



**HAL**  
open science

**Les courbes de croissance anté- et postnatales en France  
– recommandations pour la pratique clinique du Collège  
national des gynécologues et obstétriciens français  
(CNGOF) et de la Société française de néonatalogie  
(SFN)**

E. Verspyck, G. Gascoin, M.-V. Senat, A. Ego, L. Simon, I. Guellec, I.  
Monier, J. Zeitlin, D. Subtil, C. Vayssiere

► **To cite this version:**

E. Verspyck, G. Gascoin, M.-V. Senat, A. Ego, L. Simon, et al.. Les courbes de croissance anté- et postnatales en France – recommandations pour la pratique clinique du Collège national des gynécologues et obstétriciens français (CNGOF) et de la Société française de néonatalogie (SFN). *Gynécologie Obstétrique Fertilité & Sénologie*, 2022, 50 (9), pp.570 - 584. 10.1016/j.gofs.2022.06.008 . hal-04511536

**HAL Id: hal-04511536**

**<https://hal.science/hal-04511536v1>**

Submitted on 26 Mar 2024

**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.

**Recommandations pour la pratique clinique**

*Guidelines for clinical practice*



**Les courbes de croissance Ante et Post-natales en France  
Ante and Post-natal growth charts in France**

2022

**Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français (CNGOF)  
Société Française de Néonatalogie (SFN)**

**Quelles courbes de croissance utiliser en ante et post-natal en France pour dépister les anomalies de croissance ?**

**Eric Verspyck<sup>1</sup>, Géraldine Gascoin<sup>2</sup>, Marie-Victoire Senat<sup>3</sup>, Anne Ego<sup>4</sup>, Laure Simon<sup>5</sup>, Isabelle Guellec<sup>6</sup>, Isabelle Monier<sup>7,8</sup>, Jennifer Zeitlin<sup>7</sup>, Damien Subtil<sup>9</sup>, Christophe Vayssiere<sup>10,11</sup>**

1. Service de gynécologie-obstétrique, université de Rouen, CHU de Rouen,
2. Service de Néonatalogie, Hôpital des enfants, Université de Toulouse, CHU de Toulouse
3. Service de Gynécologie-Obstétrique, Université du Kremlin-Bicêtre, CHU du Kremlin-Bicêtre, France.
4. CNRS, Département de Santé Publique, Grenoble Alpes, Grenoble
5. Service de Néonatalogie, Université de Nantes, CHU de Nantes
6. Service de Néonatalogie, Université de Nice, CHU de Nice
7. Université Paris Cité, Centre de Recherche en Epidémiologie et StatistiqueS (CRESS), Equipe de Recherche en Epidémiologie Obstétricale Périnatale et Pédiatrique (EPOPé), INSERM, INRA, F-75006, Paris, France
8. Service de Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Antoine Bécclère, AP-HP, Université Paris Saclay, Clamart, France
9. Service de Gynécologie-Obstétrique, Université de Lille, CHU de Lille, France.
10. Service de Gynécologie-Obstétrique, Hôpital Paule de Viguier, CHU de Toulouse, France.
11. CERPOP, UMR 1295, Team SPHERE (Study of Perinatal, pediatric and adolescent Health: Epidemiological Research and Evaluation), Toulouse III University, Toulouse, France

**Correspondance et tirés à part :**

**Eric Verspyck**

**Service de Gynécologie Obstétrique**

**Hôpital de Rouen**

**Mail : [eric.verspyck@chu-rouen.fr](mailto:eric.verspyck@chu-rouen.fr)**

**Tel : 02 32 88 56 43**

## **Résumé**

### **Objectif**

L'objectif est de proposer les référentiels de courbes biométriques les plus appropriés aux pratiques de soins en France pour le dépistage des anomalies de la croissance ante et post-natales

### **Matériel et Méthode**

Il a été élaboré des questions précises et des experts ont été désignés par le comité d'organisation pour répondre à ces questions. Une analyse de la littérature a été réalisée par des experts aboutissant à la rédaction de recommandations en affectant une recommandation (forte ou faible) et une qualité de la preuve (élevée, modérée, basse, très basse) pour chaque affirmation. L'ensemble de ces recommandations ont été ensuite soumises à une relecture externe multidisciplinaire (gynécologues obstétriciens, pédiatres). L'objectif fixé aux relecteurs était de vérifier l'exhaustivité de la revue de la littérature, de vérifier les niveaux de preuve établis et la concordance et l'applicabilité des recommandations qui en sont issues. L'ensemble de la revue de la littérature, de la qualité de la preuve et des recommandations ont été revus à la lumière des commentaires des relecteurs extérieurs.

### **Résultats**

En anténatal, il est recommandé d'utiliser les courbes de biométries élémentaires et d'estimation de poids fœtal (EPF) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (Recommandation forte ; Qualité de preuve faible). En effet, en comparaison avec les autres courbes prescriptives et les courbes descriptives, le référentiel prescriptif OMS montre de meilleures performances pour le dépistage des PAG (Petit pour l'Âge Gestationnel) et GAG (Gros pour l'Âge Gestationnel) avec des proportions adéquates de fœtus dépistés aux percentiles extrêmes en population française. Il présente

également comme avantages de disposer de courbes d'EPF par sexe et de biométries obtenues à partir d'une même cohorte prospective de femmes dépistées par des échographistes qualifiés qui ont mesuré les paramètres biométriques suivant les standards internationaux.

En post-natal, il est recommandé d'utiliser les courbes actualisées de Fenton pour l'évaluation des mensurations à la naissance et la surveillance de la croissance chez le nouveau-né prématuré (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée) et pour l'évaluation des mensurations à la naissance chez le nouveau-né à terme (avis d'expert).

### **Conclusions**

Il est recommandé d'utiliser l'ensemble des courbes biométriques de l'OMS en antenatal et les courbes de mensurations de Fenton pour le nouveau-né qu'il soit prématuré ou non.

**Mots clés :** Courbes de croissance, courbes prescriptives, courbes descriptives, anomalie de croissance

### **Abstract**

#### **Objective**

To recommend the most appropriate biometric charts for the detection of antenatal growth abnormalities and post-natal growth surveillance

#### **Methods**

Elaboration of specific questions and selection of experts by the organizing committee to answer these questions; Analysis of the literature by experts and drafting conclusions by assigning a recommendation (strong or weak) and a quality of evidence (high, moderate, low, very low) and for each question ; all these recommendations have been

subject to multidisciplinary external review (obstetrician gynecologists, pediatricians). The objective for the reviewers was to verify the completeness of the literature review, to verify the levels of evidence established and the consistency and applicability of the resulting recommendations. The overall review of the literature, quality of evidence and recommendations was reviewed considering comments from external reviewers.

