatif dans notre étude.

La littérature sur l'effet de l'expérience des échographistes est relativement pauvre. Seul Hendler et al. [96] ont suggéré qu'une plus grande expérience de l'échographiste était associée à des taux plus élevés de visualisation adéquate des structures fœtales chez les patients obèses. Notre étude confirme ces résultats et a montré que le taux de réalisation complète des échographies par des opérateurs expérimentés était le double de celui des opérateurs moins expérimentés. En effet, les opérateurs expérimentés, ayant déjà fait face à de nombreuses situations différentes, étaient mieux en mesure d'obtenir de bonnes images même dans des conditions difficiles.

Les études sur le contrôle de qualité en échographie prénatale ont essentiellement été basées sur l'évaluation du taux de détection des malformations fœtales [97], cependant, la faible prévalence de ces anomalies a rendu ce critère d'appréciation peu informatif. Ainsi, les échographistes ont été contraint de participer à des programmes de formation continue et de certification afin d'améliorer la qualité de leurs images. Cette procédure de contrôle de qualité s'exerce à trois niveaux : au niveau des échographistes avec la formation continue, au niveau des machines d'échographie avec l'évaluation et la mise à jour du matériel utilisé, et enfin au niveau du contrôle de qualité à proprement parler, c'est-à-dire de l'évaluation des pratiques professionnelles de manière quantitative et qualitative. Le contrôle de qualité quantitatif vise à la surveillance prospective de la non déviance des mesures biométriques fœtales au cours du temps à travers des évaluations via les Z-scores [98, 99] ou les méthodes de type CUSUM [100]. Les méthodes de contrôle de qualité qualitatives se sont développées depuis l'avènement de l'échographie du premier trimestre et plus particulièrement depuis que la mesure de la clarté nucale a été utilisée comme élément du dépistage des aneuploïdies [101]. Ainsi, une telle méthodologie combinant à la fois la qualité des images et la précision des mesures a été utilisée dans de nombreuses études et a conduit à d'importantes évolutions en terme de dépistage [102, 103]. Dans la même lignée, Salomon et al. ont développé des scores de qualité pour les images biométriques [88] et morphologiques [87]. Aucune étude n'a à ce jour comparé l'utilisation de ces scores de qualité au sein de différentes populations et en particulier parmi les patientes pour lesquelles une échographie de qualité paraît difficile à produire. Les patientes obèses qui sont à la fois à haut risque de développer des malformations fœtales [63] et plus difficiles à échographier en raison de l'absorption des ultrasons

par la graisse sous cutanée [78], sont une population de choix pour l'étude de la qualité. La qualité des images dans cette population n'a jamais été évaluée auparavant, cette appréciation pouvant permettre une amélioration de la détection prénatale des malformations, ceci restant le but ultime de cet examen échographique du 2^{ème} trimestre de la grossesse.

Concernant l'image ou la structure étudiée, une qualité excellente était toujours significativement plus faiblement retrouvée dans le groupe obèse. Nos résultats indiquent cependant que des changements simples, comme modifier le zoom de l'image, peuvent améliorer cette qualité. En effet, les images du périmètre crânien, des reins et de la face fœtale n'étaient de moyenne qualité qu'en raison d'une région d'intérêt occupant moins de la moitié de la taille totale de l'image. Ce critère pourrait donc être simplement amélioré, sans exiger une formation complexe des opérateurs.

Les deux images du cœur – la coupe des quatre cavités et la voie d'éjection du ventricule droit – dépendent fortement de la position fœtale et étaient toutes de très mauvaise qualité pour les patientes obèses dans notre étude : les deux avaient en effet plus de deux critères significativement plus faibles chez les femmes obèses que dans le groupe de contrôle. Les solutions possibles seraient donc une modification du champ de visualisation du fœtus, un balayage par le flanc latéral de la patiente, ou en tournant celle-ci sur son côté gauche ou droit afin de réduire au minimum l'épaisseur sous-cutanée. Ces méthodes permettraient d'augmenter la visualisation du cœur et par la même, la qualité des images [84, 104].

La faible qualité de l'image faisant apparaître le diaphragme semblait elle, être due à un problème différent. Sa qualité était mauvaise dans les deux groupes, sans doute parce que cette image était très souvent omise. Cette image est en effet requise dans le cahier des charges de l'échographie du 2^{ème} trimestre; son but étant de ne pas omettre un défaut du diaphragme qui est responsable d'une hernie de coupole diaphragmatique. Cependant, outre ce cliché, d'autres coupes et notamment la coupe des quatre cavités du cœur permettent d'éliminer cette pathologie diaphragmatique. Ainsi cette image est souvent omise par les échographistes même si la pathologie sous-jacente a bien été écartée. Il est donc très probable que le défaut de qualité dans les deux groupes soit dû majoritairement à une omission du cliché en lui-même.

Le score morphologique global de qualité était également significativement plus faible dans le groupe obèse, de près de 5 points de moins que dans le groupe contrôle. Cette différence exprime l'écart de qualité énorme entre ces deux populations et le long chemin qu'il reste à parcourir dans ce domaine. Nous n'avons pas trouvé de différence dans le score global pour les différentes classes d'obésité ou d'épaisseur pariétale maternelle, probablement parce que nous avons un effectif insuffisant de patiente dans chaque groupe. La validité externe de nos résultats était renforcé par la similitude entre le score morphologique global de qualité du groupe contrôle dans notre étude et celui publié par Salomon et al [87] pour une population normale ($p=0,08$). Nous devons cependant interpréter nos résultats avec prudence. En effet, le faible taux d'images d'excellente qualité dans le groupe obèse pourrait être dû soit au fait que l'obésité rend impossible ou du moins extrêmement difficile l'obtention d'images de qualité, soit au fait que l'échographiste ne réalise pas correctement les échographies, soit aux deux raisons. L'obtention de meilleurs résultats chez les échographistes expérimentés indique que la deuxième raison reste un paramètre important.

Les points forts de cette étude sont le caractère prospectif sur une courte période de temps, l'absence de patientes perdues de vue, le bon taux de réussite globale de chaque image dans les deux groupes et le grand nombre de patientes obèses incluses. L'emploi de plusieurs échographistes avec différents niveaux d'expérience nous a également permis d'accroître la validité externe. L'utilisation d'un seul échographiste examinateur a permis une constance de jugement et une meilleure objectivité pour chaque image. Parce que l'examineur était en aveugle du nom des échographistes, leurs expériences ne pouvaient en outre affecter son évaluation de la qualité de l'image.

Certaines limites doivent également être mentionnées. Chaque opérateur devait remplir un formulaire après chaque examen et lister les images qu'il estimait avoir vu ou non. Trois explications sont donc possibles à l'existence d'examens échographiques incomplets: l'échographiste n'avait pas pu enregistrer l'image, ou l'image enregistrée avait été jugée incorrecte par l'examineur, ou enfin, l'échographiste avait oublié de réaliser une image. Il est en effet possible y compris lors d'une étude prospective, que certaines structures soient oubliées d'être vues ou d'être enregistrées, comme ce qui a

été le cas pour l'image du diaphragme. Ainsi, la prévalence des examens complets chez les patientes non obèses pourrait avoir ainsi été sous-évaluée et conduire à des résultats non significatifs. Un dernier point est que nous n'avions qu'un seul examinateur, ainsi aucune étude de reproductibilité inter-examinateur n'a pu être réalisée.

En conclusion, la réalisation d'échographies chez les patientes obèses est faisable, mais la qualité des images est médiocre. Néanmoins, des améliorations simples et accessibles à tous les opérateurs peuvent permettre l'augmentation de la visualisation du fœtus et l'obtention d'images de qualité, ce qui reste la pierre angulaire pour la détection des anomalies fœtales.

FACTEURS DE RISQUES DE COMPLICATIONS MATERNELLES LORS DE L'ACCOUCHEMENT D'UN FŒTUS MACROSOME

Contexte

Comme nous l'avons mentionné dans l'introduction, une augmentation constante du poids moyen de naissance et de la proportion de macrosomie fœtale définie comme un poids de naissance supérieur à 4000 g a été rapportée depuis les années 1980 dans différents pays du monde [10, 12, 14, 20]. Cette tendance a été attribuée d'une part à une augmentation de la taille des patientes, de leur IMC, de leur prise de poids pendant la grossesse et de l'existence d'un diabète gestationnel, et d'autre part à la réduction concomitante de la consommation tabagique pendant la grossesse [15, 16]. La principale préoccupation lors de la naissance d'un enfant macrosome est la survenue d'une issue néonatale défavorable, incluant la mortalité périnatale et la mortalité néonatale secondaire à l'asphyxie, la dystocie des épaules, le traumatisme néonatal, les maladies métaboliques, le syndrome d'aspiration du méconium; leur survenue et leurs facteurs de risque ayant été largement étudiées [21, 23, 24, 105, 106]. Cependant, il est aussi rapporté que les complications maternelles augmentent également dans le cadre de la macrosomie [17, 21, 23, 24, 107, 108]. Elles ont principalement été étudiées en comparant les femmes accouchant d'enfant de plus ou de moins de 4000 g. Peu d'études se sont penchées sur les facteurs de risque, autres que le poids lui-même du fœtus, pouvant spécifiquement intervenir lors de la survenue de complications maternelles en cas d'accouchement de fœtus macrosomes.

L'objectif de cette étude était donc d'identifier les facteurs de risque de complications maternelles chez les femmes qui ont accouché d'enfants macrosomes. Pour des raisons d'effectifs nous n'avons pas pu nous limiter à l'accouchement de fœtus macrosomes chez des patientes obèses.

Matériels et Méthodes

Il s'agit d'une étude prospective ayant inclus toutes les patientes, obèses ou non, enceintes de grossesse unique ayant accouché d'un enfant pesant 4000 g ou plus dans deux maternités de type III de la région parisienne : Hôpital Antoine Bécclère (Hauts de Seine – 92) et Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy-Saint-Germain (Yvelines - 78) entre le 1^{er} janvier 2005 et le 31 décembre 2008. Les caractéristiques démographiques des patientes, les antécédents obstétricaux, les données de la grossesse ainsi que les données néonatales ont été recueillies de façon prospective et ont été enregistrées dans la base de données de chaque hôpital par l'équipe médicale en charge des patientes. Après achèvement du recueil des données dans chaque hôpital, les données ont été fusionnées pour créer une seule base commune. Un accord de chaque maternité avait été obtenu pour ce projet.

Trois types de complications maternelles ont été examinées: 1) la survenue d'une déchirure périnéale de troisième (périnée complet) ou de quatrième degré (périnée complet compliqué) lors d'un accouchement vaginal, 2) la survenue d'une hémorragie sévère du post-partum définie comme la persistance de saignements de plus de 500cc nécessitant le recours soit à des prostaglandines intraveineuses (sulprostone), soit à une embolisation des artères utérines, soit à une ligature bilatérale des artères iliaques internes, soit enfin à une hystérectomie d'hémostase, 3) la nécessité d'une transfusion sanguine. Une fois ces complications identifiées, un critère composite a été construit (survenue d'au moins une de ces trois complications maternelles), nommé "CM", et a été utilisé comme critère d'évaluation principal de cette étude. Outre le poids du fœtus, les facteurs de risque de CM ont été sélectionnés parmi les caractéristiques de la patiente, les antécédents obstétricaux, les données de la grossesse et les données néonatales.

Bien que les complications néonatales ne soient pas l'intérêt principal de cette étude, deux d'entre elles ont été considérées dans une perspective descriptive : la survenue d'une dystocie des épaules, définie comme la nécessité d'employer des manœuvres obstétricales pour extraire le corps du fœtus après accouchement de la tête; et la survenue d'une lésion du plexus brachial, définie comme l'incapacité du nourrisson de déplacer activement son extrémité supérieure (paralysie du membre supérieur), déterminée par les pédiatres et néonatalogistes de la maternité.

Après une étude descriptive des caractéristiques de la mère et des issues obstétricales, nous avons effectué une analyse univariée sur les facteurs de risque de complications maternelles (CM) à l'aide des tests de Student et des tests de Mann-Whitney pour les variables quantitatives, ainsi que des tests de χ^2 et des tests exact de Fisher pour les variables qualitatives. Nous avons vérifié que les associations entre les facteurs de risque et les complications maternelles ne variaient selon l'IMC (les interactions entre l'IMC et chaque facteur de risque étaient nettement non significatives). Cela a justifié de réaliser l'analyse sur l'ensemble des femmes enceintes ayant accouché de fœtus macrosomes sans se restreindre à la population des femmes obèses. Nous avons ensuite effectué une analyse multivariée par régression logistique en incluant les variables avec des valeurs de $p < 0,2$ dans l'analyse univariée [109]. L'IMC a été conservé dans le modèle comme variable d'ajustement, de même que le poids de naissance de l'enfant afin d'identifier les facteurs liés à la survenue de complications maternelles au-delà de ces facteurs de risque connus. Le poids de naissance a été inclus en tant que variable dichotomique (inférieure ou supérieure à 4500g). D'autres facteurs de risque ont aussi été utilisés comme variables d'ajustement [110] : l'âge maternel, le diabète préexistant ou gestationnel, et le centre hospitalier.

En cas d'odds ratio statistiquement significatif et supérieur à 1, un calcul du risque attribuable [111] pour le facteur de risque correspondant a été effectué. Même si la relation de causalité n'est pas certaine dans notre étude, le calcul de risque attribuable fournit une quantification du poids de chaque facteur dans la survenue de l'issue étudiée : les complications maternelles (CM). Cela permet donc d'évaluer l'ordre de grandeur de chaque facteur de risque, l'un par rapport à l'autre.

Dans le contexte de l'étude de la naissance d'un fœtus macrosome, la place accordée à la césarienne, et plus particulièrement la césarienne élective, est problématique. D'une part, elle permet de prévenir l'apparition de complications maternelles (en particulier les déchirures périnéales) et néonatales (dystocie des épaules et lésion du plexus brachial), d'autre part, elle peut aussi être considérée comme étant elle-même une complication de l'accouchement. Nous avons donc choisi, dans notre analyse principale, d'exclure les patientes ayant une césarienne élective (définie comme une

césarienne planifiée 8 heures ou plus avant l'accouchement et réalisée comme prévu [112]), car elles avaient principalement été programmées pour éviter une dystocie fœto-maternelle. Toutefois, nous avons gardé dans l'analyse les autres césariennes (en travail) car elles reflétaient un travail prolongé et difficile pouvant aboutir à la survenue de complications maternelles. Nous avons donc évalué la survenue de facteurs de risque de complications maternelles en cas de tentative de voie basse (n=1564 patientes).

Afin de vérifier le poids de ces hypothèses concernant les césariennes dans nos conclusions, nous avons effectué deux autres analyses de sensibilité, prenant en compte toutes les césariennes (électives ou non) (n=1832 patientes). La première analyse de sensibilité a conservé les mêmes items dans le critère composite CM et, visait à évaluer si la césarienne élective pouvait elle aussi être considérée comme un facteur de risque de complication maternelle. En effet, même si la césarienne élective ne peut pas être responsable de déchirure périnéale du 3^{ème} ou 4^{ème} degré (un des paramètres du critère composite CM), elle peut occasionner une hémorragie du post-partum ou faire requérir une transfusion sanguine (autres items du critère composite de CM). La seconde analyse de sensibilité, a inclus la césarienne élective pour suspicion de macrosomie comme un 4^{ème} item du critère composite CM (CM2). En effet, comme mentionné plus haut, la césarienne élective a pour but, entre autres, de prévenir la survenue de complication maternelle. Ainsi une patiente ayant eu une césarienne élective correspond à une patiente qui aurait pu avoir eu des complications maternelles en cas d'accouchement par voie basse. Il est donc sensé de réaliser une analyse en incluant la césarienne élective dans les items du critère composite CM.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA, v.13 (Stata Corporation, College Station, TX).

Résultats

Entre 2005 et 2008, 27 630 patientes ont accouché dans les deux centres. Parmi elles, 1 832 (6,6%) femmes ont accouché d'un nouveau-né pesant plus de 4000g, 268 (15%) par césarienne élective et 1564 (85%) ont tenté un accouchement par voie vaginale. Ces 1564 patientes ont donc été incluses dans l'étude (analyse principale). La proportion de nouveau-nés macrosomes ($\geq 4000g$) est restée stable pendant cette période de 4 ans.

Les caractéristiques des patientes sont présentées dans le tableau 7. La plupart des patientes étaient européennes (71%), avait un indice de masse corporelle (IMC) moyen avant la grossesse de 23,9 (11% étaient obèses avant la grossesse) et n'avaient pas de diabète de type 1 ou de type 2, ni de diabète gestationnel (93%). La prise de poids moyenne pendant la grossesse était de 14kg (étendue : -6kg ; 42kg) ; 30% des patientes ayant une prise de poids excessive (>18kg).

Les caractéristiques de la grossesse ainsi que les complications maternelles et néonatales sont présentées dans le tableau 8. Parmi les 1564 patientes, 95 (6%) ont présenté une CM. La durée médiane de la grossesse était de 40,7 semaines d'aménorrhée (SA) (1^{er} quartile-3^{ème} quartile : 40 – 41.1 SA) ; une seule patiente ayant accouché prématurément (36SA+6j). Le travail a été déclenché chez 33% des patientes, principalement pour un dépassement de terme (60%) ou pour des raisons materno-foetales (30%) comme les complications hypertensives de la grossesse, le diabète gestationnel ou une rupture prématurée des membranes. La durée médiane de travail était de 6 heures avec 34% des patientes accouchant en moins de 5 heures, 52% des patientes accouchant entre 5 et 9 heures, et 14% accouchant en plus de 10 heures. Deux cent soixante-deux patientes (17%) ont accouché par césarienne en cours du travail pour deux indications principales: stagnation de la dilatation (65%) et anomalie du rythme cardiaque foetal (34%). Concernant les déchirures périnéales, 31% des patientes ont eu une déchirure du 1^{er} degré, et une déchirure du 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} degré respectivement dans 42,8%, 1% et 0,2% des cas. Deux cent soixante et une patientes (17%) ont eu une hémorragie du post-partum avec différents traitements requis: l'ocytocine (69%), les prostaglandines (sulprostone) (27%), l'embolisation des artères utérines (2%), la ligature des artères iliaques internes (2%), et l'hystérectomie d'hémostase (0,5%).

Tableau 7: Caractéristiques des patientes

	n (%)
Age de la patiente (années)	
Moyenne +/- écart type [étendue]	30,8 +/- 4,8 [17-46]
< 30 ans	696 (44,5)
≥ 30 ans	868 (54,5)
Origine ethnique des patientes	
Européenne	1111 (73)
Afrique du Nord (Maghreb)	253 (17)
Afrique Centrale	97 (6)
Asie et Inde	26 (2)
Amérique (du Nord et du Sud)	30 (2)
IMC des patientes en début de grossesse*	
Maigreur	76 (5)
Poids normal	921 (65)
Surpoids	263 (19)
Obésité	163 (11)
Classe I	115 (8)
Classe II	31 (2)
Classe III	17 (1)
Prise de poids pendant la grossesse*	
Moyenne +/- écart type [étendue]	14 +/-6,0 [-6 ; 42]
< 6kg	99 (7)
6-18 kg	838 (63)
>18 kg	400 (30)
Antécédent d'accouchement voie basse d'un enfant de plus de 4000g*	
Non	1144 (82)
Oui	252 (18)
Diabète	
Pas de diabète	1438 (93)
Diabète gestationnel sous régime	97 (6)
Diabète gestationnel sous insuline	11 (0,7)
Diabète pré gestationnel (type I et type II)	5 (0,3)
Terme d'accouchement (SA)	
Moyenne +/- écart type [étendue]	40,5 +/- 0,9 [36,9 ; 42]
Médiane (1 ^{er} quartile-3 ^{ème} quartile)	40,7 (40-41,1)

*données manquantes

Tableau 8: Caractéristiques de la grossesse, complications maternelles et du nouveau-né

	n (%)
Voie d'accouchement	
Voie basse spontanée	1038 (66)
Voie basse instrumentale	264 (17)
Forceps	59
Ventouse	205
Césarienne pendant le travail	262 (17)
Périnée[§]	
Périnée intact	327 (25)
Déchirure 1 ^{er} degré	404 (31)
Déchirure 2 ^{ème} degré	556 (42,8)
Déchirure 3 ^{ème} degré	13 (1)
Déchirure 4 ^{ème} degré	2 (0,2)
Complications maternelles (CM) 95 (6)*	
Déchirure périnéale du 3 ^{ème} ou 4 ^{ème} degré [§]	15 (1)
Hémorragie sévère du post partum	78 (5)
Prostaglandines (sulprostone)	68
Embolisation des artères utérines	4
Ligature des artères hypogastriques	5
Hystérectomie d'hémostase	1
Transfusion	12 (1)
Poids du nouveau-né	
Moyenne +/- écart type [extrêmes]	4207 +/- 192 [4000 ; 5460]
<4500g	1438 (92)
4500g - 5000g	120 (7,6)
>5000g	6 (0,4)
Score d'APGAR	
0-6	20 (1,3)
7-10	1544 (98,7)
pH artériel au cordon*	
Moyenne +/- écart type [extrêmes]	7,3 +/- 0,09 [6,54 ; 7,7]
<7,0	14 (1,5)
7,0 – 7,14	65 (5,6)
>7,15	1094 (93,2)
Complications néonatales	
Dystocie des épaules	80 (5)
Morbidité et Mortalité néonatale	19 (1)
Fracture Clavicule et/ou Humérus	14
Lésion du plexus brachial	5
Décès néonatal	1

[§] Parmi les accouchements par voie basse

* Variable composite CM: au moins une complication maternelle (déchirure périnéale du 3^{ème} ou 4^{ème} degré ou hémorragie sévère du post partum ou transfusion).

Le poids moyen de naissance était 4207g (IC à 95% [4010; 4590] ; étendue : 4000-5460). Huit pour cent des enfants pesaient plus de 4500g : 7,6% entre 4500g et 5000g et 0,4% au dessus de 5000g (6 enfants). Les nouveau-nés étaient de sexe masculin dans 67% des cas et avaient un score d'Apgar à 5 minutes supérieur à 7 dans 98,7% des cas. Soixante-treize nouveau-nés (4,7%) ont été admis à l'unité de soins intensifs néonatale, principalement pour une détresse respiratoire (43%) ou des épisodes d'hypoglycémie (30%). La durée moyenne de séjour de l'enfant dans l'unité de soins intensifs était de 2 jours [extrêmes 1-10]. En ce qui concerne les complications néonatales, la dystocie des épaules est survenue dans 5,1% des accouchements et 5 enfants ont présenté une lésion transitoire du plexus brachial qui s'est complètement résolue dans les premiers 6 mois de vie, et ce, sans séquelles.

Analyse Univariée

Les résultats de l'analyse univariée sont présentés dans le tableau 9. Les facteurs significativement ($p < 0.05$) associés au critère composite de morbidité maternelle (CM) en analyse univariée étaient l'âge maternel, l'antécédent d'accouchement par voie basse d'un enfant macrosome ($>4000g$), la durée prolongée du travail, l'accouchement par césarienne au cours du travail et le poids de naissance du nouveau-né. L'origine ethnique des patientes, le terme d'accouchement, le déclenchement du travail et le sexe de l'enfant bien que non statistiquement significatifs (p entre 0,05 et 0,2), ont été conservés dans le modèle multivarié. L'IMC des patientes, l'existence d'un diabète maternel (gestationnel ou préexistant) et le centre bien qu'ayant une valeur de p inférieure à 0,2 ont eux aussi été maintenus dans l'analyse multivariée en tant que variables d'ajustement.

Tableau 9 : Analyse univariée des facteurs de risque de complication maternelle (CM)

	Absence de CM N (%)	CM N (%)	p
Age maternel			
<i>Moyenne +/- écart type</i>	30,8+/-4,8	29,8+/-4,7	0,05
< 30 ans	641 (92%)	55 (8%)	
≥ 30 ans	828 (95%)	40 (5%)	0,007
Centre investigateur			
CHI Poissy	955 (93%)	67 (7%)	
CHU Antoine Béclère	514 (95%)	28 (5%)	0,3
Origine ethnique			
Européenne	1045 (94%)	66 (6%)	
Maghreb	237 (94%)	16 (6%)	
Afrique noire	89 (92%)	8 (8%)	
Asie-inde	21 (81%)	5 (19%)	
Amérique N-S	30 (100%)	-	0,06*
IMC en début de grossesse[§]			
<18,5	74 (97,4%)	2 (2,6%)	
18,5-24,9	857 (93%)	64 (7%)	
25-29,9	245 (93,2%)	18 (6,8%)	
≥30	155 (95%)	8 (5%)	0,4
Prise de poids pendant la grossesse[§]			
<i>Moyenne +/- écart type</i>	14,5+/-6,0	13,9+/-6,1	0,5
< 6kg	90 (91%)	9 (9%)	
6-18kg	786 (93%)	52 (6%)	
≥ 18kg	377 (94%)	23 (6%)	0,5
Antécédent d'accouchement voie basse d'un enfant >4000g[§]			
NON	1069 (93%)	75 (7%)	
OUI	245 (97%)	7 (3%)	0,02
Diabète			
Pas de diabète	1347 (93,7%)	91 (6,3%)	
Diabète gestationnel sous régime	94 (97%)	3 (3%)	
Diabète gestationnel sous insuline	11 (100%)	-	
Diabète pré grossesse	5 (100%)	-	0,6*
Terme d'accouchement (SA)			
<i>Moyenne +/- écart type</i>	40,5 +/- 0,9	40,6 +/- 0,9	0,14
Déclenchement du travail			
NON	987 (95%)	56 (5%)	
OUI	482 (93%)	39 (7%)	0,1
Durée du travail (heures)			
<i>Médiane (1^{er} quartile ; 3^{ème} quartile)</i>	6 (4 ; 8)	7 (4 ; 10)	0,003**
< 5 heures	490 (95%)	24 (5%)	
5-9 heures	736 (94%)	44 (6%)	
≥10 heures	178 (88%)	25 (12%)	0,001
Voie d'accouchement			
Voie basse	1237 (95%)	65 (5%)	
Césarienne	232 (89%)	30 (11%)	0,001
Poids de naissance (grammes)			
<i>Médiane (1^{er} quartile ; 3^{ème} quartile)</i>	4160 (4060 ; 4300)	4150 (4060 ; 4320)	0,4**
4000-4500g	1360 (95%)	78 (5%)	
4500-5000g	104 (87%)	16 (13%)	
>5000g	5 (83%)	1 (17%)	0,002*
Sexe nouveau-né			
Garçon	978 (93%)	69 (7%)	
Fille	491 (95%)	26 (5%)	0,2

[§]Données manquantes, *test de Fisher, ** test de Mann-Whitney

Analyse Multivariée

Les résultats de l'analyse multivariée sont présentés dans le tableau 10. Les facteurs de risque significativement associés à la survenue de complications maternelles (CM) étaient une origine asiatique des patientes, une durée de travail prolongée de plus de 10 heures, une césarienne pendant le travail et un poids de naissance de l'enfant supérieur à 4500g. L'obésité (IMC>30) apparaissait comme proche de la signification statistique avec une multiplication par 2,2 [0,9 - 5,4] du risque de complications maternelles sévères. La multiparité apparaissait comme un facteur protecteur de la survenue de complications maternelles, et ce d'autant plus, que les patientes avaient déjà accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome: ORa = 0.5 [0.2; 0.9].

Les calculs des risques attribuables sont aussi présentés dans le tableau 10 pour les facteurs de risque ayant des ORa significatifs et plus grand que 1. Le risque attribuable associé avec un poids de naissance supérieur à 4500g était de 10% alors qu'il était de 17%, 12% et 3% pour la césarienne au cours du travail, la durée du travail supérieure à 10 heures et l'origine ethnique asiatique respectivement.

Tableau 10 : Analyse multivariée par régression logistique des facteurs de risques de complications maternelles (CM) et calcul des risques attribuables correspondant.

	ORa [IC 95%]*	p	Risque attribuable**
Centre investigateur			
CHI Poissy	1	0,5	-
CHU Antoine Bécclère	0,9 [0,5-1,5]		
Age maternel \geq 30 ans	1,4 [0,8-2,4]	0,2	-
Origine ethnique de la patiente		0,04	3%
Non Asiatique	1		
Asiatique	3,1 [1,1-9,3]		
Critère composite “parité” et “antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant macrosome”		0,04	-
Nullipare	1		
Multipare sans antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,8 [0,5-1,1]	0,06	
Multipare avec antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,5 [0,2-0,9]	0,03	
Diabète maternel (gestationnel ou préexistant)	0,5 [0,2-1,7]	0,3	-
Obésité (IMC \geq 30kg/m ²)	2,2 [0,9-5,4]	0,09	-
Age gestationnel à l’accouchement \geq 40 semaines	1,2 [0,6-2,3]	0,5	-
Déclenchement du travail	1,5 [0,9-2,4]	0,1	-
Durée du travail \geq 10 heures	1,9 [1,1-3,4]	0,02	12%
Césarienne pendant le travail	2,2 [1,3-3,9]	0,004	17%
Poids de naissance de l’enfant \geq 4500g	2,7 [1,4-5,1]	0,004	10%
Sexe de l’enfant (Garçon)	1,2 [0,7-2,0]	0,5	-

* odds ratio ajustés avec intervalle de confiance à 95%

** calculé si l’ORa est significatif et est plus grand que 1.

Analyses de sensibilité

Les analyses de sensibilité effectuées afin d'apprécier la place de la césarienne élective dans la survenue de complications maternelles sont présentées dans les tableaux 11 et 12. Ces analyses portent toutes les deux sur l'ensemble des patientes ayant accouché d'un nouveau-né de plus de 4000 g (sans exclure les accouchements par césarienne élective). Dans l'analyse de sensibilité n°1 (tableau 11), la césarienne élective est considérée comme une des modalités de la variable explicative "voie d'accouchement". Les résultats obtenus, en comparaison avec ceux de l'analyse principale, ne sont pas différents en termes d'ORa. On retrouve toujours comme facteurs de risque l'origine ethnique asiatique, une durée prolongée du travail, une césarienne pendant le travail et un poids de naissance supérieur à 4500g. Le seul facteur associé à une diminution du risque de complications maternelles reste la multiparité avec antécédent d'accouchement vaginal d'un enfant de plus de 4000g. La césarienne élective, quand à elle, apparaît non liée statistiquement à la survenue de complications maternelles avec un ORa=1,5 [0,7-3,2]. L'analyse de sensibilité n°2 (tableau 12) considère la césarienne élective comme un élément supplémentaire du critère composite de complication maternelle (CM2). Les résultats obtenus dans cette 2^{ème} analyse de sensibilité sont en revanche, très différents. Ceci est probablement dû au poids de la césarienne élective dans la constitution de ce nouveau critère composite : sur les 363 patientes ayant eu une complication maternelle avec ce nouveau critère composite (CM2), 252 (69,4%) ont juste eu une césarienne élective, 16 (4,4%) une césarienne élective et d'autres éléments de complications et 95 (26,2%) ont uniquement eu les complications maternelles du critère composite initial (CM). Les résultats de cette analyse de sensibilité reflètent donc plus les facteurs de risque de césarienne élective que de complications maternelles. Ainsi, on retrouve comme facteur de risque l'obésité et le poids de naissance supérieur à 4500g. Les facteurs associés à une diminution du risque de complications maternelles (CM2) sont un âge gestationnel supérieur à 40SA, un déclenchement du travail et une durée longue de travail. L'origine ethnique asiatique n'est plus statistiquement associée à CM2, de même que la multiparité. L'ORa associé à la césarienne en cours de travail correspond aux complications maternelles autres que

la césarienne électorive, par définition, et ce dans un sous-groupe restreint de patientes, ceci expliquant la valeur de cet ORa.

Tableau 11 : Analyse de sensibilité 1 – Prise en compte de toutes les 1832 patientes avec un nouveau-né de plus de 4000 g – Analyse multivariée par régression logistique des facteurs de risque de complications maternelles (CM), en incluant les césariennes électives comme facteur de risque à étudier

	Analyse principale (Tableau 13)		Analyse de sensibilité 1	
	ORa [IC 95%]	p	ORa [IC 95%]	p
Centre investigateur		0,5		0,7
CHI Poissy	1		1	
CHU Antoine Béclère	0,9 [0,5-1,5]		0,9 [0,6-1,5]	
Age maternel \geq 30 ans	1,4 [0,8-2,4]	0,2	1,3 [0,8-2,0]	0,3
Origine ethnique de la patiente		0,04		0,001
Non Asiatique	1		1	
Asiatique	3,1 [1,1-9,3]		4,6 [1,9-11,2]	
Critère composite “parité” et “antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant macrosome”		0,04		0,05
Nullipare	1		1	
Multipare sans antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,8 [0,5-1,1]	0,06	0,9 [0,6-1,2]	0,4
Multipare avec antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,5 [0,2-0,9]	0,03	0,5 [0,2-0,9]	0,04
Diabète maternel (gestationnel ou préexistant)	0,5 [0,2-1,7]	0,3	0,6 [0,2-1,4]	0,3
Obésité (IMC \geq 30kg/m ²)	2,2 [0,9-5,4]	0,09	1,9 [0,8-4,1]	0,1
Age gestationnel à l’accouchement \geq 40 semaines	1,2 [0,6-2,3]	0,5	1,2 [0,7-2,0]	0,6
Déclenchement du travail	1,5 [0,9-2,4]	0,1	1,4 [0,9-2,3]	0,2
Durée du travail \geq 10 heures	1,9 [1,1-3,4]	0,02	2,0 [1,2-3,4]	0,01
Voie d’accouchement		0,004		0,01
Voie basse	1		1	
Césarienne pendant le travail	2,2 [1,3-3,9]		2,2 [1,3-3,8]	0,003
Césarienne élective	-		1,5 [0,7-3,2]	0,3
Poids de naissance de l’enfant \geq 4500g	2,7 [1,4-5,1]	0,004	2,4 [1,3-4,4]	0,003
Sexe de l’enfant (Garçon)	1,2 [0,7-2,0]	0,5	1,4 [0,8-2,3]	0,2

Tableau 12 : Analyse de sensibilité 2 – Prise en compte de toutes les 1832 patientes avec un nouveau-né de plus de 4000 g – Analyse multivariée par régression logistique des facteurs de risque du nouveau critère composite de complications maternelles (CM2) : césarienne électorale, ou déchirure périnéale 3^{ème}- 4^{ème} degré, ou hémorragie du post partum, ou nécessité de transfusion.

	Analyse principale (Tableau 13)		Analyse de sensibilité 2	
	ORa [IC 95%]	p	ORa [IC 95%]	p
Centre investigateur		0,5		0,7
CHI Poissy	1		1	
CHU Antoine Béclère	0,9 [0,5-1,5]		1,1 [0,7-1,5]	
Age maternel \geq 30 ans	1,4 [0,8-2,4]	0,2	1,0 [0,7-1,5]	0,8
Origine ethnique de la patiente		0,04		0,08
Non Asiatique	1		1	
Asiatique	3,1 [1,1-9,3]		2,4 [0,9-6,2]	
Critère composite “parité” et “antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant macrosome”		0,04		0,1
Nullipare	1		1	
Multipare sans antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,8 [0,5-1,1]	0,06	1,5 [0,9-2,4]	0,07
Multipare avec antécédent d’accouchement vaginal d’un enfant >4000g	0,5 [0,2-0,9]	0,03	1,7 [0,9-2,8]	0,06
Diabète maternel (gestationnel ou préexistant)	0,5 [0,2-1,7]	0,3	1,3 [0,7-2,2]	0,5
Obésité ($IMC \geq 30 \text{kg/m}^2$)	2,2 [0,9-5,4]	0,09	1,7 [1,0-2,8]	0,03
Age gestationnel à l’accouchement ≥ 40 semaines	1,2 [0,6-2,3]	0,5	0,5 [0,3-0,7]	0,001
Déclenchement du travail	1,5 [0,9-2,4]	0,1	0,3 [0,2-0,4]	0,001
Durée du travail ≥ 10 heures	1,9 [1,1-3,4]	0,02	0,5 [0,3-0,9]	0,01
Césarienne pendant le travail	2,2 [1,3-3,9]	0,004	29,0 [19,8-42,5]	0,004
Poids de naissance de l’enfant ≥ 4500 g	2,7 [1,4-5,1]	0,004	2,6 [1,6-4,3]	0,001
Sexe de l’enfant (Garçon)	1,2 [0,7-2,0]	0,5	0,9 [0,6-1,3]	0,7

Discussion

Nous avons donc constaté dans cette étude que la survenue de complications maternelles lors de la tentative d'accouchement par voie vaginale d'un enfant ayant un poids de naissance ≥ 4000 g était de 6%. La prévalence des enfants macrosomes ainsi que les caractéristiques des patientes dans l'échantillon étaient très semblables à celles des études antérieures [16, 19, 20, 106, 113, 114]. Les facteurs de risque de complications maternelles (CM) retrouvés dans l'étude ne sont pas seulement le poids de naissance de l'enfant, mais aussi l'origine asiatique de la mère, une longue durée du travail (>10h), et une césarienne en cours de travail. Il convient également de remarquer que les femmes multipares ayant déjà accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome avaient un risque diminué de complications maternelles (CM).

Nous avons évalué la survenue de complications maternelles en cas d'accouchement d'enfant macrosome à la fois chez des patientes obèses et non obèses. En effet, en dépit d'une étude sur une durée de 4 ans, nous ne disposions pas d'un échantillon suffisamment conséquent de patientes obèses ayant accouché d'un enfant macrosome (n=211). Nous avons donc conservé les données des patientes non obèses dans l'analyse. Nous avons ensuite évalué si les facteurs de risque de complications maternelles étaient les mêmes, et avec la même intensité chez les patientes obèses ou non via une analyse de l'interaction entre obésité et facteurs de risque. Toutes les interactions étaient nettement non significatives. Ainsi, les résultats obtenus sont valables chez les patientes obèses ou non. Cette conclusion pouvant être cependant légèrement pondérée par le fait que les effectifs n'étaient malgré tout pas optimums pour observer des différences très fortes entre les groupes.

Par ailleurs, pour renforcer notre conclusion concernant les facteurs de risque, nous nous appuyons sur les données de la littérature. Celles-ci ne permettent pas de penser que les facteurs de risque se comportent de manière différente chez les patientes obèses ou non. Les déchirures périnéales du 3^{ème} ou 4^{ème} degré semblent, dans la littérature, réduites chez les patientes obèses par rapport au patientes non obèses [115, 116] alors que la survenue d'une hémorragie de la délivrance, apparaît selon les études françaises aussi fréquente [117], ou parfois plus fréquente dans certaines études américaines

[118] chez les patientes obèses que chez les non obèses. Partant de ces éléments, nous avons donc décidé de conserver dans l'analyse à la fois les patientes obèses et non obèses.

Les études antérieures portant sur la morbidité maternelle et néonatale ont très bien décrit la forte influence de la macrosomie néonatale, surtout quand l'enfant a un poids à la naissance supérieur à 4500g, ce qu'on appelle « plus gros que gros » [16, 24, 106, 107, 119]. Zhang et al. [106] ont montré que les courbes de mortalité et de morbidité périnatale et néonatale en relation avec le poids de naissance avaient une forme spécifique en J avec 2 seuils importants: 4500 g et 5000 g. Au-delà de ces deux seuils, les complications sont considérablement augmentées. Le seuil de 4500 g était toujours présent dans notre étude, mais dans une moindre mesure puisque l'échantillon que nous avons sélectionné était limité aux nouveau-nés déjà macrosomes, de plus de 4000 g. À son tour, cette limite nous a permis d'étudier le rôle d'autres facteurs de risque, car cela réduisait ainsi l'impact du poids de naissance dans la survenue de complications maternelles (CM). En outre, le fait d'avoir travaillé sur un grand échantillon non sélectionné (toutes les femmes avec un enfant plus gros que 4000 g ont été incluses), a fourni une puissance statistique suffisante et des résultats qui sont potentiellement généralisables.

Handa et al. [108] ont montré que le risque de déchirure périnéale était multiplié par 2 en cas de macrosomie foetale, mais qu'il augmentait également chez les femmes asiatiques, philippines, et indiennes par rapport aux femmes caucasiennes avec des OR respectivement de 1,37; 1,63 et 2,50 pour la survenue de lacération du sphincter anal correspondant aux déchirures périnéales du 3^{ème} et 4^{ème} degré. Nos résultats, obtenus après ajustement sur l'IMC, ont confirmé ceux de Handa et al. L'origine ethnique peut en effet être associée à des différences de morphologie et à des variations de l'anatomie périnéale [120, 121]. Ainsi, des variations d'élasticité cutanée, peuvent augmenter le risque de déchirures périnéales et, comme retrouvé dans notre étude pour les femmes asiatiques, peuvent favoriser la survenue de complications maternelles. L'ajustement sur l'IMC que nous avons réalisé

permet de dévoiler la part propre à l'origine ethnique, indépendamment du statut obèse ou non, rendant nos résultats très précis dans l'interprétation des données.