## **Results**

Antenatally, it is recommended to use all WHO fetal growth charts for EFW and common ultrasound biometric measurements (Strong Recommendation; Low quality of evidence). Indeed, in comparison with other prescriptive curves and descriptive curves, the WHO prescriptive charts show better performance for the screening of SGA (Small for Gestational Age) and LGA (Large for Gestational Age) with adequate proportions of fetuses screened at extreme percentiles in the French population. It also has the advantages of having EFW charts by sex and biometric parameters obtained from the same perspective cohort of women screened by qualified sonographers who measured the biometric parameters according to international standards.

Postnatally, it is recommended to use the updated Fenton charts for the assessment of birth measurements and for growth monitoring in preterm infants (Strong Recommendation; Moderate quality of evidence) and for the assessment of birth measurements in term newborn (expert opinion).

## **Conclusion**

It is recommended to use antenatally all WHO fetal growth charts and Fenton charts for the newborn.

**Keys Words: Growth charts; descriptive curves, prescriptive curves, growth charts**



1. Pourquoi changer les courbes anténatales actuelles ?
2. Terminologies, définitions
3. Courbes disponibles pour évaluer la croissance in utero
4. Critères de choix d'une courbe de croissance
5. Comparaisons et choix des courbes pour la France
6. Choix de courbes de LCC pour la France
7. Contrôle qualité des biométries fœtales
8. Place des courbes ajustées individualisées de poids fœtal
9. Quelles courbes de croissance recommander à la naissance et en post natales chez le nouveau-né à terme et le nouveau-né prématuré ?
10. Synthèse

## 1. Pourquoi changer les courbes anténatales actuelles ?

Le choix d'une courbe de croissance repose sur différents critères, au premier rang desquels figure la performance du dépistage des anomalies de croissance à identifier les fœtus/enfants à risque de décès ou de complication périnatale grave. La littérature montre un bénéfice sur la santé périnatale en cas de dépistage anténatal des anomalies de croissance, avec une préconisation d'utiliser les seuils des 10<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles pour identifier ces enfants à risque, et de prioriser la sensibilité du dépistage des petit poids pour l'âge gestationnel (PAG)/ retard de croissance intra-utérin (RCIU) pour le dépistage des anomalies de croissance<sup>1-3</sup>. Le risque de décès in utero en cas de PAG est bien établi<sup>4,5</sup> et il existe un bénéfice démontré du dépistage des PAG sur la santé périnatale en particulier sur la réduction des morts fœtales in utero (MFIU)<sup>6-9</sup>. Plusieurs études montrent un excès de risque de morbi-mortalité des fœtus avec un PAG non dépistés par rapport à ceux dépistés (EPF ou périmètre abdominal (PA) inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile), la surveillance notamment par Doppler et RCF permettant de diminuer le risque de décès de 50 à 90%<sup>6-9</sup>.

En 2013, les recommandations du CNGOF concernant le dépistage des fœtus PAG et RCIU indiquaient que seules les courbes intra-utérines devaient être utilisées, les courbes de poids de naissance sous-estimant la croissance aux petits âges gestationnels<sup>10,11</sup>. Ces recommandations stipulaient que les paramètres biométriques élémentaires - diamètre bipariétal (BIP), périmètre crânien (PC), PA et longueur fémorale (LF) - devaient être reportés sur les courbes intra-utérines descriptives françaises du Collège Français d'Echographie Fœtale (CFEF) (courbes issues des données prospectives échographiques d'une population non sélectionnée) (CFEF/Salomon 2006)<sup>12</sup>. Il avait également été recommandé d'utiliser l'estimation de poids fœtal (EPF) pour le dépistage des PAG et du RCIU, en privilégiant la formule

d'Hadlock à trois paramètres<sup>13</sup> - PC, PA, LF - en retenant le 10<sup>ème</sup> percentile comme seuil d'alerte. Cependant, aucune courbe d'EPF n'avait été retenue, la courbe d'EPF du CFEF ayant été publiée quelques mois après, en 2014.<sup>14</sup> Enfin, l'utilisation de la courbe de poids fœtal ajustée sur différents paramètres (taille et poids maternels en début de grossesse, parité et sexe fœtal) avait été recommandée en situation de diagnostic avec une implantation progressive en dépistage<sup>10</sup>. Cette RPC avaient également insisté sur le fait que le dépistage des PAG et la diminution de la morbidité qui lui est associé dépendait en grande partie de l'utilisation combinée du Doppler et de l'enregistrement du rythme cardiaque fœtal (RCF). A ce jour, la prise en charge de la surveillance du PAG/RCIU par l'utilisation du Doppler et du RCF ainsi que les critères d'extraction suivent toujours les recommandations pour la pratique clinique du CNGOF de 2013<sup>11</sup>. Cependant, la situation actuelle en France concernant le dépistage des anomalies de la croissance n'est toujours pas satisfaisante pour plusieurs raisons. La première est que le taux de dépistage du PAG reste très insuffisant en France, avec une sensibilité qui est proche de 20% malgré la réalisation de cinq échographies en moyenne par femme durant la grossesse<sup>15</sup>. La seconde est que l'absence de recommandation concernant le choix d'une courbe d'EPF a favorisé l'utilisation de différentes courbes de croissance<sup>13,14,16-19</sup> en faisant ainsi courir le risque d'incohérence dans nos pratiques de surveillance fœtale avec de potentiels préjudices pour les fœtus et/ou leur mère. La troisième concerne le référentiel actuellement recommandé des biométries fœtales (BIP, PC, PA, LF) élaboré par le CFEF/Salomon 2006<sup>12</sup> qui présente certaines limites : positionnement des calipers pour établir le référentiel, qui n'était pas en table externe, comme recommandé maintenant par les standards internationaux pour la biométrie céphalique (BIP et PC), et infléchissement de la courbe du PC entre 34 et 38 SA avec de possibles sous diagnostics de microcéphalies.

Parallèlement, l'apparition récente des courbes prescriptives évaluées par une littérature de plus en plus abondante a amené certains pays et sociétés dont le CFEF à se positionner sur le choix ou non de ces nouveaux référentiels<sup>20-25</sup>.

L'objectif de cette recommandation est donc de mener une revue exhaustive de la littérature intégrant notamment les publications évaluant les nouvelles courbes prescriptives afin de proposer les référentiels les plus appropriés à notre pratique de soins pour le dépistage des anomalies de la croissance en France.