L'effet potentiellement «protecteur» d'avoir déjà accouché par voie basse d'un enfant macrosome avait déjà été rapporté par Mahony et al. [122]. Les tissus du périnée ayant déjà été distendus lors d'un premier accouchement par voie vaginale d'un enfant macrosome; Ces tissus sont donc plus susceptibles de permettre un nouvel accouchement par voie vaginale et ce sans complication périnéale. Mahony et al. ont eux aussi rapporté que si une patiente avait accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome, et qu'un nouvel accouchement par voie basse d'un enfant à nouveau macrosome se produisait, l'incidence de la déchirure du sphincter anal lors de ce 2^{ème} accouchement n'était pas différente de celle d'un groupe témoin de patientes accouchant d'un enfant non-macrosome (1,7% vs. 0,6%; $p = 0,79$) [122]. Comme l'avait souligné Mahony et al, même si cette incidence (1,7%) était le double du taux attendu chez les multipares (0,8%), elle restait cependant nettement inférieure au taux observé lors d'un accouchement par voie basse d'un fœtus macrosome chez une primipare (7,3%) et inférieur au risque global lors de l'accouchement d'une primipare (2,9%) [123].

Dans notre étude, le diabète maternel ainsi que l'indice de masse corporelle n'ont pas été significativement associés à la survenue d'une complication maternelle. Toutefois, il est bien connu que le diabète maternel est associé aux dystocies des épaules et aux déchirures périnéales [124]. En, outre les données de la littérature soutiennent également que l'obésité maternelle est associée à un allongement de la durée du travail [125]. Cette différence, dans notre étude, peut être expliquée par le fait que le rôle de ces facteurs dans la survenue de complications maternelles se fait principalement par le biais du poids de naissance et est donc réduite après un ajustement approprié. Une autre explication pourrait aussi être que la proportion de diabète maternel et de patientes obèses est restée relativement faible dans notre échantillon (respectivement 7,3% et 11,5%).

L'accouchement par césarienne est un facteur de risque connu d'hémorragie du post-partum en particulier quand elle se produit en urgence pendant le travail et/ou après une longue durée de travail

[126, 127]. De même, le travail prolongé avec l'utilisation d'ocytocine est le principal contributeur de l'atonie utérine qui représente 79% des cas d'hémorragie du postpartum [126]. En outre, l'apparition d'une hémorragie du post-partum est plus fréquente lorsque l'un de ces deux paramètres (travail prolongé et césarienne) est associé à la macrosomie [17, 128]. Dans notre étude, ces deux paramètres semblent augmenter de façon significative la présence de complications maternelles (CM), probablement via leur influence sur la survenue d'une hémorragie du post-partum. Ces résultats sont donc en accord avec ceux de la littérature, cependant, la quantification de leur association après ajustement sur le poids de naissance, par le calcul d'odds ratio ajustés, n'avait jamais été réalisée. Enfin, la question de la prise en compte de la césarienne élective reste complexe. Que ce soit dans l'analyse principale ou dans les analyses de sensibilité, aucune de ces stratégies n'est entièrement satisfaisante. En effet, chacune des trois analyses est associée à des biais dans l'échantillon ou dans l'interprétation des résultats. La comparaison des trois stratégies permet cependant de réduire cet écueil.

Pour évaluer le rôle de chaque facteur de risque d'une autre manière, nous avons calculé des risques attribuables qui fournissent, bien que la causalité de l'association ne puisse être certifiée, une quantification de l'ordre de grandeur de l'impact du facteur de risque dans la survenue de complications maternelles. Indirectement, cela évalue la proportion de complications maternelles (CM) qui pourraient être évitées en enlevant le facteur de risque. L'estimation du risque attribuable est particulièrement utile pour les facteurs qui peuvent être modifiés, et dans une moindre mesure pour des facteurs non modifiables tels que l'origine ethnique. Ainsi, l'estimation des risques attribuables nous a permis d'évaluer que, parmi les patientes accouchant d'un nouveau-né de plus de 4000 g, seulement 10% de complications maternelles (CM) peuvent être attribués à un poids de naissance supérieur à 4500 g, ce qui est presque identique à la contribution du travail prolongé. La césarienne pendant le travail semble être le facteur de risque le plus important avec un risque attribuable égal à 17%. Cela pourrait être expliqué par le fait qu'il puisse être responsable du taux d'hémorragie du postpartum et de transfusion sanguine le plus élevé. Enfin, comme la somme des risques attribuables

n'a pas atteint 100%, nous devrions également mentionner qu'une partie des cas de complications maternelles (CM) n'a pas été associée à des facteurs de risque identifiables.

Un autre aspect de notre étude, au vu des résultats obtenus, mérite d'être commenté. C'est la définition de la macrosomie pendant la grossesse, à la naissance, et de son universalité quelle que soit la population concernée. En effet, plus que la définition de la macrosomie à la naissance, c'est surtout la suspicion échographique de macrosomie qui fait débat et que l'on pourrait modifier selon des caractéristiques maternelles ou obstétricales. En effet, ce hiatus se pose quotidiennement dans le diagnostic et la prise en charge des fœtus présentant un retard de croissance intra utérin (RCIU). Plusieurs auteurs ont suggéré qu'afin d'affiner le diagnostic de RCIU, il était important de prendre en compte certains éléments ayant trait au contexte de la patiente, voire même d'utiliser des courbes de croissance "customisées", c'est-à-dire adaptées à différents paramètres tels que l'origine ethnique, la taille de la mère, du père...[129, 130]. L'emploi de ces courbes customisées réduirait, selon certains auteurs, les faux positifs et les faux négatifs du dépistage conventionnel [131-133]. Ce postulat semble donc pertinent, cependant, il paraît impossible de disposer dans chaque contexte précis (ethnie, taille de la mère, du père, sexe du fœtus, parité...) de courbes de croissance adaptées et réalisées sur un nombre suffisamment grand de sujets permettant d'avoir une confiance élevée dans le résultat obtenu. De même, dans le cadre de la suspicion de macrosomie, plusieurs auteurs ont tenté d'affiner la prédiction échographique de la macrosomie, soit par l'emploi de mesures échographiques différentes des biométries classiques (épaisseur des tissus sous cutanés, distance entre les joues du fœtus, mesure du tissu sous cutané abdominal...) [134], soit à l'aide de formules d'estimation de poids fœtal incorporant des critères nouveaux (poids de la mère, antécédents...)[135-137]. Ces nouvelles techniques n'ont cependant pas démontré encore leur supériorité ni leur facilité d'utilisation dans tous les cabinets d'échographie. Ce questionnement quotidien sur l'emploi des courbes de croissance, qu'il s'agisse du contexte de la macrosomie ou du RCIU, a conduit en 2014 la constitution d'un groupe de travail international, débouchant sur la réalisation d'une étude. Ce groupe a inclus prospectivement 4321 patientes à très bas risque de complication dans 8 pays présentant des soins prénataux adéquats situés dans 4 des 5 continents. Chaque patiente bénéficiait de trois échographies obstétricales

échelonnées pendant la grossesse. Le groupe a ainsi réalisé des courbes de croissance des principales mesures biométriques fœtales applicables pour toutes les populations [138]. Ce groupe a dans la même lignée réalisé des courbes de croissance des nouveau-nés, en se basant sur les données issues de 20486 enfants [139]. Cette initiative permet donc de s'affranchir des écueils de la customisation. De nouvelles définitions de la macrosomie (seuils) pourraient ainsi émerger de ce type de travail.

Les points forts de cette étude sont tout d'abord qu'elle est constituée d'une large population diversifiée de patientes, ceci rendant ses résultats potentiellement généralisables. La grande taille de l'échantillon fournit également une puissance statistique suffisante pour détecter des différences entre les groupes de comparaison. Nous avons inclus toutes les femmes qui ont accouché d'un enfant macrosome au cours de la période d'étude. L'exhaustivité avait été vérifiée en croisant les résultats de deux bases de données : la base de données d'hospitalisation et le cahier d'accouchement, et ceci fournissait un accord parfait des résultats. Afin de vérifier que notre population n'avait pas de caractère trop particulier, nous avons examiné différents paramètres. Nos patientes provenaient de deux centres de soins tertiaires français qui effectuent plus de 3000 accouchements par an, sont habitués à la naissance d'enfants macrosomes, et qui font tous deux parties d'un réseau périnatal de soins. Ces deux hôpitaux accueillent diverses populations de patientes provenant de diverses ethnies. Enfin, le pourcentage d'enfants macrosomes ainsi que les caractéristiques de la population étaient très semblables à ceux présentés dans de précédentes publications [16, 19, 106, 113, 114]. Une dernière force de notre étude est que la population de patientes était composée de patientes observantes, venues, pour 94% d'entre elles, à toutes leurs consultations obstétricales, y compris les trois échographies, ce qui minimise les données manquantes.

Cependant, certaines limites de notre étude sont à mentionner. Comme avec toutes les études d'observation, nos résultats sont soumis à des biais de confusion. Par exemple, la gestion du travail et notamment l'application de certains protocoles de prévention de la survenue d'une hémorragie du post-partum n'a pu être vérifiée dans les dossiers des patientes. Nous avons contrôlé au mieux ces biais de confusion à l'aide d'analyses multivariées; cependant, il peut persister de la confusion résiduelle ou

des interactions que nous ne pouvions pas observer ou sur lesquelles nous ne pouvions pas ajuster. Un autre biais pourrait être dû à des erreurs de codage qui sont connues pour se produire dans de grandes bases de données. Cependant, il est peu probable qu'une sous-déclaration ou que des erreurs de codage soient différentielles par rapport au poids à la naissance et à la morbidité maternelle. Ainsi, les associations que nous avons observées sont éventuellement susceptibles d'être conservatrices (biaisée vers zéro).

Malgré ces limites, nos résultats confirment que dans une situation d'accouchement d'un enfant macrosome par voie vaginale, chez des patientes obèses et non obèses, l'équipe médicale en charge de la patiente doit prêter attention à plusieurs paramètres qui pourraient aggraver le pronostic et conduire à des complications maternelles graves telles que des déchirures périnéales du 3^{ème} et 4^{ème} degré ou une hémorragie du post-partum. Ainsi, au-delà de l'influence du poids de naissance de l'enfant, une origine asiatique, un travail prolongé et/ou une césarienne pendant le travail peuvent aggraver la santé maternelle. D'autres recherches doivent améliorer notre capacité à caractériser le poids fœtal en prénatal et ainsi permettre de gérer une suspicion de macrosomie afin de réduire les complications périnatales, maternelles et néonatales.

COMPARAISON DES COMPLICATIONS MATERNELLES ET NEONATALES EN CAS D'OBESITE MATERNELLE ENTRE LA FRANCE ET LE QUEBEC

Contexte

Comme mentionné dans l'introduction, la prévalence de l'obésité a très fortement augmenté ces dernières décennies. Particulièrement en Amérique du Nord. Aux États-Unis, l'obésité a augmenté de 1% par an entre 1997 et 2009 [35], alors que dans le même temps au Canada on assistait à une multiplication par 1,5 chez les femmes adultes en âge de procréer; les taux passant de 16% à 23,9% [40]. En Europe l'augmentation est elle aussi présente mais plus récente, passant en France, entre 1997 et 2009, de 8,3% à 15,1% [39]. Les taux de femmes obèses en France en 2009 atteignent ceux observés au Canada 12 ans plus tôt en 1997.

Une croissance similaire a été observée chez les femmes enceintes : en 2009, 16% des femmes débutant une grossesse sont obèses au Canada, contre 9,9% en France [20, 46]. Cette expansion est à la fois liée à une tendance générale de croissance de l'obésité, mais aussi à une augmentation de l'âge à la maternité au cours des dernières années; en effet, l'obésité augmente également en fonction des classes d'âge [20, 39]. Ainsi, l'obésité semble être plus ancienne et plus répandue au Canada et au Québec qu'en France.

Étant donné l'augmentation importante de la prévalence de l'obésité ainsi que la différence dans les taux de base entre le Québec et la France, nous avons cherché à évaluer si la relation entre la survenue de complications médicales de la grossesse et l'IMC était similaire entre les deux pays. En effet, le Québec pourrait correspondre à un modèle évolutif possible de celui existant à l'heure actuelle en France. Nous avons, pour cela, réalisé une analyse secondaire de données recueillies dans deux bases de données contemporaines en France et au Québec. Cette étude permettra d'améliorer la connaissance et la prise en charge de l'obésité à travers la confrontation des expériences de deux pays de niveau de développement proche, mais ayant des pratiques obstétricales potentiellement différentes.

Matériels et Méthodes

Il s'agit d'une étude comparant deux échantillons transversaux de femmes enceintes.

Les données françaises proviennent de quatre maternités de type III d'Ile de France réalisant plus de 2500 accouchements par an : Hôpital Bicêtre (Val de Marne - 94), Hôpital Antoine Bécclère (Hauts de Seine – 92), Maternité Cochin-Port-Royal (Paris - 75) et Maternité Saint-Vincent-de-Paul (Paris - 75). Toutes les patientes enceintes de grossesses uniques ayant accouché entre le 1^{er} janvier 2009 et le 31 décembre 2011, à un âge gestationnel de plus de 24 semaines d'aménorrhée et ayant une valeur d'IMC connue avant la grossesse ont été incluses. Toutes les données maternelles et néonatales ont été recueillies de façon prospective et ont été enregistrées dans cette base de données par l'équipe médicale en charge des patientes. DIAMM est une base de données, approuvée par la CNIL (Commission nationale de l'informatique et des libertés), sous le numéro de notification 1181076. Les données ont été extraites anonymement de DIAMM dans chaque centre, par un bio technicien dédié et indépendant de l'étude. Après achèvement du recueil des données dans chaque hôpital, les données ont été fusionnées pour créer la base de données française, comportant 26 973 accouchements. Un accord de chaque maternité a été obtenu pour ce projet.

Les données québécoises sont issues de l'essai randomisé contrôlé en grappe QUARISMA (QUALité des soins, gestion du RISque obstétrical et du Mode d'Accouchement au Québec). Cet essai était un essai d'intervention, au niveau de groupe (maternité), cherchant à évaluer l'efficacité d'une intervention complexe comprenant des audits cliniques avec rétro-information par des leaders d'opinion locaux, visant à réduire de manière sûre et durable le taux de césariennes au sein d'une population à faible risque. Ce programme QUARISMA, basé sur le concept d'une pratique fondée sur des données probantes, met l'accent sur l'implication des professionnels de santé dans le processus d'évaluation, selon la définition de l'OMS sur les méthodes d'évaluation de la qualité des soins en obstétrique. Cet essai a eu lieu dans 32 hôpitaux de la province du Québec (Canada), entre 2009 et 2011 et a permis de recueillir des informations sur 184 952 grossesses. Toutes les femmes qui ont accouché dans les centres participants et dont les nouveau-nés avaient un âge gestationnel d'au moins 24 semaines et pesaient au moins 500 g à la naissance ont été incluses dans l'analyse. QUARISMA

ayant démontré son efficacité dans la réduction du taux de césarienne [140], nous avons décidé de limiter notre analyse aux patientes incluses dans le groupe observation de l'essai (bras non interventionnel), enceintes d'une grossesse unique de plus de 24 semaines d'aménorrhée, et pour lesquelles une valeur d'IMC était disponible avant la grossesse. Ainsi, la population de la base québécoise comprenait 83 545 accouchements. Cet essai a reçu une approbation du comité d'éthique de chacun des 32 hôpitaux participants. Une approbation complémentaire concernant la réalisation des études secondaires issues de la base de données QUARISMA a été obtenu auprès du comité d'éthique québécois.

Ce projet (comparaison France-Québec) a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche en obstétrique et gynécologie sous le numéro CEROG OBS 2013-06-04. La nécessité du recueil de consentement éclairé individuel a été levée par le comité d'éthique.

Pour les deux pays, les caractéristiques démographiques, les antécédents obstétricaux, les données de la grossesse et néonatales ont été répertoriées dans la base de données puis comparées. Les complications médicales de la grossesse qui ont été étudiées sont le diabète gestationnel avec ou sans insulinothérapie, les troubles hypertensifs de la grossesse, la maladie thromboembolique veineuse, la mort fœtale in utéro, l'accouchement par césarienne et la macrosomie néonatale. La définition du diabète gestationnel était différente selon les pays et parfois même selon les hôpitaux au sein de chaque pays. Certains hôpitaux utilisaient un diagnostic en une étape via le test de tolérance au glucose à 75g [141], pour lesquels une valeur anormale selon les seuils diagnostics définis par l'étude HAPO [142] posait le diagnostic. D'autres hôpitaux utilisaient le diagnostic en deux étapes comprenant un test de dépistage à 50g suivi d'un test diagnostic de surcharge glucidique à 75g (si le test de dépistage est $\geq 7,6\text{mmol/l}$), et utilisaient comme seuils de diagnostic ceux correspondant à un risque doublé de complications de la grossesse, selon l'étude HAPO [142] (à jeun $\geq 5.3\text{mmol/l}$, 1 heure $\geq 10.6\text{mmol/l}$, 2 heures $\geq 9.0\text{mmol/l}$) [143]. Pour les besoins de cette étude, nous avons de manière pragmatique, considéré que le diagnostic posé par chaque hôpital, selon ses propres critères était valide pour la définition du diabète gestationnel.

Les troubles hypertensifs de la grossesse étaient définis par la survenue d'une hypertension gestationnelle, d'une prééclampsie, d'une prééclampsie sévère ou d'une éclampsie. L'hypertension gestationnelle était définie par une pression artérielle systolique supérieure ou égale à 140 mmHg ou une pression artérielle diastolique supérieure ou égale à 90 mmHg, constatée à deux reprises après 20 semaines d'aménorrhée, en l'absence de protéinurie. La prééclampsie était définie comme une hypertension gestationnelle soit avec protéinurie supérieure à 300 mg sur une collecte urinaire de 24 heures ou, si un échantillon de 24 heures n'était pas disponible, soit une protéinurie supérieure ou égale à 2+ sur les bandelettes réactives, soit un ratio urinaire de protéine sur créatinine supérieur à 0,03 g/mmol [144, 145]. La prééclampsie sévère était définie comme une prééclampsie associée à des critères de gravité: une pression artérielle systolique supérieure ou égale à 160 mmHg ou une pression artérielle diastolique supérieure ou égale à 110 mmHg, ou une insuffisance rénale (oligurie <500 mL/24hours ou créatinine > 135 micromoles/L, ou protéinurie > 5 g/24 heures), ou un œdème pulmonaire, ou une thrombocytopénie < 100 U/L, ou une éclampsie. La maladie thromboembolique veineuse était définie comme la survenue au cours de la grossesse d'une thrombophlébite profonde d'un membre ou d'une embolie pulmonaire. La mort fœtale in utero était définie par la survenue d'un décès fœtal au cours de la grossesse, avec naissance d'un enfant décédé. La macrosomie était définie comme un poids à la naissance supérieur ou égal à 4000g et la macrosomie sévère comme un poids à la naissance supérieur ou égal à 4500g.

Les caractéristiques des patientes et de leur grossesse ont été décrites après stratification par pays et par IMC avant la grossesse: maigre (< 18,5 kg/m²), poids normal (18,5-24,9 kg/m²), surpoids (25-29,9 kg/m²), obésité - classe I (30 à 34,9 kg/m²), obésité - classe II (35 à 39,9 kg/m²), et obésité - classe III (≥40 kg/m²). Les comparaisons brutes des groupes ont été réalisées à l'aide des tests classiques : test t Student pour les variables quantitatives, test du χ^2 ou test de Fisher exact pour les variables qualitatives.

L'analyse des complications maternelles de la grossesse selon l'IMC et le pays considéré a été réalisée en conservant le caractère quantitatif de l'IMC.

Nous avons modélisé la relation entre les complications médicales de la grossesse et l'IMC à l'aide de polynômes fractionnaires dans chacun des deux pays [146]. Un test d'interaction, entre le pays et la variable d'issue étudiée, a alors été effectué afin d'évaluer si la différence observée entre les deux modélisations était significative [147]. Enfin, une représentation conjointe des associations entre IMC et la variable d'issue étudiée, sous forme de courbes, dans les deux pays a été réalisée pour visualiser les différences éventuelles. Dans un premier temps, des analyses brutes ont été faites, et dans un deuxième temps, la relation entre l'issue étudiée et l'IMC a été ajustée sur les facteurs de risque connus de la pathologie. Enfin, les odds ratios ajustés (ORa) correspondant aux catégories "habituelles" d'IMC ont été estimés selon les modélisations par les polynômes fractionnaires [146] de façon à fournir des chiffres plus facilement interprétables.

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA, v.13 (Stata Corporation, College Station, TX).

Résultats

Échantillons d'étude

La base française incluait 26 973 accouchements, alors que la base québécoise se composait de 83 545 accouchements. La prévalence de l'obésité était de 9,1% en France et 16,8% au Québec ($p < 0,001$). Les caractéristiques de base des patientes sont présentées dans le Tableau 13. La répartition des catégories d'IMC était respectivement la suivante en France et au Québec: maigres : 8% vs. 2,4%; poids normal : 64,3% vs. 56,4%; surpoids : 18,6% vs. 24,4%; obésité de classe I : 6,2% vs. 10,3%; obésité de classe II : 2% vs. 4,2%; obésité de classe III : 0,9% vs. 2,3% ($p < 0,001$). L'IMC moyen était significativement plus faible en France qu'au Québec (23,2 vs. 25,3, $p < 0,001$).

Les femmes françaises étaient en moyenne de deux ans plus âgées que les Canadiennes, et ce quelles que soient les catégories d'IMC ($p < 0,001$). Elles étaient aussi plus souvent nullipares ($p < 0,001$), et consommaient globalement moins de tabac pendant la grossesse que les canadiennes ($p < 0,001$). En France, le tabagisme n'était pas augmenté avec les catégories d'IMC, sauf pour les femmes maigres, alors qu'au Québec, les femmes maigres ou obèses fumaient beaucoup plus de tabac que les femmes de poids normal et de manière statistiquement significative. Dans les deux pays, les patientes obèses avaient beaucoup plus d'antécédents de troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse que les femmes de poids normal. Les patientes françaises avaient plus d'hypertension artérielle chronique, plus de diabète de type 1 et de diabète de type 2 que les canadiennes ($p < 0,01$). Pour ces trois pathologies, une tendance vers une augmentation de la fréquence avec l'augmentation des catégories d'IMC était observée dans les deux pays, sauf pour le diabète de type 1 en France. Concernant les autres pathologies chroniques tels que le lupus érythémateux disséminé, les pathologies cardiaques, les thrombophilies héréditaires, les événements thromboemboliques antérieurs, les maladies rénales chroniques et la maladie de Crohn, elles étaient plus fréquemment présentes chez les canadiennes (5,1 vs. 4,2%, $p < 0,05$), mais pas plus chez les patientes obèses (4,9% vs. 5,0%, $p = 0,8$). L'âge gestationnel à l'accouchement, bien que statistiquement différent, n'était pas cliniquement différent (environ 39SA), ni entre les pays, ni entre les catégories d'IMC. Enfin, le poids

de naissance moyen était significativement plus faible, dans l'ensemble et dans chaque catégorie d'IMC, en France qu'au Québec.

Tableau 13: Caractéristiques maternelles et à l'accouchement

	FRANCE							QUEBEC						
	Total	Maigreux N=2180 (8,0%)	Poids normal N=17330 (64,3%)	Surpoids N=5007 (18,6%)	Obésité			Total	Maigreux N=2059 (2,4%)	Poids normal N=47090 (56,4%)	Surpoids N=20350 (24,4%)	Obésité		
					Classe I N=1659 (6,2%)	Classe II N=545 (2,0%)	Classe III N=252 (0,9%)					Classe I N=8634 (10,3%)	Classe II N=3522 (4,2%)	Classe III N=1890 (2,3%)
Age maternel (années)	31,9 ± 5,5	31,4±5,7 [†]	31,9 ± 5,5	32,1 ± 5,6 [†]	32,3 ± 5,6 [†]	32,3 ± 5,6	32,4 ± 5,7	29,6 ± 4,9[§]	27,9 ± 5,0 ^{†§}	29,5 ± 4,8 [§]	29,9 ± 5,0 ^{†§}	30,0 ± 5,0 ^{†§}	29,8 ± 5,0 ^{†§}	30,1 ± 4,9 ^{†§}
Nulliparité	14489 (51,2)	1182 (54,3)	9238 (53,4)	2205 (44,1) [†]	667 (40,3) [†]	222 (40,9) [†]	102 (40,5) [†]	31434 (44,8)[§]	1024 (49,7) [§]	22837 (48,5) [§]	8551 (42,0) ^{†§}	3162 (36,7) ^{†§}	1228 (34,9) ^{†§}	632 (33,4) ^{†§}
Tabac	2195 (10,4)	222 (12,8) [†]	1416 (10,6)	343 (10,9)	105 (10,3)	38 (11,7)	15 (9,5)	12842 (15,4)[§]	519 (25,2) ^{†§}	7052 (15,0) [§]	2976 (14,6) [§]	1380 (16,0) ^{†§}	591 (16,8) ^{†§}	324 (17,1) ^{†§}
IMC pré grossesse	23,2±4,7	17,6±0,7 [†]	21,4±1,7	26,7±1,4 [†]	31,7±1,4 [†]	36,7±1,4 [†]	44,3±5,3 [†]	25,3±5,6[§]	17,1±0,8 ^{†§}	21,9±1,8 [§]	27,1±1,4 ^{†§}	32,1±1,4 ^{†§}	37,1±1,4 ^{†§}	44,3±4,3 [†]
Antécédents de troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse*	105 (0,5)	4 (0,2)	50 (0,4)	25 (0,7) [†]	11 (0,9) [†]	5 (1,3) [†]	4 (2,2) [†]	2567 (3,1)[§]	27 (1,3) [§]	817 (1,7) [§]	711 (3,5) ^{†§}	522 (6,1) ^{†§}	296 (8,4) ^{†§}	194(10,3) ^{†§}
Hypertension artérielle chronique	492 (1,7)	13 (0,6) [†]	184 (1,1)	134 (2,7) [†]	67 (4,0) [†]	36 (6,6) [†]	28 (11,1) [†]	1165 (1,4)[§]	15 (0,7)	291 (0,6) [§]	274 (1,4) ^{†§}	243 (2,8) ^{†§}	174 (4,9) [†]	168 (8,9) [†]
Pathologie chronique°	898 (4,2)	71 (4,3)	534 (4,1)	176 (4,8)	54 (4,4)	23 (5,7)	12 (6,2)	4266 (5,1)[§]	107 (5,2)	2458 (5,2) [§]	993 (4,9)	429 (5,0)	190 (5,4)	89 (4,7)
Diabète de Type 1	312 (1,1)	15 (0,7)	198 (1,1)	53 (1,1)	23 (1,4)	11 (2,0)	4 (1,6)	312 (0,4)[§]	3 (0,2) [§]	123 (0,3) [§]	85 (0,4) ^{†§}	59 (0,7) ^{†§}	19 (0,5) ^{†§}	23 (1,2) [†]
Diabète de Type 2	108 (0,4)	4 (0,2)	25 (0,1)	29 (0,6) [†]	23 (1,4) [†]	12 (2,2) [†]	10 (4,0) [†]	239 (0,3)[§]	2 (0,1)	34 (0,1) ^{†§}	54 (0,3) ^{†§}	51 (0,6) ^{†§}	55 (1,6) [†]	43 (2,3) [†]
Age gestationnel à l'accouchement (SA)	38,8 ± 3,1	38,8 ± 2,8	38,9 ± 3,0	38,7 ± 3,1 [†]	38,3 ± 3,6 [†]	38,4 ± 3,2 [†]	38,2 ± 3,4 [†]	39,0 ± 1,5[§]	38,7 ± 1,7 ^{†§}	39,0 ± 1,5 [§]	39,0 ± 1,5 ^{†§}	38,9 ± 1,6 ^{†§}	38,9 ± 1,6 ^{†§}	38,7 ± 1,7 ^{†§}
Poids de naissance (g)	3174±718	3082±662 [†]	3181±687	3226±741 [†]	3180±828	3184±804	3157±842	3394±499[§]	3167± 493 ^{†§}	3349±479 [§]	3452±498 ^{†§}	3482±523 ^{†§}	3509±542 ^{†§}	3516±585 ^{†§}

IMC, indice de masse corporel. SA : semaines d'aménorrhée

Les données sont présentées en moyenne +/- écart type ou n (%)

*Lors d'une précédente grossesse: antécédent d'hypertension artérielle gravidique, de prééclampsie ou d'éclampsie.

°Lupus érythémateux disséminé, pathologie cardiaque, thrombophilie héréditaire, antécédent de maladie thromboembolique veineuse, maladie rénale chronique, maladie de Crohn.

[†] Teste la classe d'IMC contre l'IMC de référence (Poids normal); p<0,05

[§] Teste la classe d'IMC au Canada contre la même classe d'IMC en France; p<0,05

Complications maternelles de la grossesse

Pour chaque complication maternelle étudiée, la relation quantitative brute avec l'IMC obtenue par polynôme fractionnaire est présentée sous forme de figure. Le test d'interaction entre l'IMC et le pays est fait après ajustement sur les facteurs de risque connus de la complication concernée. Les résultats sont résumés dans un tableau donnant les odds ratios ajustés et leur intervalle de confiance issus de la modélisation pour les catégories d'IMC en prenant la catégorie normale (18,5-24,9) comme référence.

Diabète Gestationnel

Les associations entre IMC et diabète gestationnel selon les pays sont présentées sur la figure 10. Les OR ajustés et les tests obtenus après modélisation par des polynômes fractionnaires sont présentés dans le tableau 14. L'ensemble de ces analyses a été effectué après exclusion des patientes atteintes d'un diabète de type 1 ou de type 2.

L'augmentation de l'IMC est associée à une augmentation du taux de diabète gestationnel et ce dans les deux pays. La survenue d'un diabète gestationnel était significativement plus fréquente au Canada qu'en France (8,3% vs. 5,8%; $p < 0.001$). La modélisation par polynôme fractionnaire montre des courbes superposables jusqu'à un IMC de 35 puis une séparation des courbes avec un OR plus important au Québec. Ceci étant confirmé par le test d'interaction indiquant une différence significative entre les deux courbes. La chute du risque pour les IMC très élevés en France doit être interprétée avec précaution en raison du très faible nombre de patientes dans cette situation. Cela se traduit notamment par un odds ratio et un intervalle de confiance très proches pour les classes II et III d'obésité dans le tableau 14.

Au Québec, on observait une augmentation significative de l'odds ratio ajusté avec l'IMC. En France, cette augmentation des ORa n'était en revanche plus présente au sein des classes d'obésité. Ainsi, aucune différence entre les ORa pour la France concernant l'obésité de classe I, II ou III n'était observable en raison des larges intervalles de confiance.

Figure 10 : Relation brute entre l'IMC et le diabète gestationnel en France et au Québec

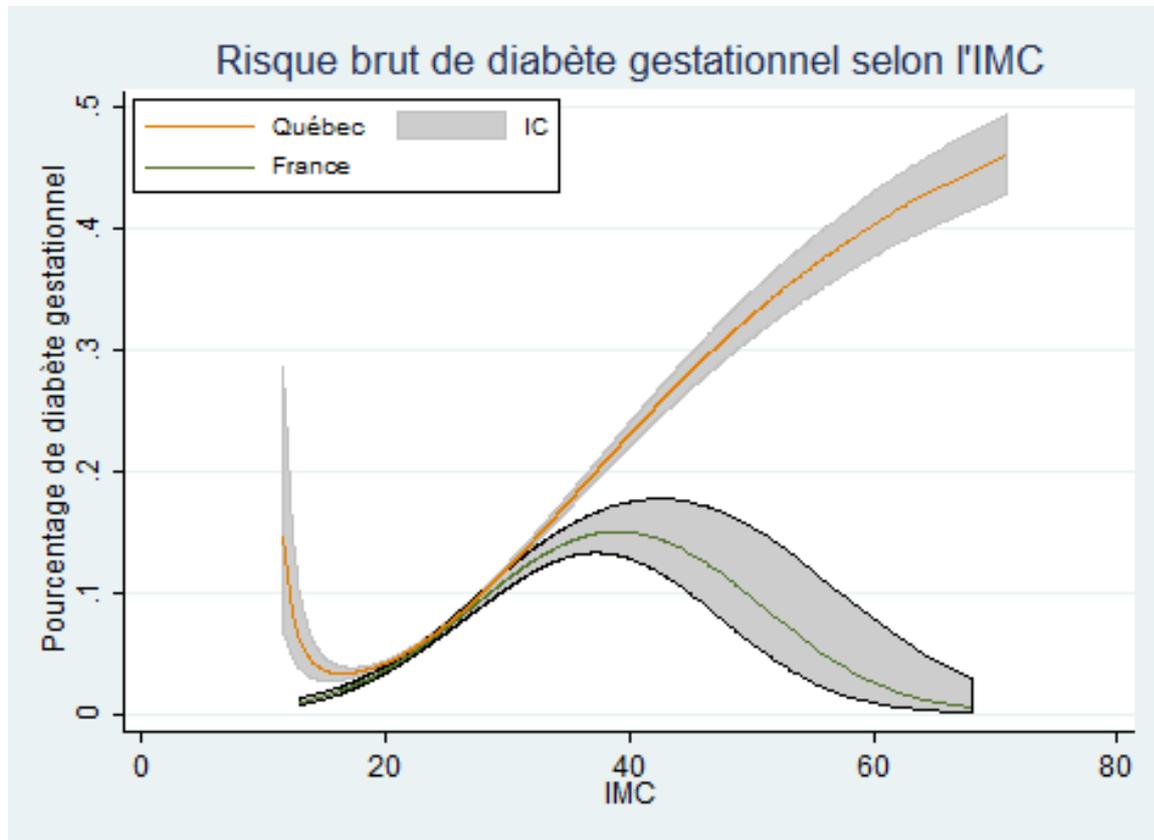


Tableau 14 : OR ajustés* de diabète gestationnel par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreur (IMC<18,5kg/m ²)		0,55 [0,51-0,60]	0,74 [0,67-0,82]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,80 [1,68-1,93]	1,69 [1,64-1,75]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	2,73 [2,45-3,04]	2,67 [2,54-2,80]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	3,40 [2,92-3,95]	3,86 [3,62-4,13]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	3,28 [2,46-4,37]	5,48 [5,02-5,99]
Test de l'association ajustée* entre diabète gestationnel et IMC		p < 0,0001	p < 0,0001
Interaction entre IMC et pays *		p =0,005	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires
 *Ajustement sur âge maternel et antécédent de diabète gestationnel

Troubles hypertensifs de la grossesse

Les associations entre IMC et troubles hypertensifs de la grossesse selon les pays sont présentées sur la figure 11. Les OR ajustés et les tests obtenus après modélisation par les polynômes fractionnaires sont présentés dans le tableau 15.

Tout comme pour le diabète gestationnel, l'augmentation de l'IMC était associée à une augmentation des troubles hypertensifs de la grossesse, que cela soit en France ou au Québec. Les troubles hypertensifs de la grossesse étaient significativement plus fréquents parmi les patientes québécoises (6,9% vs. 4,6%, $p < 0.001$). A niveau d'IMC constant, le décalage des courbes de polynômes fractionnaires traduisait donc bien une plus grande fréquence de troubles hypertensifs de la grossesse au Québec et le test de l'interaction était bien significatif. Après ajustement sur les facteurs confondants (l'âge maternel, le tabac, la parité, l'antécédent troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse, l'hypertension artérielle chronique, l'existence d'un lupus érythémateux disséminé, d'une pathologie cardiaque, d'une thrombophilie héréditaire, d'un antécédent de maladie thromboembolique veineuse, d'une maladie rénale chronique, d'une maladie de Crohn, d'un diabète de type 1 ou de type 2), les valeurs des ORa en France pour les patientes obèses augmentaient très légèrement avec des intervalles de confiance larges, alors qu'au Québec, une augmentation significative des ORa était constatée.

Figure 11: Relation brute entre l'IMC et les troubles hypertensifs de la grossesse en France et au Québec

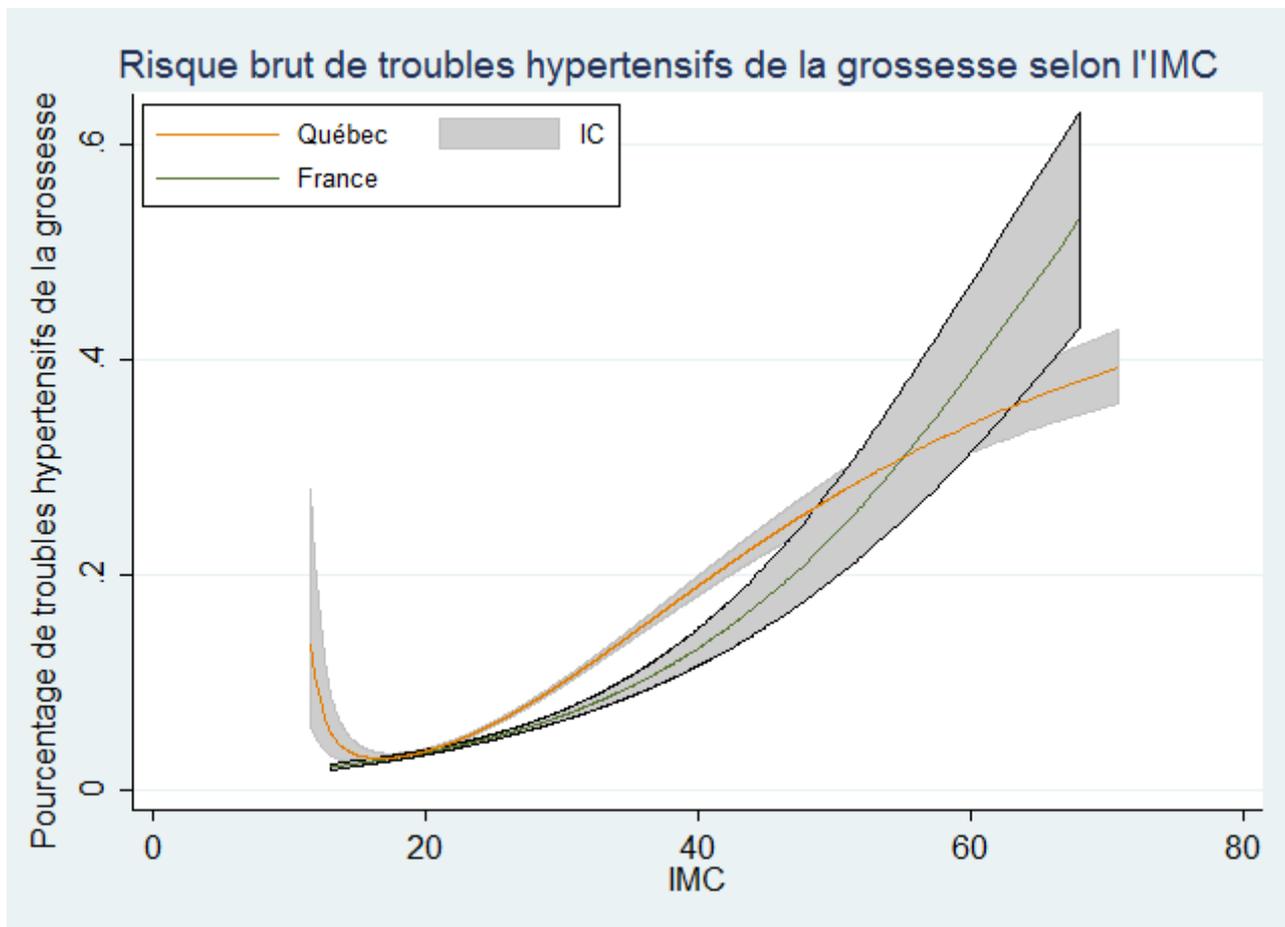


Tableau 15: OR ajustés* de troubles hypertensifs de la grossesse par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreur (IMC<18,5kg/m ²)		0,86 [0,80-0,92]	0,61 [0,59-0,64]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,21 [1,11-1,31]	1,74 [1,68-1,80]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,45 [1,24-1,71]	2,79 [2,63-2,96]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	1,75 [1,38-2,23]	4,05 [3,77-4,35]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	2,20 [1,57-3,08]	5,38 [4,89-5,91]
Test de l'association ajustée* entre troubles hypertensifs de la grossesse et IMC		p <0,0001	p <0,0001
Interaction entre IMC et pays*		p<0,0001	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, le tabac, la parité, l'antécédent troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse, l'hypertension artérielle chronique, l'existence d'un lupus érythémateux disséminé, d'une pathologie cardiaque, d'une thrombophilie héréditaire, d'un antécédent de maladie thromboembolique veineuse, d'une maladie rénale chronique, d'une maladie de Crohn, d'un diabète de type 1 ou de type 2

Pré éclampsie et plus

Lorsque l'on s'intéressait à une issue « prééclampsie et plus », incluant la prééclampsie modérée, la prééclampsie sévère et l'éclampsie, c'est-à-dire la partie la plus sévère des troubles hypertensifs de la grossesse, on obtenait des résultats différents (figure 12, tableau 16). Les courbes brutes de polynômes fractionnaires étaient proches sauf pour un IMC entre 20-30 où on peut noter un léger décalage traduisant une fréquence augmentée de prééclampsies en France. Après ajustement sur les variables confondantes, les deux courbes de polynômes, bien que légèrement décalées, avaient la même pente traduisant une relation similaire entre l'IMC et l'issue étudiée. Le test d'interaction entre les pays et cette issue n'étant d'ailleurs plus statistiquement significatif en analyse ajustée ($p=0.055$). Par conséquent, les ORa ne différaient pas significativement entre les pays pour l'issue « prééclampsie et plus » selon les catégories d'IMC. Néanmoins, les femmes obèses étaient significativement plus à risque de prééclampsie (modérée, sévère et d'éclampsie) que les femmes de poids normal, ceci étant visible avec l'augmentation des ORa par catégorie d'IMC, dans les deux pays.