## 2. Terminologies, définitions

Un **fœtus** ou un **nouveau-né** est défini comme étant<sup>20-23</sup> :

- **AGA (Approprié pour l'Age Gestationnel)**, équivalent français de Appropriate for Gestational Age) lorsque son poids est compris entre le 10<sup>ème</sup> et le 90<sup>ème</sup> percentile
- **PAG (Petit pour l'Age Gestationnel)**, équivalent français de Small for Gestational Age ou SGA) lorsque son poids est inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile
- **GAG (Gros pour l'Age Gestationnel)**, équivalent français de Large for Gestational Age ou LGA) lorsque son poids est supérieur au 90<sup>ème</sup> percentile

En période **anténatale**<sup>11,20,22,23,26</sup> :

- Le **PAG** est défini par un PA et/ou une EPF inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile. En pratique, la majorité des PAG est en bonne santé et simplement constitutionnellement petit.
- Le **GAG** est défini par un PA et/ou une EPF supérieurs au 90<sup>ème</sup> percentile

- Le **RCIU (Retard de Croissance Intra-Utérin)**, équivalent français de Intra-Utérine Growth Restriction ou IUGR) correspond le plus souvent à un PAG associé à des arguments en faveur d'un défaut de croissance pathologique. Un consensus formalisé d'experts internationaux a récemment statué sur sa définition comme étant un fœtus avec<sup>26</sup> :
  - Un PA et/ou une EPF inférieurs au 3<sup>ème</sup> percentile ou -2 écarts-types (soit  $\approx 2.5$  percentile) ou
  - Un PA et/ou une EPF inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile associé à des anomalies Doppler et/ou à un ralentissement de la croissance fœtale

**Une courbe descriptive - ou de référence** - est une courbe qui décrit la distribution de l'EPF ou du poids de naissance d'une population très peu sélectionnée.

**Une courbe prescriptive - ou standardisée** - est une courbe de croissance qui décrit la croissance idéale à partir d'une ou plusieurs populations sélectionnées comme étant à faible risque.

Une courbe de croissance **intra-utérine** se définit par une référence ou un standard qui décrit, selon l'âge gestationnel, les biométries des fœtus mesurées à l'échographie<sup>27</sup>.

Une courbe de **poids de naissance** se définit par une référence ou un standard qui décrit les poids de naissance par âge gestationnel.

Une courbe de croissance **post-natale** se définit par une référence ou un standard décrivant le suivi longitudinal de la croissance après la naissance<sup>27</sup>.

Une courbe de croissance **individualisée ou ajustée** est une courbe de croissance adaptée à la population ou pays et qui tient compte, par un ajustement, des caractéristiques individuelles maternelles (taille, poids, parité et ethnie dans certains pays) et du sexe du fœtus<sup>17,28</sup>.

### 3. Courbes disponibles pour évaluer la croissance in-utéro (biométries élémentaires et EPF)

Nous avons cherché à identifier les principales courbes de croissance intra-utérines descriptives et individualisées utilisées dans la littérature scientifique ainsi que les nouvelles courbes prescriptives de poids fœtal en croisant les termes « croissance fœtale » et « santé et issue néonatale ». Nous avons également sélectionné les études qui ont testé la validité des courbes et comparé la performance des courbes entre elles. Les mots-clés suivants ont été utilisés et combinés: *fetal/intrauterine growth*, *fetal/intrauterine growth restriction*, *fetal/intrauterine growth retardation*, *small for gestational age*, *birthweight*, *low birthweight*, *large for gestational age*, *macrosomia*, *references*, *standards*, *growth charts*, *growth curves*, *biometric measures*, *anthropometry*. La recherche a été limitée aux publications en langue anglaise et française à partir des années 2000 sauf pour certaines publications fréquemment citées dans la littérature.

Pour choisir les courbes à inclure dans cette recommandation, nous avons identifié les publications 1) citées dans des articles portant sur le RCIU et la macrosomie dans des revues de rang A ou françaises, 2) incluses dans des revues systématiques (avec ou sans méta-analyse) et 3) citées par les recommandations des sociétés savantes. Pour chaque courbe, nous avons évalué la validité des courbes (méthodologie et qualité des études de validation, résultats de ces études). Pour rappel, la validité interne évalue la fiabilité et la cohérence interne des résultats au sein de la même population ; la validité externe consiste à tester si la courbe élaborée à partir d'une population de construction est transposable et généralisable à une autre population.

**Le tableau 1** présente les courbes intra-utérines descriptives, prescriptives et individualisées de croissance sélectionnées. Pour les courbes intra-utérines

internationales, nous avons sélectionné les plus récentes : Organisation Mondiale de la Santé (OMS),<sup>29</sup> International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (**Intergrowth**),<sup>18,19</sup> National Institute of Child Health and Human Development (**NICHD**),<sup>30</sup> Fetal Medicine Foundation (**FMF**)<sup>31</sup> et celles fréquemment citées et utilisées dans la littérature (**Hadlock, Marsal**).<sup>13,32</sup> Pour la France, nous avons inclus les courbes du **CFEF 2014**<sup>14</sup> et de **Salomon 2007**<sup>33</sup>. Nous avons également inclus les courbes individualisées d'**EPOPé** (Française)<sup>17</sup> et de **Mikolajczyk**<sup>34</sup>. Cependant les courbes de Marsal et Mikolajczyk n'ont pas été étudiées sur les populations françaises et ne seront donc pas présentées dans le détail.

**Tableau 1. Principales courbes de croissance d'EPF étudiées**

Type de courbes	Références (descriptives)		Standards (prescriptives)	
	Françaises	Internationales	Françaises	Internationales
Courbes intra-utérines	CFEF 2014 <sup>14</sup> Salomon 2007 <sup>33</sup>	Hadlock <sup>13</sup> FMF <sup>31</sup> Marsal <sup>32</sup>	--	OMS <sup>29</sup> NICHD <sup>30</sup> Intergrowth <sup>18,19</sup>
Courbes modélisées ou individualisées	EPOPé <sup>17</sup>	Mikolajczyk <sup>34</sup>	--	--

a. Description des courbes descriptives d'EPF

Les courbes descriptives sont les courbes historiquement utilisées en prénatal. Par définition, elles décrivent la distribution de l'estimation de poids fœtal d'une population non sélectionnée ou peu sélectionnée en excluant le plus souvent les grossesses multiples, les mort-nés et les anomalies congénitales. **Le tableau 2** présente une synthèse des caractéristiques des courbes descriptives d'EPF que nous avons étudiées, celle d'Hadlock, de la FMF, de Salomon 2007, du CFEF 2014, et d'EPOPé.