Figure 12 : Relation brute entre l'IMC et l'issue « pré éclampsie et plus » (pré éclampsie modérée, sévère et éclampsie) en France et au Québec

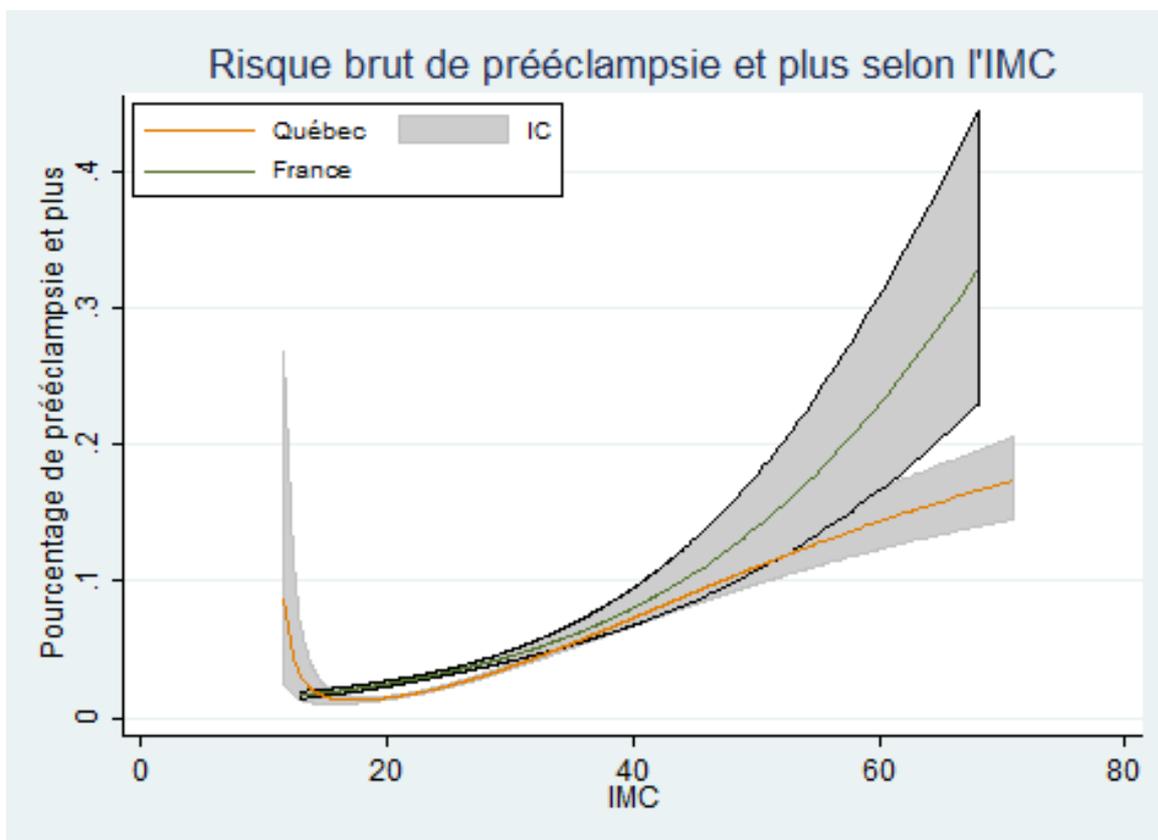


Tableau 16: OR ajustés* de « prééclampsie et plus » par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreur (IMC<18,5kg/m ²)		0,85 [0,79-0,92]	0,66 [0,62-0,69]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,21 [1,11-1,32]	1,62 [1,54-1,71]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,47 [1,23-1,75]	2,46 [2,25-2,69]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	1,72 [1,34-2,19]	3,43 [3,07-3,83]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	2,23 [1,55-3,23]	4,47 [3,89-5,15]
Test de l'association ajustée* entre « prééclampsie et plus » et IMC		p <0,0001	p <0,0001
Interaction entre IMC et pays*		p=0,055	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, le tabac, la parité, l'antécédent troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse, l'hypertension artérielle chronique, l'existence d'un lupus érythémateux disséminé, d'une pathologie cardiaque, d'une thrombophilie héréditaire, d'un antécédent de maladie thromboembolique veineuse, d'une maladie rénale chronique, d'une maladie de Crohn, d'un diabète de type 1 ou de type 2

Maladie thromboembolique veineuse

Les résultats sont présentés sur la figure 13 et dans le tableau 17.

La survenue d'un accident thromboembolique veineux n'était pas différente entre les pays, que ce soit globalement (0,2% vs. 0,2%; $p=0,67$), ou par catégorie d'IMC. Ceci se retrouvait au niveau des courbes de polynômes fractionnaires qui étaient superposables. Les tests d'interactions bruts et ajustés n'étaient donc pas non plus significatifs ($p=0,67$ et $p=0,30$ respectivement). Même si une tendance vers une augmentation du risque était observable au Québec pour les obésités de classe II et III par rapport aux patientes de poids normal; le risque n'était plus significatif en analyse multivariée après ajustement pour les facteurs confondants importants: l'âge maternel, l'existence d'une hospitalisation durant la grossesse, l'existence d'une thrombophilie héréditaire et un antécédent de maladie thromboembolique veineuse. Ces facteurs de risque semblent donc avoir plus de poids que l'IMC dans l'estimation du risque de maladie thromboembolique veineuse.

Figure 13 : Relation brute entre l'IMC et la maladie thromboembolique veineuse en France et au Québec

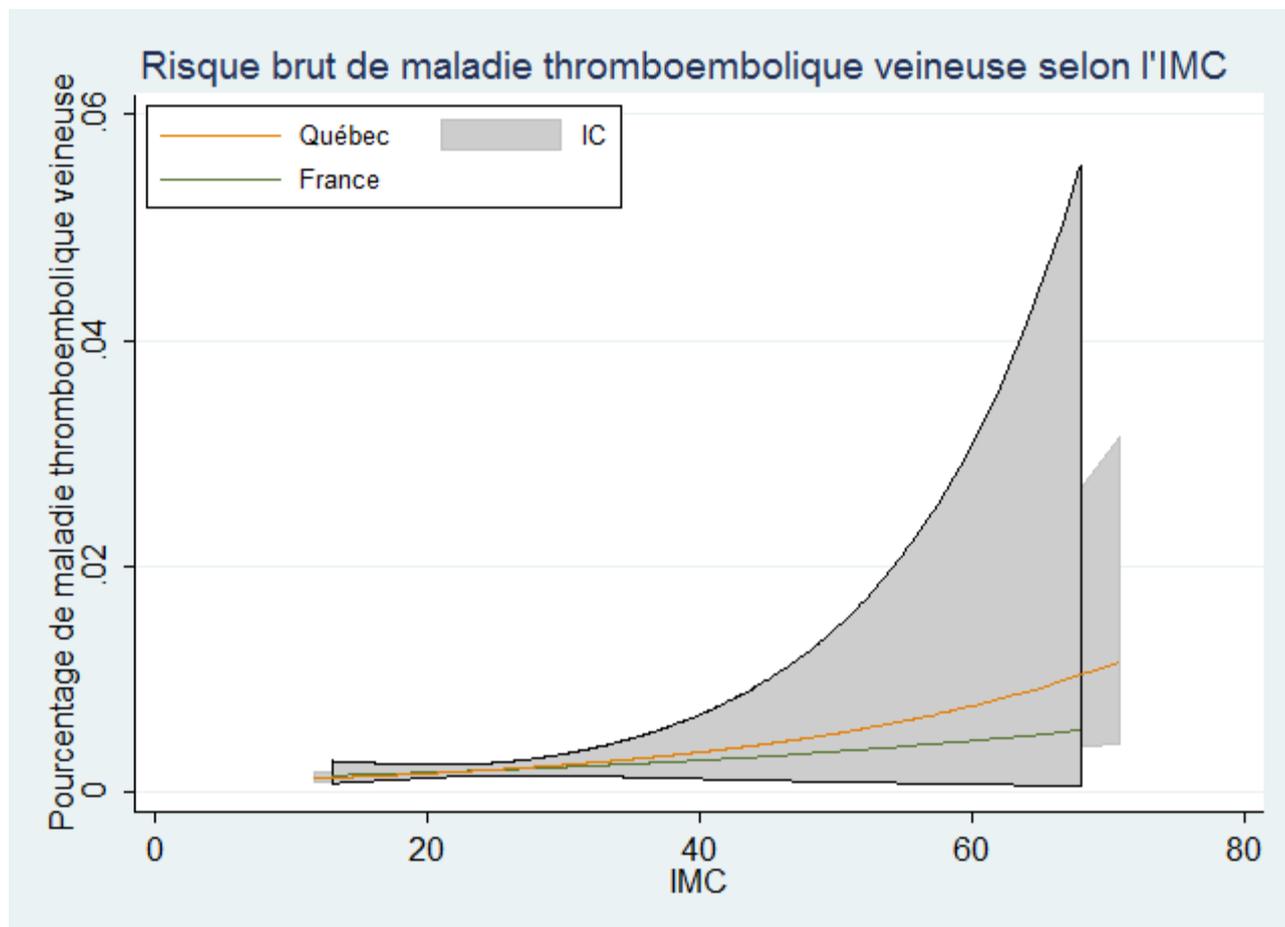


Tableau 17: OR ajustés* de maladie thromboembolique veineuse par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreur (IMC<18,5kg/m ²)		0,92 [0,73-1,16]	0,88 [0,80-0,97]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,11 [0,84-1,47]	1,17 [1,04-1,32]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,22 [0,70-2,14]	1,37 [1,08-1,73]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	1,33 [0,60-2,91]	1,60 [1,12-2,28]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	1,52 [0,47-4,91]	1,93 [1,17-3,18]
Test de l'association ajustée* entre maladie thromboembolique veineuse et IMC		p=0,48	p=0,01
Interaction entre IMC et pays*		p=0,30	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, l'existence d'une hospitalisation durant la grossesse, l'existence d'une thrombophilie héréditaire et un antécédent de maladie thromboembolique veineuse.

Mort fœtale in utero

Les résultats sont présentés sur la figure 14 et dans le tableau 18.

Le risque de mort fœtale in utero (MFIU) était augmenté chez les patientes obèses par rapport aux patientes d'IMC normal, que cela soit en France ou au Québec. Ce risque était plus important en France qu'au Québec à la fois globalement (0,6% vs. 0,2%; $p < 0,001$), mais aussi par catégorie d'IMC. Après ajustement pour l'âge maternel, le diabète gestationnel, le diabète de type 1, le diabète de type 2, l'antécédent de troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse, l'existence d'une thrombophilie héréditaire, et une suspicion de retard de croissance intra-utérin, le lien n'était pas statistiquement très différent entre la France et le Québec (p interaction=0,096).

Figure 14 : Relation brute entre l'IMC et la mort fœtale in utero en France et au Québec

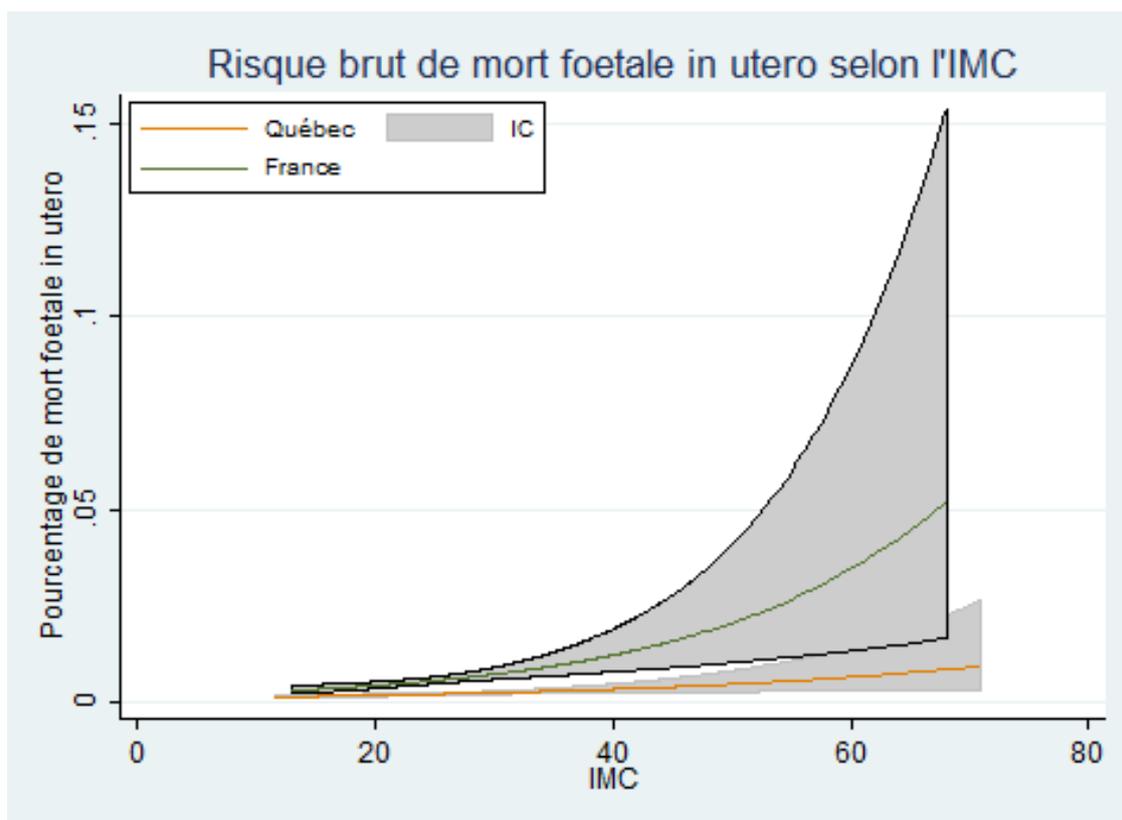


Tableau 18: OR ajustés* de mort fœtale in utero par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigre (IMC < 18,5 kg/m ²)		0,78 [0,68-0,90]	0,89 [0,8-0,99]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,35 [1,14-1,60]	1,15 [1,02-1,31]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,81 [1,29-2,54]	1,32 [1,03-1,70]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	2,44 [1,47-4,04]	1,52 [1,05-2,20]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	3,49 [1,72-7,08]	1,80 [1,07-3,03]
Test de l'association ajustée* entre mort fœtale in utero et IMC		p=0,0005	p =0,028
Interaction entre IMC et pays*		p=0,096	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, le diabète gestationnel, le diabète de type 1, le diabète de type 2, l'antécédent de troubles hypertensifs lors d'une précédente grossesse, l'existence d'une thrombophilie héréditaire, et une suspicion de retard de croissance intra-utérin

Accouchement par césarienne

Les résultats sont présentés sur la figure 15 et dans le tableau 19.

Les taux de césarienne étaient plus faibles au Québec qu'en France (22,1% vs 23,8%, $p < 0,001$). Ce taux était fortement associé aux catégories d'IMC, augmentant jusqu'à une valeur de 44,4% en France et 40,9% au Québec pour l'obésité de classe III et restait toujours plus élevé en France pour la même catégorie d'IMC. Les taux québécois de césarienne dans chaque catégorie d'IMC correspondaient presque au taux du niveau d'IMC inférieur dans le groupe français. Cependant, aucune interaction significative entre le pays et la césarienne n'a été observée, ni en analyse brute ni en analyse ajustée ($p=0,32$ et $p=0,22$). La tendance significative avec l'augmentation de l'IMC était observée, même après ajustement pour l'âge maternel, la présence de troubles hypertensifs lors de la grossesse actuelle, la suspicion de retard de croissance intra-utérin, la suspicion de macrosomie fœtale, l'antécédent d'accouchement par césarienne, et la présentation du siège.

Figure 15 : Relation brute entre l'IMC et le taux de césarienne en France et au Québec

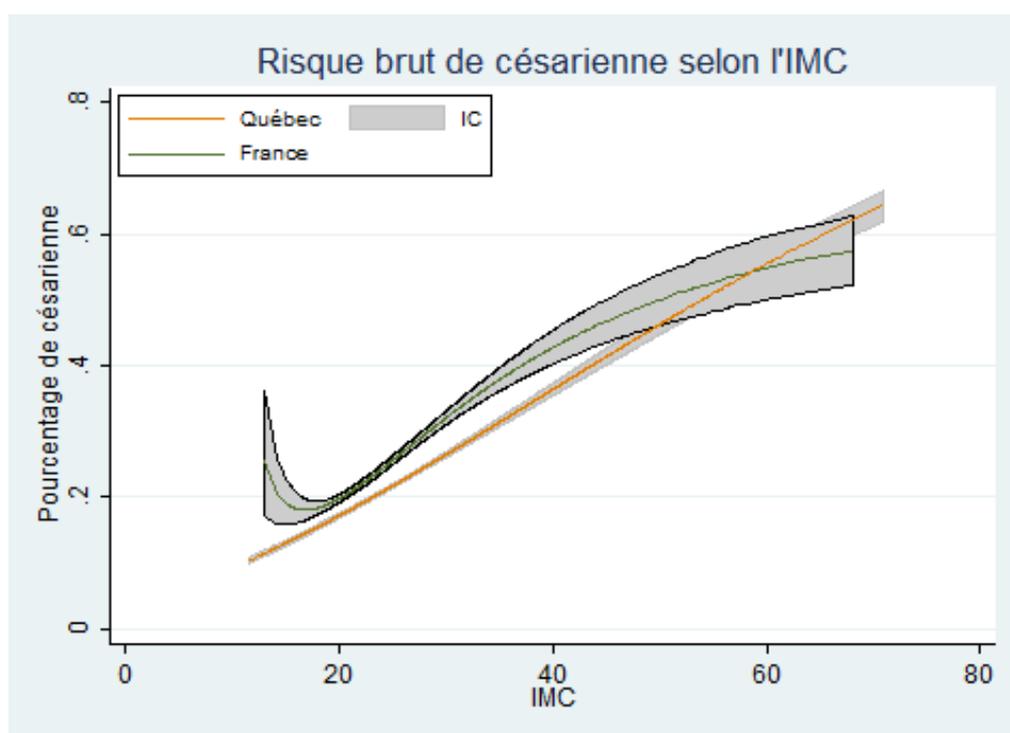


Tableau 19: OR ajustés* d'accouchement par césarienne par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreux (IMC<18,5kg/m ²)		0,78 [0,75-0,80]	0,80 [0,78-0,82]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,28 [1,24-1,33]	1,24 [1,21-1,27]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,57 [1,47-1,67]	1,48 [1,42-1,54]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	1,86 [1,70-2,03]	1,72 [1,63-1,82]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	2,23 [1,99-2,49]	2,01 [1,88-2,16]
Test de l'association ajustée* entre césarienne et IMC		p<0,0001	p<0,0001
Interaction entre IMC et pays*		p=0,22	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, la présence de troubles hypertensifs lors de la grossesse actuelle, la suspicion de retard de croissance intra-utérin, la suspicion de macrosomie, l'antécédent d'accouchement par césarienne, et la présentation du siège

Une analyse détaillée des taux de césarienne et des OR selon la parité, l'antécédent de césarienne et le contexte de celles-ci ont aussi été effectués. Les résultats sont présentés dans les tableaux 20 et 21.

Après stratification sur la parité (tableau 20), on remarquait que les OR étaient globalement du même ordre et qu'il n'y avait pas d'effet pays observable. L'influence de l'obésité restait présente puisque l'odds ratio ajusté atteignait un maximum de 2-3 pour les catégories extrêmes d'IMC. Le taux de césarienne restait, en permanence et par catégorie d'IMC, plus élevé en France qu'au Québec. Il était même plus que doublé chez les multipares sans antécédent de césarienne. On remarquait en revanche, qu'en cas de patiente multipare avec un antécédent de césarienne, les taux de césarienne au Québec dépassaient les 80%, quelle que soit la classe d'obésité, versus 60% en France.

Tableau 20: Analyse du risque de césarienne selon l'IMC et le pays, stratifié selon la parité et l'antécédent de césarienne

Stratification selon la parité et l'antécédent de césarienne

Nullipares

	n (%)		OR brut	OR ajusté*
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,2</i>)	Commun (<i>p interaction=0,1</i>)
Maigreur	20,5 [†]	18,2 ^{†§}	0,9 [†]	0,9
Poids normal	23,6	19,4 [§]	1	1
Surpoids	30,8 [†]	25,7 ^{†§}	1,4 [†]	1,5 [†]
Obésité classe I	38,1 [†]	30,3 ^{†§}	1,8 [†]	1,8 [†]
Obésité classe II	48,7 [†]	34,2 ^{†§}	2,3 [†]	2,2 [†]
Obésité classe III	47,1 [†]	41,9 ^{†§}	3,0 [†]	2,7 [†]

Multipares sans antécédent de césarienne

	n (%)		OR brut	OR ajusté*
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,4</i>)	Commun (<i>p interaction=0,4</i>)
Maigreur	10,1	4,3 ^{†§}	0,9	0,9
Poids normal	10,6	5,1 [§]	1	1
Surpoids	13,0 [†]	5,9 ^{†§}	1,2 [†]	1,2 [†]
Obésité classe I	16,9 [†]	7,1 ^{†§}	1,5 [†]	1,4 [†]
Obésité classe II	15,2 [†]	9,7 ^{†§}	1,9 [†]	1,9 [†]
Obésité classe III	24,2 [†]	12,1 ^{†§}	2,6 [†]	2,3 [†]

Multipares avec un antécédent de césarienne

	n (%)		OR brut	OR ajusté*
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,7</i>)	Commun (<i>p interaction=0,7</i>)
Maigreur	40,3 [†]	70,3 ^{†§}	0,8	0,9
Poids normal	45,9	72,6 [§]	1	1
Surpoids	51,9 [†]	77,2 ^{†§}	1,3 [†]	1,3 [†]
Obésité classe I	53,0 [†]	81,3 ^{†§}	1,6 [†]	1,5 [†]
Obésité classe II	56,8 [†]	84,7 ^{†§}	2,0 [†]	1,8 [†]
Obésité classe III	67,7 [†]	87,8 ^{†§}	2,7 [†]	2,4 [†]

Les données sont présentées en n (%); OR: odds ratio

[†] Teste la classe d'IMC contre l'IMC de référence (Poids normal) [seulement présenté pour les données d'effectifs n (%)]; *p*<0.05

[§] Teste la classe d'IMC au Québec contre la même classe d'IMC en France (France est la référence); *p*<0.05

*Ajusté pour l'ethnie, l'âge maternel, la présence de troubles hypertensifs lors de la grossesse actuelle, la suspicion de retard de croissance intra-utérin, la suspicion de macrosomie fœtale, et la présentation du siège.

Après sous-stratification sur le contexte de la césarienne (électif ou en travail), plusieurs résultats intéressants étaient à noter (tableau 21).

Chez les nullipares, le taux de césarienne élective était 2 à 3 fois plus important en France qu'au Québec, quelle que soit la catégorie d'IMC. L'analyse brute confirmait la relation entre obésité et augmentation du risque de césarienne en France, alors qu'au Québec, l'IMC ne semblait pas être un élément pris en compte dans la décision de césarienne élective chez les nullipares (OR ≈ 1). Après ajustement sur les facteurs confondants, il persistait un effet de l'IMC dans les 2 pays mais qui semblait plus modéré au Québec qu'en France. Toujours chez les nullipares, le taux de césarienne en travail était lui, du même ordre entre la France et le Québec; ceci pouvant être résumé par un seul OR. L'effet de l'obésité étant cependant toujours présent (OR 1.9-2.8 selon les classes).

Concernant les multipares sans antécédent de césarienne, la césarienne élective, comme chez les nullipares, était 2 à 3 fois plus fréquente en France qu'au Québec, quelle que soit la catégorie d'IMC. L'analyse brute ne mettait pas en évidence d'effet pays, mais elle confirmait la relation entre obésité et augmentation du risque de césarienne. Après ajustement sur les facteurs confondants, on retrouvait un effet pays et, il persistait un effet modéré de l'IMC surtout en France, par rapport au Québec.

Enfin, toujours concernant les multipares sans antécédent de césarienne, la césarienne en cours de travail, était 1.5 à 2 fois plus fréquente en France qu'au Québec, quelle que soit la catégorie d'IMC. Cependant, aucun effet pays n'était visible, ni en analyse brute, ni en analyse ajustée. Comme préalablement pour tous les résultats concernant les césariennes, l'effet de l'obésité était présent avec un odds ratio doublé pour les classes II et III de l'obésité.

Ainsi, c'est essentiellement en cas de césarienne élective, que cela soit chez les nullipares ou chez les multipares, que les taux en France dépassent nettement (au moins doublés) ceux observés au Québec.

Tableau 21 : Analyse du risque de césarienne selon l'IMC et le pays, stratifié selon la parité et l'antécédent de césarienne et sous stratifié selon le contexte de la césarienne

Sous-Stratification selon le contexte de la césarienne						
Nullipares						
Césarienne électorive	n (%)		OR brut		OR ajusté*	
	France	Québec	France	Québec	France	Québec
Maigreur	8,4	5,2 [§]	0,9	1,1	0,9	1,4
Poids normal	8,9	4,7 [§]	1	1	1	1
Surpoids	11,1 [†]	4,7	1,3 [†]	1	1,2 [†]	0,9
Obésité classe I	12,4 [†]	5,3 [§]	1,4 [†]	1,1	1,2	1,3 [†]
Obésité classe II	21,6 [†]	5,3 [§]	2,8 [†]	1,1	2,4 [†]	1,1
Obésité classe III	14,7 [†]	7,9 ^{†§}	1,8 [†]	1,7 [†]	1,5	1,9 [†]

Césarienne en cours de travail	n (%)		OR brut	OR ajusté*
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,7</i>)	Commun (<i>p interaction=0,4</i>)
Maigreur	13,2 [†]	13,7 [†]	0,8 [†]	0,8 [†]
Poids normal	16,1	15,5	1	1
Surpoids	22,2 [†]	22 [†]	1,5 [†]	1,5 [†]
Obésité classe I	29,3 [†]	26,3 ^{†§}	2,0 [†]	1,9 [†]
Obésité classe II	34,5 [†]	30,5 ^{†§}	2,4 [†]	2,2 [†]
Obésité classe III	38,0 [†]	37,0 [†]	3,2 [†]	2,8 [†]

Multipares sans antécédent de césarienne						
Césarienne électorive	n (%)		OR brut	OR ajusté*		
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,2</i>)	France	Québec	
Maigreur	6	1,5 ^{†§}	0,9	0,9	1,4	
Poids normal	5,9	2,0 [§]	1	1	1	
Surpoids	6,3	2,2 [§]	1,1	1,2 [†]	1	
Obésité classe I	9,1 [†]	2,4 ^{†§}	1,3 [†]	1,2	1,3 [†]	
Obésité classe II	7,6 [†]	2,9 ^{†§}	1,4 [†]	2,4 [†]	1,1	
Obésité classe III	7,1 [†]	4,7 ^{†§}	2,1 [†]	1,5	1,9 [†]	

Césarienne en cours de travail	n (%)		OR brut	OR ajusté*
	France	Québec	Commun (<i>p interaction=0,2</i>)	Commun (<i>p interaction=0,4</i>)
Maigreur	4,4 [†]	2,9 ^{†§}	0,9	1
Poids normal	5	3,1 [§]	1	1
Surpoids	7,1 [†]	3,7 ^{†§}	1,3 [†]	1,2 [†]
Obésité classe I	8,6 [†]	4,8 ^{†§}	1,6 [†]	1,4 [†]
Obésité classe II	8,2 [†]	7,0 ^{†§}	2,3 [†]	2,0 [†]
Obésité classe III	18,5 [†]	7,8 ^{†§}	2,9 [†]	2,3 [†]

Les données sont présentées en n (%); OR: odds ratio

[†] Teste la classe d'IMC contre l'IMC de référence (Poids normal) [seulement présenté pour les données d'effectifs n (%)]; $p < 0.05$

[§] Teste la classe d'IMC au Québec contre la même classe d'IMC en France (France est la référence); $p < 0.05$

*Ajusté pour l'ethnie, l'âge maternel, la présence de troubles hypertensifs lors de la grossesse actuelle, la suspicion de retard de croissance intra-utérin, la suspicion de macrosomie fœtale, et la présentation du siège.

Macrosomie et macrosomie sévère

Les résultats sont présentés sur les figures 16 et 17 et dans les tableaux 22 et 23.

La macrosomie (poids de naissance > 4000g) était de 1,5 à 2 fois plus fréquente au Québec qu'en France, globalement (10,1% vs. 7,1%, $p < 0.001$), mais aussi parmi les différentes catégories d'IMC. Ce risque était toujours différent selon les deux pays, à la fois en analyse brute et multivariée après ajustement sur l'ethnie, l'âge maternel, la parité, le diabète gestationnel, le diabète de type 1 et le diabète de type 2. Les odds ratios avaient tendance à atteindre un plateau en France autour de 1.3, alors qu'ils continuaient d'augmenter au Québec selon les catégories d'IMC (Figure 16).

Pour la macrosomie sévère (poids de naissance > 4500g), les taux étaient eux aussi de 1,5 à 2 fois plus fréquents au Québec qu'en France, globalement (1,4% vs. 0,9%; $p < 0,001$) et parmi les différentes catégories d'IMC. Les OR bruts et les ORa étaient similaires entre les pays, mais restaient fortement associés à une augmentation de l'IMC, jusqu'à un risque de 4 pour l'obésité de classe III, après ajustement sur les covariables (l'ethnie, l'âge maternel, la parité, le diabète gestationnel, le diabète de type 1 et le diabète de type 2).

Figure 16 : Relation brute entre l'IMC et la macrosomie en France et au Québec

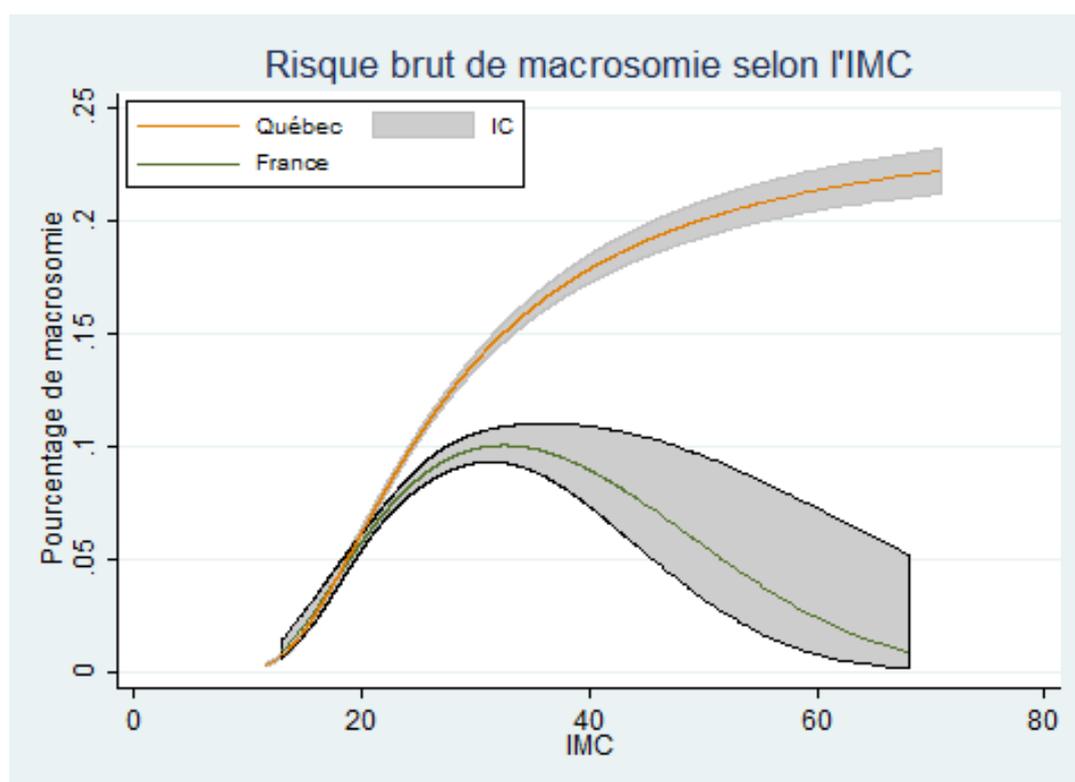


Tableau 22: OR ajustés* de macrosomie par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreur (IMC<18,5kg/m ²)		0,58 [0,51-0,65]	0,50 [0,48-0,52]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,31 [1,24-1,38]	1,56 [1,52-1,61]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,38 [1,25-1,53]	2,00 [1,92-2,09]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	1,30 [1,09-1,55]	2,34 [2,21-2,46]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	1,09 [0,79-1,48]	2,63 [2,48-2,80]
Test de l'association ajustée* entre macrosomie et IMC		p<0,0001	p<0,0001
Interaction entre IMC et pays*		p<0,0001	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, la parité, le diabète gestationnel, le diabète de type 1 et le diabète de type 2

Figure 17: Relation brute entre l'IMC et la macrosomie sévère en France et au Québec

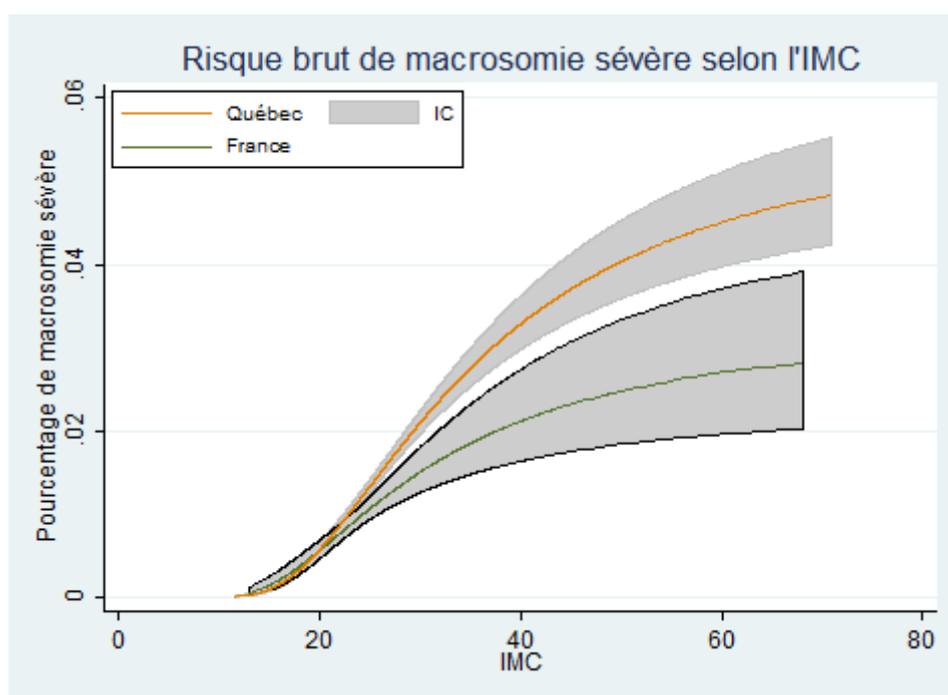


Tableau 23: OR ajustés* d'accouchement de macrosomie sévère par classes de BMI

Classes d'IMC		Odds ratio ajustés* (ORa) [IC95%]	
		France	Québec
Maigreux (IMC<18,5kg/m ²)		0,77 [0,71-0,84]	0,37 [0,33-0,42]
Poids normal (18,5-24,9 kg/m ²)		1	1
Surpoids (25-29,9 kg/m ²)		1,37 [1,23-1,52]	1,90 [1,76-2,05]
Obésité	Classe I (30-34,9 kg/m ²)	1,86 [1,51-2,30]	2,71 [2,40-3,05]
	Classe II (35-39,9 kg/m ²)	2,53 [1,85-3,46]	3,37 [2,92-3,90]
	Classe III (≥ 40 kg/m ²)	3,68 [2,37-5,71]	4,00 [3,39-4,72]
Test de l'association ajustée* entre macrosomie sévère et IMC		p<0,0001	p<0,0001
Interaction entre IMC et pays*		p=0,22	

Les OR ajustés sont obtenus après modélisation de l'association par polynômes fractionnaires

*Ajustement sur l'âge maternel, la parité, le diabète gestationnel, le diabète de type 1 et le diabète de type 2

Discussion

Nous avons donc constaté que l'obésité était associée de manière statistiquement significative, à la fois en France et au Québec, à un risque accru de diabète gestationnel, de troubles hypertensifs de la grossesse, de prééclampsie, de mort fœtale in utero, d'accouchement par césarienne et de macrosomie. L'association était différente en France et au Québec, pour la survenue d'un diabète gestationnel, de complications hypertensives de la grossesse et pour la macrosomie, avec une augmentation plus importante des complications avec l'IMC au Québec.

Dans les deux échantillons, la prévalence de l'obésité était similaire à celle attendue à la fois en France, selon l'enquête périnatale française de 2010 (9,9%) [20], et au Québec, selon les données disponibles de la population canadienne (16%) [46]. Les caractéristiques initiales des patientes présentées dans le tableau 1 montraient que les patientes françaises semblaient être à risque légèrement plus élevé de complications de la grossesse que les canadiennes du fait de la présence de certains facteurs de risque de pathologies obstétricales. Plusieurs observations peuvent être mentionnées pour expliquer cela. La cohorte française est issue exclusivement de maternités de type III, ce qui a pu augmenter faussement la prévalence de patientes plus sévèrement atteintes par rapport au groupe canadien. La prévalence plus élevée de pathologies chez les patientes françaises pourrait aussi s'expliquer par des différences dans les systèmes de santé entre deux pays. L'échantillon canadien ne comprenait que des patientes de la province de Québec, où tous les citoyens sont couverts par une assurance de soins de santé gratuite fournie par la RAMQ (Régie d'Assurance Maladie du Québec). En France, les citoyens bénéficient également d'un système national gratuit de couverture maladie. Toutefois, l'accès aux soins médicaux est grandement réduit au Québec par rapport à la France. Seul 74,2% de la population du Québec a déclaré avoir accès à un médecin généraliste, contre près de 100% en France [148]. En outre, les délais pour obtenir un rendez-vous avec un médecin traitant au Québec peuvent également être très longs (plusieurs mois voire plusieurs années). Cela implique que de nombreuses femmes obèses ne peuvent pas avoir de suivi médical régulier, et donc que la grossesse

puisse devenir un moment privilégié où les pathologies chroniques sont diagnostiquées pour la première fois. Par conséquent, les femmes obèses peuvent être affectées, sans le savoir, par une hypertension artérielle chronique, un diabète de type 1 ou de type 2, et classées à tort pendant la grossesse comme une hypertension artérielle gestationnelle ou un diabète gestationnel, ceci augmentant artificiellement le taux de complications au cours de la grossesse parmi la cohorte canadienne. Cette hypothèse est étayée par les résultats du tableau 1, où les taux d'hypertension artérielle chronique, de diabète de type 1 et de diabète de type 2 sont plus faibles au Québec qu'en France, quelle que soit la catégorie de l'IMC.

Nous avons confirmé que l'obésité est un facteur de risque important pour le développement de diverses complications de la grossesse dans les deux pays. Les tailles d'effet étaient comparables avec celles des publications précédentes [4, 9, 45, 149], mais les odds ratios étaient globalement plus élevés au Québec qu'en France. La tendance à l'augmentation des odds ratios parallèlement aux catégories d'IMC est restée présente au Québec pour l'ensemble des résultats étudiés, alors qu'en France, cette tendance d'augmentation des OR n'était présente que pour certaines issues. En effet, le risque a continué d'augmenter chez les patientes obèses au Québec presque log-linéairement au sein de l'ensemble des classes d'obésité.

Lorsque l'on compare l'impact de l'obésité sur la survenue des complications médicales de la grossesse entre les pays, des résultats différents ont été observés en fonction de l'issue étudiée.

Les taux de diabète gestationnel peuvent différer entre les deux pays pour plusieurs raisons. Les recommandations françaises sur le dépistage et la prise en charge du diabète gestationnel ont été émises en 2010 [54], alors que les lignes directrices canadiennes ont elles été publiés en 2002 [150]. Les méthodes de dépistage sont aussi différentes, avec plus d'approche en deux étapes au Québec [143] et en une étape en France [141]; les deux utilisant des seuils diagnostics différents [142]. Les moments du dépistage ainsi que la population visée peuvent également avoir influencé le taux de diagnostic. Les canadiens effectuent en général un dépistage ciblé sur facteur de risque au premier trimestre et un dépistage universel au deuxième trimestre de la grossesse [150], alors qu'en France le seul test effectué était habituellement un test de dépistage universel au deuxième trimestre. Cependant,

les données recueillies à la fois en France et au Québec étaient des données observationnelles issues de la pratique quotidienne de chaque hôpital, et aucune recommandation globale sur telle ou telle méthode de dépistage n'avait été effectuée, ni imposée. Ainsi, même si chaque centre hospitalier au sein d'un même pays utilisait un test différent, on supposait que leurs résultats étaient valides et que le diagnostic de diabète gestationnel était bien fondé. De plus, même avec des taux différents dans les deux pays, l'augmentation du risque selon l'IMC était similaire en France et au Québec, sauf pour les classes de l'obésité I, II et III. En effet, en France, les ORa semblaient avoir atteint un état d'équilibre pour les trois classes d'obésité, alors qu'au Québec, l'augmentation du diabète gestationnel était significativement plus forte pour un IMC >40. Une des explications possibles est que la plupart des patientes obèses morbides (IMC>40) en France ont quasiment toutes un diabète de type II; à l'inverse les québécoises ne seront dépistées que pendant la grossesse.

Les troubles hypertensifs de la grossesse sont des marqueurs pertinents d'une issue maternelle et/ou fœtale défavorable. Comme mentionné pour le diabète gestationnel, le taux de complications hypertensives de la grossesse était plus élevé au Québec qu'en France, quelle que soit la catégorie d'IMC, alors que le taux d'hypertension artérielle chronique préalable à la grossesse était plus faible au Québec. Encore une fois, un suivi insuffisant des femmes non enceintes par le manque de médecins généralistes, pourrait contribuer à augmenter artificiellement le taux de patientes diagnostiquées à tort "hypertension artérielle gestationnelle" à la place d'hypertension artérielle chronique. Cette hypothèse est également soutenue par le risque de prééclampsie (modérée, sévère et éclampsie) qui est identique au Québec et en France. Cette différence pourrait aussi être expliquée en partie par des recommandations cliniques différentes et/ou des critères de diagnostic différents entre les deux pays [151, 152]. Enfin, le profil d'augmentation de l'hypertension artérielle gestationnelle pourrait également être lié à des différences dans les habitudes alimentaires; les canadiens ayant des habitudes alimentaires plus proches de celles des américains que des européens.

En ce qui concerne la macrosomie, aucun biais de mesure ne pourrait expliquer la différence de taux observés entre les pays. La macrosomie était de 1,5 à 2 fois plus fréquente au Québec, quelle que soit la catégorie d'IMC, et ces différences persistaient même après ajustement sur les facteurs confondants. En effet, les ORa au Québec ont continué d'augmenter au sein des classes d'obésité alors

qu'en France les ORa restaient stables à une moyenne de 1,3. En France, la macrosomie semblait donc être plus associée à des facteurs confondants tels que le diabète, et moins influencée par l'obésité elle-même. La situation au Québec peut être due à des habitudes alimentaires différentes, conduisant à un poids de naissance des enfants plus élevé qu'en France, dans toutes les catégories d'IMC. Enfin, les différences entre les pays peuvent aussi s'expliquer en partie par des facteurs génétiques.

L'impact de l'obésité était similaire en France et au Québec pour la mort fœtale in utero, la maladie thromboembolique veineuse et l'accouchement par césarienne.

En raison de l'importance des facteurs de confusion, tels que la thrombophilie héréditaire ou l'antécédent d'événement thromboembolique, ainsi que sa faible prévalence dans les deux populations, la survenue d'un accident thromboembolique veineux ne différait pas ni entre les deux pays, ni entre les catégories d'IMC. La relation entre les catégories d'IMC et la mort fœtale in utero persistait, après ajustement, à un niveau similaire entre la France et le Québec, ceci confirmant l'impact indépendant de l'obésité dans cette situation. Cependant, les ORa étaient légèrement plus faibles que ceux précédemment rapportés [22], soit en raison de l'ajustement approprié dans notre étude, soit en raison de possibles erreurs de classification des interruptions médicales de grossesse.

En ce qui concerne la césarienne, nous avons confirmé l'association connue avec l'obésité. Les taux légèrement moins élevés au Québec pourraient être liés à une plus grande expérience dans la gestion du travail des patients obèses menant à des taux réduits de césarienne élective pour la seule indication d'être obèse. Par ailleurs, les patientes Françaises provenant toutes de maternités de type III, une partie des césariennes électives chez les patientes obèses pourrait être associée à de la prématurité ou aux autres comorbidités. On note tout de même, dans les deux groupes, que l'obésité de classe III est associée à un risque doublé de césarienne par rapport aux patientes de poids normal, constituant donc un facteur de risque majeur.

En France, les ORa pour les trois classes d'obésité semblent être peu différents concernant les troubles hypertensifs de la grossesse, la macrosomie et éventuellement le diabète gestationnel. Ceci pourrait être lié à un moins grand nombre de patientes dans les classes avancées de l'obésité, comme le suggère les grands intervalles de confiance sur les figures 10, 11 et 17. Une autre explication pourrait

être que la prise en charge des femmes enceintes obèses diffère entre les pays. Comme mentionné précédemment, nous savons que l'obésité constitue un phénomène « épidémique » plus récent en France qu'au Québec. Cependant, les femmes obèses françaises sont plus âgées et plus souvent nullipares. Bien que plus âgées, elles semblaient avoir moins de complications obstétricales que les canadiennes pour certaines issues. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que les femmes enceintes obèses françaises sont « des obèses naïves de 1^{ère} génération » qui ne portent pas ce risque accru qu'ont les femmes enceintes obèses canadiennes. Les femmes enceintes obèses canadiennes sont plus « des obèses de 2^{ème} ou 3^{ème} génération »; ce qui signifie qu'elles sont nées de femmes enceintes obèses. Par conséquent, elles ont été exposées, pendant leur croissance in utero, à des troubles métaboliques qui auraient pu conduire au développement futur de certaines pathologies, selon la théorie de la programmation fœtale [26-28]. De la même manière, les patientes françaises, étant nées de parents non-obèses, pourraient alors avoir un risque relatif plus élevé d'hypotrophie fœtale et de retard de croissance intra-utérin, et en accord avec l'hypothèse de Barker [29], seraient alors plus à risque de développer une maladie cardio-vasculaire dans le futur. Cette hypothèse est étayée dans notre cohorte française où les patientes ont plus d'hypertension artérielle chronique, malgré des taux plus faibles de tabagisme. En conséquence, la situation actuelle au Québec pourrait correspondre à la situation de la France dans 15 ans si aucune mesure de prévention de l'obésité n'était prise. Après avoir confronté les expériences de ces deux pays, nous pourrions élaborer des stratégies de transfert et d'application des connaissances permettant de fournir aux professionnels et aux décideurs en santé des actions directement transposables en pratique clinique. En effet, avec ces résultats concernant les risques obstétricaux et les complications néonatales causés par l'émergence des femmes enceintes obèses nous serons à même de réaliser tout d'abord un transfert passif des informations recueillies, directement aux cliniciens. Puis, dans un second temps, l'étape d'application des connaissances définie comme un processus dynamique et itératif englobant la synthèse, la dissémination, l'échange et l'application conforme à l'éthique des connaissances dans le but d'améliorer la qualité des soins et la prise en charge de l'obésité, la qualité des services, ainsi que le système de santé pour les Québécois et les Français, pourra être menée à bien. Cela impliquerait concrètement la promotion de la prévention

primaire de l'obésité chez les femmes avant la grossesse puis, la prévention secondaire via une réduction des complications chez les femmes enceintes obèses.

Plusieurs forces sont à mentionner dans notre étude : elle a inclus un grand nombre de patientes pendant le même laps de temps, et les diagnostics ont été faits de manière prospective dans les deux pays avec les mêmes critères, y compris les critères spécifiques au site pour le diagnostic de diabète gestationnel. Les données canadiennes comprenaient un large échantillon représentatif d'hôpitaux dans la province de Québec et n'ont pas été influencées par l'intervention de QUARISMA puisque seules les données du bras observationnel de l'essai ont été prises en compte. D'un autre côté, les limites de cette étude pourraient tout d'abord être liées à la spécificité de la cohorte française qui a été composée uniquement de maternités de type III. Cela aurait pu augmenter le nombre de complications maternelles et fœtales, créant un biais de recrutement, et réduisant le potentiel de comparaison avec une cohorte en population. Une restriction de la cohorte canadienne uniquement aux maternités de type III auraient quant à elle sérieusement réduit le nombre de patientes. Cependant, l'augmentation des complications maternelles était plus souvent présente au Québec qu'en France pour chacune des issues. Bien que cela constitue une limite en ce qui concerne l'incidence réelle des complications maternelles, la sélection possible de l'échantillon français ne s'oppose pas la réalisation d'analyses statistiques d'association. Par ailleurs, l'objectif de cette étude était d'évaluer la relation entre l'obésité et la survenue de complications maternelles de la grossesse. Le fait que l'échantillon français pourrait ne pas être une représentation fiable de la France n'influencerait pas les résultats de notre analyse, puisque nous avons effectué un ajustement systématique sur les facteurs de confusion. Comme les données proviennent d'une extraction d'une base de données, le risque d'erreur de diagnostic ou de données inexactes existe toujours, mais celui-ci est tout de même réduit par le fait que chaque diagnostic est codé par les médecins au cours du suivi prospectif des patientes. Enfin, comme les données canadiennes provenaient d'un essai contrôlé randomisé, d'autres comparaisons que celles prévues dans l'étude originale, ne pouvaient pas être entreprises.

En conclusion, l'obésité est associée à la survenue de complications maternelles et néonatales à la fois en France et au Québec. Les risques associés à l'obésité augmentent graduellement avec les classes d'obésité. L'impact de l'obésité était similaire entre les deux pays pour la plupart des issues étudiées, mais est plus important au Québec concernant les troubles hypertensifs de la grossesse et la macrosomie fœtale.

DISCUSSION ET PERSPECTIVES

Le travail de cette thèse a fourni de nombreux résultats pertinents permettant de mieux appréhender la prise en charge spécifique des patientes obèses ainsi que la survenue des complications inhérentes à l'obésité: complications médicales de la grossesse, faisabilité et qualité du dépistage échographique, complications obstétricales.

Dans l'analyse des obstacles créés par l'obésité dans la prise en charge des patientes, nous avons montré dans notre étude qu'une échographie du deuxième trimestre de la grossesse chez une patiente obèse est possible, avec un taux de réussite non significativement différent par rapport au taux observé chez les patientes non obèses. Nous avons démontré que la faisabilité de l'échographie pouvait être améliorée par des mesures simples : passer plus de temps lors de l'échographie, mobiliser le fœtus de sorte que son dos soit en position latérale ou postérieure, et que l'échographie soit réalisée par des opérateurs expérimentés. Ces résultats directement tirés des analyses réalisées, ont un impact direct sur l'amélioration des pratiques en échographie chez les patientes obèses. Néanmoins, la qualité des images restait significativement plus faible dans la population obèse. En outre, nous avons montré que certains éléments techniques pourraient améliorer à la fois la faisabilité et la qualité des images. Nous planifions donc de refaire, chez les patientes obèses, une étude échographique de type quasi-expérimental avant/après. Les échographistes choisis pour cette étude, effectueront les échographies avant et après avoir reçu une formation technique sur les points permettant d'obtenir toutes les images recommandées lors d'une échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre chez les patientes obèses ainsi que les points d'amélioration de la qualité des images. Chaque patiente du groupe « avant » sera appariée à une patiente du groupe « après » ayant un IMC de la même classe d'obésité et une épaisseur de graisse sous cutanée du même ordre. Le calcul du nombre de sujets nécessaires pour cette étude sera basé sur le score morphologique global de qualité des images.

Nous nous sommes ensuite penchés sur les complications materno-fœtales de l'obésité, et en particulier la macrosomie fœtale. Ainsi, nous avons évalué qu'en cas de naissance d'un enfant macrosome, chez une patiente obèse ou non, une origine asiatique de la mère, une longue durée du travail, et une césarienne au cours du travail augmentaient le risque de complications maternelles. A l'inverse, les patientes multipares ayant déjà accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome étaient "protégées" de ce risque de complication. Ces résultats doivent attirer l'attention des obstétriciens en salle de naissance et conduire à une vigilance accrue en cas repérage chez une patiente de ces facteurs de risque. Ainsi, une prise en charge précautionneuse avec une prévention des hémorragies du post-partum pourra être menée dans ces situations.

Des données récentes sur l'accouchement des fœtus macrosomes (Etude DAME) montrent qu'en cas de suspicion de macrosomie fœtale clinique et échographique, une induction du travail à partir de 37SA était associée à une réduction significative du risque de dystocie des épaules et de morbidité associée par rapport à une attitude expectative (2% vs 6%; RR: 0.32; IC95%: 0.15-0.71) [153]. L'induction augmentait la probabilité d'accouchement par voie basse (RR: 1.14; IC 95%: 1.01-1.29) sans augmenter le taux de césarienne, ni la morbidité néonatale par rapport au groupe expectatif.

Une évaluation de la santé des patientes a été planifiée 3 mois après l'accouchement et un questionnaire leur a été remis. Les sphères d'évaluation de ce questionnaire touchaient : la santé de la patiente en général, une évaluation des soins reçus, une évaluation de l'état de santé de leur enfant, la capacité des patientes à allaiter, à travailler, une évaluation des douleurs liées à l'accouchement, du contrôle des selles et des gaz, et enfin une évaluation de l'activité sexuelle des patientes. Nous comparerons donc les effets de cette politique d'induction sur le devenir des patientes à 3 mois.

La comparaison de l'impact de l'obésité sur la survenue de complications maternelles de la grossesse entre la France et le Québec a permis de mettre en exergue certaines informations sur l'évolution possible de l'obésité en France chez les femmes enceintes d'ici une quinzaine d'années si aucune mesure de prévention primaire ou secondaire ne parvient à endiguer l'"épidémie" d'obésité. Nous avons confirmé que l'obésité est un facteur de risque important pour le développement du diabète gestationnel, de troubles hypertensifs de la grossesse, de prééclampsie, de mort fœtale in utero,

d'accouchement par césarienne et de macrosomie, dans les deux pays. L'analyse de la cohorte québécoise a permis de mettre en évidence que le risque continuait d'augmenter presque « log-linéairement » au sein de l'ensemble des classes d'obésité (I, II, III), et ce pour l'ensemble des résultats étudiés. Certaines associations entre IMC et pathologies sont donc plus fortes au Québec qu'en France.

Ainsi, ce qui se passe au Québec actuellement, est possiblement ce qui va se passer en France dans une vingtaine d'années. Si l'on veut tenter de l'éviter, il faut notamment lutter contre l'obésité, via une correction de certains facteurs alimentaires. La différence entre les deux pays peut aussi s'expliquer par des facteurs génétiques.

Facteurs alimentaires

Les habitudes alimentaires des américains, des canadiens, des québécois et des français sont extrêmement différentes. L'alimentation canadienne est plus proche de l'américaine, alors que l'alimentation des québécois est plus proche de l'alimentation française quoique malgré tout assez différente tout de même sur certains points. En effet, elle est issue d'un métissage culturel lié à l'histoire coloniale et politique de ce pays [154].

La plupart des études comparant les coutumes, les attitudes, les pratiques alimentaires outre Atlantique, ont été menées entre la France et les Etats-Unis. Précédemment, plusieurs études portant sur la population adulte [155-158] avaient déjà fait apparaître des différences d'habitudes, d'attitudes et de coutumes alimentaires entre les deux pays. Une étude du CREDOC (Centre de Recherche pour l'Étude et l'Observation des Conditions de Vie) publiée en 2011 avait spécifiquement comparé les habitudes alimentaires de la France et des Etats-Unis [159]. Ses conclusions étaient les suivantes. L'élément frappant de la comparaison effectuée entre la France et les États-Unis réside sans doute dans la grande diversité des régimes alimentaires chez les États-Uniens, allant du régime crétois à la consommation d'aliments énergétiquement plus denses à base de pizzas, quiches et sodas. En France, l'alimentation est consommée dans le cadre de repas qui lui donnent une dimension sociale, alors qu'aux Etats-Unis elle est perçue comme un moyen en vue d'obtenir un effet. Cependant, la nouvelle génération de consommateurs Français se rapproche de la faible adéquation nutritionnelle des États-

Uniens, traduisant l'évolution de la société française. Cette évolution faisant craindre une escalade du taux d'obésité en France comme observé aux Etats-Unis.

De ces constats fondés de différences alimentaires ainsi que de la prévalence croissante de l'obésité, a émergé au Québec un plan de lutte contre l'obésité en 2004. Ce plan est issu d'un travail collectif au niveau national et provincial. Il a permis l'accès à des infrastructures sportives à faible coût, à des parcs publics attrayants, à des pistes cyclables sécuritaires, à des transports publics, et à tous ces moyens qui rendent les gens plus actifs. Par ailleurs des contrôles alimentaires et des politiques d'affichage du contenu des produits ont été développés. Enfin, de l'éducation alimentaire a été instituée dans les écoles afin d'enseigner aux plus jeunes les méfaits de certains aliments et de les éduquer au « mieux manger ».

En France, une première constatation de cette tendance évolutive vers l'obésité a mené, les pouvoirs publics à la tenue d'un Programme national nutrition sante (PNNS) qui a été initié en 2001 puis prolongé en 2006. Pour autant, les améliorations issues du PNNS n'ont pas concerné de façon homogène toutes les composantes de la population et les inégalités sociales de santé se sont creusées dans le domaine de la nutrition. Ainsi la formalisation d'un plan obésité (PO) a été décidée, avec pour objectif de répondre à la croissance du nombre de sujets gravement atteints. Le Plan obésité (PO) s'articule et complète le PNNS par l'organisation du dépistage, de la prise en charge des patients ainsi que par une dimension importante de recherche.

Le PNNS a donc été renouvelé pour la période 2011-2015 [160]. Ses actions visent à permettre l'atteinte des objectifs fixés par le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP). Ceux-ci touchent deux champs thématiques (l'alimentation et l'activité physique) et selon quatre leviers stratégiques :

- Réduire l'obésité et le surpoids dans la population
- Augmenter l'activité physique et diminuer la sédentarité à tous les âges
- Améliorer les pratiques alimentaires et les apports nutritionnels, notamment dans les populations à risque
- Réduire la prévalence des pathologies nutritionnelles

Ainsi, les démarches mises en œuvre semblent être à la hauteur du défi à relever. Le résultat de ces politiques de santé enclenchées en 2001, prolongées en 2006 puis en 2011, ne se fera cependant ressentir que dans quelques années.

Facteurs génétiques

Outre les différences alimentaires entre la France et le Québec, une part non négligeable pourrait aussi être attribuée à des facteurs génétiques. En effet, la théorie de la programmation fœtale sous tend que le fait que naître d'une mère obèse expose à un surcroît de risque pour sa vie future en raison de l'exposition in utero à un certain nombre de modifications nutritionnelles.

Même si les données expérimentales chez l'animal, et encore moins les observations chez l'homme, ne démontrent pas de façon certaine que l'alimentation des premières semaines ou des premiers mois influence à long terme la cholestérolémie, la pression sanguine ou le degré d'adiposité, toute une série de résultats suggère que des modifications très précoces au cours de la vie de l'état nutritionnel pourraient modifier de façon durable l'activité d'un certain nombre de systèmes, en d'autres termes que certaines influences à un stade critique du développement peuvent laisser une "empreinte" définitive [161].

L'idée n'est pas nouvelle. Déjà Moulton, dans sa publication de 1923 sur « Age and chemical development in mammals » avait noté que la malnutrition pré- et postnatale pouvait s'accompagner d'une augmentation de la teneur en eau de la masse maigre, témoin d'un retard de " maturation chimique ", selon l'expression qu'il avait conçue pour définir le moment auquel la concentration de l'eau, des protéines et des sels minéraux se stabilisait au cours du développement [162]. Ce n'est toutefois que dans les années 60 que l'idée de périodes " critiques " ou " sensibles " au cours des périodes de croissance rapide du cerveau a été développée et plus généralement acceptée [163, 164]. La littérature à cet égard est particulièrement riche puisque plus de 165 publications traitant de l'impact de la nutrition à une phase précoce de la vie sur le comportement et les capacités d'apprentissage ultérieur chez l'animal avaient été recensées en 1986 [165].

La malnutrition in utero, qu'elle résulte d'apports maternels inappropriés avant ou durant la grossesse, d'un transport inadéquat des nutriments ou d'un trouble du transfert transplacentaire, n'a pas seulement des conséquences sur le poids de naissance et le développement ultérieur des petits. En effet, elle " programme " en quelque sorte l'organisation même et le fonctionnement de toute une série de systèmes et d'autres arguments suggèrent qu'elle pourrait influencer de manière permanente l'activité de systèmes enzymatiques, et interférer avec la mise en place de récepteurs hormonaux et de mécanismes de rétro-contrôle [161, 166]. La malnutrition in utero pourrait ainsi avoir des conséquences à l'âge adulte qui dépassent de très loin ce que l'on imaginait jusqu'ici, en favorisant le développement de l'athérome, de l'hypertension, de la résistance à l'insuline, et de bien d'autres fonctions métaboliques et endocriniennes connues pour leur importance en pathologie humaine [165-168]. C'est ce qu'il est convenu d'appeler « l'hypothèse de Barker » [29].

Ainsi, même si les données recueillies dans la comparaison France-Québec sont pertinentes à ce jour, elles restent un instantané de la société à un temps t. L'avenir dépend maintenant de la prévention primaire de l'obésité via les mesures gouvernementales mises en œuvre (Programme national nutrition santé, Plan Obésité) visant à réduire l'incidence de l'obésité parmi les adolescents et les jeunes adultes en âge de procréer; puis de la prévention secondaire de l'obésité dont le but est de réduire la survenue de complications obstétricales et néonatales chez les patientes enceintes obèses, via un dépistage et un traitement précoce de ces complications. Une nouvelle comparaison de l'impact de l'obésité sur la survenue de complications maternelles de la grossesse entre la France et le Québec pourrait être conduite d'ici 5 ans afin d'évaluer si les mesures gouvernementales et la prise de conscience de la population a eu un impact sur le développement de ces complications.

Une autre piste est la prévention secondaire des complications obstétricales de l'obésité. Comme mentionné dans l'introduction, plusieurs méta-analyses ont montré que le contrôle du poids pris pendant la grossesse, via des mesures physiques ou diététiques, pouvait permettre une réduction de la prise de poids des patientes sans être délétère sur la croissance fœtale (pas plus de retard de croissance

intra utérin ou de fœtus petits pour l'âge gestationnel) [169-173]. Partant de ce constat, plusieurs essais randomisés pragmatiques ouverts, évaluant une prise en charge complexe associant des mesures diététiques avec une activité physique sont en cours de réalisation et pourraient ainsi permettre une réduction des complications obstétricales telles que le diabète gestationnel, la césarienne ou l'extraction instrumentale, mais aussi des complications fœtales telle que la macrosomie [174, 175].

REFERENCES

- [1]. Institut.canadien.d'information.sur.la.santé, «Améliorer la santé des Canadiens». 2004.
- [2]. Peeters, A, Barendregt, JJ, Willekens, F, Mackenbach, JP, Al Mamun, A, et al., Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis. *Ann Intern Med*, 2003. 138: p. 24-32.
- [3]. Raine, KD, Le surpoids et l'obésité au Canada: une perspective de la santé de la population. Initiative sur la santé de la population canadienne. Institut canadien d'information sur la santé: Ottawa, 2004.
- [4]. ACOG, ACOG Committee opinion no. 549: obesity in pregnancy. *Obstet Gynecol*, 2013. 121: p. 213-7.
- [5]. Catalano, PM, Presley, L, Minium, J, and Hauguel-de Mouzon, S, Fetuses of obese mothers develop insulin resistance in utero. *Diabetes Care*, 2009. 32(6): p. 1076-80.
- [6]. ACOG Committee opinion no. 549: obesity in pregnancy. *Obstet Gynecol*. 121(1): p. 213-7.
- [7]. Davies, GA, Maxwell, C, McLeod, L, Gagnon, R, Basso, M, et al., Obesity in pregnancy. *J Obstet Gynaecol Can*. 32(2): p. 165-73.
- [8]. Sebire, NJ, Jolly, M, Harris, JP, Wadsworth, J, Joffe, M, et al., Maternal obesity and pregnancy outcome: a study of 287,213 pregnancies in London. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2001. 25(8): p. 1175-82.
- [9]. Weiss, JL, Malone, FD, Emig, D, Ball, RH, Nyberg, DA, et al., Obesity, obstetric complications and cesarean delivery rate--a population-based screening study. *Am J Obstet Gynecol*, 2004. 190(4): p. 1091-7.
- [10]. Arbuckle, TE and Sherman, GJ, An analysis of birth weight by gestational age in Canada. *Cmaj*, 1989. 140(2): p. 157-60, 165.
- [11]. Institute of Medicine, Nutrition during pregnancy. 1990, Washington, DC: National Academy Press. 52-6.
- [12]. Alberman, E, Are our babies becoming bigger? *J R Soc Med*, 1991. 84(5): p. 257-60.
- [13]. Power, C, National trends in birth weight: implications for future adult disease. *Bmj*, 1994. 308(6939): p. 1270-1.
- [14]. Skjaerven, R, Gjessing, HK, and Bakketeig, LS, Birthweight by gestational age in Norway. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2000. 79(6): p. 440-9.
- [15]. Kramer, MS, Morin, I, Yang, H, Platt, RW, Usher, R, et al., Why are babies getting bigger? Temporal trends in fetal growth and its determinants. *J Pediatr*, 2002. 141(4): p. 538-42.
- [16]. Boulet, SL, Alexander, GR, Salihu, HM, and Pass, M, Macrosomic births in the united states: determinants, outcomes, and proposed grades of risk. *Am J Obstet Gynecol*, 2003. 188(5): p. 1372-8.
- [17]. Stotland, NE, Caughey, AB, Breed, EM, and Escobar, GJ, Risk factors and obstetric complications associated with macrosomia. *Int J Gynaecol Obstet*, 2004. 87(3): p. 220-6.
- [18]. Blondel, B and Kaminski, M, The increase in multiple births and its consequences on perinatal health. *J Gynecol Obstet Biol Reprod*, 2002. 31(8): p. 725-40.
- [19]. Blondel, B, Supernant, K, Du Mazubrun, C, and Breart, G, Enquête nationale perinatale 2003 - Rapport de fin d'étude. Edition INSERM, 2005. n°383: p. Paris.
- [20]. Blondel, B and Kermarrec, M, La situation perinatale en France en 2010. Etude et resultats, 2010. 775: p. 1-8.
- [21]. Boyd, ME, Usher, RH, and McLean, FH, Fetal macrosomia: prediction, risks, proposed management. *Obstet Gynecol*, 1983. 61(6): p. 715-22.
- [22]. Ferber, A, Maternal complications of fetal macrosomia. *Clin Obstet Gynecol*, 2000. 43(2): p. 335-9.
- [23]. Meshari, AA, De Silva, S, and Rahman, I, Fetal macrosomia--maternal risks and fetal outcome. *Int J Gynaecol Obstet*, 1990. 32(3): p. 215-22.
- [24]. Oral, E, Cagdas, A, Gezer, A, Kaleli, S, Aydinli, K, et al., Perinatal and maternal outcomes of fetal macrosomia. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2001. 99(2): p. 167-71.

- [25]. Rouse, DJ, Owen, J, Goldenberg, RL, and Cliver, SP, The effectiveness and costs of elective cesarean delivery for fetal macrosomia diagnosed by ultrasound. *Jama*, 1996. 276(18): p. 1480-6.
- [26]. Dildy, GA and Clark, SL, Shoulder dystocia: risk identification. *Clin Obstet Gynecol*, 2000. 43(2): p. 265-82.
- [27]. Gonen, R, Bader, D, and Ajami, M, Effects of a policy of elective cesarean delivery in cases of suspected fetal macrosomia on the incidence of brachial plexus injury and the rate of cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol*, 2000. 183(5): p. 1296-300.
- [28]. Thornburg, LL, Miles, K, Ho, M, and Pressman, EK, Fetal anatomic evaluation in the overweight and obese gravida. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009. 33(6): p. 670-5.
- [29]. Paneth, N and Susser, M, Early origin of coronary heart disease (the "Barker hypothesis"). *Bmj*, 1995. 310(6977): p. 411-2.
- [30]. Must, A, Spadano, J, Coakley, EH, Field, AE, Colditz, G, et al., The disease burden associated with overweight and obesity. *JAMA*, 1999. 282(16): p. 1523-9.
- [31]. WHO, Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. WHO Technical Report Series, 1995. 854.
- [32]. WHO, Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series, 2000. 894.
- [33]. WHO.Expert.Consultation, Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 2004. 363(9403): p. 157-63.
- [34]. Rona RJ, Sundin J, Wood P, and NT., F, Agreement between body mass index, waist circumference and skin-fold thickness in the United Kingdom Army. *Ann Hum Biol.*, 2011. 38(3): p. 257-64.
- [35]. CDC. Center for Disease Control and Prevention. Overweight and Obesity. . Available from: <http://www.cdc.gov/obesity/data/adult.html>.
- [36]. Flegal, KM, Carroll, MD, Kit, BK, and Ogden, CL, Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *JAMA*, 2012. 307(5): p. 491-7.
- [37]. Flegal, KM, Carroll, MD, Kuczmarski, RJ, and Johnson, CL, Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960-1994. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1998. 22(1): p. 39-47.
- [38]. Flegal, KM, Carroll, MD, Ogden, CL, and Curtin, LR, Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *JAMA*, 2010. 303(3): p. 235-41.
- [39]. OBEPI. Enquête nationale sur la prévalence de l'obésité et du surpoids en France. 2009; Available from: http://www.roche.fr/home/recherche/domaines_therapeutiques/cardio_metabolisme/enquete_nationale_obepi.html.
- [40]. Shields, M and Tjepkema, M. Tendances de l'obésité chez l'adulte. Statistique Canada. 2006; Available from: <http://www.statcan.gc.ca/pub/82-003-x/2005003/article/9279-fra.pdf>.
- [41]. Le Petit, C and Berthelot, JM. En santé aujourd'hui, en santé demain? Résultats de l'Enquête nationale sur la santé de la population. Obésité : un enjeu en croissance. Statistique Canada.; Available from: http://www5.statcan.gc.ca/access_acces/alternative_alternatif.action?l=fra&loc=http://www.statcan.gc.ca/pub/82-003-x/2005003/article/9278-fra.pdf&t=L'obésité%20:%20un%20enjeu%20en%20croissance.
- [42]. Shields, M, Carroll, MD, and Ogden, CL, Prévalence de l'obésité chez les adultes au Canada et aux États-Unis. Statistique Canada. NCHS data brief, no 56. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics, 2011.
- [43]. Chu, SY, Bachman, DJ, Callaghan, WM, Whitlock, EP, Dietz, PM, et al., Association between obesity during pregnancy and increased use of health care. *N Engl J Med*, 2008. 358(14): p. 1444-53.
- [44]. Kim, SY, Dietz, PM, England, L, Morrow, B, and Callaghan, WM, Trends in pre-pregnancy obesity in nine states, 1993-2003. *Obesity (Silver Spring)*, 2007. 15(4): p. 986-93.
- [45]. Gunatilake, RP and Perlow, JH, Obesity and pregnancy: clinical management of the obese gravida. *Am J Obstet Gynecol*, 2011. 204(2): p. 106-19.

- [46]. Statistique.Canada. Enquête sur les expériences de la maternité de 2006. 2006; Available from: http://www5.statcan.gc.ca/access_acces/alternative_alternatif.action?l=fra&loc=http://www.statcan.gc.ca/pub/82-003-x/2010002/article/11145-fra.pdf&t=Prise%20de%20poids%20durant%20la%20grossesse%20:%20observation%20des%20lignes%20directrices%20de%20Santé%20Canada.
- [47]. Wang, JX, Davies, MJ, and Norman, RJ, Obesity increases the risk of spontaneous abortion during infertility treatment. *Obes Res*, 2002. 10(6): p. 551-4.
- [48]. Lashen, H, Fear, K, and Sturdee, DW, Obesity is associated with increased risk of first trimester and recurrent miscarriage: matched case-control study. *Hum Reprod*, 2004. 19(7): p. 1644-6.
- [49]. Villamor, E and Cnattingius, S, Interpregnancy weight change and risk of adverse pregnancy outcomes: a population-based study. *Lancet*, 2006. 368(9542): p. 1164-70.
- [50]. Sorenson, TK, Williams, MA, Lee, IM, Dashow, EE, Thompson, ML, et al., Recreational physical activity during pregnancy and risk of preeclampsia. *Hypertension*, 2003. 41: p. 1273-80.
- [51]. Ehrlich, SF, Hedderson, MM, Feng, J, Davenport, ER, Gunderson, EP, et al., Change in body mass index between pregnancies and the risk of gestational diabetes in a second pregnancy. *Obstet Gynecol*, 2011. 117(6): p. 1323-30.
- [52]. Lepercq, J, [Is there a standard biological screening of gestational diabetes mellitus?]. *Gynecol Obstet Fertil*, 2004. 32(6): p. 549-55.
- [53]. Catalano, PM, Kirwan, JP, Haugel-de Mouzon, S, and King, J, Gestational diabetes and insulin resistance: role in short- and long-term implications for mother and fetus. *J Nutr*, 2003. 133(5 Suppl 2): p. 1674S-1683S.
- [54]. College.national.des.gynecologues.et.obstetriciens.francais, Gestational diabetes. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*, 2010. 39(8 Suppl 2): p. S139, S338-42.
- [55]. Cnattingius, S, Villamor, E, Johansson, S, Edstedt Bonamy, AK, Persson, M, et al., Maternal obesity and risk of preterm delivery. *JAMA*, 2013. 309(22): p. 2362-70.
- [56]. Chu, SY, Kim, SY, Schmid, CH, Dietz, PM, Callaghan, WM, et al., Maternal obesity and risk of cesarean delivery: a meta-analysis. *Obes Rev*, 2007. 8(5): p. 385-94.
- [57]. Poobalan, AS, Aucott, LS, Gurung, T, Smith, WC, and Bhattacharya, S, Obesity as an independent risk factor for elective and emergency caesarean delivery in nulliparous women--systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Obes Rev*, 2009. 10(1): p. 28-35.
- [58]. Getahun, D, Kaminsky, LM, Elsasser, DA, Kirby, RS, Ananth, CV, et al., Changes in prepregnancy body mass index between pregnancies and risk of primary cesarean delivery. *Am J Obstet Gynecol*, 2007. 197(4): p. 376 e1-7.
- [59]. Cnattingius, S and Lambe, M, Trends in smoking and overweight during pregnancy: prevalence, risks of pregnancy complications, and adverse pregnancy outcomes. *Semin Perinatol*, 2002. 26(4): p. 286-95.
- [60]. Deruelle, P, Obesity and pregnancy. *Gynecol Obstet Fertil*, 2011. 39(2): p. 100-5.
- [61]. Louis, JM, Auckley, D, Sokol, RJ, and Mercer, BM, Maternal and neonatal morbidities associated with obstructive sleep apnea complicating pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 2010. 202(3): p. 261 e1-5.
- [62]. Cedergren, MI, Maternal morbid obesity and the risk of adverse pregnancy outcome. *Obstet Gynecol*, 2004. 103(2): p. 219-24.
- [63]. Stothard, KJ, Tennant, PW, Bell, R, and Rankin, J, Maternal overweight and obesity and the risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 2009. 301(6): p. 636-50.
- [64]. Rasmussen, SA, Chu, SY, Kim, SY, Schmid, CH, and Lau, J, Maternal obesity and risk of neural tube defects: a metaanalysis. *Am J Obstet Gynecol*, 2008. 198(6): p. 611-9.
- [65]. Sheiner, E, Levy, A, Menes, TS, Silverberg, D, Katz, M, et al., Maternal obesity as an independent risk factor for caesarean delivery. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 2004. 18(3): p. 196-201.

- [66]. Hediger, ML, Overpeck, MD, McGlynn, A, Kuczmariski, RJ, Maurer, KR, et al., Growth and fatness at three to six years of age of children born small- or large-for-gestational age. *Pediatrics*, 1999. 104(3): p. e33.
- [67]. IOM. Institute of medicine. *Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines*. 2009; Available from: <http://iom.edu/Reports/2009/Weight-Gain-During-Pregnancy-Reexamining-the-Guidelines.aspx>.
- [68]. Rasmussen, KM, Abrams, B, Bodnar, LM, Butte, NF, Catalano, PM, et al., Recommendations for weight gain during pregnancy in the context of the obesity epidemic. *Obstet Gynecol*, 2010. 116(5): p. 1191-5.
- [69]. Beyerlein, A, Schiessl, B, Lack, N, and von Kries, R, Optimal gestational weight gain ranges for the avoidance of adverse birth weight outcomes: a novel approach. *Am J Clin Nutr*, 2009. 90(6): p. 1552-8.
- [70]. Bodnar, LM, Siega-Riz, AM, Simhan, HN, Himes, KP, and Abrams, B, Severe obesity, gestational weight gain, and adverse birth outcomes. *Am J Clin Nutr*, 2010. 91(6): p. 1642-8.
- [71]. Siega-Riz, AM, Viswanathan, M, Moos, MK, Deierlein, A, Mumford, S, et al., A systematic review of outcomes of maternal weight gain according to the Institute of Medicine recommendations: birthweight, fetal growth, and postpartum weight retention. *Am J Obstet Gynecol*, 2009. 201(4): p. 339 e1-14.
- [72]. Beyerlein, A, Lack, N, and von Kries, R, Within-population average ranges compared with Institute of Medicine recommendations for gestational weight gain. *Obstet Gynecol*, 2010. 116(5): p. 1111-8.
- [73]. Blomberg, M, Maternal and neonatal outcomes among obese women with weight gain below the new Institute of Medicine recommendations. *Obstet Gynecol*, 2011. 117(5): p. 1065-70.
- [74]. Potti, S, Sliwinski, CS, Jain, NJ, and Dandolu, V, Obstetric outcomes in normal weight and obese women in relation to gestational weight gain: comparison between Institute of Medicine guidelines and Cedergren criteria. *Am J Perinatol*, 2010. 27(5): p. 415-20.
- [75]. Siega-Riz, AM, Adair, LS, and Hobel, CJ, Institute of Medicine maternal weight gain recommendations and pregnancy outcome in a predominantly Hispanic population. *Obstet Gynecol*, 1994. 84(4): p. 565-73.
- [76]. Carmichael, S, Abrams, B, and Selvin, S, The pattern of maternal weight gain in women with good pregnancy outcomes. *Am J Public Health*, 1997. 87(12): p. 1984-8.
- [77]. Abrams, B, Carmichael, S, and Selvin, S, Factors associated with the pattern of maternal weight gain during pregnancy. *Obstet Gynecol*, 1995. 86(2): p. 170-6.
- [78]. Tranquart, F, Grenier, N, Eder, V, and Pourcelot, L, Clinical use of ultrasound tissue harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol*, 1999. 25(6): p. 889-94.
- [79]. Aagaard-Tillery, KM, Flint Porter, T, Malone, FD, Nyberg, DA, Collins, J, et al., Influence of maternal BMI on genetic sonography in the FaSTER trial. *Prenat Diagn*, 2010. 30(1): p. 14-22.
- [80]. Thornburg, LL, Mulconry, M, Post, A, Carpenter, A, Grace, D, et al., Fetal nuchal translucency thickness evaluation in the overweight and obese gravida. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009. 33(6): p. 665-9.
- [81]. Dashe, JS, McIntire, DD, and Twickler, DM, Maternal obesity limits the ultrasound evaluation of fetal anatomy. *J Ultrasound Med*, 2009. 28(8): p. 1025-30.
- [82]. Khoury, FR, Ehrenberg, HM, and Mercer, BM, The impact of maternal obesity on satisfactory detailed anatomic ultrasound image acquisition. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2009. 22(4): p. 337-41.
- [83]. Phatak, M and Ramsay, J, Impact of maternal obesity on procedure of mid-trimester anomaly scan. *J Obstet Gynaecol*, 2010. 30(5): p. 447-50.
- [84]. Paladini, D, Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2009. 33(6): p. 720-9.
- [85]. Maxwell, C, Dunn, E, Tomlinson, G, and Glanc, P, How does maternal obesity affect the routine fetal anatomic ultrasound? *J Matern Fetal Neonatal Med*, 2010. 23(10): p. 1187-92.
- [86]. CNTE, *Rapport du Comité National Technique de l'Echographie de Dépistage Prénatal*, 81. 2005.