**Tableau 2. Synthèse des caractéristiques des courbes descriptives d'EPF**

	<b>Hadlock</b> <sup>13</sup>	<b>FMF</b> <sup>31</sup>	<b>Salomon 2007</b> <sup>33</sup>	<b>CFEF 2014</b> <sup>14</sup>	<b>EPOPé</b> <sup>17***</sup>
Type d'étude*	Transversale	Longitudinale	Longitudinale	Transversale longitudinale	Transversale
Mono/Multi-centrique (N)	Mono-centrique	Multi-centrique (2)	Multi-centrique (non précisé)	Multi-centrique (non précisé)	En population (nationale)
Période	Non précisée	2006-2017	4 ans (période non précisée)	2012-2013	2010
Pays	Etats-Unis	Royaume-Uni	France	France	France
Taille échantillon	392	95 579	18 959	33 143	13 283
Datation grossesse	DDR confirmées par LCC 1er trimestre ou clinique	LCC 1er trimestre	LCC 1er trimestre	DDR, LCC 1er trimestre ou date fécondation si PMA	Non connue mais a priori, LCC 1 <sup>er</sup> trimestre

Formule d'EPF****	Hadlock 4	Hadlock 3	Hadlock 3	Hadlock 3	NA
Validité interne étudiée	Oui	Oui	Oui	Non	Oui
Validité externe étudiée	Oui	Oui	Non	Oui	Oui
Courbe par sexe	Non	Non	Oui	Non	Oui (M1) ***
Courbe par origine ethnique	Non	Oui	Non	Non	Non
Biométries élémentaires disponibles (BIP,PC,PA et LF)	Oui**	Non	Oui**	Non	Non

Note : DDR (date des dernières règles), LCC (longueur crânio-caudale), PMA (procréation médicalement assistée),

\* Etude transversale = une mesure par femme / Etude longitudinale = plusieurs mesures répétées par femme

\*\* Les données biométriques élémentaires et d'EPF sont issues de deux populations différentes

\*\*\* Version M0 non ajustée des courbes EPOPé (EPOPé modèle M0<sup>17</sup>), M1 ajustée sur le sexe

\*\*\*\* 4 = formule d'EPF d'Hadlock avec utilisation de quatre paramètres (BIP, PC, PA, LF) / 3 = formule d'EPF d'Hadlock avec utilisation de trois paramètres (PC, PA,LF)

## b. Description des courbes prescriptives

Il s'agit de courbes reposant sur l'idée d'une croissance optimale des fœtus, construites à partir de plusieurs populations de femmes sélectionnées comme étant à bas risque (sans antécédent, pathologie, ou avec une grossesse de déroulement normal) dans un contexte de nutrition et d'environnement considérés comme étant optimaux. Trois référentiels de courbes ont été publiés à ce jour : OMS,<sup>29</sup> NICHD,<sup>30</sup> et Intergrowth<sup>18,19,35</sup>. Initialement, Intergrowth a proposé sa propre formule de calcul de l'EPF à deux paramètres associant PC et PA, et ces courbes sont appelées ici Intergrowth-1 ou IG1<sup>18</sup>. En raison d'une moins bonne prédiction de l'EPF calculée avec cette formule par rapport à celle d'Hadlock<sup>36</sup>, le groupe Intergrowth a proposé une nouvelle courbe d'EPF construite cette fois-ci à partir de la formule d'Hadlock à 3 paramètres (courbe d'EPF qu'on appellera Intergrowth-2 (IG2)).

**Tableau 3. Description des trois courbes prescriptives**

	OMS <sup>29</sup>	NICHD <sup>30</sup>	Intergrowth <sup>18,19,35</sup>
Type d'étude	Longitudinale internationale	Longitudinale Nationale	Longitudinale Internationale
Nb centres	10	12	8 zones géographiques
Pays	10 (Allemagne, Argentine, Brésil, Danemark, Égypte, France, Inde, Norvège, Congo, Thaïlande)	États-Unis	8 (Brésil, Italie, Oman, Grande Bretagne, États-Unis, Chine, Inde, Kenya)
Période	2009-2014	2009-2013	2009-2014
Sélection population	Bas risque Complications de la grossesse non exclues	Bas risque + sans complication pendant la	Très sélectionnée + sans complication pendant la grossesse

		grossesse + issue favorable	
Nb de femmes	1387	1737	2404 (IG1) <sup>18</sup> 4321 (IG2) <sup>19</sup>
Datation grossesse	DDR (concordance vérifiée avec courbe de Robinson entre 8SA <sup>+0</sup> et 12SA <sup>+6</sup> )	DDR (concordance vérifiée avec courbe de Robinson entre 8SA <sup>+0</sup> et 13SA <sup>+6</sup> )	DDR (concordance vérifiée avec courbe de Robinson entre 9SA <sup>+0</sup> et 13SA <sup>+6</sup> )
Formule d'EPF	Hadlock (PC, PA, LF)	Hadlock (PC, PA, LF)	Intergrowth: PC, PA (IG1) Hadlock: (PC, PA, LF) (IG2)
Validité interne étudiée	Oui	Oui	Oui
Validité externe étudiée	Oui	Non	Oui
Courbe par sexe	Oui	Non	Non
Courbe par origine	Oui par pays	Oui 4 ethnies	Non
Courbe de biométries fœtales	Oui (BIP, PC, PA, LF)	Oui (BIP, PC, PA, LF)	Oui (LCC, BIP, PC, PA, LF)

Nb (nombre), DDR (date des dernières règles), LCC (longueur crânio-caudale), PMA (procréation médicalement assistée), DDG (date de début de grossesse)

#### 4. Critères de choix d'une courbe de croissance

La Fédération Internationale de Gynécologie et d'Obstetrique (FIGO) et les auteurs des courbes prescriptives OMS et NICHD, considèrent que les principaux critères de choix de l'implantation d'une courbe de croissance sont :

1. Sa capacité à identifier les fœtus avec anomalies de croissance associés à un excès de morbidité périnatale dans la population dépistée.

2. Qu'elle corresponde bien à la population locale ou nationale qui va être dépistée en vérifiant qu'il existe une bonne adéquation entre les données observées (taux de détection en pourcentage) et la distribution attendue pour les percentiles extrêmes en particulier. Elle doit pouvoir ainsi identifier entre 3% et 10% des plus petits et des plus gros fœtus ou nouveau-nés aux percentiles extrêmes (3<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> percentile d'une part, et 97<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> d'autre part) lorsque la courbe est appliquée à la population locale ou nationale<sup>21,22,37</sup>.

Ce sont ces critères de choix de première importance qui ont été retenus pour élaborer cette recommandation et ils ont été évalués à partir d'études françaises comparant les performances des courbes pour le dépistage des anomalies de la croissance. Les résultats sur les performances et la qualité du dépistage ont été confrontés entre les différentes études sélectionnées pour cette recommandation. A ce jour, toutes les études françaises comparant la performance des différentes courbes de croissance pour l'identification des enfants PAG et GAG associés à des mauvais résultats néonataux sont de nature rétrospective. Le meilleur compromis entre la sensibilité et la spécificité du dépistage des PAG/RCIU et des GAG repose en priorité sur le dépistage des PAG/RCIU. En effet, la morbi-mortalité périnatale globale des PAG/RCIU est toujours plus élevée que celle des GAG<sup>38,39</sup>. L'objectif est donc d'obtenir la meilleure sensibilité possible pour dépister les fœtus PAG/RCIU<sup>4,40,41</sup>, en limitant les faux positifs (meilleure spécificité possible) exposés à des investigations et décisions obstétricales potentiellement iatrogènes pour les PAG<sup>15</sup>. Le niveau d'exigence sur la sensibilité pour dépister les fœtus GAG (en miroir de celle des PAG) est généralement moindre car les complications obstétricales sévères associées à la macrosomie sont rares<sup>42</sup>.