- [87]. Salomon, LJ, Winer, N, Bernard, JP, and Ville, Y, A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn*, 2008. 28(9): p. 822-7.
- [88]. Salomon, LJ, Bernard, JP, Duyme, M, Doris, B, Mas, N, et al., Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2006. 27(1): p. 34-40.
- [89]. ACOG, ACOG Practice Bulletin N°58. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol*, 2004. 104(6): p. 1449-58.
- [90]. AIUM, AIUM Practice Guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med*, 2003. 22(10): p. 1116-25.
- [91]. RCOG, *Ultrasound Screening for Fetal Abnormalities*. RCOG, 2000. London.
- [92]. Harrell, FE, Jr., Lee, KL, and Mark, DB, Multivariable prognostic models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Stat Med*, 1996. 15(4): p. 361-87.
- [93]. McCambridge, J, Witton, J, and Elbourne, DR, Systematic review of the Hawthorne effect: new concepts are needed to study research participation effects. *J Clin Epidemiol*, 2014. 67(3): p. 267-77.
- [94]. Benacerraf, BR, A technical tip on scanning obese gravidae. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2010. 35(5): p. 615-6.
- [95]. Hendler, I, Blackwell, SC, Treadwell, MC, Bujold, E, Sokol, RJ, et al., Does advanced ultrasound equipment improve the adequacy of ultrasound visualization of fetal cardiac structures in the obese gravid woman? *Am J Obstet Gynecol*, 2004. 190(6): p. 1616-9; discussion 1619-20.
- [96]. Hendler, I, Blackwell, SC, Treadwell, MC, Bujold, E, Sokol, RJ, et al., Does sonographers' experience impact the rate of sub-optimal visualization in the obese gravida? *Am J Obstet Gynecol*, 2004. 180: p. S239.
- [97]. Nelson, NL, Filly, RA, Goldstein, RB, and Callen, PW, The AIUM/ACR antepartum obstetrical sonographic guidelines: expectations for detection of anomalies. *J Ultrasound Med*, 1993. 12(4): p. 189-96.
- [98]. Capmas, P, Salomon, LJ, Picone, O, Fuchs, F, Frydman, R, et al., Using Z-scores to compare biometry data obtained during prenatal ultrasound screening by midwives and physicians. *Prenat Diagn*, 2010. 30(1): p. 40-2.
- [99]. Salomon, LJ, Bernard, JP, and Ville, Y, Analysis of Z-score distribution for the quality control of fetal ultrasound measurements at 20-24 weeks. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005. 26(7): p. 750-4.
- [100]. Biau, DJ, Porcher, R, and Salomon, LJ, CUSUM: a tool for ongoing assessment of performance. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008. 31(3): p. 252-5.
- [101]. Herman, A, Maymon, R, Dreazen, E, Caspi, E, Bukovsky, I, et al., Nuchal translucency audit: a novel image-scoring method. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1998. 12(6): p. 398-403.
- [102]. Herman, A, Dreazen, E, Maymon, R, Tovbin, Y, Bukovsky, I, et al., Implementation of nuchal translucency image-scoring method during ongoing audit. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1999. 14(6): p. 388-92.
- [103]. Herman, A, Maymon, R, Dreazen, E, Zohav, E, Segal, O, et al., Utilization of the nuchal translucency image-scoring method during training of new examiners. *Fetal Diagn Ther*, 1999. 14(4): p. 234-9.
- [104]. Paladini, D, Vassallo, M, Tartaglione, A, Lapadula, C, and Martinelli, P, The role of tissue harmonic imaging in fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2004. 23(2): p. 159-64.
- [105]. Raio, L, Ghezzi, F, Di Naro, E, Buttarelli, M, Franchi, M, et al., Perinatal outcome of fetuses with a birth weight greater than 4500 g: an analysis of 3356 cases. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2003. 109(2): p. 160-5.
- [106]. Zhang, X, Decker, A, Platt, RW, and Kramer, MS, How big is too big? The perinatal consequences of fetal macrosomia. *Am J Obstet Gynecol*, 2008. 198(5): p. 517 e1-6.

- [107]. Gregory, KD, Henry, OA, Ramicone, E, Chan, LS, and Platt, LD, Maternal and infant complications in high and normal weight infants by method of delivery. *Obstet Gynecol*, 1998. 92(4 Pt 1): p. 507-13.
- [108]. Handa, VL, Danielsen, BH, and Gilbert, WM, Obstetric anal sphincter lacerations. *Obstet Gynecol*, 2001. 98(2): p. 225-30.
- [109]. Harrell, F, Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis. 2001, New York: Springer.
- [110]. Royston, P and Sauerbrei, W, Multivariable model-building. A pragmatic approach to regression analysis based on fractional polynomials for modelling continuous variables. 2008, Chichester: John Wiley & Sons.
- [111]. Benichou, J, A review of adjusted estimators of attributable risk. *Stat Methods Med Res*, 2001. 10(3): p. 195-216.
- [112]. Fuglenes, D, Aas, E, Botten, G, Oian, P, and Kristiansen, IS, Maternal preference for cesarean delivery: do women get what they want? *Obstet Gynecol*, 2012. 120(2 Pt 1): p. 252-60.
- [113]. Batallan, A, Goffinet, F, Paris-Llado, J, Fortin, A, Breart, G, et al., Fetal macrosomia: management, obstetrical and neonatal results. Multicenter case-control study in 15 maternity hospitals in Paris and the Ile de France area. *Gynecol Obstet Fertil*, 2002. 30(6): p. 483-91.
- [114]. Siggelkow, W, Boehm, D, Skala, C, Grosslercher, M, Schmidt, M, et al., The influence of macrosomia on the duration of labor, the mode of delivery and intrapartum complications. *Arch Gynecol Obstet*, 2008. 278(6): p. 547-53.
- [115]. Lindholm, ES and Altman, D, Risk of obstetric anal sphincter lacerations among obese women. *BJOG*, 2013. 120(9): p. 1110-5.
- [116]. Blomberg, M, Maternal body mass index and risk of obstetric anal sphincter injury. *Biomed Res Int*, 2014. 2014: p. 395803.
- [117]. Dupont, C, Rudigoz, RC, Cortet, M, Touzet, S, Colin, C, et al., [Frequency, causes and risk factors of postpartum haemorrhage: a population-based study in 106 French maternity units]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*, 2014. 43(3): p. 244-53.
- [118]. Blomberg, M, Maternal obesity and risk of postpartum hemorrhage. *Obstet Gynecol*, 2011. 118(3): p. 561-8.
- [119]. Bjorstad, AR, Irgens-Hansen, K, Daltveit, AK, and Irgens, LM, Macrosomia: mode of delivery and pregnancy outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2010. 89(5): p. 664-9.
- [120]. Green, JR and Soohoo, SL, Factors associated with rectal injury in spontaneous deliveries. *Obstet Gynecol*, 1989. 73(5 Pt 1): p. 732-8.
- [121]. Zacharin, R, "A Chinese anatomy"—the pelvic supporting tissues of the Chinese and Occidental female compared and contrasted. *Aust N Z J Obstet Gynecol*, 1977. 17: p. 1-11.
- [122]. Mahony, R, Walsh, C, Foley, ME, Daly, L, and O'Herlihy, C, Outcome of second delivery after prior macrosomic infant in women with normal glucose tolerance. *Obstet Gynecol*, 2006. 107(4): p. 857-62.
- [123]. Donnelly, V, Fynes, M, Campbell, D, Johnson, H, O'Connell, PR, et al., Obstetric events leading to anal sphincter damage. *Obstet Gynecol*, 1998. 92(6): p. 955-61.
- [124]. Adams, KM, Li, H, Nelson, RL, Ogburn, PL, Jr., and Danilenko-Dixon, DR, Sequelae of unrecognized gestational diabetes. *Am J Obstet Gynecol*, 1998. 178(6): p. 1321-32.
- [125]. Vahratian, A, Zhang, J, Troendle, JF, Savitz, DA, and Siega-Riz, AM, Maternal prepregnancy overweight and obesity and the pattern of labor progression in term nulliparous women. *Obstet Gynecol*, 2004. 104(5 Pt 1): p. 943-51.
- [126]. Bateman, BT, Berman, MF, Riley, LE, and Leffert, LR, The epidemiology of postpartum hemorrhage in a large, nationwide sample of deliveries. *Anesth Analg*, 2010. 110(5): p. 1368-73.
- [127]. Oyelese, Y and Ananth, CV, Postpartum hemorrhage: epidemiology, risk factors, and causes. *Clin Obstet Gynecol*, 2010. 53(1): p. 147-56.
- [128]. Sosa, CG, Althabe, F, Belizan, JM, and Buekens, P, Risk factors for postpartum hemorrhage in vaginal deliveries in a Latin-American population. *Obstet Gynecol*, 2009. 113(6): p. 1313-9.
- [129]. Gardosi, J, Chang, A, Kalyan, B, Sahota, D, and Symonds, EM, Customised antenatal growth charts. *Lancet*, 1992. 339(8788): p. 283-7.

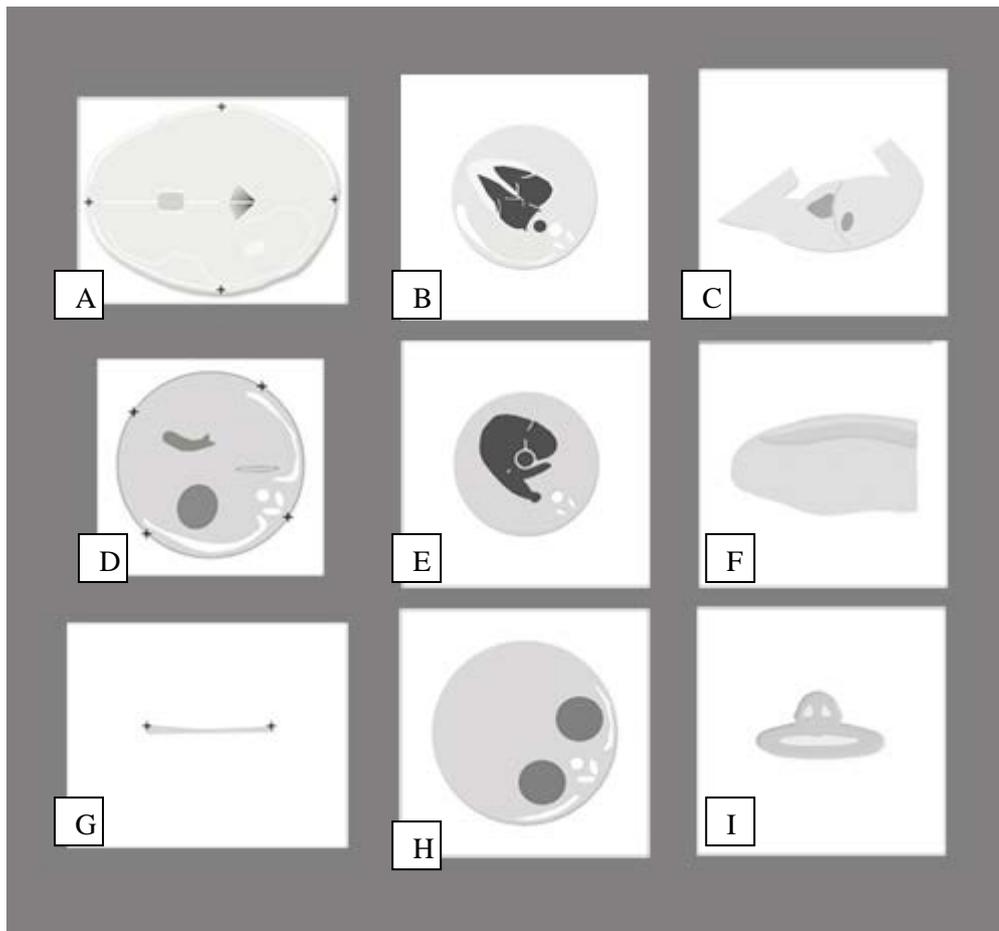
- [130]. Gardosi, J, Mongelli, M, Wilcox, M, and Chang, A, An adjustable fetal weight standard. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 1995. 6(3): p. 168-74.
- [131]. Clausson, B, Gardosi, J, Francis, A, and Cnattingius, S, Perinatal outcome in SGA births defined by customised versus population-based birthweight standards. *BJOG*, 2001. 108(8): p. 830-4.
- [132]. Mongelli, M and Gardosi, J, Reduction of false-positive diagnosis of fetal growth restriction by application of customized fetal growth standards. *Obstet Gynecol*, 1996. 88(5): p. 844-8.
- [133]. De Jong, CL, Francis, A, Van Geijn, HP, and Gardosi, J, Customized fetal weight limits for antenatal detection of fetal growth restriction. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2000. 15(1): p. 36-40.
- [134]. Chauhan, SP, West, DJ, Scardo, JA, Boyd, JM, Joiner, J, et al., Antepartum detection of macrosomic fetus: clinical versus sonographic, including soft-tissue measurements. *Obstet Gynecol*, 2000. 95(5): p. 639-42.
- [135]. Hart, NC, Hilbert, A, Meurer, B, Schrauder, M, Schmid, M, et al., Macrosomia: a new formula for optimized fetal weight estimation. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2010. 35(1): p. 42-7.
- [136]. Poon, LC, Karagiannis, G, Stratieva, V, Syngelaki, A, and Nicolaides, KH, First-trimester prediction of macrosomia. *Fetal Diagn Ther*, 2011. 29(2): p. 139-47.
- [137]. Coomarasamy, A, Connock, M, Thornton, J, and Khan, KS, Accuracy of ultrasound biometry in the prediction of macrosomia: a systematic quantitative review. *BJOG*, 2005. 112(11): p. 1461-6.
- [138]. Papageorghiou, AT, Ohuma, EO, Altman, DG, Todros, T, Cheikh Ismail, L, 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): p. 869-79.
- [139]. Villar, J, Cheikh Ismail, L, Victora, CG, Ohuma, EO, Bertino, E, et al., International standards for newborn weight, length, and head circumference by gestational age and sex: the Newborn Cross-Sectional Study of the INTERGROWTH-21st Project. *Lancet*, 2014. 384(9946): p. 857-68.
- [140]. Chaillet, N, Dumont, A, Abrahamowicz, M, Pasquier, JC, Audibert, F, et al., A cluster-randomized trial to reduce cesarean delivery rates in Quebec. *N Engl J Med*, 2015. 372(18): p. 1710-21.
- [141]. IADPSG.Panel, International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care*, 2010. 33(3): p. 676-682.
- [142]. Hapo.Study.Cooperative.Research.Group, Metzger, BE, Lowe, LP, Dyer, AR, Trimble, ER, et al., Hyperglycemia and adverse pregnancy outcomes. *N Engl J Med*, 2008. 358(19): p. 1991-2002.
- [143]. Canadian.Diabetes.Association.Clinical.Practice.Guidelines.Expert.Committee, Diabetes and pregnancy. *Can J Diabetes*, 2013. 37: p. S168-S183.
- [144]. Al, RA, Baykal, C, Karacay, O, Geyik, PO, Altun, S, et al., Random urine protein-creatinine ratio to predict proteinuria in new-onset mild hypertension in late pregnancy. *Obstet Gynecol*, 2004. 104(2): p. 367-71.
- [145]. Brown, MA, Lindheimer, MD, de Swiet, M, Van Assche, A, and Moutquin, JM, The classification and diagnosis of the hypertensive disorders of pregnancy: statement from the International Society for the Study of Hypertension in Pregnancy (ISSHP). *Hypertens Pregnancy*, 2001. 20(1): p. IX-XIV.
- [146]. Royston, P and Sauerbrei, W, Multivariable model-building. A pragmatic approach to regression analysis based on fractional polynomials for modelling continuous variables, in *Wiley series in probability and statistics*. 2008, John Wiley & Sons: Chichester.
- [147]. Royston, P and Sauerbrei, W, A new approach to modelling interactions between treatment and continuous covariates in clinical trials by using fractional polynomials. *Stat Med*, 2004. 23(16): p. 2509-25.
- [148]. Statistique.Canada, Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) 2009-2010. Tiré de Profil de la santé, Statistique Canada. 2012.

- [149]. Kristensen, J, Vestergaard, M, Wisborg, K, Kesmodel, U, and Secher, NJ, Pre-pregnancy weight and the risk of stillbirth and neonatal death. *BJOG*, 2005. 112(4): p. 403-8.
- [150]. Berger, H, Crane, J, Farine, D, Armson, A, De La Ronde, S, et al., Screening for gestational diabetes mellitus. *J Obstet Gynaecol Can*, 2002. 24(11): p. 894-912.
- [151]. Magee, LA, Helewa, M, Moutquin, JM, and von Dadelszen, P, Diagnosis, Evaluation, and Management of the Hypertensive Disorders of Pregnancy. *JOGC*, 2008. 30: p. S1-48.
- [152]. Societe francaise d'anesthesie et de reanimation, College national des gynecologues et obstetriciens francais, Societe francaise de medecine perinatale, and neonatologie., Sfd, [Multidisciplinary management of severe pre-eclampsia (PE). Experts' guidelines 2008. Societe francaise d'anesthesie et de reanimation. College national des gynecologues et obstetriciens francais. Societe francaise de medecine perinatale. Societe francaise de neonatologie]. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2009. 28(3): p. 275-81.
- [153]. Boulvain, M, Senat, MV, Perrotin, F, Winer, N, Beucher, G, et al., Induction of labour versus expectant management for large-for-date fetuses: a randomised controlled trial. *Lancet*, 2015.
- [154]. Desloges, Y, À table en Nouvelle-France. Alimentation populaire, gastronomie et traditions alimentaires dans la vallée laurentienne avant l'avènement des restaurants. 2009, Quebec: Éditions du Septentrion. 240p.
- [155]. Rozin, P, The meaning of food in our lives: a cross-cultural perspective on eating and well-being. *J Nutr Educ Behav*, 2005. 37 Suppl 2: p. S107-12.
- [156]. Rozin, P, Fischler, C, Imada, S, Sarubin, A, and Wrzesniewski, A, Attitudes to food and the role of food in life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: possible implications for the diet-health debate. *Appetite*, 1999. 33(2): p. 163-80.
- [157]. Rozin, P, Kabnick, K, Pete, E, Fischler, C, and Shields, C, The ecology of eating: smaller portion sizes in France Than in the United States help explain the French paradox. *Psychol Sci*, 2003. 14(5): p. 450-4.
- [158]. Rozin, P, Remick, AK, and Fischler, C, Broad Themes of Difference between French and Americans in Attitudes to Food and Other Life Domains: Personal Versus Communal Values, Quantity Versus Quality, and Comforts Versus Joys. *Front Psychol*, 2011. 2: p. 177.
- [159]. Mathe, T, Francou, A, Colin, J, and Hebel, P. Comparaison des modeles alimentaire Français et Etats-Uniens - Cahier de recherche N°283. 2011; Available from: <http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C283.pdf>.
- [160]. Ministere.des.Affaires.Sociales.de.la.Santé.et.des.droits.des.femmes. Programme national nutrition sante (PNNS) 2011-2015. Available from: <http://www.sante.gouv.fr/programme-national-nutrition-sante-2011-2015.html>.
- [161]. Rey, J and Bresson, J-L, Conséquences à long terme de la nutrition dans l'enfance., in Brunser O, Carrazza F, Gracey M, Nichols B, Senterre J. *Nutrition du jeune enfant*, vol 2. 1995, Raven Press: New York. p. 637-57.
- [162]. Moulton, C, Age and chemical development in mammals. . *J. Biol. Chem*, 1923. 57: p. 79-97.
- [163]. Dobbing, J, Infant nutrition and later achievement. *Nutr. Rev*, 1984. 42: p. 1-7.
- [164]. Pollitt, E, Timing and vulnerability in research on malnutrition and cognition. *Nutr. Rev*, 1996. 54: p. S49-55.
- [165]. Lucas, A, Programming by early nutrition in man., in Bock GR, Whelan J, eds. *The childhood environment and adult disease*. 1991, CIBA Foundation Symposium 156. John Wiley and Sons: Chichester. p. 38-55.
- [166]. Goldberg, GR and Prentice, AM, Maternal and fetal determinants of adult diseases. *Nutr Rev*, 1994. 52(6): p. 191-200.
- [167]. Barker, DJ, The fetal and infant origins of disease. *Eur J Clin Invest*, 1995. 25(7): p. 457-63.
- [168]. Wharton, B, Food and biological clocks. *Proc Nutr Soc*, 1992. 51(2): p. 145-53.
- [169]. Quinlivan, JA, Julania, S, and Lam, L, Antenatal dietary interventions in obese pregnant women to restrict gestational weight gain to Institute of Medicine recommendations: a meta-analysis. *Obstet Gynecol*, 2011. 118(6): p. 1395-401.
- [170]. Oteng-Ntim, E, Varma, R, Croker, H, Poston, L, and Doyle, P, Lifestyle interventions for overweight and obese pregnant women to improve pregnancy outcome: systematic review and meta-analysis. *BMC Med*, 2012. 10: p. 47.

- [171]. Sui, Z, Grivell, RM, and Dodd, JM, Antenatal exercise to improve outcomes in overweight or obese women: A systematic review. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2012. 91(5): p. 538-45.
- [172]. Gardner, B, Wardle, J, Poston, L, and Croker, H, Changing diet and physical activity to reduce gestational weight gain: a meta-analysis. *Obes Rev*, 2011. 12(7): p. e602-20.
- [173]. Thangaratinam, S, Rogozinska, E, Jolly, K, Glinkowski, S, Roseboom, T, et al., Effects of interventions in pregnancy on maternal weight and obstetric outcomes: meta-analysis of randomised evidence. *BMJ*, 2012. 344: p. e2088.
- [174]. Briley, AL, Barr, S, Badger, S, Bell, R, Croker, H, et al., A complex intervention to improve pregnancy outcome in obese women; the UPBEAT randomised controlled trial. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2014. 14: p. 74.
- [175]. Deruelle, P, Electronic-personalized program for obesity in pregnancy to improve delivery (PHRC 2014). 2014.

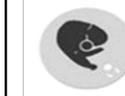
ANNEXES

Annexe 1 : Images devant figurer dans le compte rendu de l'examen de dépistage du second trimestre (entre 20 et 25 sa) selon le Comité National Technique de l'Échographie de dépistage prénatal (CNTE) [86]



A: périmètre crânien. B: 4 cavités cardiaques. C: coupe du diaphragme. D: périmètre abdominal. E: Voies d'éjection du ventricule droit. F: rachis terminal. G: longueur du fémur. H: coupe transversale des reins. I: face fœtale.

Annexe 2 : Critères pour l'évaluation du score de qualité selon Salomon et al. [87, 88].

Clichés biométriques			Clichés morphologiques					
Périmètre crânien	Périmètre abdominal	Longueur fémorale	Face fœtale	4 cavités cardiaques	Voie d'éjection du ventricule D	Diaphragme	Reins	Rachis
								
Plan symétrique	Plan symétrique	Visualisation claire des 2 extrémités du fémur	Lèvre supérieure visible	4 cavités visibles	Bifurcation artère pulmonaire visible	Cœur visible	Vue circulaire du 1 ^{er} rein	Rachis dorsal visible
Plan montrant les thalami	Plane montrant la bulle de l'estomac	<45° d'angle para rapport à l'horizontal	Deux narines visibles	Pointe du cœur visible	Aorte ascendante visible	Estomac visible	Vue circulaire du 2 ^{ème} rein	Sacrum visible
Plan montrant le cavum du septum pellucidum	Plan montrant le sinus porte	-	Deux angles buccaux visibles	Croix du coeur visible	Ventricule droit visible	Rachis non visible	Rein postérieur séparé de l'ombre acoustique du rachis	Alignement des vertèbres visible du rachis dorsal au rachis sacré
Cervelet non visible	Reins non visible	-	-	Une veine pulmonaire visible	Artère pulmonaire entourant l'aorte	Interface diaphragmatique visible d'avant en arrière	Différenciation corticomédullaire ou cavité pyélique visible	Continuité de la peau
Calipers et points de l'ellipse placés correctement	Calipers et points de l'ellipse placés correctement	Calipers et points de l'ellipse placés correctement	-	Aorte thoracique descendante visible	-	Cuisse et cou visible	-	Liquide amniotique visible au dessus de la peau
Tête occupant plus de la moitié de l'écran	Abdomen occupant plus de la moitié de l'écran	Plan fémoral occupant plus de la moitié de l'écran	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image

Chaque critère rempli vaut 1 point

Annexe 3 : **Fuchs F**, Houllier M, Voulgaropoulos A, Levailant JM, Colmant C, Bouyer J, Senat MV.

Factors affecting feasibility and quality of second-trimester ultrasound scans in obese pregnant women. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41:40-6.

Factors affecting feasibility and quality of second-trimester ultrasound scans in obese pregnant women

F. FUCHS*†‡, M. HOULLIER*, A. VOULGAROPOULOS*, J.-M. LEVAILLANT*, C. COLMANT*, J. BOUYER†‡§ and M.-V. SENAT*†‡

*Department of Obstetrics and Gynecology, Hôpital Bicêtre, Assistance Publique Hôpitaux de Paris (APHP), Le Kremlin-Bicêtre, France; †Inserm, CESP Centre for Research in Epidemiology and Population Health, U1018, Reproduction and Child Development, Villejuif, France; ‡Université Paris-Sud, UMRS 1018, Villejuif, France; §INED, Paris, France

KEYWORDS: fetal; obesity; quality control; score; ultrasound

ABSTRACT

Objectives To evaluate the feasibility of completing in one session a second-trimester ultrasound scan in obese pregnant women, to compare the quality of images obtained with those of non-obese women and to analyze factors that can improve the completion rate.

Methods This prospective study, from 2009 to 2011, included all obese pregnant women (prepregnancy body mass index (BMI) > 30 kg/m²) who had an ultrasound examination at 20–24 weeks in our department, and a control group of pregnant women with normal BMI (20–24.9 kg/m²) who had the same examination. A single operator reviewed the standardized ultrasound images (three biometric and six to assess key anatomical features) required under French guidelines, to assess their presence, evaluate the quality of all images and score the quality of the six anatomical images. Each image was assessed according to between four and six criteria, each worth one point. We sought excellent quality, defined as the frequency of maximum points for a given image type. The factors associated with completing the scan in one session were evaluated with multivariate logistic regression.

Results The obese group included 223 women and the control group 60; a complete scan in one session was achieved in 70.4% and 81.7% of these, respectively ($P=0.08$). The completion rate for each image type was at least 95% in the control group and 90% in the obese group, except for diaphragm and right outflow tract images. Significant factors associated with completing the scan in the multivariate model were: having 10 additional minutes for the scan ($P=0.03$), moving the fetus so that the back was in posterior or lateral position ($P=0.01$), more experienced sonographer ($P=0.03$) and thinner maternal abdominal wall thickness ($P=0.01$). Overall,

the excellence rate varied from 35% to 92% in the normal BMI group and from 18% to 58% in the obese group, and was significantly lower in the latter for all images except abdominal circumference ($P=0.26$) and spine ($P=0.06$). Anatomical quality scores were also significantly lower in the obese group (22.3 vs 27.2; $P=0.001$).

Conclusion Although ultrasound scans of obese pregnant women are feasible, image quality and global anatomical scores are significantly lower among obese than normal-weight women. However, certain simple improvements may increase fetal visualization. Copyright © 2013 ISUOG. Published by John Wiley & Sons, Ltd.

INTRODUCTION

Obesity, defined by the World Health Organization as a body mass index (BMI) of 30 kg/m² or greater¹, has become one of the most common medical problems worldwide. Its prevalence has increased dramatically over the past 20 years in western countries and is also growing in developing countries². More than 400 million people were obese in 2005, and the prediction for 2015 is 700 million. The number of pregnant women who are obese has also increased; estimates for the obesity rate among pregnant women in the USA range from 18 to 38%³. In France, the rate is almost 10%, according to the last national perinatal study⁴.

Numerous studies have reported that maternal obesity during pregnancy is associated not only with maternal and fetal complications but also with substantial limitations in the ability to evaluate fetal anatomy⁵. Absorption of ultrasound beams by subcutaneous tissue makes ultrasound scans of the obese more difficult⁶ and decreases the detection rate of structural anomalies in fetuses of obese mothers⁷. Nonetheless, although the rates of

Correspondence to: Dr F. Fuchs, Hôpital Bicêtre, Service de Gynécologie-Obstétrique, 78 rue du Général Leclerc, 94275 Le Kremlin-Bicêtre cedex, France (e-mail: florent.fuchs@bct.aphp.fr)

Accepted: 19 September 2012

suboptimal visualization and incomplete scans on the first attempt have increased as maternal BMI has risen⁸, completion rate of the basic anatomical survey does not differ significantly between women with normal BMI and those with Class I obesity (BMI, 30–34.9 kg/m²)⁵. However, previous studies dealing with second-trimester scan feasibility among obese patients have mainly been retrospective, used older ultrasound equipment^{5,9,10} and did not attempt to identify factors that might improve visualization. The next step to improve prenatal diagnosis in obese women is to look at the quality of images obtained during prenatal ultrasound screening and determine whether this differs from the quality of images in a normal-BMI population. Despite the widespread use of diagnostic ultrasound in pregnancy, no study has compared the quality of ultrasound images obtained in obese and non-obese women.

The aim of this study was to conduct a prospective assessment of the feasibility of completing a second-trimester ultrasound scan in obese pregnant women in a single session, to analyze factors that might improve the completion rate, and to compare the quality of each second-trimester ultrasound image obtained with those obtained in non-obese pregnant women.

SUBJECTS AND METHODS

This prospective study included all obese pregnant women (prepregnancy BMI > 30 kg/m²) and a control group of normal-weight women (prepregnancy BMI 20–24.9 kg/m²) who underwent routine second-trimester ultrasound examination in our tertiary care center between November 2009 and May 2011. Exclusion criteria were multiple gestation and a scan performed before 20 or after 24 weeks' gestation.

The six sonographers in our unit performed all the ultrasound examinations, using a GE E8 or a GE Voluson 730 (GE Medical Systems, Piscataway, NJ, USA) ultrasound unit, equipped with real-time 4D abdominal transducers supporting a bandwidth of 2–8 MHz and two-dimensional abdominal transducers supporting a bandwidth of 2–5 MHz. After completion of the examination, each sonographer completed a detailed form including maternal data (age, prepregnancy and second-trimester BMI, history of prepregnancy diabetes and previous Cesarean delivery) and ultrasound data (gestational age at ultrasound, duration of scan, fetal position, placental placement and maternal abdominal wall thickness, defined as the maximum subcutaneous thickness from skin surface to uterine serosa measured by ultrasound).

A single trained operator, who had performed none of the scans, reviewed each one to evaluate the presence or absence of the nine images recommended by French guidelines¹¹ and thus to evaluate feasibility. These images included three biometric images (head and abdominal circumferences, femur length measurement) and six images to assess key anatomical features (four-chamber view, right outflow tract, kidneys, diaphragm, spine and face). The reviewer was blinded to the sonographers'

names. The reviewer's evaluations of the scans were used for the analysis. Feasibility of completion was defined as the ability to obtain a complete scan on the first attempt, i.e. at the first session. When the scan was incomplete on the first try, the number of additional scans needed to obtain a complete examination as well as the gestational age at which they were performed was reported.

The quality of each scan was determined on two complementary scales. The first scale used the criteria described by Salomon *et al.*^{12,13} to score the quality of each of these nine images (Table 1). These criteria were specific for each type of image and were designed to apply established standards for fetal examination^{11,14–16}. Each criterion was worth 1 point, and each image could yield a maximum score of 4, 5 or 6 points, depending on the specific image. Excellence was defined as the maximum score for that image and was measured as the frequency of maximum scores for that type of image. The second scale was a global anatomical score for the scan, computed by adding the points for the six anatomical images. The maximum global score was 32 points.

The control group (women with a prepregnancy BMI between 20 and 24.9 kg/m²) was selected and their ultrasound images were evaluated according to the same procedure. Women included in this group were examined by the same operators, during the same study period, and were the next woman with a normal BMI examined after an obese woman. As the obese sample included 223 women, the control group required 60 women to be able to detect a 4-point difference in the anatomical score with a statistical power of 80% and a two-tailed 0.05 significance level.

We compared obese and control women using Student's and Mann–Whitney *U*-tests for quantitative and Fisher's exact or χ^2 tests for qualitative data. Univariate comparison of successful scan completion used the same tests. Variables with $P < 0.2$ in the univariate analysis were entered into a multivariate model. Multiple logistic regression analysis was used to fit the model that best predicted a complete ultrasound scan in a single session¹⁷. Results were considered significant when $P < 0.05$. Statistical analyses were performed with STATA software, v.11 (Stata Corporation, College Station, TX, USA).

All scans were stored in a database. This database and its use for research have been approved by the French Data Protection Authority (CNIL, Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés) under notification number 1181076.

RESULTS

Characteristics of the 223 obese and 60 control women included in the study are summarized in Table 2. Pregnancy outcome was verified for all, and no fetal anomalies were found. In the obese group, prepregnancy BMI ranged from 30 to 54.3 kg/m² and was distributed as follows: Class I obesity (30–34.9 kg/m²), 69%; Class II obesity (35–39.9 kg/m²), 22%; and Class III obesity (≥ 40 kg/m²), 9%. The obese women gained less

Table 1 Criteria for score-based evaluation of the nine images recommended by French guidelines¹¹ for the second-trimester scan, according to Salomon et al.^{12,13}

Biometric images			Anatomical images					
<i>Head circumference</i>	<i>Abdominal circumference</i>	<i>Femur length</i>	<i>Face</i>	<i>Four-chamber view</i>	<i>Right outflow tract</i>	<i>Diaphragm</i>	<i>Kidneys</i>	<i>Spine</i>
Symmetrical plane	Symmetrical plane	Both ends of bone clearly visible	Upper lip visible	Four chambers visible	Pulmonary artery bifurcation visible	Heart visible	Circular view of first kidney	Dorsal spine visible
Plane showing thalami	Plane showing stomach bubble	< 45° angle to horizontal	Two nostrils visible	Apex of heart visible	Ascending aorta visible	Stomach visible	Circular view of second kidney	Sacrum visible
Plane showing cavum septi pellucidi	Plane showing portal sinus	—	Two lip angles visible	Heart crux visible	Right ventricle visible	Spine not visible	Posterior kidney clear from spine acoustic shadow	Alignment of vertebrae visible from dorsal level to sacrum
Cerebellum not visible	Kidneys not visible	—	—	One pulmonary vein visible	Pulmonary artery curling up aorta	Diaphragmatic interface visible from back to front	Corticomedullary differentiation or pyelic cavity visible	Continuity of skin
Calipers and dotted ellipse placed correctly	Calipers and dotted ellipse placed correctly	Calipers and dotted ellipse placed correctly	—	Descending thoracic aorta visible	—	Thigh and neck visible	—	Amniotic fluid visible beyond skin
Head plane occupying more than half of total image size	Abdominal plane occupying more than half of total image size	Femoral plane occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size	ROI occupying more than half of total image size

Each criterion is worth 1 point. ROI, region of interest.

Table 2 Patient and second-trimester ultrasound characteristics in obese and non-obese populations

Characteristic	Obese (n = 223)	Non-obese (n = 60)	P
Age			0.1
< 25 years	27 (12.1)	12 (20)	
25–34 years	128 (57.4)	36 (60)	
> 34 years	68 (30.5)	12 (20)	
Prepregnancy BMI (kg/m ²)	33.1 (31.2; 36.2)	21.9 (20.8; 22.8)	< 0.001
BMI at US (kg/m ²)	35.3 (33.3; 38.5)	24.5 (22.6; 26.0)	< 0.001
Weight gain* (kg)	5 (1; 9)	7 (4; 10)	0.04
GA at ultrasound (weeks)	22.6 (22.1; 23.2)	22.6 (22.1; 22.9)	0.5
Ultrasound unit			0.3
GE E8	189 (84.7)	54 (90)	
GE Voluson 730	34 (15.3)	6 (10)	
Maternal abdominal wall thickness (mm)	33.7 (28; 41)	20 (16; 23)	< 0.001
Maternal abdominal wall thickness			< 0.001
Min–24.9 mm	24 (11)	49 (82)	
25–34.9 mm	98 (44)	11 (18)	
> 35 mm	101 (45)	—	
Duration of US exam (min)	24 (20; 33)	20 (17.5; 24.5)	< 0.001
Fetal presentation			0.2
Vertex	116 (52)	40 (67)	
Breech	69 (31)	13 (22)	
Transverse	38 (17)	7 (11)	
Fetal back position			0.006
Lateral (left or right)	127 (57)	41 (68)	
Posterior	39 (17)	15 (25)	
Anterior	57 (26)	4 (7)	
Placental location			0.1
Posterior	98 (44)	33 (55)	
Anterior	125 (56)	27 (45)	

Data are presented as n (%) or median (1st quartile; 3rd quartile). *Between start of pregnancy and second-trimester ultrasound examination. BMI, body mass index; GA, gestational age; GE, GE Medical Systems (Piscataway, NJ, USA); US, ultrasound.

weight during pregnancy than did the non-obese women ($P = 0.04$). In the obese group, 34 (16%) women had had diabetes before pregnancy, but only 3% had in the normal BMI group ($P = 0.01$). Maternal abdominal wall thickness differed significantly between the two groups, ranging from 16.7 to 68.2 mm in the obese group and from 12 to 34.6 mm in the normal BMI group ($P < 0.001$). Neither fetal presentation nor placental location, as assessed during the scan, differed between the groups. On the other hand, the fetal back was more frequently in a lateral position (left or right) in the control population than among the obese women ($P = 0.006$). The duration of the ultrasound scan was significantly longer for the obese women ($P < 0.001$).

The scan was completed on the first attempt in 70.4% of the obese group and 81.7% of the controls ($P = 0.08$) (Table 3). In the obese sample, 24.2% of women needed one additional scan to have a complete examination, and 5.4% needed two additional scans. The median

Table 3 Feasibility of second-trimester ultrasound examination in obese and non-obese populations

Parameter	Obese (n = 223)	Non-obese (n = 60)	P
Complete scan on first attempt (9 images)	157 (70.4)	49 (81.7)	0.08
Additional scans needed for completion			0.2
One scan	54 (24.2)	11 (18)	
Two scans	12 (5.4)	—	
Biometric images			
Head circumference	100	100	—
Abdominal circumference	99	100	1*
Femur length	100	100	—
Anatomical images			
Face	95	100	0.13*
Four-chamber view	95	100	0.08*
Right outflow tract	87	95	0.11
Diaphragm	87	95	0.07
Kidneys	90	95	0.21
Spine	95	95	1*

Data given as n (%) or %. *Fisher's exact test; all other comparisons were made using χ^2 test.

gestational age at the second and third scans was 26.5 and 30.4 weeks, respectively. Thus, all obese patients had a complete evaluation, with a maximum of three scans. In the non-obese group, only 18% needed a second scan to have a complete evaluation. Indeed, in that group, the first-try completion rate was 100% for five of the nine types of images (head and abdominal circumferences, femur length, face and four-chamber view) and 95% for the other four (right outflow tract, diaphragm, kidneys and spine). In the obese group, the first-try completion rate was over 95% for six images: head and abdominal circumferences, femur length, face, four-chamber view and spine; it was 90% for kidneys and 87% for right outflow tract and diaphragm. No image type showed a statistical difference in first-time completion rate between obese and non-obese women.

Comparing a successful complete scan and an incomplete scan by univariate analysis showed that increased duration ($P = 0.02$), newer equipment (GE E8 vs GE Voluson 730) ($P = 0.01$), fetal back in either lateral or posterior (vs anterior) position ($P = 0.03$) and a more experienced sonographer ($P = 0.02$) were all factors that increased the probability of a complete scan in a single session. More severe obesity and increased maternal abdominal wall thickness also increased the probability that the complete scan would not be performed in a single session, but not to a statistically significant extent: Class I obesity, 28%; Class II obesity, 30%; Class III obesity, 41%; $P = 0.16$ and minimum thickness 24.9 mm, 17%; minimum thickness 25–34.9 mm, 26.5%; minimum thickness ≥ 35 mm, 36%; $P = 0.12$. Because these two indicators were highly correlated, we chose to keep only maternal abdominal wall thickness in the model for the multiple regression analysis.

Multivariate analysis (Table 4) showed that four independent factors of improvement significantly increased

Table 4 Factors affecting success of complete second-trimester scan on first attempt in obese women

Factor	ORa (95% CI)	P
Maternal abdominal wall thickness		0.01
Min–24.9 mm	1	
25–34.9 mm	0.5 (0.1; 1.7)	
≥ 35 mm	0.3 (0.1; 0.8)	
10 min additional time at US screening	1.5 (1.1; 2.0)	0.03
Ultrasound unit		0.09
GE Voluson 730	1	
GE E8	2.1 (0.9; 5.0)	
Fetal back position		0.01
Lateral (left or right)	1	
Posterior	2.8 (1.1; 7.7)	
Anterior	0.5 (0.3; 1.0)	
More experienced sonographer	2.1 (1.1; 4.0)	0.03

ORa, adjusted odds ratio; US, ultrasound.

the probability of a complete scan in obese women during a single session: an additional 10 min for the scan; a posterior fetal back position; more experienced sonographer; and thinner maternal abdominal wall thickness.

Table 5 reports the frequency of excellent quality for each of the nine types of image and compares it between the two groups. Excellence was always significantly less frequent in the obese sample, except for two types of image: abdominal circumference ($P=0.26$) and the spine ($P=0.06$). By looking at each image separately, we found that the significant difference in head circumference, face and kidney images was due to insufficient zoom in the obese group, with the region of interest occupying less than half the total image size ($P<0.001$, Pearson χ^2 test). Two femur length criteria were met significantly less often on obese patients' images: both ends of the bone were not clearly visible ($P=0.002$, Fisher's exact test) and the femoral plane occupied less than half the total image ($P<0.001$, Pearson's χ^2 test). The quality of both heart images was also poorer among obese women: for the four-chamber image, the problem was due especially to the poor visibility of both the apex of the heart ($P=0.03$, Pearson χ^2 test) and the crux ($P=0.03$, Pearson χ^2 test) and to inadequate zooming ($P<0.001$, Pearson χ^2 test); for the right outflow tract image, the problem was because the pulmonary artery curling up the aorta was not visible ($P<0.001$; Pearson χ^2 test) and the zooming was inadequate ($P<0.001$, Pearson χ^2 test). The diaphragm image was also of poor quality for obese patients, with the diaphragm interface not visible from back to front ($P<0.001$, Pearson χ^2 test).

Finally, the mean global anatomical score for all six anatomical images was significantly lower in the obese group than in the control group (22.3 ± 5.6 points vs 27.2 ± 3.6 points, $P<0.001$) (Table 5). This score ranged from 4 to 32 points in the obese sample and from 17 to 32 points in the control group. The global anatomical score did not differ significantly between the three BMI obesity classes (Class I, II and III had 22.4, 22.4 and 20.9 points, respectively, $P=0.38$), or between the three classes of maternal abdominal wall thickness ($P=0.06$).

Table 5 Comparison of frequency of excellent quality for each image in second-trimester scan and global anatomical quality score among obese and normal body mass index (BMI) population

Parameter	Obese (n = 223)	Non-obese (n = 60)	P
Biometric images			
HC – 6 points	129/223 (58)	47/60 (78)	0.004
AC – 6 points	96/221 (43)	31/60 (52)	0.26
Femur length – 4 points	114/222 (51)	55/60 (92)	< 0.001
Anatomical images			
Face – 4 points	81/210 (39)	36/60 (60)	0.003
4CV – 6 points	89/215 (41)	38/60 (63)	0.003
ROT – 5 points	71/205 (35)	28/57 (49)	0.046
Diaphragm – 6 points	26/148 (18)	20/57 (35)	0.007
Kidneys – 5 points	84/194 (43)	46/57 (81)	< 0.001
Spine – 6 points	78/210 (37)	29/57 (51)	0.06
Global anatomical quality score	22.3 ± 5.6	27.2 ± 3.6	0.001

Data are presented as number of scans observed with full points at first attempt/total number of scans available for particular plane (%) or mean \pm SD. For each image type, the maximum number of points possible is indicated. 4CV, four-chamber view; AC, abdominal circumference; HC, head circumference; ROT, right outflow tract.

More experienced sonographers had significantly better global anatomical scores for obese patients than did younger operators: 24.1 ± 5.4 points vs 21.7 ± 5.6 points ($P=0.008$).

DISCUSSION

We found that a second-trimester ultrasound scan in an obese population is feasible, with a first-attempt scan success rate of 70.4%, which was not significantly different from the rate among non-obese patients. Moreover, this rate could be improved by spending more time scanning, by moving the fetus so that its back was in a posterior or lateral position and by using experienced sonographers. Nonetheless, the quality of images was significantly lower among the obese population.

Recent studies focusing on the ability to scan obese pregnant women have been mainly retrospective. The two largest studies^{5,9}, which both included more than 1000 obese and non-obese patients, found that a complete scan was feasible in 57% and 65% of the obese groups and among 70% and 79% of the non-obese groups. These results, although they showed a significant difference, are fairly similar to ours and demonstrate that scanning obese patients is, albeit difficult, feasible a good proportion of the time. The same studies showed that the ability to scan fetuses of obese women decreased as the obesity class increased: Thornburg *et al.*⁵ found in Class I that this proportion was 72%, in Class II it was 61% and in Class III it was 49% while Dashe *et al.*⁹ reported values of 57%, 41% and 30%, respectively. We observed the same phenomenon, which we explain by the increased quantity of subcutaneous tissue that decreases beam penetration. Our results, however, were better for all three obesity classes. Several reasons may explain this discrepancy.

The prospective nature of our study may have artificially increased the performance of each sonographer, and the difference in the distribution of obese patients among the three classes, with only 9% in Class III, might also have affected the results. In addition, we used low-frequency transducers, harmonic technology and recent specific tips⁸ that will have improved our results on what was possible a few years ago.

We also observed that BMI was highly correlated with maternal abdominal wall thickness, as expected: the higher the BMI is, the thicker the patient's abdomen. Nonetheless, sonographers have often faced difficult scanning situations for patients with only a moderately high BMI and sometimes found scanning easier for women with a much higher BMI. This apparent anomaly is due mainly to skin and subcutaneous thickness. Women with Class III obesity always have abdominal folds and it is therefore possible to scan through a relatively thin abdominal window above or below the panniculus. On the contrary, women with Class I obesity may have no folds and a very tense, hard abdomen that is quite hard to depress. Maternal abdominal wall thickness therefore seems to us to be more informative than BMI, which does not tell us about body fat distribution. Although this abdominal wall thickness is not predictable and cannot be considered at the time that the second-trimester scan appointment is made, the multivariate regression showed a high thickness to be strongly associated with failure to complete the scan in a single session. We believe that this characteristic, rather than BMI, is the main barrier to a complete scan among obese women, and we advise sonographers to record it.

Improving our ability to perform ultrasound scans on obese patients has a single overriding goal: to increase the sensitivity of fetal malformation detection and enable us to reassure pregnant women when the scan is normal. We found that additional scanning time and positioning the fetus so that its back was in a posterior or lateral view were both significant factors for enhancing feasibility. These results are new, for no study has ever looked at factors of improvement. Although one might suspect that more time is correlated with adjusting fetal position, these two factors were independently significant in multivariate logistic regression.

Recent improvements in ultrasound equipment, as previously reported by Hendler *et al.*¹⁸, might also improve visualization of some structures. Newer ultrasound equipment, with better resolution, sophisticated features and advanced signal processing modules, appeared to help improve feasibility, perhaps because they provide most benefit to obese patients, although this difference was not statistically significant in our study.

The literature about the effect of sonographers' experience is relatively sparse. Only Hendler *et al.*¹⁹ have suggested that greater sonographer experience is associated with higher rates of adequate visualization of fetal craniospinal structures in obese patients. Our study confirmed those results and showed that the completion rate for experienced sonographers was double that of new operators. Presumably, as they have faced many different

situations, they are better able to obtain good images even under difficult conditions.

The strengths of our study are the prospective design over a short period, with no patients lost to follow-up, the good global completion rate of each image in both groups and the large number of obese patients included. The use of several sonographers with different levels of experience also enabled us to increase external validity. Using a single reviewer provided us with a consistency of viewpoint and impression for every image. Because the reviewer was blinded to the sonographer's name, knowledge of their experience could not affect his evaluation of image quality.

Some limitations must also be mentioned. Each operator was supposed to complete a case report form after each examination and list the images that were or were not seen. There are thus three possible explanations about why examinations were not completed: the sonographer was unable to record the image, they took an incorrect or inadequate image of the structure (according to the reviewer) or they forgot to image a structure. Even in a prospective study, some structures can be forgotten, such as the diaphragm. Thus, the prevalence of completion among non-obese patients might have been lowered and led to non-significant results. Another point is that we only had one reviewer and therefore could not study inter-reviewer reproducibility.

In conclusion, scanning the obese pregnant woman is feasible but the quality of the images is poor. Nonetheless, simple improvements may increase fetal visualization, which is the cornerstone for detecting fetal abnormalities.

REFERENCES

1. World Health Organization. Controlling the global obesity epidemic. WHO Health Topics, 2004. <http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en/index.html> (Accessed 8 May 2009).
2. James PT, Leach R, Kalamara E, Shayeghi M. The worldwide obesity epidemic. *Obes Res* 2001; 9 (Suppl 4): 228S–233S.
3. Weichert J, Hartge DR. Obstetrical sonography in obese women: A review. *J Clin Ultrasound* 2010; 39: 209–216.
4. Blondel B, Kermarrec M. La situation perinatale en France en 2010. *Etude et résultats*. 2010; 775: 1–8.
5. Thornburg LL, Miles K, Ho M, Pressman EK. Fetal anatomic evaluation in the overweight and obese gravida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 670–675.
6. Tranquart F, Grenier N, Eder V, Pourcelot L. Clinical use of ultrasound tissue harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol* 1999; 25: 889–894.
7. Aagaard-Tillery KM, Flint Porter T, Malone FD, Nyberg DA, Collins J, Comstock CH, Hankins G, Eddleman K, Dugoff L, Wolfe HM, D'Alton ME. Influence of maternal BMI on genetic sonography in the FaSTER trial. *Prenat Diagn* 2010; 30: 14–22.
8. Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 720–729.
9. Dashe JS, McIntire DD, Twickler DM. Maternal obesity limits the ultrasound evaluation of fetal anatomy. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 1025–1030.
10. Maxwell C, Dunn E, Tomlinson G, Glanc P. How does maternal obesity affect the routine fetal anatomic ultrasound? *J Matern Fetal Neonatal Med* 2010; 23: 1187–1192.
11. Comité National Technique de l'Echographie (CNTE). Rapport du Comité National Technique de l'Echographie de Dépistage

- Prénatal, 81. 2005. <http://www.sfrmet.org/data/upload/files/documents/RapportCNTEEchographieDeDepistagePrenatal.pdf> [Accessed 14 August 2012].
12. Salomon LJ, Winer N, Bernard JP, Ville Y. A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn* 2008; 28: 822–827.
 13. 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.
 14. ACOG. ACOG Practice Bulletin N°58. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004; 104: 1449–1458.
 15. AIUM. AIUM Practice Guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2003; 22: 1116–1125.
 16. Royal College of Obstetricians and Gynaecologists (RCOG). *Ultrasound Screening for Fetal Abnormalities*. RCOG Press: London, 2000.
 17. Harrell FE, Jr, Lee KL, Mark DB. Multivariable prognostic models: issues in developing models, evaluating assumptions and adequacy, and measuring and reducing errors. *Stat Med* 1996; 15: 361–387.
 18. Hendler I, Blackwell SC, Treadwell MC, Bujold E, Sokol RJ, Sorokin Y. Does advanced ultrasound equipment improve the adequacy of ultrasound visualization of fetal cardiac structures in the obese gravid woman? *Am J Obstet Gynecol* 2004; 190: 1616–1619; discussion 1619–1620.
 19. Hendler I, Blackwell SC, Treadwell MC, Bujold E, Sokol RJ, Sorokin Y. Does sonographers' experience impact the rate of sub-optimal visualization in the obese gravida? *Am J Obstet Gynecol* 2004; 180: S239.

Annexe 4: Fuchs F, Bouyer J, Rozenberg P, Senat MV. Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight? BMC Pregnancy Childbirth. 2013; 8 ; 13:90.

RESEARCH ARTICLE

Open Access

Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight?

Florent Fuchs^{1,2,3,5*}, Jean Bouyer^{2,3}, Patrick Rozenberg⁴ and Marie-Victoire Senat^{1,2,3,5}

Abstract

Background: To identify risk factors, beyond fetal weight, associated with adverse maternal outcomes in delivering infants with a birthweight of 4000 g or greater, and to quantify their role in maternal complications.

Methods: All women (n = 1564) with singleton pregnancies who attempted vaginal delivery and delivered infants weighing at least 4000 g, in two French tertiary care centers from 2005 to 2008, were included in our study. The studied outcome was maternal complications defined as composite item including the occurrence of a third- or fourth-degree perineal laceration, or the occurrence of severe postpartum hemorrhage requiring the use of prostaglandins, uterine artery embolization, internal iliac artery ligation or haemostatic hysterectomy, or the occurrence of blood transfusion. Univariate analysis, multivariable logistic regression and estimation of attributable risk were used.

Results: Maternal complications were increased in Asian women (adjusted odds ratio [aOR], 3.1; 95% confidence interval [CI], 1.1–9.3, Attributable risk (AR): 3%), in prolonged labor (aOR = 1.9 [95% CI: 1.1–3.4], AR = 12%) and in cesarean delivery during labor (aOR = 2.2 [95% CI: 1.3–3.9], AR = 17%). Delivering infants with a birthweight > 4500 g also increased the occurrence of maternal complications (aOR = 2.7 [95% CI: 1.4–5.1]) but with an attributable risk of only 10%. Multiparous women with a previous delivery of a macrosomic infant were at lower risk of maternal complications (aOR = 0.5 [95% CI: 0.2–0.9]).

Conclusion: In women delivering infants with a birthweight of 4000 g or greater, some maternal characteristics as well as labor parameters may worsen maternal outcome beyond the influence of increased fetal weight.

Keywords: Macrosomia, Maternal outcomes, Postpartum hemorrhage, Perineal tears

Background

A consistent increase in the mean birthweight and in the proportion of fetal macrosomia, defined as a birthweight greater than 4000 g, has been reported since the 1980s [1–4]. This trend may be linked to higher maternal weight gain during pregnancy, increase in frequencies of maternal obesity and diabetes, and reduced smoking in pregnant women [5,6]. Primary concern about the birth of a macrosomic fetus is adverse neonatal outcomes including stillbirth and neonatal mortality secondary to

birth asphyxia, shoulder dystocia, birth injury, metabolic disorders, and meconium aspiration syndrome. The occurrence of these unfavourable outcomes and their risks factors have been widely studied [7–11]. Similarly, maternal complications are increased in the setting of fetal macrosomia [7–9,12–14]. These complications have been studied mainly by comparing women delivering macrosomic newborns to women delivering non-macrosomic newborns, thereby using fetal birth weight as a primary risk factor. Little attention has been paid to parameters other than fetal weight that may specifically occur in women delivering macrosomic infants.

The objective of this study was to identify risks factors, other than fetal birth weight, for maternal complications in women who delivered macrosomic infants.

* Correspondence: florent.fuchs@bctaphp.fr

¹Department of Obstetrics and Gynecology, Hôpital Bichat-Croix-Rouge, Assistance Publique Hôpitaux de Paris (APHP), Le Kremlin-Bicêtre, France
²Inserm, CESP Centre for Research in Epidemiology and Population Health, U1018, Reproduction and Child Development, Villejuif F-94807, France
Full list of author information is available at the end of the article

Methods

All women with singleton pregnancies who attempted a vaginal birth and delivered infants weighing at least 4000 g, in two French tertiary care centers of Paris suburbs (Hôpital Antoine Bécère, Clamart and Centre Hospitalier Intercommunal de Poissy-Saint Germain, Poissy) from January 2005 through December 2008 were included. Demographic characteristics, obstetrical history, pregnancy and neonatal data were registered prospectively in hospitalization databases (approval by CNIL, the French Data Protection Authority, under the notification number 1181076). Three types of maternal complications were considered: 1) the occurrence of a third- or fourth-degree perineal laceration; 2) a severe postpartum hemorrhage defined as persistent bleeding more than 500 cc requiring the use of prostaglandins (sulprostone), uterine artery embolization, internal iliac artery ligation or haemostatic hysterectomy; 3) the need for blood transfusion. A composite criterion was then built based on the occurrence of at least one of these 3 types of maternal complications. The criterion was named "MC", and was used as the primary outcome in this study. Apart from fetal weight, risk factors for MC were screened among demographic characteristics, obstetrical history, pregnancy and neonatal data.

Although neonatal complications were not the primary interest of this study, two of them were considered for qualitative analysis: shoulder dystocia, defined as the need to use obstetrical maneuvers to extract the body of the fetus after head delivery; and brachial plexus injury, defined as paralysis or inability to actively move of an upper extremity as determined and diagnosed by pediatricians and neonatologists.

After a descriptive study of maternal characteristics and obstetrical outcomes, we performed multiple logistic regression analysis to best fit the model for predicting our composite criterion, MC [15]. Birthweight was included as a dichotomous variable (lower or greater than 4500 g). Other variables with *p* values < 0.2 in the univariate analysis, or known risk factors of MC (such as diabetes, body mass index and gestational age at delivery) were entered into the multivariate logistic regression model [16]. A systematic adjustment was made for the given hospital centre. In case of a statistically significant odds ratio greater than 1, we computed attributable risk [17] for the corresponding risk factor. Regardless of the certainty of causal association, the calculated attributable risk serves to quantify a portion of each factor present in MC.

In the context of macrosomia, the place given to caesarean sections is questionable. On the one hand, they may prevent maternal complications (in particular perineal lacerations), on the other hand, they may be considered as a complication of delivery by themselves. We chose to exclude women with elective caesarean delivery

(defined as caesarean deliveries scheduled 8 hours or more before delivery and performed as intended [18]) since they were mainly planned due to maternofetal dystocia. However, we included other caesarean deliveries since they reflected a prolonged and difficult labor that may implicate maternal complications. To validate our selection of caesarean sections, we performed two sensitivity analyses on all caesarean sections, both elective and non-elective: the first with the same composite criteria as MC, and the second including elective caesarean delivery for macrosomic suspicion as a supplementary criteria for MC.

Statistical analyses were performed using STATA® v.11 (Stata Corporation, College Station, TX, USA) software.

Results and discussion

Results

During the 4-year period 2005–2008, 27630 patients delivered in the two centres. Among them, 1 832 (6.6%) women had a newborn heavier than 4000 g, of which 268 (15%) had an elective caesarean section and 1564 (85%) attempted a vaginal delivery and were included in the study. The proportion of macrosomia remained steady over the 4-year study period. Most of the patients were European (71%), had a mean body mass index (BMI) before pregnancy of 23.9 (10% had a BMI \geq 30 before pregnancy) and did not experience diabetes during or before pregnancy (92.7%) (Table 1). Mean weight gain during pregnancy was 14 kg (range: -6 kg; 42 kg). Median duration of pregnancy was 40.5 weeks (range 36.9 – 42 weeks). Labor was induced in 33%, mainly for post-term pregnancy (60%) or maternal - fetal reasons (30%) such as hypertension, diabetes or oligohydramnios. Median duration of labor was 6 hours with 34% patients delivering before 5 hours, 52% patients delivering between 5 and 9 hours, and 14% delivering after more than 10 hours. Two hundred and sixty two women (17%) experienced a caesarean delivery during labor with two main indications: non progressive labor/dystocia (65%) and non-reassuring fetal heart rate (34%). First degree perineal tears occurred in 26% of women, and 2nd, 3rd and 4th degree in 36%, 0.9% and 0.1% respectively. Two hundred and sixty one patients (17%) experienced postpartum hemorrhage with different treatment required: oxytocin (69%), prostaglandins (sulprostone) (27%), uterine artery embolization (2%), internal iliac artery ligation (2%), and haemostatic hysterectomy (0.5%). Overall, 95 patients (6%) presented maternal complications according to the MC composite criterion. Regarding neonatal complications, shoulder dystocia occurred in 5.1% of deliveries and 5 children presented with transient brachial plexus injury that completely resolved within 6 months without sequelae.

Table 1 Sample characteristics

	n (%)
Maternal age (years)	
Mean +/- SD [range]	30.8 +/- 4.8 [17-46]
< 30 y	696 (44.5)
≥ 30y	868 (54.5)
Maternal race	
Europe	1111 (73)
Northern Africa	253 (17)
Central Africa	97 (6)
Asia and India	26 (2)
America (Northern and Southern)	30 (2)
Diabetes	
No diabetes	1438 (93)
Diet controlled gestational diabetes	97 (6)
Gestational diabetes requiring insulin	11 (0.7)
Pre-gestational diabetes	5 (0.3)
Route of delivery	
Spontaneous vaginal	1088 (66)
Instrumental delivery	264 (17)
Forceps delivery	59
Vacuum extraction	205
Cesarean during labor	262 (17)
Maternal complications	
3rd or 4th degree perineal tears [§]	15 (1)
Severe postpartum hemorrhage	78 (5)
Sulprostone	68
Uterine artery embolization	4
Internal iliac artery ligation	5
Haemostatic hysterectomy	1
Transfusion	12 (1)
Total[¶]	95 (6)
Neonatal complications	
Shoulder dystocia	80 (5)
Birth injury	19 (1)
Fracture**	14
Brachial plexus injury	5
Neonatal death	1

[§] Among vaginal deliveries.

[¶] At least one of the maternal complications (3rd or 4th degree perineal tears or severe postpartum hemorrhage or transfusion).

**Clavicle: 1; Humerus: 3.

Mean birthweight was 4207 g (95% CI [4010; 4590]). Eight percent weighed more than 4500 g and 0.4% more than 5000 g. The gender was male in 67% of newborns and the 5 minute Apgar score was greater than 7 in 98.5% of cases. Seventy three newborns (4.7%) were admitted to neonatal intensive care unit, mainly for

respiratory distress (43%) or hypoglycemia (30%), and for a median duration of 2 days [range 1-10].

Factors significantly associated with MC in univariate analysis were patient's origin, history of a macrosomic infant vaginally delivered, prolonged duration of labor, cesarean delivery during labor and neonatal birth weight.

In multivariate analysis (Table 2), the adjusted odds ratios of MC were statistically significant for Asian women, prolonged labor (>10 hours), cesarean during labor and neonatal birthweight greater than 4500 kg. Multiparous women who had already vaginally delivered a macrosomic infant had a decreased risk of MC: ORa = 0.5 [0.2; 0.9] (p = 0.03). Attributable risk associated with birth weight greater than 4500 g was 10% whereas it was 17%, 12% and 3% for cesarean delivery during labor, duration of labor and Asian origin respectively. Sensitivity analyses for the classification of elective cesarean section (see methods section) gave similar results, i.e. same significant risk factors and same magnitude for attributable risks.

Discussion

We report that the occurrence of maternal complications when attempting vaginal birth is 6% among women delivering infants with a birthweight ≥ 4000 g. The prevalence of macrosomic infants and the characteristics of our sample were very similar to those depicted in previous studies [4,5,11,19-21]. The risk factors for MC were not only fetal weight but also Asian origin, long duration of labor, and cesarean during labor. It should also be noted that multiparous women with a previous vaginal delivery of a macrosomic child had a decreased risk of MC.

It is well known that maternal and neonatal morbidity increases with birthweight and especially over 4500 g [5,9,11,12,22]. Zhang et al. [11] have shown a J-shaped birthweight-specific perinatal mortality and morbidity curves, with 2 important thresholds: 4500 g and 5000 g. Over those two thresholds, complications are dramatically increased. The 4500 g threshold was always present in our study, but to a lesser extent since the sample was limited to newborns heavier than 4000 g. In turn, this intended limitation allowed us to study other factors since it decreased the role of birthweight in MC. Moreover, the large and unselected sample (all women with a newborn heavier than 4000 g were included) provided a sufficient statistical power and results that are potentially generalizable.

Handa et al. [13] found that perineal tears risk increased 2-fold in case of macrosomia, but increased also in Asian women, Filipinas, and Indian women compared to white women with OR = 1.37, 1.63 and 2.50 respectively for anal sphincter laceration. Our findings confirmed these results. Ethnic origins may be associated

Table 2 Risks factors of maternal complications***

	aOR [95% CI]*	p	Attributable risk**
<i>Patient's age (years)</i>		0.2	-
<30	1		
≥ 30	1.4 [0.8-2.4]		
<i>Origins</i>		0.04	3%
Non Asian	1		
Asian	3.1 [1.1-9.3]		
<i>Composite of parity and previous vaginal delivery of a macrosomic infant</i>		0.04	-
Nulliparous	1		
Multiparous without previous macrosomic delivery	0.8 [0.5-1.1]	0.06	
Multiparous with previous macrosomic delivery	0.5 [0.2-0.9]	0.03	
<i>Maternal Diabetes</i>	0.5 [0.2-1.7]	0.3	-
<i>Obesity (body mass index > 30 kg/m²)</i>	2.2 [0.9-5.4]	0.09	-
<i>Labor induction</i>	1.5 [0.9-2.4]	0.1	-
<i>Duration of labor</i>		0.02	12%
< 10 hours	1		
≥10 hours	1.9 [1.1-3.4]		
<i>Cesarean during labor</i>	2.2 [1.3-3.9]	0.004	17%
<i>Birth weight (grams)</i>		0.004	10%
< 4500	1		
≥4500	2.7 [1.4-5.1]		
<i>Infant gender (Male)</i>	1.2 [0.7-2.0]	0.5	-

*Adjusted odds ratio and confidence interval.

Adjustment for all the variables in the Table and gestational age at delivery and hospital centre.

**Computed if OR significant and greater than 1.

***Composite criteria for maternal complications: at least one of the maternal complications (3rd or 4th degree perineal tears or severe postpartum hemorrhage or transfusion).

with differences in body type and variations in perineal anatomy [23,24]. These particularities in body tissue may increase the risk of perineal tears and, as found in our study for Asian women, may favor maternal complications.

The potentially "protective" effect of having previously vaginally delivered a macrosomic infant has been reported by Mahony et al. [25]. Maternal perineal tissues have therefore already experienced macrosomic delivery and are more likely to experience an uneventful subsequent delivery.

Maternal diabetes as well as body mass index were not significantly associated with maternal complication in our study. However, it is well known that maternal diabetes is associated with shoulder dystocia and also perineal tears [26]. Data from the literature also support that maternal obesity is associated with increased postpartum hemorrhage [27,28] and prolonged labors [29]. This discrepancy in our study may be explained by the fact that the role of these factors in maternal complications is primarily through birth weight. Another explanation may also be that the proportion of maternal diabetes and

obese patients remained consistent, albeit relatively low, in our sample (respectively 7.3% and 11.5%).

Cesarean delivery is a known risk factor of postpartum hemorrhage especially when it occurs during labor and after a long duration of labor [30,31]. Similarly, prolonged labor with the use of oxytocin is the main contributor of uterine atony that account for 79% of the cases of postpartum hemorrhage [30]. In fact, the occurrence of post-partum hemorrhage is more increased when one of those parameter is associated with macrosomia [14,32]. In our study, both parameters (cesarean and prolonged labor) appear to increase significantly the occurrence of MC, probably through their influence on post-partum hemorrhage. Those results are in agreement with the literature but quantification of their association after adjusting for birth weight has never been reported.

In addition, we computed the attributable risk as an alternative means to evaluate the role of each risk factor in maternal complications associated with fetal macrosomia. Although it can not ensure the causality of association the attributable risk quantifies the magnitude

of the proportion of MC that could be avoided by removing the risk factor. Attributable risk estimation is particularly useful for factors that may be modified, but is useful to a lesser extent for unchangeable factors such as ethnic origin.

Estimation of attributable risks enabled us to precisely identify that only 10% of MC may be attributed to a birth weight greater than 4500 g, which is almost identical to the contribution of prolonged labor. Cesarean during labor appeared to be the most important factor with attributable risk equal to 17%. This could be explained by the fact it is likely responsible for the highest rates of post partum haemorrhage and blood transfusion. Finally, as the sum of attributable risk did not reach 100%, we should also mention that a fraction of the cases of MC were not associated with identifiable risk factors.

Conclusion

Beyond the influence of increased fetal weight, Asian origins, prolonged labor and cesarean delivery during labor may worsen maternal outcome. Obstetricians should be aware of these parameters that could lead to maternal complications such as severe perineal tears or postpartum hemorrhage.

Consent

Written informed consent was obtained from the patient for publication of this report and any accompanying images.

Competing interest

The authors report no conflict of interest.

Authors' contributions

FF conceived the study (concept and design), performed the statistical analysis and drafted the manuscript. JB helped in the statistical analysis and to draft the manuscript. PR and MVS helped in drafting and revisions of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Author details

¹Department of Obstetrics and Gynecology, Hôpital Bichat-Croix des Feuilles, Assistance Publique Hôpitaux de Paris (APHP), Le Kremlin-Bicêtre, France. ²Inserm, CESP Centre for Research in Epidemiology and Population Health, U1018, Reproduction and Child Development, Villejuif F-94807, France. ³Univ Paris-Sud, UMRS 1018, Villejuif F-94807, France. ⁴Department of Obstetrics, Hôpital Poissy-Saint Germain, Versailles-St Quentin University, Poissy, France. ⁵Hôpital Bichat, Service de Gynécologie-Obstétrique, 78 rue du Général Ledier, Le Kremlin-Bicêtre cedex 94275, France.

Received: 27 November 2012 Accepted: 2 April 2013

Published: 8 April 2013

References

1. Alberman E: Are our babies becoming bigger? *J R Soc Med* 1991, **84**(5):257-260.
2. Arbuckle TE, Sherman GJ: An analysis of birth weight by gestational age in Canada. *Cmaj* 1989, **140**(2):157-160.
3. Skjaerven R, Gjessing HK, Bakkesteg LS: Birthweight by gestational age in Norway. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2000, **79**(6):440-449.
4. Blondel B, Kermarec M: La situation périnatale en France en 2010. *Buide et résultats* 2010, **77**:1-8.
5. Boulet SL, Alexander GR, Salihu HM, Pas M: Macrosomic births in the United States: determinants, outcomes, and proposed grades of risk. *Am J Obstet Gynecol* 2003, **188**(5):1372-1378.
6. Kramer MS, Morin I, Yang H, Platt RW, Usher R, McNamee H, Joseph KS, Wen SW: Why are babies getting bigger? Temporal trends in fetal growth and its determinants. *J Pediatr* 2002, **141**(4):538-542.
7. Boyd ME, Usher RH, McLean FH: Fetal macrosomia: prediction, risks, proposed management. *Obstet Gynecol* 1983, **61**(6):715-722.
8. Medhari AA, De Silva S, Rahman I: Fetal macrosomia-maternal risks and fetal outcome. *Int J Gynaecol Obstet* 1990, **32**(3):215-222.
9. Oral E, Cagdas A, Gezer A, Kaleli S, Aydinli K, Ocer F: Perinatal and maternal outcomes of fetal macrosomia. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2001, **99**(2):167-171.
10. Rilo I, Ghezzi F, Di Naro E, Buttarelli M, Franchi M, Durig P, Bruhwiler H: Perinatal outcome of fetuses with a birth weight greater than 4500 g: an analysis of 3356 cases. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2003, **109**(2):160-165.
11. Zhang X, Decker A, Platt RW, Kramer MS: How big is too big? The perinatal consequences of fetal macrosomia. *Am J Obstet Gynecol* 2008, **198**(5):e511-e516.
12. Gregory KD, Henry OA, Ramicone E, Chan LS, Platt LD: Maternal and infant complications in high and normal weight infants by method of delivery. *Obstet Gynecol* 1998, **92**(4 Pt 1):507-513.
13. Handa VL, Danielsen BH, Gilbert WM: Obstetric anal sphincter lacerations. *Obstet Gynecol* 2001, **98**(2):225-230.
14. Stotland NE, Caughey AB, Breed BM, Escobar GJ: Risk factors and obstetric complications associated with macrosomia. *Int J Gynaecol Obstet* 2004, **87**(3):220-226.
15. Harell F: *Regression modeling strategies: with applications to linear models, logistic regression, and survival analysis*. New York: Springer; 2001.
16. Royston P, Sauerbrei W: *Multivariable model-building: A pragmatic approach to regression analysis based on fractional polynomials for modelling continuous variables*. Chichester: John Wiley & Sons; 2008.
17. Benichou J: A review of adjusted estimators of attributable risk. *Stat Methods Med Res* 2001, **10**(3):195-216.
18. Fuglestad D, Aas E, Botten G, Olan P, Kristiansen E: Maternal preference for cesarean delivery: do women get what they want? *Obstet Gynecol* 2012, **120**(2 Pt 1):252-260.
19. Batilana A, Goffinet F, Paris-Llado J, Fortin A, Breat G, Madelenat P, Benifa JL: Fetal macrosomia: management, obstetrical and neonatal results. Multicenter case-control study in 15 maternity hospitals in Paris and the Ile de France area. *Gynecol Obstet Fertil* 2002, **30**(6):483-491.
20. Siggekow W, Boehm D, Skala C, Grasslercher M, Schmidt M, Koelbl H: The influence of macrosomia on the duration of labor, the mode of delivery and inpatient complications. *Arch Gynecol Obstet* 2008, **278**(6):547-553.
21. Bondel B, Supermart K, Du Mazubrun C, Breat G: *Enquête nationale périnatale 2003 - Rapport de fin d'étude*. Paris: INSERM; 2005.
22. Bjorstad AR, Ingens-Hansen K, Dalveit AK, Ingens LM: Macrosomia: mode of delivery and pregnancy outcome. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2010, **89**(5):664-669.
23. Green JR, Soohoo SL: Factors associated with rectal injury in spontaneous deliveries. *Obstet Gynecol* 1989, **73**(5 Pt 1):732-738.
24. Zacharin R: "A Chinese anatomy"—the pelvic supporting tissues of the Chinese and Occidental female compared and contrasted. *Aust N Z J Obstet Gynecol* 1977, **17**:1-11.
25. Mahony R, Walsh C, Fidey ME, Daly L, O'Herlihy C: Outcome of second delivery after prior macrosomic infant in women with normal glucose tolerance. *Obstet Gynecol* 2006, **107**(4):857-862.
26. Adams KM, Li H, Nelson RL, Ogburn PL Jr, Danilenko-Dixon DR: Sequela of unrecognized gestational diabetes. *Am J Obstet Gynecol* 1998, **178**(6):1321-1332.
27. Naef RW 3rd, Chauhan SP, Chevalier SP, Roberts WE, Meydrech EF, Morrison JC: Prediction of hemorrhage at cesarean delivery. *Obstet Gynecol* 1994, **83**(5):923-926.
28. Stones RW, Paterson CM, Saunders N: Risk factors for major obstetric haemorrhage. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1993, **48**(1):15-18.
29. Vahranian A, Zhang J, Troendle JF, Savitz DA, Siega-Riz AM: Maternal pregnancy overweight and obesity and the pattern of labor progression in term nulliparous women. *Obstet Gynecol* 2004, **104**(5 Pt 1):943-951.

30. Bateman BT, Berman MF, Riley LE, Leffert LR: The epidemiology of postpartum hemorrhage in a large, nationwide sample of deliveries. *Anesth Analg* 2010, **110**(5):1368–1373.
31. Oyelese Y, Ananth CV: Postpartum hemorrhage: epidemiology, risk factors, and causes. *Clin Obstet Gynecol* 2010, **53**(1):147–156.
32. Sosa CG, Althabe F, Belizan JM, Buekens P: Risk factors for postpartum hemorrhage in vaginal deliveries in a Latin-American population. *Obstet Gynecol* 2009, **113**(6):1313–1319.

doi:10.1186/1471-2393-13-90

Cite this article as: Fuchs et al.: Adverse maternal outcomes associated with fetal macrosomia: what are the risk factors beyond birthweight?. *BMC Pregnancy and Childbirth* 2013 **13**:90.

Submit your next manuscript to BioMed Central
and take full advantage of:

- Convenient online submission
- Thorough peer review
- No space constraints or color figure charges
- Immediate publication on acceptance
- Inclusion in PubMed, CAS, Scopus and Google Scholar
- Research which is freely available for redistribution

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



Annexe 5 : **Fuchs F**, Voulgaropoulos A, Houllier M, Senat MV. Could we perform quality second trimester ultrasound among obese pregnant women? J Gynecol Obstet Biol Reprod. 2013; 42 (3): 275-

81.



Disponible en ligne sur
SciVerse ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



TRAVAIL ORIGINAL

Peut-on faire des échographies obstétricales de qualité chez les patientes obèses ? Étude monocentrique sur 30 mois

Could we perform quality second trimester ultrasound among obese pregnant women?

F. Fuchs^{a,*,b,c}, A. Voulgaropoulos^a, M. Houllier^a, M.-V. Senat^{a,b,c}

^a Service de gynécologie obstétrique, hôpital Bicêtre, assistance publique hôpitaux de Paris (AP-HP), 78, rue du Général-Leclerc, 94275 Le Kremlin-Bicêtre, France

^b Inserm, CESP centre de recherche en épidémiologie et santé des populations, U1018, reproduction et développement de l'enfant, Villejuif, France

^c Université Paris-Sud, UMRs 1018, Villejuif, France

Reçu le 11 octobre 2012 ; avis du comité de lecture le 15 novembre 2012 ; définitivement accepté le 26 novembre 2012
Disponible sur Internet le 8 janvier 2013

MOTS CLÉS

Échographie ;
Obésité ;
Contrôle de qualité ;
Score

Résumé

But. – Évaluer la qualité des clichés échographiques de dépistage du deuxième trimestre chez des patientes enceintes obèses et la comparer à des patientes non obèses.

Patients et méthodes. – Étude prospective menée entre 2009 et 2011 ayant inclus toutes les patientes enceintes obèses (indice de masse corporelle [IMC] en début de grossesse supérieure à 30 kg/m²) qui ont eu une échographie du deuxième trimestre entre 20 à 24 semaines d'aménorrhée à l'hôpital Bicêtre et un groupe témoin de patientes non obèses (IMC 20–24,9 kg/m²). La qualité des images était évaluée par un unique opérateur en : 1) recherchant la présence des clichés échographiques standards (trois clichés biométriques et six clichés morphologiques) requis par le comité technique d'échographie fœtale ; 2) évaluant la présence des items de qualité requis pour ces mêmes clichés et 3) en calculant un score morphologique global de qualité pour les six images morphologiques. Une qualité excellente étant définie par le score maximum possible pour une image donnée.

Résultats. – L'étude a inclus 223 patientes obèses et 60 patientes dans le groupe témoin. La faisabilité des images était d'au moins 95 % dans le groupe témoin et 90 % chez les patientes obèses, à l'exception du cliché du diaphragme et de la voie d'éjection du ventricule droit. Globalement, une qualité excellente des clichés était retrouvée dans 35 à 92 % des cas dans le groupe de patientes non obèses et dans 18 à 58 % des cas dans le groupe de patientes obèses. Cette qualité excellente était significativement moins fréquemment retrouvée chez les patientes obèses

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : florent.fuchs@bct.aphp.fr (F. Fuchs).

KEYWORDS

Ultrasound;
Obesity;
Fetal;
Quality control;
Score

pour tous les clichés à l'exception du périmètre abdominal ($p=0,26$) et du rachis ($p=0,06$). Le score morphologique global de qualité était aussi significativement plus faible chez les patientes obèses (22,3 vs. 27,2 ; $p=0,001$).

Conclusion. – La qualité des images et le score morphologique global de qualité des échographies obstétricales du deuxième trimestre est significativement plus faible chez les patientes obèses que chez les patientes non obèses.

© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Summary

Objective. – To compare the quality of second trimester ultrasound images and their anatomical quality scores among obese women and those with a normal body mass index (BMI).

Materials and methods. – This prospective study, which took place from 2009 to 2011, included every obese pregnant woman (prepregnancy BMI greater than 30 kg/m^2) who had an ultrasound examination at 20 to 24 weeks in our hospital and a control group with a normal BMI ($20\text{--}24.9 \text{ kg/m}^2$) who had the same examination. A single operator evaluated the quality of all images, reviewing the standardized ultrasound planes – three biometric and six anatomical – required by French guidelines and scoring the quality of the six anatomical images. Each image was assessed according to 4–6 criteria, each worth one point. We sought excellent quality, defined as the frequency of maximum points for a given image.

Results. – The obese group included 223 women and the control group 60. The completion rate for each image was at least 95% in the control group and 90% in the obese group, except for diaphragm and right outflow tract images. Overall, the excellence rate varied from 35% to 92% in the normal BMI group and 18% to 58% in the obese group and was significantly lower in the latter for all images except abdominal circumference ($P=0.26$) and the spine ($P=0.06$). Anatomical quality scores were also significantly lower in the obese group (22.3 vs. 27.2 ; $P=0.001$).

Conclusion. – Image quality and global anatomical scores in second trimester ultrasound scans were significantly lower among obese than normal-weight women.

© 2012 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Introduction

L'obésité, définie par l'OMS comme un indice de masse corporelle (IMC) supérieur ou égal à 30 kg/m^2 [1], est devenue un des problèmes médicaux les plus préoccupants dans le monde. En obstétrique, les patientes enceintes obèses constituent un nouveau défi en termes de surveillance clinique, échographique et de dépistage des complications maternelles et fœtales [2]. Leur prévalence n'a cessé de croître depuis une vingtaine d'années atteignant 18 à 38% [3] des patientes enceintes aux États-Unis et quasiment 10% en France selon la dernière enquête périnatale de 2010 [4], ce qui représente une augmentation de 32% en sept ans. De nombreuses études ont démontré que l'obésité était responsable d'une augmentation des complications maternelles et fœtales parallèlement à l'IMC [5–7], mais aussi d'une limitation importante de la capacité à évaluer l'anatomie fœtale en échographie [8]. En effet, l'absorption des ultrasons par le tissu sous-cutané rend difficile la réalisation de l'échographie [9] et réduit nettement le taux de détection des malformations chez les fœtus de ces mères obèses [10]. Néanmoins, des études récentes ont montré que la faisabilité des échographies obstétricales n'était pas significativement différente chez les patientes d'IMC normal et d'obésité modérée (IMC: $30\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$) [8,11]. Afin d'améliorer le diagnostic prénatal des malformations chez ces patientes, l'étape suivante consiste à évaluer la qualité des images échographiques en comparaison avec des patientes d'IMC normal, ce qui n'a encore jamais été réalisé.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité des clichés échographiques de dépistage du deuxième trimestre chez des patientes enceintes obèses et la comparer à des patientes non obèses.

Patients et méthodes

Il s'agit d'une étude prospective monocentrique réalisée à l'hôpital Bicêtre (94) entre novembre 2009 et mai 2011, ayant inclus toutes les patientes obèses (IMC en début de grossesse supérieure à 30 kg/m^2) et un groupe témoin de patientes d'IMC normal (IMC en début de grossesse entre 20 et $24,9 \text{ kg/m}^2$), enceintes d'une grossesse unique, et qui avaient toutes eu une échographie obstétricale du deuxième trimestre entre 20 à 24 semaines d'aménorrhée (SA) dans le centre. L'existence d'une grossesse gémellaire ou une échographie réalisée avant 20SA ou après 24SA étaient des critères de non-inclusion. Les échographies étaient réalisées par un des six échographistes de notre unité, ayant une ancienneté de pratique variable, grâce à un échographe de type GE[®] E8 (GE Medical Systems, Piscataway, NJ, États-Unis) et disposant de sondes 4D abdominales de bande passante 2 à 8 MHz, et de sondes 2D abdominales de bande passante 2 à 5 MHz. Après avoir réalisé l'échographie obstétricale du deuxième trimestre, chaque échographiste remplissait un formulaire détaillé sur chaque patiente incluant des données maternelles (âge, IMC en début de grossesse et lors de l'échographie, antécédent de diabète avant la grossesse et notion d'utérus

cicatriciel) et des données échographiques (âge gestationnel lors de l'échographie, durée de l'examen, présentation fœtale, position du placenta et mesure de l'épaisseur pariétale, appelée profondeur d'insonation et qui est définie par l'épaisseur sous-cutanée maximale entre la surface cutanée et la séreuse utérine, mesurée au cours de l'échographie).