Enfin d'autres critères sont susceptibles d'influencer le choix d'une courbe notamment la méthode de construction des courbes.

La méthodologie suivie pour construire les courbes intra-utérines prescriptives est globalement comparable d'une courbe à l'autre et de grande qualité. Ces courbes répondaient au suivi longitudinal d'une cohorte de femmes sélectionnées à bas risque par des échographistes qualifiés réalisant des échographies standardisées. Le concept Intergrowth repose sur la construction d'un référentiel universel de courbes biométriques (BIP, PC, PA, et LF) et d'EPF en produisant successivement deux courbes d'EPF (IG1 puis IG2). Les courbes Intergrowth sont les seules dont les mesures biométriques ont été réalisées en aveugle pour leur construction. L'article princeps d'Intergrowth qui recommandait le concept de l'utilisation d'une seule courbe universelle montrait également que les poids de naissance variaient de 20% suivant les pays alors que des conditions particulièrement strictes de croissance optimale avaient été retenues pour construire les référentiels Intergrowth<sup>21</sup>. Le NICHD et l'OMS ont également confirmé l'existence de différences anthropologiques suivant l'origine ethnique et les pays et construit plusieurs courbes de croissance intra-utérines incluant aussi des courbes par sexe pour l'OMS. Le NICHD a considéré que leurs courbes devaient être préférentiellement utilisées aux Etats-Unis car elles étaient issues de centres américains alors que l'OMS recommandait de vérifier que leur courbe d'EPF soit bien en adéquation avec la population à dépister avant son éventuelle diffusion (validité externe)<sup>29,30</sup>. Les méthodes de constructions des courbes de biométries et d'EPF diffèrent entre les référentiels Intergrowth (z-scores) et OMS (quantiles) selon que l'hypothèse ou non d'une distribution normale des mesures aux différents âges gestationnels ait été retenue ou non par les auteurs<sup>37</sup>. A ce jour, les principales courbes de biométries élémentaires ou d'EPF, descriptives (Salomon/CFEF/EPOPé) ou prescriptives (Intergrowth/OMS), sont disponibles dans les appareils d'échographie.

Enfin, la disponibilité de courbes par sexe permet une meilleure identification des anomalies de croissance non liées au sexe en sachant que les filles ont constitutionnellement un plus petit poids que les garçons<sup>43-45</sup>. Parmi les courbes prescriptives, seule la courbe OMS propose des courbes par sexe.

La disponibilité conjointe de référentiels biométriques et d'EPF issus d'une même population est susceptible de limiter les discordances d'interprétation de la croissance observée entre le PA et l'EPF par exemple. Ce « kit » de courbes de biométries élémentaires / courbe d'EPF simplifie également leur utilisation par les échographistes. A ce jour, seules les courbes prescriptives (OMS, NICHD, et Intergrowth) proposent un tel kit de biométries élémentaires/EPF issu d'une même population.

**Au total : Il est recommandé, avant d'implanter une nouvelle courbe de croissance en France de s'assurer que les taux observés de PAG et de GAG dépistés soient en adéquation avec la distribution attendue des mesures dans la population, notamment aux percentiles extrêmes. Il est recommandé également d'évaluer les performances de cette courbe en France dans le dépistage des PAG et des GAG à mauvais résultats néonatal, en privilégiant la sensibilité de dépistage des PAG. Il est recommandé de choisir préférentiellement, une courbe intra-utérine d'EPF et de biométries élémentaires issue de la même population (Avis d'expert).**

## **5. Comparaisons et choix des courbes pour la France**

### **5.1. Études françaises disponibles**

La revue de la littérature retenue pour le choix des courbes en France concerne prioritairement les études ayant appliqué différentes courbes à la population française. Nous avons retenu cinq études qui ont comparé les performances des courbes françaises

aux courbes internationales descriptives ou prescriptives sur la distribution des taux observés pour les percentiles extrêmes<sup>38,46-49</sup>. Une première étude a utilisé un échantillon de 9940 naissances vivantes uniques issues de l'Enquête Nationale Périnatale (ENP) de 2016 avec des données qui ont été collectées sur l'EPF lors de l'échographie du troisième trimestre réalisée entre 30 et 35 SA<sup>38</sup>. L'objectif était de comparer les performances (sensibilité et spécificité) des courbes pour le dépistage des PAG <10<sup>ème</sup> percentile et des GAG >90<sup>ème</sup> percentile associés ou non à un mauvais résultat périnatal défini par un critère composite (transfert de l'enfant, geste de réanimation en salle de naissance, Apgar < 7 à 5mn). Les courbes d'EPF retenues étaient les courbes françaises de Salomon 2007, du CFEF 2014, et d'EPOPé (2016), deux courbes descriptives internationales (Hadlock et FMF), et trois courbes prescriptives (NICHD, OMS, IG2). Deux autres études sont des études ancillaires de la cohorte ELFE (Etude Longitudinale Française depuis l'Enfance) menée en 2011. La première (ELFE1) a isolé deux échantillons de naissances survenues après 33 SA issues, soit de la population générale (N=13197), soit de grossesses à bas risque en reprenant les critères de sélection d'Intergrowth (N=4997)<sup>46</sup>. L'objectif était de comparer les proportions des fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup> percentiles) suivant l'utilisation de la courbe du CFEF/Salomon 2006 et celle d'Intergrowth, par les paramètres biométriques (PA, LF) mesurés au deuxième et troisième trimestre de la grossesse. La deuxième étude (ELFE2) a également comparé les proportions des fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup> percentiles) suivant l'utilisation des courbes du CFEF/Salomon 2006, Salomon 2007, CFEF 2014, d'Hadlock et prescriptives d'IG2 et de l'OMS par les paramètres biométriques (PA, LF) et l'EPF<sup>47</sup>. Une étude Flash du CFEF (Flash1), menée à partir d'une cohorte prospective de 4858 grossesses à bas risque selon les critères Intergrowth, a comparé au deuxième

et troisième trimestre la proportion des fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes des différents paramètres biométriques (PC, PA, LF) suivant l'utilisation des courbes du CFEF/Salomon 2006 ou d'Intergrowth<sup>48,50</sup>. Enfin, une étude ancillaire de cette étude Flash du CFEF (Flash2) (échantillon de 3522 femmes) a comparé les proportions des fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes des courbes biométriques Intergrowth et de l'EPF IG2 suivant l'utilisation de la LCC Intergrowth ou de Robinson<sup>49</sup>. Nous rapportons ensuite les études récentes internationales qui ont comparé les performances du dépistage des PAG et des GAG à risque de morbi-mortalité périnatale suivant l'utilisation des courbes d'EPF locales nationales descriptives ou individualisées avec les courbes prescriptives internationales (OMS et Intergrowth).