La qualité de chaque examen était évaluée sur trois critères principaux et par un unique échographiste qui n'avait réalisé aucune des échographies et qui n'avait pas connaissance du nom de l'échographiste ayant réalisé l'examen. Le premier critère évaluait la présence (ou l'absence) de chacune des neuf images recommandées par le comité technique d'échographie fœtale [12] : trois images biométriques (périmètre crânien et abdominal, longueur fémorale) et six images morphologiques (quatre cavités cardiaques, voie d'éjection du ventricule droit, coupe des reins, coupe du diaphragme, rachis et face fœtale). Le deuxième critère d'évaluation utilisait la grille publiée par Salomon et al. [13, 14] pour scorer la qualité des neuf images (Tableau 1). Pour chaque image, les critères retenus correspondaient aux standards d'évaluation morphologique [12, 15–17]. Chaque critère rempli valait 1 point et chaque image pouvait valoir un maximum de 4, 5 ou 6 points, suivant l'image étudiée. Une qualité excellente était définie par le score maximum pour une image spécifique et était évaluée par la fréquence de score maximum pour ce type d'image. Enfin, le dernier critère d'évaluation était le calcul du score global morphologique, obtenu en sommant les scores de qualité individuels de chacun des six clichés morphologiques. Ce score global étant au maximum de 32 points.

Le groupe témoin d'IMC normal avait été recruté sur la même période de temps, leurs échographies avaient été réalisées par les mêmes opérateurs et l'évaluation de la qualité mesurée sur les trois mêmes critères de qualité. Sachant que l'échantillon de femmes obèses était de 223 patientes, le groupe témoin nécessitait 60 patientes pour permettre de détecter une différence de 4 points du score morphologique global avec une puissance de 80 % et un risque alpha de 5 %.

La comparaison entre les patientes obèses et non obèses était réalisée à l'aide du test *t* de Student ou de test non paramétrique de Mann-Whitney pour les données qualitatives et du test du χ^2 ou du test de Fisher exact pour les données quantitatives. Les résultats étaient considérés comme significatifs quand $p < 0,05$. Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel STATA software, v.11 (Stata Corporation, College Station, TX).

L'ensemble des patientes avait donné leur consentement oral pour la participation à cette étude et pour l'analyse des résultats de manière anonymisée.

Résultats

Cette étude a inclus 223 patientes obèses et 60 patientes témoins. Le Tableau 2 résume les principales caractéristiques maternelles et échographiques des deux groupes. Dans le groupe de patientes obèses, l'IMC en début de grossesse variait de 30 à 54,3 et était distribué ainsi :

- obésité modérée (30–34,9 kg/m²) : 69 % ;
- obésité sévère (35–39,9 kg/m²) : 22 % et ;
- obésité morbide (> 40 kg/m²) : 9 %.

L'épaisseur pariétale était significativement différente entre les deux groupes, variant de 16,7 à 68,2 mm dans le groupe obèse et de 12 à 34,6 mm dans le groupe de patiente non obèse ($p < 0,001$). Dans le groupe de patientes obèses, 34 patientes (16 %) avaient un diabète préexistant à la grossesse contre 3 % chez les patientes d'IMC normal ($p = 0,01$). Ni la présentation fœtale, ni la localisation placentaire ne différaient entre les deux groupes ; présentation céphalique (32 % vs 67 % ; $p = 0,3$) et insertion placentaire antérieure (56 % vs 45 % ; $p = 0,1$).

Dans le groupe témoin, l'obtention des neuf images en un seul examen était globalement bonne : 100 % (60/60) pour cinq images : périmètre céphalique et abdominal, longueur fémorale, face fœtale, coupe 4 cavités cardiaque et 95 % (57/60) pour quatre images : voie d'éjection du ventricule droit, coupe des reins, coupe du diaphragme et rachis. Dans le groupe de patientes obèses, six images étaient disponibles dans plus de 95 % des cas : périmètre céphalique et abdominal, longueur fémorale, face fœtale, coupe 4 cavités cardiaques et rachis ; 90 % pour la coupe des reins et 87 % pour la voie d'éjection du ventricule droit et la coupe du diaphragme. Ces résultats n'étaient pas significativement différents dans les deux groupes.

Le Tableau 3 présente la fréquence de qualité excellente pour chacune des neuf images et la comparaison des résultats dans les deux groupes. Une qualité excellente était toujours significativement moins fréquemment retrouvée dans le groupe de patientes obèses, à l'exception de deux clichés : le périmètre abdominal ($p = 0,26$) et le rachis ($p = 0,06$). En regardant spécifiquement les résultats image par image, la différence significative observée pour les clichés du périmètre crânien, de la face fœtale et de la coupe des reins était due uniquement à un zoom insuffisant chez les patientes obèses ; la structure étudiée occupant moins de la moitié de l'image ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson). Concernant la longueur fémorale, deux paramètres étaient significativement moins souvent retrouvés chez les patientes obèses : la visualisation des deux extrémités de l'os ($p = 0,002$; test exact de Fisher) et le fémur occupant moins de la moitié de l'image ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson). Pour les clichés du cœur, la qualité était aussi nettement dégradée chez les patientes obèses ; pour la coupe des quatre cavités, trois paramètres faisaient défaut : apex du cœur non visible ($p = 0,03$; χ^2 de Pearson), croix du cœur non visible ($p = 0,03$; χ^2 de Pearson), zoom insuffisant ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson), tandis que pour la voie d'éjection du ventricule droit, c'était la non-visualisation de l'artère pulmonaire entourant l'aorte ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson) et le zoom inadéquat ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson) qui étaient en cause. La coupe du diaphragme, elle aussi était de faible qualité chez les patientes obèses avec une interface diaphragmatique non visible entièrement de haut en bas ($p < 0,001$; χ^2 de Pearson).

Enfin, le score morphologique global moyen pour les six clichés morphologiques était significativement plus faible chez les patientes obèses en comparaison avec les patientes d'IMC normal (22,3 points \pm 5,6 versus 27,2 points \pm 3,6 ; $p < 0,001$) (Tableau 3). Ce score variait de 4 à 32 dans le groupe obèse et de 17 à 32 dans le groupe témoin. Ce score n'était pas significativement différent suivant des trois classes d'obésité (modérée, moyenne, sévère) dans notre échantillon avec respectivement 22,4, 22,4 et

Tableau 1 Critères pour l'évaluation du score de qualité. Chaque critère rempli vaut 1 point.
Criteria for assessing the quality score. Filled each criterion is worth 1 point.

Clichés biométriques							Clichés morphologiques								
Périmètre crânien	Périmètre abdominal	Longueur fémorale	Face fœtale	4 cavités cardiaques	Voie d'éjection du ventricule droit	Diaphragme	Reins	Rachis							
Plan symétrique	Plan symétrique	Visualisation claire des 2 extrémités du fémur	Lèvre supérieure visible	4 cavités visibles	Bifurcation artère pulmonaire visible	Cœur visible	Vue circulaire du premier rein	Rachis dorsal visible							
Plan montrant les thalami	Plan montrant la bulle de l'estomac	< 45° d'angle para rapport à l'horizontal	Deux narines visibles	Pointe du cœur visible	Aorte ascendante visible	Estomac visible	Vue circulaire du deuxième rein	Sacrum visible							
Plan montrant le cavum du septum pellucidum	Plan montrant le sinus porte	—	Deux angles buccaux visibles	Croix du cœur visible	Ventricule droit visible	Rachis non visible	Rein postérieur séparé de l'ombre acoustique du rachis	Alignement des vertèbres visible du rachis dorsal au rachis sacré							
Cervelet non visible	Reins non visible	—	—	Une veine pulmonaire visible	Artère pulmonaire entourant l'aorte	Interface diaphragmatique visible d'avant en arrière	Différenciation corticomédullaire ou cavité pyélique visible	Continuité de la peau							
Calipers et points de l'ellipse placés correctement	Calipers et points de l'ellipse placés correctement	Calipers et points de l'ellipse placés correctement	—	Aorte thoracique descendante visible	—	Cuisse et cou visible	—	Liquide amniotique visible au dessus de la peau							
Tête occupant plus de la moitié de l'écran	Abdomen occupant plus de la moitié de l'écran	Plan fémoral occupant plus de la moitié de l'écran	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image	Région d'intérêt occupant plus de la moitié de l'image							

Selon Salomon et al. [13, 14]

Tableau 2 Caractéristiques des patientes.
Patients' characteristics.

	Obèses n = 223	IMC normal n = 60	P
Âge (années)		12 (20)	0,1
< 25	27 (12,1)	36 (60)	
25–34	128 (57,4)	12 (20)	
> 34	68 (30,5)		
IMC en début de grossesse (kg/m ²)	33,1 [31,2 ; 36,2]	21,9 [20,8 ; 22,8]	< 0,001
IMC lors de l'échographie (kg/m ²)	35,3 [33,3 ; 38,5]	24,5 [22,6 ; 26,0]	< 0,001
Âge gestationnel lors de l'échographie (SA)	22,6 [22,1 ; 23,2]	22,6 [22,1 ; 22,9]	0,5
Épaisseur pariétale maximale (mm)	33,7 [28 ; 41]	20 [16 ; 23]	< 0,001
Durée de l'échographie (min)	24 [20 ; 33]	20 [17,5 ; 24,5]	< 0,001

IMC : indice de masse corporelle ; SA : semaines d'aménorrhée. Les données sont présentées en n (%) ou médiane [premier quartile ; troisième quartile].

20,9 points ($p=0,38$). En revanche, les échographistes ayant une ancienneté de pratique plus élevée avaient des scores de qualité supérieurs pour les patientes obèses que les échographistes plus jeunes : 24,1 points \pm 5,4 versus 21,7 points \pm 5,6 ($p=0,008$).

Discussion

Nous avons donc retrouvé dans cette étude que la qualité des images échographiques du deuxième trimestre de la grossesse réalisées chez des patientes obèses est significativement plus faible que chez les patientes non obèses. Cette différence est significative à la fois pour la qualité de

chacune des images prises individuellement mais aussi pour le score global morphologique.

Les études sur le contrôle de qualité en échographie prénatale ont essentiellement été basées sur l'évaluation du taux de détection des malformations fœtales [18], cependant, la faible prévalence de ces anomalies a rendu ce critère d'appréciation peu informatif. Ainsi, les échographistes ont été contraint de participer à des programmes de formation continue et de certification afin d'améliorer la qualité de leurs images. Cette procédure de contrôle de qualité s'exerce à trois niveaux : au niveau des échographistes avec la formation continue, au niveau des machines d'échographie avec l'évaluation et la mise à jour du matériel utilisé, et enfin au niveau du contrôle de qualité à proprement parler, c'est-à-dire de l'évaluation des pratiques

Tableau 3 Présence de chaque image de l'échographie du deuxième trimestre chez les patients obèses et d'IMC normal. Comparaison de la fréquence de clichés d'excellente qualité et du score morphologique global de qualité.

Presence of each ultrasound image of the second quarter, in obese patients and in patients with normal BW. Comparison between frequency of excellent quality negatives and overall morphological quality score.

	Obèses n = 223	IMC normal n = 60	P		
	Présence de l'image	Présence de l'image	Comparant excellente qualité		
<i>Clichés biométriques</i>					
Périmètre crânien – 6 points	100%	129/223 (58%)	100%	47/60 (78%)	0,004
Périmètre abdominal – 6 points	99%	96/221 (43%)	100%	31/60 (52%)	0,26
Longueur fémorale – 4 points	100%	114/222 (51%)	100%	55/60 (92%)	< 0,001
<i>Clichés morphologiques</i>					
Face fœtale – 4 points	95%	81/210 (39%)	100%	36/60 (60%)	0,003
Coupe 4 cavités cardiaque – 6 points	95%	89/215 (41%)	100%	38/60 (63%)	0,003
Vole d'éjection ventricule droit – 5 points	87%	71/205 (35%)	95%	28/57 (49%)	0,046
Diaphragme – 6 points	87%	26/148 (18%)	95%	20/57 (35%)	0,007
Reins – 5 points	90%	84/194 (43%)	95%	46/57 (81%)	< 0,001
Rachis – 6 points	95%	78/210 (37%)	95%	29/57 (51%)	0,06
Score morphologique global de qualité	22,3 \pm 5,6		27,2 \pm 3,6		0,001

IMC : indice de masse corporelle. Les données sont présentées en : % ou nombre d'échographies observées avec tous les points/ nombre d'échographie total (%) ou moyenne \pm déviation standard.

professionnelles de manière quantitative et qualitative. Le contrôle de qualité quantitativement vise à la surveillance prospective de la non-déviance des mesures biométriques fœtales au cours du temps à travers des évaluations via les Z-scores [19,20] ou les méthodes de type CUSUM [21]. Les méthodes de contrôle de qualité qualitatives se sont développées depuis l'avènement de l'échographie du premier trimestre et plus particulièrement depuis que la mesure de la clarté nucale a été utilisée comme élément du dépistage des aneuploïdies [22]. Ainsi, une telle méthodologie combinant à la fois la qualité des images et la précision des mesures a été utilisée dans de nombreuses études et a conduit à d'importantes évolutions en termes de dépistage [23,24]. Dans la même lignée, Salomon et al. ont développé des scores de qualité pour les images biométriques [14] et morphologiques [13]. Aucune étude n'a à ce jour comparé l'utilisation de ces scores de qualité au sein de différentes populations et en particulier parmi les patientes pour lesquelles une échographie de qualité paraît difficile à produire. Les patientes obèses qui sont à la fois à haut risque de développer des malformations fœtales [25] et plus difficiles à échographier en raison de l'absorption des ultrasons par la graisse sous-cutanée [9], sont une population de choix pour l'étude de la qualité. De nombreuses études se sont intéressées à la difficulté de réaliser une échographie morphologique complète en un seul examen [11] chez les patientes obèses. Elles se sont principalement concentrées sur l'âge gestationnel optimum pour une telle évaluation [26,27] ou sur des alternatives techniques ou astuces destinées à améliorer les images [11,28]. La qualité des images dans cette population n'a jamais été évaluée auparavant, cette appréciation pouvant permettre une amélioration de la détection prénatale des malformations, cela restant le but ultime de cet examen échographique du deuxième trimestre de la grossesse.

Comme attendu, l'épaisseur de la paroi maternelle et la durée de l'échographie étaient significativement plus importantes dans le groupe de patientes obèses. L'augmentation de l'épaisseur pariétale est responsable d'une absorption majeure de l'énergie des ultrasons et doit être considérée comme un marqueur important de la difficulté d'obtention d'échographie de qualité. C'est un paramètre qui semble plus précis que l'IMC car il reflète non seulement l'obésité mais aussi la répartition des graisses de la patiente. Concernant la durée de l'échographie, comme mentionné par Benacerraf [28], un examen plus long permet des changements de position fœtale conduisant à une amélioration de la performance et de la qualité des images.

La faisabilité de l'examen morphologique était dans notre étude relativement bonne, quel que soit le groupe concerné, avec plus de 90% d'images obtenues, à l'exception du diaphragme et de la voie d'éjection droite du cœur chez les patientes obèses (87%). Ces résultats sont meilleurs que ceux rapportés dans de précédentes études [8,11], probablement en raison de l'utilisation d'un matériel plus performant et de la nature prospective de notre étude. Cependant, malgré ces résultats satisfaisants en termes de faisabilité, la fréquence très faible d'excellente qualité de certains clichés chez les patientes non obèses est frappante. Elle est retrouvée certes dans plus de 60% des cas pour cinq images mais dans 50% des cas ou moins pour les

autres. Il est souvent mentionné que la faisabilité des images cardiaques en général, et de la voie d'éjection droite en particulier, est réduite [8]. Cela semble donc être la cause dans notre étude d'une baisse de qualité, probablement liée à la position du fœtus (dos en avant). D'un autre côté, le diaphragme qui n'est pas spécifiquement réputé comme étant une structure difficile à visualiser, est dans nos résultats très rarement d'excellente qualité (35%). Une explication possible réside dans le fait que cette structure est la plus souvent oubliée dans les examens et donc que la qualité s'en ressent. En interrogeant les échographistes, certains avancent le fait que la structure étudiée a bien été visualisée lors de l'examen, et que c'est à leurs yeux le point le plus important par rapport à la qualité de l'image. L'image reste cependant, une fois le compte rendu édité, la seule preuve tangible de la visualisation de la structure.

Quelle que soit l'image ou la structure étudiée, une excellente qualité était toujours moins fréquemment rencontrée chez les patientes obèses. Nos résultats indiquent cependant que de minime changement dans les prises de clichés pourraient améliorer nettement les résultats, en particulier en utilisant plus souvent le zoom. Ce paramètre simple à modifier et ne nécessitant pas de formation continue très approfondie est le seul en cause dans les mauvais résultats en termes de qualité concernant le périmètre crânien, la coupe des reins et la face fœtale. Pour les deux clichés du cœur, c'est la position fœtale qui semble être primordiale. Des améliorations de la qualité des clichés pourraient être obtenues en changeant le site d'exploration du fœtus (sus pubien, sus ombilical, flancs) ou en tournant la patiente sur le côté gauche afin de minimiser l'épaisseur de la paroi maternelle et permettre de plus une rotation du fœtus.

Le score global de qualité des clichés morphologiques est significativement plus faible dans le groupe des patientes obèses, d'environ 5 points. Cette différence reflète l'importance du fossé en termes de qualité qui existe entre ces deux groupes et le chemin qui reste à parcourir pour améliorer cela. Nous n'avons pas mis en évidence de différence de ce score entre les trois catégories d'obésité, probablement par défaut du nombre de patientes dans les IMC les plus élevés. Nos résultats sont renforcés par la similitude du score des patientes non obèses de notre étude avec celui publié par Salomon et al. [13] pour une population normale ($p=0,08$). Nous devons cependant être précautionneux dans l'interprétation de nos résultats. La fréquence d'images excellentes pourrait être réduite chez les obèses soit parce que l'obésité rend difficile la réalisation d'images de qualité, soit parce que l'échographiste ne réalise pas correctement l'échographie. Le fait que les échographistes plus anciens ont des meilleurs scores de qualité que les plus jeunes pourrait renforcer la deuxième hypothèse.

Les points forts de notre étude sont un nombre élevé de patientes obèses incluses et une faisabilité des images assez élevée dans les deux groupes. L'emploi d'échographistes de niveau d'expérience différent permet d'accroître la validité externe de nos résultats et donc la reproductibilité dans d'autres structures. La relecture de toutes les images par un seul échographiste référent nous a fourni une cohérence dans l'attribution des points des images, et, le fait qu'il travaillait en aveugle du nom de l'échographiste ayant réalisé

les clichés rendait nulles toutes interprétations préconçues des résultats.

En conclusion, les images réalisées chez les patients obèses sont de plus faible qualité que chez les patients non obèses, et leur score global de qualité est aussi plus faible. Cependant, certaines améliorations simples pourraient améliorer la visualisation du fœtus qui se trouve être la pierre angulaire de la détection des malformations fœtales.

Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] WHO. Controlling the global obesity epidemic. In: WHO health topics; 2004 [http://www.who.int/nutrition/topics/obesity/en/index.html. Accessed 8 May 2009].
- [2] Yu CK, Teoh TG, Robinson S. Obesity in pregnancy. *BJOG* 2006;113:1117–25.
- [3] Weichert J, Hartge DR. Obstetrical sonography in obese women: a review. *J Clin Ultrasound* 2010;39:209–16.
- [4] Blondel B, Kermarrec M. La situation périnatale en France en 2010. Étude et résultats 2010;775:1–8.
- [5] Catalano PM. Management of obesity in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2007;109:419–33.
- [6] Cedergren MI. Maternal morbid obesity and the risk of adverse pregnancy outcome. *Obstet Gynecol* 2004;103:219–24.
- [7] Weiss JL, Malone FD, Emig D, Ball RH, Nyberg DA, Comstock CH, et al. Obesity, obstetric complications and cesarean delivery rate – a population-based screening study. *Am J Obstet Gynecol* 2004;190:1091–7.
- [8] Thornburg LL, Miles K, Ho M, Pressman EK. Fetal anatomic evaluation in the overweight and obese gravida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33:670–5.
- [9] Tranquart F, Grenier N, Eder V, Pourcelot L. Clinical use of ultrasound tissue harmonic imaging. *Ultrasound Med Biol* 1999;25:889–94.
- [10] Aagaard-Tillery KM, Flint Porter T, Malone FD, Nyberg DA, Collins J, Comstock CH, et al. Influence of maternal BMI on genetic sonography in the FaSTER trial. *Prenat Diagn* 2010;30:14–22.
- [11] Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009;33:720–9.
- [12] CNTE. Rapport du Comité national technique de l'échographie de dépistage prénatal, 81. 2005.
- [13] Salomon LJ, Winer N, Bernard JP, Ville Y. A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn* 2008;28:822–7.
- [14] 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.
- [15] ACOG. Ultrasonography in pregnancy. *Obstet Gynecol* 2004;104:1449–58 [ACOG Practice Bulletin N°58].
- [16] AIUM. AIUM Practice Guideline for the performance of an antepartum obstetric ultrasound examination. *J Ultrasound Med* 2003;22:1116–25.
- [17] RCOG. Ultrasound screening for fetal abnormalities. London: RCOG; 2000.
- [18] Nelson NL, Filly RA, Goldstein RB, Callen PW. The AIUM/ACR antepartum obstetrical sonographic guidelines: expectations for detection of anomalies. *J Ultrasound Med* 1993;12:189–96.
- [19] Capmas P, Salomon LJ, Picone O, Fuchs F, Frydman R, Senat MV. Using Z-scores to compare biometry data obtained during prenatal ultrasound screening by midwives and physicians. *Prenat Diagn* 2010;30:40–2.
- [20] Salomon LJ, Bernard JP, Ville Y. Analysis of Z-score distribution for the quality control of fetal ultrasound measurements at 20–24 weeks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:750–4.
- [21] Biau DJ, Porcher R, Salomon LJ. CUSUM: a tool for ongoing assessment of performance. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008;31:252–5.
- [22] Herman A, Maymon R, Dreazen E, Caspi E, Bukovsky I, Weinraub Z. Nuchal translucency audit: a novel image-scoring method. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1998;12:398–403.
- [23] Herman A, Dreazen E, Maymon R, Tovbin Y, Bukovsky I, Weinraub Z. Implementation of nuchal translucency image-scoring method during ongoing audit. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999;14:388–92.
- [24] Herman A, Maymon R, Dreazen E, Zohav E, Segal O, Segal S, et al. Utilization of the nuchal translucency image-scoring method during training of new examiners. *Fetal Diagn Ther* 1999;14:234–9.
- [25] Stothard KJ, Tennant PW, Bell R, Rankin J. Maternal overweight and obesity and the risk of congenital anomalies: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2009;301:636–50.
- [26] Hendler I, Blackwell SC, Bujold E, Treadwell MC, Mittal P, Sokol RJ, et al. Suboptimal second-trimester ultrasonographic visualization of the fetal heart in obese women: should we repeat the examination? *J Ultrasound Med* 2005;24:1205–9 [quiz 1210–1].
- [27] Hendler I, Blackwell SC, Bujold E, Treadwell MC, Wolfe HM, Sokol RJ, et al. The impact of maternal obesity on midtrimester sonographic visualization of fetal cardiac and craniospinal structures. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:1607–11.
- [28] Benacerraf BR. A technical tip on scanning obese gravidae. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010;35:615–6.

Annexe 6 : Grevoul-Fesquet J, **Fuchs F**, Debras E, Neveu ME, Senat MV. Obésité et Grossesse: suivi et accouchement. Médecine Clinique endocrinologie et diabète 2012;59; 30-7.

Obésité et Grossesse : suivi et accouchement

Julie Grévoul-
Fesquet,
Florent Fuchs,
Elodie Debras,
Marie-Emmanuelle
Neveu,
Marie-Victoire
Senat

Service de Gynécologie
Obstétrique
CHU de Bicêtre
78, rue du Général Leclerc
94270 Le Kremlin Bicêtre

Correspondance :
Tél : 01.45.21.75.65
E-mail : julie.grevoul@
bct.aphp.fr
florent.fuchs@bct.aphp.fr
marie-victoire.senat@bct.
aphp.fr

Mots clés :
obésité,
grossesse,
accouchement,
échographie

Epidémiologie

L'obésité, problème sociétal de nos pays industrialisés, est un enjeu de Santé Publique notamment chez les femmes enceintes. D'une part, en terme de coût financier, car l'obésité est un facteur d'augmentation de l'utilisation des services de santé, en exposant à des troubles cardiovasculaires, des désordres métaboliques, tels l'hypertension, le diabète, les dyslipidémies. D'autre part, en termes de morbi-mortalité néonatale, infantile et maternelle, car l'obésité expose à des troubles de la grossesse, et de l'accouchement. Enfin à long terme, les enfants nés de mères obèses sont plus à risque de maladies métaboliques, tel le diabète, de pathologies cardiovasculaires, et d'obésité. [1]

Sa prévalence mondiale, définie selon l'OMS (Tableau 1) par l'indice de masse corporelle (IMC) ≥ 30 kg/m², ne cesse d'augmenter.

En France, en 2009, 31,9 % des adultes de plus de 18 ans ont un surpoids (IMC entre 25-30 kg/m²), et 14,5 % une obésité.

IMC en kg/m ²	
< 18,5	Dénutrition
[18,5-24,9]	Normalité
[25-30]	Surpoids
≥ 30	Obésité
[30-34,9]	<i>I modérée</i>
[35-39,9]	<i>II majeure</i>
≥ 40	<i>III morbide</i>
≥ 50	<i>IV supermorbide</i>

Selon la dernière enquête française OBEPI (2009), la prévalence de l'obésité des femmes de plus de 18 ans est passée de 13,6 % en 2006 à 15,1 % en 2009, soit une augmentation de 11 % sur 3 ans. Parmi ces femmes obèses, 3,2 % présente une obésité majeure et environ 1,6 % une obésité morbide. L'augmentation relative chez les femmes entre 25 et 34 ans est encore plus importante, avoisinant les 20 % (Tableau 2). De plus selon l'enquête périnatale

Âge	Surpoids	Obésité
18-24 ans	4,70 %	11,50 %
25-34 ans	12,30 %	19 %
35-44 ans	14,50 %	23,50 %
45-54 ans	16,30 %	27 %

Tableau 3. Complications obstétricales en fonction du BMI [3].

Complications obstétricales	Obèse vs contrôle		Obèse III vs contrôle	
	OR ajusté (IC 95%)	p	OR ajusté (IC 95%)	p
Diabète gestationnel	2,6 (2,1- 3,4)	< 0,0001	4,0 (3,1-5,2)	< 0,01
HTA gravidique	2,5 (2,1-3,0)	< 0,0001	3,2 (2,6-4,0)	< 0,01
Pré éclampsie	1,6 (1,1-2,25)	0,007	3,3 (2,4-4,5)	< 0,01
Poids de naissance > 4500 g	2,0 (1,4-3,0)	0,0006	2,4 (1,5-3,8)	< 0,01
Poids de naissance > 4000 g	1,7 (1,4-2,0)	< 0,0001	1,9 (1,5-2,3)	< 0,01
Accouchement prématuré	1,1 (0,9-1,5)	ns	1,5 (1,1-2,1)	= 0,01
Extraction instrumentale	1,0 (0,8-1,3)	ns	1,7 (1,2-2,2)	< 0,01
Rupture prématurée des membranes	1,3 (1,9-2,0)	ns	1,3 (0,8-2,2)	ns
RCIU	0,9 (0,5-1,6)	ns	0,8 (0,4-1,8)	ns
Placenta praevia	1,3 (0,7- 2,5)	ns	0,7 (0,3-2,8)	ns
HRP	1,0 (0,6-1,9)	ns	1,0 (0,5-2,2)	ns
Césarienne	1,7 (1,4-2,2)	< 0,01	3,0 (2,2-4,0)	< 0,01

de 2010, 17 % des femmes enceintes sont en surpoids et 10 % sont obèses.

L'augmentation de l'âge à la maternité amplifie l'augmentation de la prévalence de l'obésité féminine avec l'âge (Tableau 2).

Nous sommes donc confrontés chaque jour à la prise en charge spécifique préconceptionnelle, puis de la grossesse, et de l'accouchement de ces patientes à risque. Des moyens spécifiques hospitaliers (circulaire du ministère de la SANTE en 2005) sont mis en place avec la création de pôles interrégionaux spécialisés dans l'accueil et la prise en charge des personnes obèses : listing de matériel adapté (tables d'opération et d'examen > 300 kg, lits médicalisés et de réanimation, chariots, lèves malades...). Ceci sous-entend donc en cas d'obésité morbide une prise en charge spécifique dans des centres adaptés.

Obésité et suivi de grossesse

Suivi clinique

• **La prise pondérale : recommandations**

Il est recommandé une stabilisation ou une prise de poids limitée plutôt qu'une perte de poids. Ceci permet-

trait une reprise de la croissance placentaire, une amélioration de la vascularisation, une prévention et une réduction du stress oxydatif, à l'origine d'une correction du dysfonctionnement de l'endothélium vasculaire [2].

Une prise de poids de moins de 5 kg environ chez les obèses de type II et III diminue le risque de pré-éclampsie (PE), de césarienne, de retard de croissance intra-utérin (RCIU), et de macrosomie [3]. En revanche, une prise de poids excessive augmente le risque de macrosomie, d'extractions instrumentales, de césariennes, d'Appgar faible à la naissance, et d'admissions en soins intensifs. Cependant la prise de poids recommandée pour les femmes enceintes par l'*Institute of Medicine* 2009 [4] est comprise entre 5-9 kg pour un IMC > 30 et de 7-11,5 kg pour un IMC de [25-29,9]. La prise de poids idéale n'est donc pas parfaitement définie.

• **Risques de la grossesse chez les patientes obèses (Tableau 3)**

L'obésité est un facteur de risque indépendant de survenue d'HTA gravidique ou de PE chez la femme enceinte [5, 6].

• Ce risque est proportionnel à l'IMC. Il est multiplié par 2 en cas de

surpoids et par 3 en cas d'obésité. La dysfonction endothéliale liée à l'insulinorésistance (mais aussi l'hyperlipidémie, l'inflammation infra clinique) entraîne une insuffisance placentaire à l'origine de ces complications. Le risque de PE est d'autant plus important en cas de prise de poids pendant la grossesse et inversement en cas de perte pondérale [7].

La surveillance doit donc être adaptée à la morphologie de la patiente (brasard adapté) et elle doit être intensifiée au 3^{ème} trimestre (surveillance à domicile de la TA et de la protéinurie : auto-surveillance par bandelette urinaire). Il n'est pas recommandé de traiter les patientes par Aspégic à faibles doses.

• L'obésité est un facteur de risque de survenue du DG gestationnel par hyperinsulinisme avec insulinorésistance [1, 11].

Le diabète gestationnel (DG) doit donc être recherché dès le premier trimestre de grossesse. Si la glycémie à jeun est normale au 1^{er} trimestre, alors le test de dépistage OMS doit tout de même être réalisé au 2^{ème} trimestre entre 24-28SA. Un diabète gestationnel découvert au cours du 1^{er} trimestre de la grossesse est certainement un diabète type 2 non diagnostiqué et méconnu.

Tableau 4. Obésité et anomalies congénitales [3, 6].

Anomalie Congénitale	Surpoids		Obésité	
	OR (95% CI)	p	OR (95% CI)2	p
Non fermeture Tube Neural	1.2 (1.04-1.38)	0,01	1.87 (1.62-2.15)	< 0,001
Anomalie cardiovasculaire	1.17 (1.03-1.34)	0,02	1.3 (1.12-1.51)	0,03
Fente labio palatine	1.0 (0.87-1.15)	> 0,99	1.2 (1.03-1.4)	0,02
Atrésie ano-rectale	1.19 (0.91-1.54)	0,2	1.48 (1.12-1.97)	0,006
Craniosynostoses	1.24 (0.98-1.58)	0,07	1.19 (0.89-1.56)	0,25
Hernie diaphragmatique	0.95 (0.72-1.26)	0,72	1.28 (0.95-1.71)	0,1
Laparoschisis	0.83 (0.39-1.77)	0,63	0.17 (0.1-0.3)	0,001
Hydrocéphalie	1.28 (0.93-1.75)	0,13	1.68 (1.19-2.36)	0,003
Hypospadias	1.13 (0.94-1.35)	0,21	1.08 (0.86-1.34)	0,52
Réduction de membres	1.22 (0.97-1.53)	0,09	1.34 (1.03-1.73)	0,03
Microcéphalie	1.21 (0.85-1.73)	0,3	1.10 (0.82-1.48)	0,54
Micro/antotie	0.97 (0.69-1.37)	0,96	1.11 (0.75-1.63)	0,61
Atrésie œsophage	0.89 (0.66-1.21)	0,46	1.27 (0.60-2.67)	0,54

Une hémoglobine glycosylée peut être alors être prescrite, afin de définir l'antériorité du diabète. Le risque de DG est multiplié par 2,5 en cas d'obésité et par 4 en cas d'obésité morbide. L'élévation du risque est corrélée à celle du gain de poids maternel. En effet l'insulinorésistance des obèses est supérieure aux femmes non obèses [8, 9].

Une activité physique régulière (25-40 minutes de marche, 3-4 fois par semaine) est recommandée car elle entraîne une réduction significative des taux de glycémies postprandiales, et une moindre consommation d'insuline [10].

L'insulinorésistance entraîne, elle, une augmentation de l'anabolisme fœtal à l'origine de la macrosomie.

Les patientes obèses doivent donc être informées que la prévalence de développer un diabète de type 2 en cas d'antécédent de diabète gestationnel est multiplié par deux, comparé à une femme de BMI normal [11].

- L'obésité de la femme enceinte est un facteur de risque de survenue de thromboses par stase veineuse, augmentation de la viscosité sanguine, activation de la coagulation et état pro inflammatoire (dysfonction endothéliale) (risque relatif de 2 à 5) [5].

- De plus, l'apnée du sommeil obstructive chez ces patientes serait exacerbée durant la grossesse et serait associée à un risque augmenté d'HTA gravidique et de retard de croissance intra utérin (RCIU) [12].

- L'obésité est donc à l'origine d'une augmentation de la fréquence des consultations anténatales dans le but d'optimiser la surveillance fœtale et de rechercher les complications spécifiques générées par l'obésité. En effet malgré le contrôle de l'HTA et du diabète gestationnel, la patiente obèse est aussi plus à risque de mort fœtale *in utero* (MFIU). En effet, le risque de MFIU est 2 à 3 fois plus élevé chez la patiente obèse indépendamment des autres complications (risque multiplié par 3 si IMC > 40). Sa physiopathologie reste cependant méconnue (probable dysfonction placentaire) [13, 14].

Le risque d'accouchements prématurés est en rapport avec les complications médicales antérieures liées à l'obésité et les complications anténatales.

Suivi échographique

Le risque de malformations augmente avec le degré d'obésité et

certaines malformations comme les anomalies de fermeture du tube neural et les myélo-méningocèles sont plus fréquentes au sein de cette population. (Tableau 4)

La cause de ce nombre plus élevé de malformations peut en être l'insulinorésistance, une hygiène alimentaire inappropriée avec des déficits nutritionnels. A ceci s'ajoute les risques liés à un diabète de type II méconnu [20]. L'échographie de dépistage chez ces patientes est bien connue pour être plus difficile en raison de l'épaisseur de la graisse sous-cutanée [16] [17]. Les patientes doivent être informées de ces difficultés techniques. Il faut donc que ces échographies soient réalisées par des échographistes d'expérience, mais aussi utiliser certaines astuces afin d'améliorer la qualité et la faisabilité des échographies. [3, 16, 18, 19]

• Réalisation des échographies

- Une échographie précoce pour déterminer le début de grossesse est préconisée, en effet ces patientes ont souvent des cycles irréguliers du fait de dysfonctions ovulatoires et de spanio-ménorrhées. Le risque de fausses couches du premier trimestre, du fait de

l'insulinorésistance, est multiplié par 2 chez l'obèse et augmente avec l'IMC [15].

- L'échographie du premier trimestre reste au terme habituel entre 11-13SA+6 afin de permettre le dépistage des anomalies chromosomiques (mesure de la nuque et marqueurs sériques). Grâce aux sondes endo vaginales, l'analyse morphologique fœtale du 1^{er} trimestre s'est développée, et de plus en plus de structures sont dépistables à ce terme précoce. L'IMC à ce terme joue un moindre rôle. Les gestes invasifs à visée diagnostique (ponction de liquide amniotique PLA ou biopsie de trophoblaste BT) sont néanmoins plus difficiles.

- La réalisation des échographies obstétricales chez les patientes obèses est plus difficile en raison de l'atténuation et de la diffraction des ultrasons par la graisse sous-cutanée (Figure 1) : la visualisation échographique de l'anatomie fœtale diminue significativement à partir d'un IMC > 36. La graisse sous-cutanée pariétale (entre la peau et la séreuse utérine) est d'épaisseur significativement plus grande chez les patientes obèses que chez les patientes à IMC normal [16].

- Une échographie morphologique précoce supplémentaire est à prévoir vers 18SA, ce qui permettra un examen morphologique assez complet avec notamment l'examen des extrémités du fœtus par voie endo vaginale à l'aide d'une sonde à haute fréquence [17].

- L'échographie morphologique de 2^{ème} trimestre classique doit être faite vers 23-24SA au lieu de 22SA afin d'avoir un fœtus plus volumineux, plus facile à observer et à mobiliser. La programmation d'une échocardiographie fœtale vers 24SA est possible [18].

- L'échographie du 3^{ème} trimestre est à réaliser vers 33-34SA, au lieu de 32SA (pour une meilleure visualisation des structures non vues au préalable).

- Une estimation du poids fœtal le dernier mois de grossesse est préconisée afin de dépister la macrosomie et d'anticiper les difficultés d'extraction (écho-

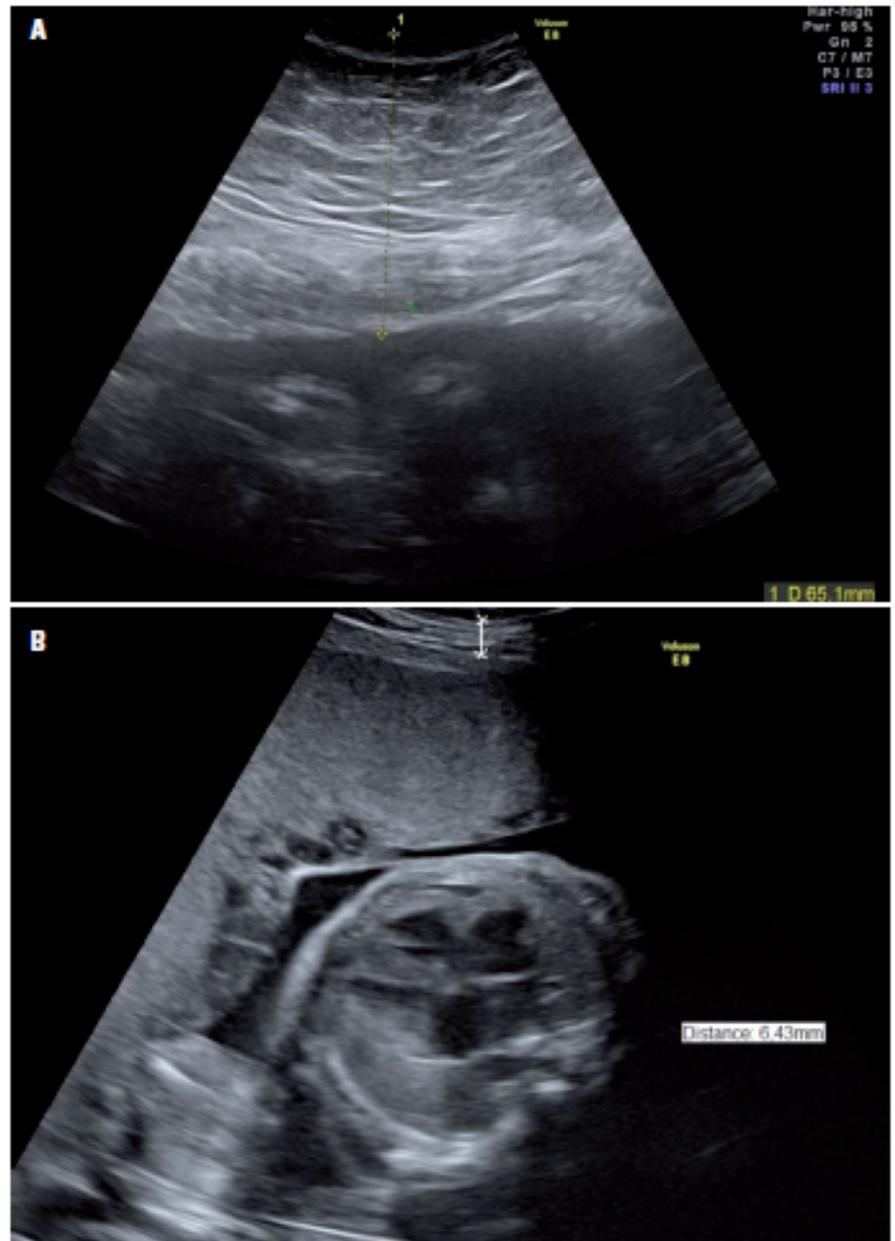


Figure 1. Epaisseur de la paroi abdominale chez une patiente obèse (A) et chez une patiente de poids normal (B).

graphies toutes les 4-6 semaines au 3^{ème} trimestre) [16].

- Des astuces pour améliorer la performance échographique sont possibles : favoriser le positionnement de la sonde en sus-pubien médian (zone sus ou péri-ombilicale), ou en fosses

iliaques, en passant sous le repli graisseux. On privilégie l'utilisation de la sonde endo-vaginale à haute fréquence, certains l'utilisant par l'ombilic. On privilégie aussi l'utilisation de sondes abdominales basse fréquence (1 Mhz). Le réglage de la machine est fondamen-

tal : augmentation de la cadence images, réduction de l'angle d'exploration, ajustement de la focale en regard de la zone d'intérêt, utilisation des harmoniques, réduction du gain par étages au niveau de la graisse sous-cutanée. Enfin la patiente peut être échographiée en décubitus dorsal, mais aussi en décubitus latéral droit ou gauche, afin de déplacer le tablier de graisse et réduire la distance entre la peau et la séreuse utérine.

Obésité et accouchement

■ Déclenchement et maturation

Un IMC antéconceptionnel élevé et un gain de poids important durant la grossesse entraînent une gestation plus longue. Ces patientes sont donc plus à risque de dépassement de terme. Pour une gestation de plus de 42 SA, l'OR ajusté est de 1,69 (IC 95%, 1,23-2,31). En conséquence, il existe une augmentation d'induction du travail. La physiopathologie de l'augmentation de la durée de la gestation n'a pas été élucidée pour l'instant [21].

Le taux de déclenchement est également augmenté parmi ces patientes obèses, par accroissement des indications : HTA, pré éclampsie, DG, macrosomie, terme dépassé [13]. Au total plus l'obésité est importante, plus le taux d'induction du travail est grand : 30,4 %, 32,5 %, 34 %, pour l'obésité de type I, II, III respectivement alors qu'il n'est que de 28 % pour un IMC normal [22].

La durée du travail des patientes obèses déclenchées est également plus longue. En effet, à Bishop identique, le délai d'accouchement après maturation aux prostaglandines est significativement plus court pour les patientes non obèses (OR = 0,75, IC 95% [0,59-0,97] $p = 0,025$, OR = 0,60, IC 95% [0,43-0,83], $p = 0,002$ pour un BMI de 30-39,9 et BMI > 40 respectivement) [23].

Le taux d'échec de déclenchement (échec d'induction du travail) défini comme un accouchement par césarienne après une tentative d'induction du travail,

a été étudié chez les patientes obèses comparativement aux patientes de poids normal. Cette étude montre 23 % d'échec de déclenchement chez les obèses quelle que soit la classe, contre 13 % chez les patientes de poids normal. L'échec de déclenchement chez les obèses de type III est plus important chez la primipare que chez la multipare avec antécédent d'accouchements voie basse : OR ajusté 3,2 (IC 95% [2,87-3,55]) [22].

D'autre part, le taux d'échec de déclenchement est majoré à 80 % chez les obèses de type III primipares avec un fœtus de poids de naissance PN > 4500g [22].

Au total

Chez la patiente obèse enceinte il existe :

- Plus d'indications de maturation et de déclenchement ;
- Un travail plus long après induction du travail ;
- Plus d'échec d'induction du travail, donc plus de risque de césarienne (risque proportionnel au BMI, et augmenté encore en cas de macrosomie).

■ Le travail de la patiente obèse

Le travail chez la patiente obèse est caractérisé par un certain nombre de difficultés. Difficultés pour la pose d'analgésie péridurale (APD) dans un 1/3 des cas ; des difficultés aussi de tocométrie que l'on peut cependant palier en utilisant la tocométrie interne, et enfin des difficultés d'enregistrement du rythme cardiaque fœtal (RCF) [24].

Le travail spontané ou déclenché chez l'obèse est significativement plus long. Pour un BMI < 30, 30-40 et > 40 il est de **14,9 heures** (6,4-29,7), de **15,2 heures** (7,1-32,6) et de **17,8 heures** (7,1-33,7) respectivement [25].

La phase active du travail entre 4-10 cm, mais surtout jusqu'à 7cm de dilatation est prolongée avec, notamment un délai entre la phase de dilatation complète et l'accouchement plus long, malgré un ajustement sur facteurs confondants. Pour un BMI normal,

surpoids et obèses la phase active est de 6,2 heures, de 7,5 heures et de 7,9 heures respectivement [25].

Les phases de stagnations durant le travail sont plus fréquentes, engendrant une consommation plus importante d'ocytociques. Plus le BMI augmente, plus les doses d'ocytocine consommées sont importantes.

Le travail de l'obèse est également caractérisé par un taux plus important de dystocies dynamiques et mécaniques. Ceci serait lié à une diminution de la contractilité utérine par élévation du taux de cholestérol qui diminue la contractilité utérine. Ceci participe aussi à l'élévation du taux de césariennes. [22].

Voie d'accouchement

• La voie basse

Les patientes doivent être informées, de leur risque accru d'extractions instrumentales. En effet le risque est multiplié par 1,5 pour un IMC > 30 et par 2 pour un IMC > 40. Ce taux plus élevé d'extractions instrumentales est à l'origine d'un plus grand nombre de lésions périnéales, dont la cicatrisation est difficile. Le choix de la ventouse est donc à privilégier afin d'être moins délétère pour le périnée.

Il faut informer les patientes des risques de dystocie des épaules (indépendamment de la macrosomie et du diabète gestationnel), et de macrosomie fœtale à l'origine de traumatismes néonataux, de déchirures périnéales compliquées et d'hémorragies du post-partum.

L'incidence de la macrosomie augmente chez l'obèse indépendamment du diabète gestationnel. En cas de prise de poids > 14 kg le risque de macrosomie est multiplié par 2 à 3. Le risque de macrosomie augmente avec le BMI avec un OR ajusté de 2,2 pour les obèses, de 3,11 entre 35 et 40 BMI et de 3,82 pour un BMI > 40 [3, 13].

• La césarienne

Les patientes obèses sont plus à risque de césarienne avant et pendant le

travail et ceci est corrélé avec le BMI et la prise de poids. Le risque de césarienne est estimé à 50 % pour un IMC > 35, à 34 % entre 30 et 34 de BMI et à 21 % pour un BMI inférieur à 30 [3]. Pour d'autres ce risque est de 21 % pour BMI < 30, 30 % pour BMI entre 30-39 et de 36,5 % au-delà de 40 de BMI [23]. Un défaut de contractilité utérine à l'origine de dystocie dynamique participe à l'augmentation du taux de césariennes et ceci en corrélation avec l'augmentation du BMI [13].

De plus un gain excessif de poids avant et pendant la grossesse est un facteur de risque d'accouchement par césariennes. Les autres facteurs de risques de césarienne sont les dystopies dynamiques et mécaniques, la macrosomie, le RCIU, le diabète, et l'HTA.

Notons aussi que le taux d'échec de voie basse chez les patientes ayant un utérus cicatriciel augmente avec le BMI. Il est de 15 % chez les non obèses alors qu'il est de 30 % chez les obèses et de 39% pour les obèses de type III. Le risque de déhiscence ou de rupture utérine serait proportionnel au BMI : 2,1 % pour BMI > 40, 1,4 % pour BMI entre 25-29 et de 0,9 % pour un BMI < 25 [3].

Dans le cadre d'une procédure de déclenchement, le risque de césarienne est 4 fois plus élevé pour les patientes avec un IMC > 40.

• Risques opératoires chez les patientes enceintes obèses [3,26-29]

La césarienne chez l'obèse est une intervention à risque du fait de l'augmentation de la morbi-mortalité maternelle, liée aux risques infectieux et hémorragiques. Ces risques augmentent d'autant plus que la césarienne se passe après un travail prolongé ou un temps prolongé d'ouverture de l'œuf.

• Le temps opératoire est plus long pour les obèses III, du fait des difficultés d'accès au segment inférieur et notamment le temps entre l'incision et la naissance est allongé comparativement aux patientes de BMI normal.

• Il est nécessaire de discuter au cas par cas, et d'obtenir le consentement éclairé de la patiente, en faisant la balance bénéfique/risque habituelle : tentative de voie basse ou césarienne itérative, sachant qu'au final 50 % des obèses de type III accouchent par césarienne. En cas de césarienne en urgence, les risques d'infections, d'hémorragie de la délivrance sont augmentés avec des temps opératoires plus longs et une durée d'hospitalisation plus longue.

• D'un point de vue anesthésique, ces patientes peuvent présenter des difficultés d'intubation, des risques d'hypotension et de décélérations fœtales consécutives et donc il faut au maximum programmer l'accouchement pour ne pas se retrouver dans une situation d'urgence. La pose d'APD est également un geste plus délicat, compliqué parfois de brèches durales. En période postopératoire, elles peuvent présenter des difficultés respiratoires surtout en cas d'apnée du sommeil préexistante et de prise d'opiacés.

• Le jour de l'intervention programmée, il est nécessaire de respecter un jeûne d'au moins 8 heures. Une prophylaxie antiacide juste avant le geste doit être instituée : anti sécrétoire gastrique H2 (ranitidine) ou antagoniste de la dopamine (metoclopramide)).

• Comme pour toute césarienne l'antibioprophylaxie per opératoire, 2 g de céfazoline, doit être réalisée.

• Le choix de l'incision est basé sur l'analyse anthropométrique de chaque patiente, selon la position du tablier graisseux : il faut éviter le pli du tablier où la cicatrisation est difficile avec risque de macération et d'infection du site opératoire. Une incision transversale supra-ombilicale comprend moins de complications pariétales ou de douleurs, et permet un bon abord du segment inférieur. Certes, cette incision paraît moins esthétique mais elle est de meilleur pronostic que les incisions classiques situées sous le tablier. Les laparotomies verticales permettent un accès rapide à la cavité abdominale

et une extension facile mais les risques de déhiscence, de hernies et de douleurs post opératoires sont plus élevés et ce type d'incision n'est donc pas recommandé.

• La technique opératoire utilisée est habituellement celle de Cohen [3, 30], qui n'a certes pas été étudiée chez ces patientes obèses.

• La meilleure exposition du segment inférieur est à privilégier à l'aide d'écarteurs non traumatiques (Alexis).

• Il faut prévenir les difficultés d'extraction en tenant à sa disposition dans le bloc opératoire une ventouse ou des forceps de Pajot.

• Les plans de fermeture se font de manière habituelle en évitant les tensions pour diminuer le risque de nécrose, notamment au niveau de l'aponévrose. Les fils conseillés sont les PDS + 1 ou 2.

• Un plan de rapprochement sous-cutané diminue les complications post-opératoires, néanmoins la mise en place de drains n'a pas d'intérêt démontré.

• Le suivi de la cicatrisation et les soins postopératoires doivent être faits de façon rapprochée ; des méthodes accessoires de cicatrisation dirigée (VAC...etc.) sont actuellement à l'étude.

• En post-partum immédiat ces patientes ont un risque thromboembolique plus élevé. Il est donc recommandé le port de bas de contention pneumatiques et une prophylaxie anti thrombotique par héparine de bas poids moléculaire (HBPM) (30 à 60 mg/12h), entre 6-12 heures après l'intervention, pour une durée de 6 semaines ou jusqu'à déambulation complète (recommandations de l'Afassaps).

■ Le post-partum

La durée d'hospitalisation en post-partum est plus longue, avec en moyenne pour 35% des patientes obèses une hospitalisation prolongée de plus de 4 jours alors que cela ne survient que dans 2% chez les patientes non obèses. Après un accouchement voie basse, la durée d'hospitalisation est en moyenne

de $3,8 \pm 2,4$ jours dans le groupe des obèses et de $2,9 \pm 2,1$ jours dans le groupe contrôle. Après une césarienne, la durée d'hospitalisation est de $7,3 \pm 5$ jours chez les obèses et de $5,4 \pm 3,1$ jours chez les non obèses [3].

Ces patientes doivent donc être suivies de près du fait du risque plus élevé d'endométrite, d'hématome de paroi, et d'infection du site opératoire. Ceci est favorisé par une vascularisation pauvre du tissu sous-cutané adipeux et par la formation de collections séro-hématiques. Les pansements de paroi doivent être refaits fréquemment et des examens de contrôle doivent être proposés une à deux semaines après la sortie.

Il faut également favoriser chez ces patientes, du fait du risque accru de complications thromboemboliques, une déambulation précoce ainsi que le port de bas de contention niveau 2 voire niveau 3 selon l'état veineux de la patiente. Le port des bas est recommandé pendant 6 semaines après un accouchement voie basse et pendant 6 mois après une césarienne, quel que soit le BMI. Une prophylaxie par héparine de bas poids moléculaire à une posologie adaptée, doit être mise en place pendant 6 semaines.

L'allaitement maternel doit être encouragé et favorisé par un bon encadrement (surveillance nutritionnelle, conseil), dans le but aussi de favoriser la perte pondérale. L'entourage doit être attentif, car ces patientes seraient plus à risque de dépression du post-partum [33].

La contraception doit être discutée pendant cette période. Les contraceptions œstro-progestatives sont sous-dosées. Les ligatures tubaires peuvent être envisagées en fonction du contexte, mais chez ces patientes leur réalisation est souvent difficile par voie coelioscopique, et les risques opératoires sont non négligeables. En revanche la technique Essure® peut être envisageable bien qu'il n'y ait pas d'étude spécifique chez la patiente obèse, mais elle est parfaitement réalisable par hystérocopie en ambulatoire. La mise en place d'un

dispositif intra-utérin au lévonorgestrel est également réalisable. Un implant Nexplanon® sous-cutané peut également être proposé mais il faudra le retirer au bout de 2 ans au lieu de 3 afin de pouvoir garantir son efficacité.

Les conséquences chez le nouveau-né

Le devenir des nouveaux nés de mères obèses est lui aussi spécifique. Hormis le risque accru de MFIU, ces nouveau-nés ont un poids de naissance plus élevé indépendamment du diabète gestationnel ; la relation entre l'indice de masse corporelle (IMC) de ces patientes et la macrosomie fœtale est parfaitement linéaire. Cette macrosomie fœtale est à l'origine de complications obstétricales : dystocie des épaules et extractions instrumentales. Le taux de score d'Apgar inférieur à 7 est plus fréquent chez la femme obèse ainsi que les décès néonataux. La souffrance fœtale serait directement liée à l'IMC (l'OR augmentant avec l'IMC). En conséquence le taux de transferts de ces nouveau-nés en réanimation néonatale est plus fréquent [31, 32].

À l'âge adulte enfin, ces enfants nés de mères obèses et de surcroît diabétiques, seront plus à risque de surpoids, et de maladies cardiovasculaires à long terme [13, 31].

Que faire pour ces patientes en préconceptionnel ?

La prise en charge doit être multidisciplinaire du fait de la morbidité liée à l'obésité et ceci dans un but préventif [3, 34].

• L'obésité est pourvoyeuse de troubles du cycle, engendrant un risque de retard au diagnostic de la grossesse. La perte de poids ou sa stabilisation en période préconceptionnelle améliore la qualité de l'ovulation spontanée ou induite. Le bilan préconceptionnel permet donc de programmer la grossesse et de préconiser une perte de

poids durable. La patiente doit lors de cet entretien être informée des différents risques encourus en cas de grossesse dans un contexte d'obésité. Les patientes obèses ont d'ailleurs un risque augmenté de fausses couches du premier trimestre, indépendamment du risque d'aneuploïdie. Le Collège Américain des Obstétriciens et Gynécologues (ACOG) préconise une perte de poids avec pour objectif un IMC < 30 kg/m², idéalement un retour à un IMC < 25 kg/m². En effet une réduction pondérale d'un IMC > 30 à IMC < 25 diminue le risque de césarienne et de macrosomie. Le risque de pré-éclampsie augmente avec la prise de poids entre deux grossesses. Ce risque double pour chaque 5-7 kg/m² du BMI préconceptionnel, quel que soit le BMI de départ. Le gain de poids entre les grossesses augmente aussi le risque de développer un diabète gestationnel. Ces arguments permettent donc de justifier pleinement une réduction pondérale préconceptionnelle [35-38].

• Cette période doit être propice à des modifications comportementales (thérapies comportementales et de groupes), et diététiques avec restructuration des habitudes alimentaires et des règles hygiéno-diététiques : régime sain riche en fibres, protéines maigres, sucres complexes, en évitant les aliments riches en sucres et graisses saturées.

• **Un exercice physique régulier** (jogging, natation, monter des escaliers, marche rapide) est encouragé et devra être poursuivi pendant la grossesse.

• Il faut rechercher des **comorbidités associées** (diabète, HTA, dysthyroïdie, cancer, troubles hépatiques ou vésiculaires, problèmes orthopédiques, cardiaques, ou apnées du sommeil à l'origine de désaturations ...) et demander **avis auprès de spécialistes** (endocrinologues, cardiologues, pneumologues...). Des **examens complémentaires** peuvent être envisagés en cas d'obésité III à la recherche par exemple d'une cardiomyopathie (échographie cardiaque), ou encore un bilan biologique servant de référence

pour le suivi obstétrical (uricémie, créatininémie, transaminases hépatiques, protéinurie des 24h).

• Selon l'HAS 2009, une chirurgie bariatrique peut être envisagée en 2^{ème} intention après échec du traitement médical, nutritionnel, diététique et psychothérapeutique bien conduit pendant 6-12 mois chez des patients avec un IMC $\geq 40\text{kg/m}^2$ ou IMC $\geq 35\text{kg/m}^2$ associé à une comorbidité (diabète, maladie coronarienne, apnée du sommeil sévère). Les 2 techniques les plus utilisées en France sont l'anneau gastrique ajustable (AGA) et le bypass (BPG). Aucune étude de niveau de preuve satisfaisant ne permet de comparer le devenir des grossesses chez des patientes obèses qui auraient subi une chirurgie bariatrique préalable. Néanmoins en limitant la prise pondérale de la femme enceinte, on diminue indirectement les complications obstétricales sévères de l'obésité morbide (diminution de l'HTA gravidique, PE, DG et macrosomie). Il n'y aurait pas d'influence de la chirurgie bariatrique sur le taux de césariennes, ni sur le risque d'accouchement prématuré, ni sur le poids moyen du nouveau-né. Une grossesse sera possible 12 à 18 mois après la procédure, afin de ne pas exposer le fœtus à une forte perte de poids et aux complications de la chirurgie.

Une supplémentation poly vitaminique (déficits en B12, folates, fer) est préconisée quel que soit le type de chirurgie antérieure [39].

Enfin un traitement préventif par folates à 5 mg doit être institué pour réduire le risque d'AFTN [40].

Conclusion

La grossesse et l'accouchement de la femme enceinte obèse comportent des risques spécifiques qu'il convient de connaître afin d'adapter une prise en charge spécifique. Le suivi de la grossesse doit donc se faire par des praticiens avertis et l'accouchement dans des centres adaptés. L'obésité morbide doit être prise en charge dans des maternités ayant l'habitude de la gestion des complications obstétricales, le matériel technique adapté pour ces patientes (tables d'accouchement et opératoires spécifiques) et un accueil adapté des nourrissons.

Références

1. Catalano PM et al, Diabetes Care 2009 ; 32:1076.
2. Weissgerber TL et al, Med Sci Sport Exerc 2004 ; 36:2024.
3. Ravindu P et al, Am J Obstet Gynecol. 2011 ; 204:106.
4. Institute of Medicine (IOM). Weight gain during pregnancy: re-examining the guidelines. Washington, DC: Institute of Medicine; 2009.
5. PDeruelle, Gynecol Obstet Fertill 2011 ; 39:100.
6. Weiss JL et al, Am J Obstet Gynecol 2004 ; 190: 1091.

7. Vilamor E & Cnattingius S, Lancet 2006 ; 368:1164.
8. Lepage J, Gynecol Obstet Fertill 2004 ; 32:549.
9. Ehrlich SF et al, Obstet Gynecol 2011 ; 117:1323.
10. Zhang C et al, Arch Intern Med 2006 ; 166:543.
11. Catalano PM et al J Nutr 2003 ; 133:1674.
12. Louis JM et al, Am J Obstet Gynecol 2010 ; 202 : 261.
13. Cedergren MI, Obstet Gynecol 2004 ; 103:219.
14. Nohr EA et al, Obstet Gynecol 2005 ; 106:250.
15. Metwally M et al, Fertil Steril 2008 ; 90:74.
16. Puchs F, Gynécologie pratique n° 242 Février 2012.
17. Paladini D, Ultrasound Obstet Gynecol 2009 ; 33:720.
18. Blomberg MI, Birth defects Res A Clin Mol Teratol 2010 ; 88:35.
19. Stothard KJ, JAMA 2009 ; 301:636.
20. Biggio JR et al, Obstet Gynecol 2010 ; 115:290.
21. Stotland NE et al, Am J Obstet Gynecol 2007 ; 197:378.
22. Wolfe KB. The effect of maternal obesity on the rate of failed induction of labor AJOG august 2011
23. Pevzner L & Powers BL, ACOG, obstetrics and gynecology, dec 2009.
24. Lepage J, Surveillance et conduite du travail. Journées de Port Royal 2011.
25. Vahraian A et al, Obstet Gynecol 2004 ; 104:943.
26. Tixier H et al, Acta Obstet Gynecol Scand 2009 ; 88:1049.
27. Saravanakumar K et al, Obesity and obstetric anaesthesia. Anaesthesia 2006 ; 61:36.
28. Perlow JH & Morgan MA, Am J Obstet Gynecol 1994 ; 170:560.
29. Vermillion ST et al, Obstet Gynecol 2000 ; 95:923.
30. Hofmeyr JG et al, Am J Obstet Gynecol 2009 ; 201:431.
31. Raatikainen K et al, Obesity 2006 ; 14:165.
32. Kashan AS & Kenny LC, Eur J Epidemiol 2009 ; 11:697.
33. La Courrière DY et al, BJOG 2010 ; 117:1011.
34. Le Goff S, Gynecol Obstet Fertill 2008 ; 36:543.
35. Getahun D et al, Obstet Gynecol. 2007 ; 110:1319.
36. Getahun D et al, Am J Obstet Gynecol 2007 ; 197:376.e1.
37. O'Brien TE et al, Epidemiology 2003 ; 14:368.
38. Gaillard R et al, J Hypertens 2011 ; 29:937.
39. Sergeani F et al, La lettre du gynécologue, N° 348-349, janvier-février 2010.
40. Walker DK et al, Am J Obstet Gynecol 1994 ; 170:541.

Annexe 7 : **Fuchs F.** Échographie obstétricale chez les patientes obèses : Trucs et astuces pour s'en sortir. Gynécologie et Obstétrique Pratique. 2012. N°242. Page 6-7.

Échographie obstétricale chez les patientes obèses

Trucs et astuces pour s'en sortir

Florent FUCHS,
CPOPN Béclère-Bloctère, Le Kremlin-Bicêtre

La proportion de patientes enceintes en surpoids (Indice de masse corporelle (IMC) : 25-29 kg/m²) ou obèses (IMC ≥ 30 kg/m²) ne cesse de croître dans le monde et commence à atteindre la France. D'après les données de l'enquête périnatale 2010, 17,3 % des patientes enceintes sont en surpoids et 9,9 % sont obèses, ce qui représente une augmentation de 32 % par rapport aux données de la dernière enquête de 2003 (figure 1). Il est bien connu que la réalisation des échographies obstétricales chez ces patientes obèses est plus difficile en raison de l'atténuation et de la diffraction des ultrasons par la graisse sous-cutanée, et peut même relever du véritable challenge quand l'IMC dépasse 40 kg/m². Nous proposons donc dans cette fiche quelques trucs et astuces pour améliorer la qualité et la faisabilité des échographies obstétricales chez les obèses.

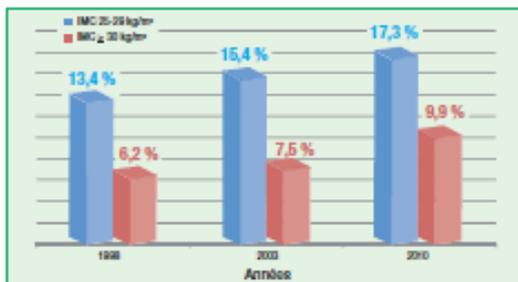


Figure 1. Évolution du taux de patientes en surpoids ou obèses d'après les enquêtes périnatales françaises successives.

Date des examens échographiques

La plupart des études publiées s'accordent pour dire que les termes des échographies chez les patientes obèses doivent être modifiés par rapport aux patientes à IMC normal. Seule l'échographie du 1^{er} trimestre doit rester au terme habituel de 11 SA-13 SA + 6 j afin de permettre le dépistage des anomalies chromosomiques via la mesure de la clarté nucale et le calcul de risque intégré du 1^{er} trimestre avec les marqueurs sériques. Avec l'évolution des sondes endovaginales, l'analyse morphologique fœtale au 1^{er} trimestre s'est grandement développée et de plus en plus de structures sont actuellement dépistables. Ceci est d'un apport très important pour les patientes obèses car c'est un des seuls moments de la grossesse où l'IMC de la patiente joue un rôle moindre.

On prévoit une échographie intermédiaire vers 16-18 SA de manière à réaliser une morphologie précoce par voie abdominale – qui se révèle être souvent assez complète – et pour examiner les extrémités du fœtus par voie endovaginale à l'aide d'une sonde à haute fréquence.

L'échographie morphologique « classique » du 2^e trimestre sera ensuite à réaliser vers 23-24 SA plutôt qu'à 22 SA afin d'avoir un fœtus plus volumineux et un peu plus facile à observer et à mobiliser.

L'échographie du 3^e trimestre sera elle aussi à réaliser plutôt vers 33-34 SA que vers 32 SA, toujours en raison d'une visualisation plus aisée des structures non vues au préalable.

Sites d'exploration Position de la sonde sur l'abdomen

Contrairement à une échographie chez une patiente de poids normal, on ne peut souvent se satisfaire d'une visualisation des structures en transabdominal classique. Du fait de l'épaisseur de la masse grasse qui représente le trajet que les ultrasons doivent réaliser pour être ensuite transmis ou réfléchis pour construire l'image, cette « zone » classique d'exploration est inadaptable. On peut, pour justifier de la difficulté de l'échographie, mesurer l'épaisseur périale entre la peau de la patiente et la suture utérine. Cette distance est significativement plus importante chez les patientes obèses que chez les patientes à IMC normal (figures 2 et 3).

Afin de réaliser des images de meilleure qualité et permettre ainsi d'augmenter le dépistage des malformations, on privilégiera des sites d'exploration situés à proximité de la zone d'intérêt à étudier. Au niveau de ces sites d'exploration, la profondeur de tissu à traverser est réduite et l'image



Figure 2. Épaisseur de la paroi abdominale chez une patiente obèse



Figure 3. Épaisseur de la paroi abdominale chez une patiente de poids normal



Figure 4. Sites d'explorations



Figure 5. Site d'exploration sous le tablier



Figure 6. Tablier soulevé



Figure 7. Site sus-ombilical

d'autant plus optimale. On favorisera donc le positionnement de la sonde d'échographie en sus-pubien médian, en fosse iliaque droite ou en fosse iliaque gauche (figure 4). Ceci se fera en passant sous le repli du tablier graisseux (figure 5) ou en soulevant le tablier avec la main controlatérale (figure 6).

On pourra compléter la visualisation des éléments morphologiques par une étude en sus-ou péri-ombilical, zone qui se situe au-dessus du tablier, à un endroit où l'épaisseur cutanée est souvent moins importante (figure 7).

Type de sonde d'échographie

On privilégiera l'emploi de sondes abdominales basses fréquences ; actuellement certaines d'entre elles fonctionnent à 1 Mhz. Concernant les sondes endovaginales, on s'orientera en priorité vers des modèles à haute fréquence de l'ordre de 6-12 Mhz

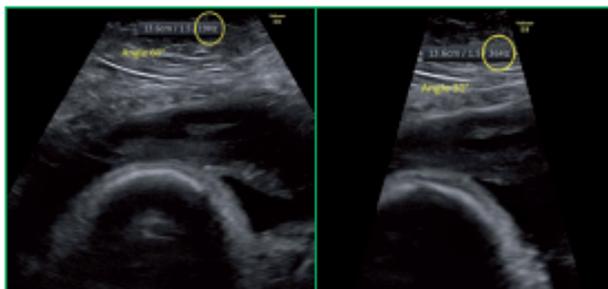


Figure 8. Variation de la cadence image en fonction de l'angle d'exploration

Réglages de la machine

Il faut tout d'abord essayer d'augmenter la cadence image ou fréquence de rafraîchissement, qui correspond au nombre d'images par seconde. En augmentant ce paramètre, on aura plus de détails et moins d'effet de rémanence. Pour cela, on va réduire l'angle d'exploration ou de balayage de la sonde d'échographie (Figure 8).

Il est important de placer la focale en regard de la zone d'intérêt (Figure 9), de manière à concentrer les ultrasons sur la zone à étudier.

Puis on réduira le gain par étage au niveau de la graisse sous-cutanée qui ne peut que polluer les structures à étudier par du bruit de fond inutile (Figure 10).

Enfin, un des réglages les plus importants est lié à l'utilisation de l'harmonique. L'emploi de l'harmonique permet la réduction de la diffusion et du bruit en profondeur. Parallèlement, l'harmonique augmente la résolution axiale et latérale. Avec ce réglage d'harmonique la qualité des images est fondamentalement différente, comme le démontrent les images de l'abdomen (Figures 11 et 12) et du cœur (Figure 13).

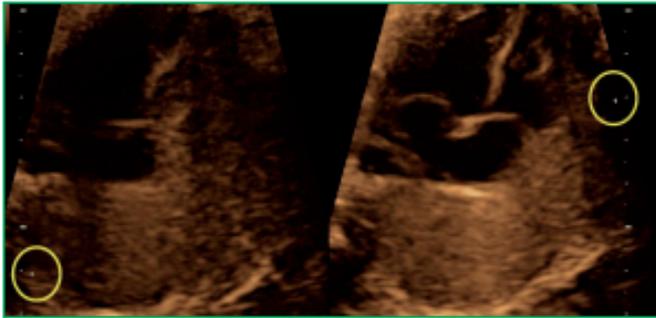


Figure 9. Position de la focale.

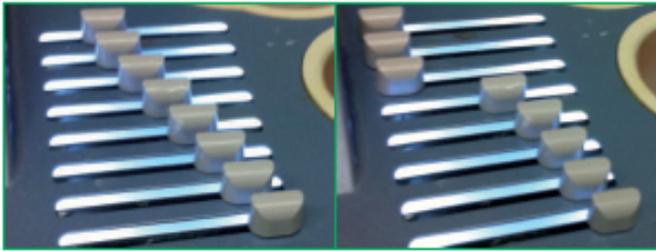
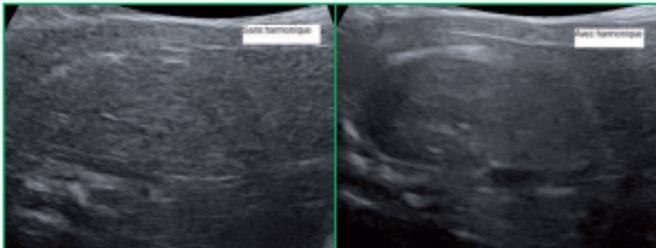


Figure 10. Variation du gain par étage.



Figures 11 et 12. Coupe transversale de l'abdomen chez une patiente obèse sans (figure de gauche) et avec (figure de droite) utilisation de l'harmonique.

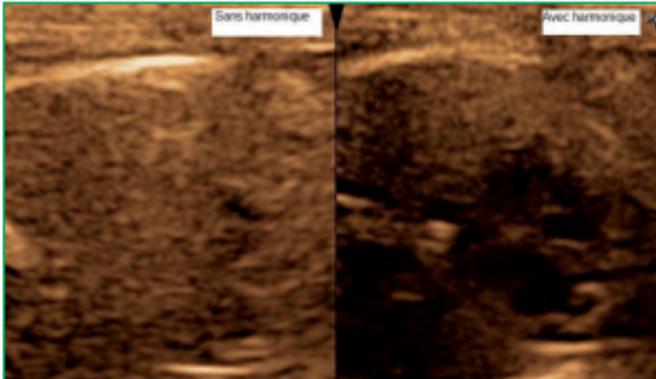


Figure 13. Coupe des 4 cavités cardiaques sans (à gauche) et avec (à droite) utilisation de l'harmonique.



Figure 14. Patiente en position de décubitus latéral droit.

Position de la patiente

La patiente peut être échographiée en décubitus dorsal comme il est usuel. Une alternative est de la placer en décubitus latéral droite ou gauche (Figure 14). Cette position, outre le fait de réduire le syndrome cave maternel, permet de déplacer le tablier de graisse de l'abdomen vers la table d'échographie. Ainsi, en réalisant l'échographie par le flanc de la patiente, la distance entre la peau de la patiente et la séreuse utérine est réduite, permettant toujours une amélioration des images.

> PRESSE INTERNATIONALE <

Un nombre de naissances plus bas en cas de lupus

L'objectif de cette étude québécoise était d'évaluer le nombre de naissances vivantes chez 1 334 femmes avant et après le diagnostic de lupus et de le comparer avec les taux dans la population générale. Comparé à la population générale, les naissances vivantes ont été nettement inférieures après le diagnostic de lupus. Le facteur prédictif le plus important était une hospitalisation antérieure pour le lupus. Il y a probablement d'autres facteurs démographiques, psychosociaux ou liés à la maladie, qui contribuent à la diminution des taux de naissances vivantes chez les femmes atteintes de LED, mais qui ne sont pas révélés par cette étude. ❗

L. E.

Wang E et coll. *Ann Rheum Dis*, 2011 :
Publication avancée en ligne le 14 Novembre 2011.

Quel est le moment idéal pour couper le cordon ombilical ?

Une étude randomisée contrôlée a inclus 382 nouveau-nés à terme dont 180 ont eu le cordon coupé moins de 10 secondes après la naissance et 193 plus de 180 secondes après la naissance. À 4 mois, il n'a pas été noté de différence significative entre les deux groupes pour la concentration en hémoglobine, mais les enfants dont le cordon a été coupé plus tard ont un taux moyen de ferritine supérieur de 45 % à celui de l'autre groupe. La prévalence de l'anémie s'est avérée moindre également pour les enfants dont la section a été plus tardive. La section tardive du cordon assurerait donc une importante transfusion de sang du placenta vers le nouveau-né durant les premières minutes de vie. ❗

Andersson O et coll. *BMJ* 2011;343:d7157.doi:10.1136/bmj.d7157.

OFFRE SPÉCIALE D'ABONNEMENT*

OFFRE PROMOTIONNELLE

1 an d'abonnement à la revue
gynécologie PRATIQUE
+ 6 mois d'abonnement
à la revue **L'Épaveur**

20€

*Le tarif de vente habituel est de 30€

NOM : _____
 PRÉNOM : _____
 ADRESSE : _____

 CP : _____
 VILLE : _____
 PAYS : _____
 TEL. : _____
 FAX : _____
 E-MAIL : _____

Relatif à recevoir à :
L.E.R. MEDICAL - Service Abonnements
15, rue des Soléas - 91111 BRUGES

Tarifs spéciaux 11 an d'abonnement / 10 ans :
+ 100€ (20€ à l'année) - 30€

TEL. : 01 47 10 31 71 - abonnement@ler-medical.fr

Titre : Obésité maternelle et macrosomie fœtale : complications et prise en charge obstétricale

Mots clés : Obésité; macrosomie; échographie obstétricale; épaisseur pariétale maternelle; césarienne; troubles hypertensifs de la grossesse; diabète gestationnel; Québec

Contexte : L'obésité est considérée par l'OMS comme une « épidémie » mondiale en raison de l'essor de sa prévalence et de ses conséquences sur la santé. Chez les patientes enceintes, son impact semble tout aussi préoccupant et sa prévalence en France atteint actuellement 10%. Certaines complications de l'obésité chez la femme enceinte ont été peu étudiées et notamment le lien particulier avec la macrosomie fœtale.

Objectifs : Mieux appréhender la prise en charge des patientes enceintes obèses et de certaines complications qui en découlent.

Méthodes : Trois séries de données différentes ont servi pour répondre à différentes questions sur la thématique de l'obésité et de la macrosomie. 1) Une évaluation de la faisabilité et de la qualité d'une échographie obstétricale du 2^{ème} trimestre chez les patientes obèses a été réalisée via une étude mono centrique avec recueil prospectif des données. 2) Une étude des facteurs de risque de complications maternelles en cas d'accouchement d'un enfant macrosome, indépendamment de l'obésité maternelle et du poids de naissance de l'enfant a été menée sous la forme d'une étude prospective de cohorte d'enfant de plus de 4000g dans deux maternités d'Ile de France. 3) Enfin, une comparaison de la relation entre les complications maternelles de la grossesse et/ou néonatales et l'obésité a été menée entre la France (4 maternités de type III) et le Québec (données issues d'une étude randomisée dans toute la province) entre 2009 et 2011 via une étude comparative de deux échantillons transversaux de femmes enceintes (26 973 accouchements en France et 83 545 accouchements au Québec).

Résultats : 1) Une échographie du deuxième trimestre de la grossesse chez une population obèse est possible, avec un taux de réussite en une fois de 70,4 %, (versus 82% ; p=0,08).

Les facteurs d'amélioration de ce taux étaient : passer plus de temps lors de l'échographie (p=0,03), déplacer le fœtus de sorte que son dos soit en position latérale ou postérieure (p=0,01), et échographie réalisée par des échographistes expérimentés (p=0,03).

Néanmoins, la qualité des images reste significativement moins bonne dans la population obèse (p=0,001). 2) La survenue de complications maternelles lors de la tentative d'accouchement vaginal d'un enfant de plus de 4000 g est de 6%. Les facteurs de risque de complications maternelles, outre le poids de naissance de l'enfant (p=0,004, Risque attribuable (RA)=10%), sont l'origine asiatique de la mère (p=0,04 ; RA=3%), une durée longue du travail (>10h) (p=0,02 ; RA=12%), et une césarienne au cours du travail (p=0,004 ; RA=17%). Les patientes multipares ayant déjà accouché par voie vaginale d'un enfant macrosome avaient un risque diminué de complications maternelles (p=0,03). 3) La prévalence de l'obésité était de 9,1% en France et 16,8% au Québec (p<0,001). L'obésité était associée de manière statistiquement significative (p<0,0001), à la fois en France et au Québec, à un risque accru de diabète gestationnel, de troubles hypertensifs de la grossesse, de pré-éclampsie, de mort fœtale in utero, d'accouchement par césarienne et de macrosomie. L'association était différente en France et au Québec (p interaction <0,005), pour la survenue du diabète gestationnel, de complications hypertensives de la grossesse et pour la macrosomie, avec une augmentation plus importante des complications avec l'IMC au Québec par rapport à la France.

Conclusion : La compréhension de certaines complications inhérentes à l'obésité (complications médicales de la grossesse, faisabilité et qualité du dépistage échographique, complications obstétricales) est améliorée par les résultats de cette thèse

Title : Maternal obesity and fetal macrosomia : complications and obstetrical management

Keywords : obesity; macrosomia; obstetric ultrasound scan; maternal wall thickness; Caesarean section; Hypertensive disorders of pregnancy; gestational diabetes; Quebec

Background: According to WHO, obesity is considered as an "epidemic" condition due to the global growth of its prevalence and its impact on patient health. For pregnant patients, its impact seems equally worrying and its prevalence is now reaching 10% in France. Some complications of obesity in pregnant women have been little studied and particularly the special link with fetal macrosomia.

Objectives: To better understand obstetrical care of obese pregnant patients as well as some of their complications.

Methods: Three different sets of data were used to deal with questions regarding obesity and macrosomia. 1) Assessment of feasibility and quality of second trimester ultrasound scan in obese patients was performed through a mono centric case-control study with prospective data collection. 2) A study of risk factors for maternal complications in case of the delivery of a macrosomic child, regardless of maternal obesity and child's birth weight, was conducted as a prospective cohort study including children with birthweight above 4000g in two "Ile de France" maternity wards. 3) Finally, a comparison of the relationship between maternal and/or neonatal complications of pregnancy and obesity was conducted in France (4 type III maternity wards) and in Quebec (data from a randomized study throughout the province) between 2009 and 2011 through a comparative study of two cross-sectional samples of pregnant women (26,973 births in France and 83,545 births in Quebec).

Results: 1) Second trimester ultrasound scan in obese pregnant women is feasible, with a success rate of 70.4% (versus 82%; p=0.08).

Factors of improvement were: to spend more time at ultrasound (p=0.03), to move the fetus so that its back is in lateral or posterior position (p=0.01) and when ultrasound was performed by experienced sonographers (p=0.03). However, the quality of the image remains significantly lower in the obese population (p=0.001). 2) The occurrence of maternal complications, when attempting vaginal birth of a child of more than 4000g, was 6%. Beyond childbirth weight (p=0.004, attributable risk (AR) = 10%), the risk factors of maternal complications were Asian ethnicity (p=0.04; AR=3%), prolonged labor (> 10h) (p=0.02; AR=12%), and caesarean section during labor (p=0.004; AR=17%). Multiparous women with a previous vaginal delivery of a macrosomic child had a lower risk of maternal complications (p=0.03). 3) The prevalence of obesity was 9.1% in France and 16.8% in Quebec (p <0.001). Obesity was significantly (p <0.0001) associated with, both in France and in Quebec, an increased risk of gestational diabetes, hypertensive disorders of pregnancy, preeclampsia, stillbirth, cesarean delivery and macrosomia. The strength of the association was different in France and Quebec (p of interaction <0.005) for the occurrence of gestational diabetes, hypertensive complications of pregnancy and macrosomia, with a larger increase in complications with body mass index in Quebec compared to France.

Conclusion: Understanding some inherent complications of obesity (medical complications of pregnancy, feasibility and quality of ultrasound screening, obstetric complications) is enhanced by the result of this work.