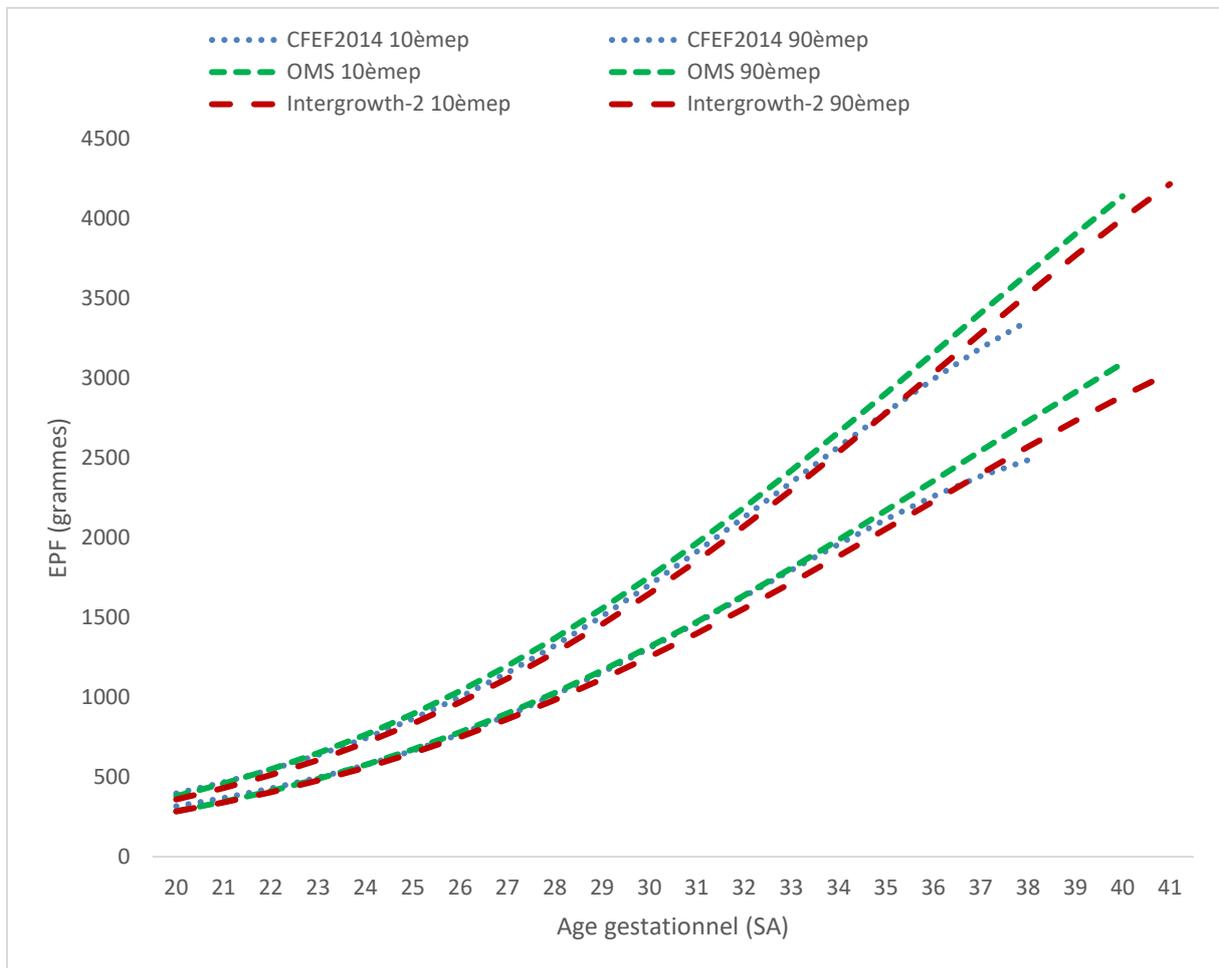
## **5.2 Résultats des études françaises pour les courbes d'EPF**

L'étude menée à partir des données de l'ENP de 2016 montre qu'au troisième trimestre de la grossesse, les courbes d'EPF du CFEF 2014 et de l'OMS présentent les meilleurs compromis pour le dépistage des PAG (sensibilité de 47,6%, spécificité de 92,7% et sensibilité de 49,5%, spécificité de 91,7% respectivement) et des GAG (sensibilité de 52,2%, spécificité de 87,9% et sensibilité de 42,5%, spécificité de 92,4% respectivement) à mauvaise issue néonatale<sup>38</sup>. Cette étude montre également que les courbes d'EPF EPOPé et IG2 rapportent les moins bonnes performances globales du dépistage des PAG (sensibilité de 35,8 %, spécificité de 96,8% et sensibilité de 34,9%, spécificité de 96,8% respectivement) et des GAG (sensibilité de 56,6%, spécificité de 85,8% et sensibilité de 60,2%, spécificité de 83,2% respectivement) avec mauvaise issue néonatale.

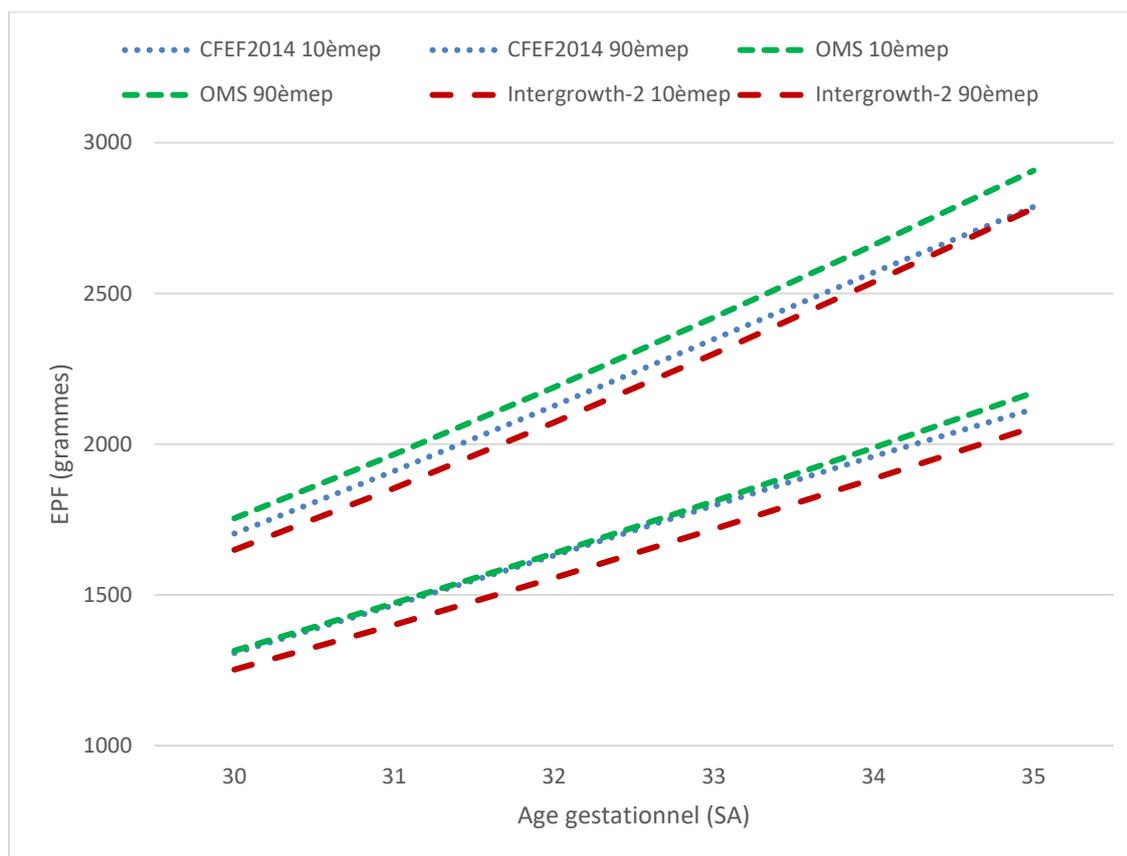
En effet, le profil comparatif des courbes d'EPF ci-dessous montre un sous décalage des percentiles extrêmes pour la courbe IG2 comparativement aux courbes du CFEF 2014

et de l’OMS. (Figure 1a et 1b). On note pour CFEF 2014, à la fois un infléchissement de la courbe à partir de 35 SA en lien à un biais d’indication (donnant un risque de sous diagnostic de PAG après 35 SA) et l’absence de données au-delà de 38 SA (figure 1a).

**Figure 1a : Comparaison des 10<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles des courbes d’EPF du CFEF 2014, OMS, et Intergrowth-2 entre 20 et 41 SA (réalisation à partir des formules des articles princeps)**



**Figure 1b : Comparaison des 10<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles des courbes d'EPF du CFEF 2014, OMS, et Intergrowth-2 entre 30 et 35 SA (réalisation à partir des formules des articles princeps)**



L'étude sur la cohorte ELFE (ELFE2) montre que la courbe d'EPF de l'OMS rapporte la meilleure adéquation au troisième trimestre de la grossesse, pour les taux observés aux percentiles extrêmes, des fœtus PAG [2,1% (<3<sup>ème</sup>) et 9,4% (<10<sup>ème</sup>)] et les fœtus GAG [11,1% (>90<sup>ème</sup>) et 3,8% (>97<sup>ème</sup>)]<sup>47</sup>. A contrario, la courbe IG2 rapporte une proportion inadéquate de fœtus PAG et GAG dépistés au deuxième [(1,5% (<3<sup>ème</sup>), 3,3% (<10<sup>ème</sup>), 34,7% (>90<sup>ème</sup>), et 17,7% (>97<sup>ème</sup>)] et au troisième trimestre [(1,5% (<3<sup>ème</sup>), 4,1% (<10<sup>ème</sup>), 21,6% (>90<sup>ème</sup>), 9% (>97<sup>ème</sup>)]. La courbe d'EPF du CFEF 2014 permet un taux de détection observé adéquat pour les fœtus PAG mais avec cependant des taux

de détection élevés de fœtus GAG que ce soit à l'échographie du deuxième ou du troisième trimestre de la grossesse. Les résultats étaient identiques que ce soit en population générale ou en population à bas risque<sup>47</sup> (**Figure 2**).

**Figure 2.**

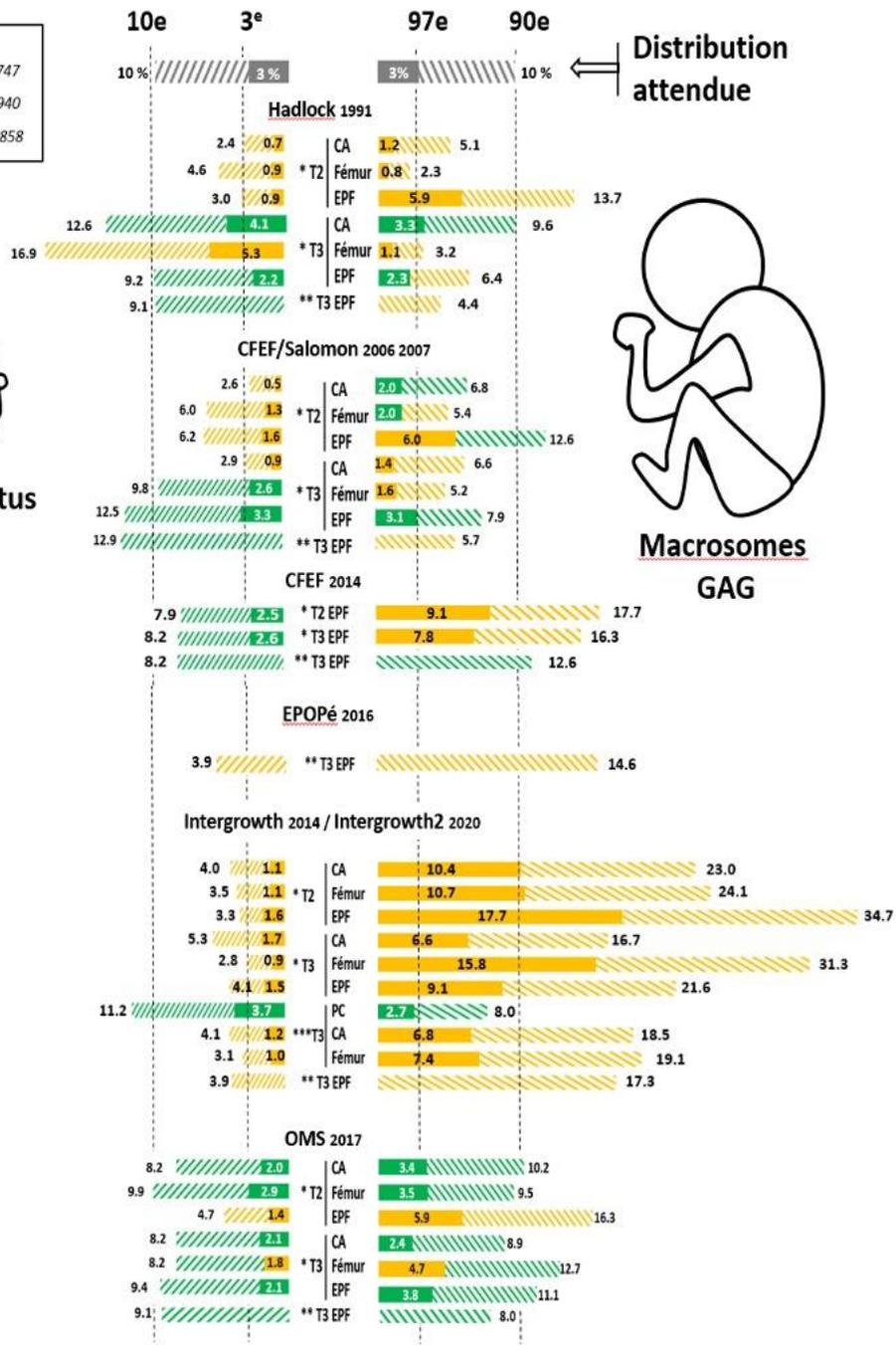
**Proportion de PAG et GAG identifiés pour les 3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup> et 97<sup>ème</sup> percentiles en fonction de la courbe utilisée<sup>38,47,48</sup>**

Les barres pleines représentent le pourcentage de fœtus identifiés < 3e ou >97e percentile et les barres hachurées le pourcentage de fœtus identifiés <10e ou >90e percentile. La valeur de la différence relative entre proportion attendue et observée de PAG (ou GAG) définit la couleur des barres : vert (<33%) et jaune (>33%). Exemple : une barre en vert plein signifie que le taux observé de fœtus < 3e percentile est proche de  $3\% \pm 33\%$ , soit compris entre 2.0% et 4.0%. En deçà de 2.0% et au-delà de 4.0%, une barre pleine jaune serait alors représentée car >33%.

Cohortes étudiées  
 \* ELFE 2011 n=7747  
 \*\* ENP 2016 n=9940  
 \*\*\* Flash 2017 n=4858

  
**Petits fœtus  
 PAG**

  
**Macrosomes  
 GAG**



\* Cohorte ELFE <sup>47</sup>, \*\* Enquête Nationale Périnatale 2016 <sup>38</sup>, \*\*\* Enquête FLASH CFEF <sup>48</sup>.

La courbe d'EPF de l'OMS donne au troisième trimestre la meilleure performance pour le dépistage des PAG et des GAG. La courbe du CFEF rapporte également une bonne performance pour le dépistage des PAG mais avec un excès de détection de fœtus GAG.

Les courbes d'EPF IG2 et EPOPé rapportent les moins bonnes performances du dépistage des PAG et GAG au troisième trimestre du fait à la fois des faibles taux de fœtus PAG et d'un excès de fœtus GAG observés.

### **5.3 Résultats des études internationales pour les courbes d'EPF**

Une étude ancillaire de la POP-Study (étude prospective en aveugle pour les résultats des échographies de dépistage réalisées à 28 SA puis à 36 SA chez des primipares au Royaume-Uni) a montré que la courbe d'EPF d'Hadlock présentait des meilleures performances pour le dépistage des PAG <10<sup>ème</sup> percentile et des GAG >90<sup>ème</sup> percentile comparativement à la courbe EPF IG1 lors de l'utilisation des mesures de l'échographie de 36 SA<sup>51</sup>. Une étude canadienne a montré que pour le dépistage des PAG <10<sup>ème</sup> percentile, associés à des lésions placentaires (n = 742 primipares), les courbes d'EPF d'Hadlock (sensibilité de 53,1% avec un taux de faux positifs de 10,8%) et de l'OMS (sensibilité de 59,4% et faux positifs de 14,2%) présentaient des performances respectivement comparables et supérieures à celle d'IG1 (sensibilité 34,4% et faux positifs de 3,8%)<sup>52</sup>. Une autre étude issue d'une cohorte rétrospective canadienne (n = 49458 femmes) a également montré, pour la détection des PAG avec mort in utero et lésions d'insuffisance placentaire, des performances similaires des courbes d'EPF d'Hadlock et de l'OMS (sensibilité 34,7% et 36,7% respectivement) mais supérieures à celles d'IG1 (sensibilité 18,4%)<sup>53</sup>.

A partir d'une cohorte de 241 femmes enceintes du Sud-Bénin, à forte prévalence de paludisme et d'anémie (respectivement 43% et 69%), Yovo et al., en 2022, ont montré que la courbe d'EPF OMS à 27-31 SA comme à 33-38 SA avait une sensibilité supérieure pour le dépistage du PAG <10<sup>ème</sup> percentile comparativement à l'EPF IG1 et l'EPF IG2 soit respectivement, de 10,7% et 11,6% pour OMS ; 5,4% et 4,3% pour IG1 ;

et 7,4% et 5,6% pour IG2<sup>54</sup>. Dans une étude canadienne portant sur plus de 10 000 grossesses uniques avec une EPF réalisée après 28 SA, la courbe IG2 identifiait 0,5% de fœtus avec un poids <3<sup>ème</sup> percentile et 2% avec un poids <10<sup>ème</sup> percentile alors que 36% et 18% étaient identifiés respectivement avec un poids >90<sup>ème</sup> et >97<sup>ème</sup> percentiles.<sup>55</sup> Ces pourcentages étaient respectivement de 0,5%, 3,5%, 33,5% et 15,2% avec la courbe OMS, et de 1,8%, 5,8%, 16,8% et de 10,4% avec la courbe d'Hadlock.

Ainsi, les études qui ont comparé des courbes d'EPF, notamment dans les pays à haut niveau de ressources, montrent des résultats concordants et comparables aux études françaises en rapportant de meilleures performances du dépistage des PAG à mauvaises issues néonatales avec les courbes d'EPF d'Hadlock et de l'OMS comparativement à celle d'IG1 et IG2.

**Au total :**

**Il est recommandé d'utiliser la courbe d'EPF de l'OMS car ce référentiel rapporte une proportion de fœtus dépistés PAG et GAG adaptée à la population française et de bonnes performances d'identification des fœtus à risque. (Recommandation forte ; Qualité de preuve basse).**

**Il est recommandé de ne pas utiliser les courbes d'EPF Intergrowth (IG1 ou IG2) et EPOPé en raison d'un risque de sous-diagnostic de fœtus PAG et de sur-diagnostic de fœtus GAG dans la population française (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**Il est recommandé de ne pas utiliser la courbe d'EPF du CFEF 2014, en raison de l'infléchissement de la courbe après 35 SA de l'absence de valeurs fournies après 38 SA**

**(Recommandation faible ; Qualité de preuve basse).**

## **5.4 Recommandations des sociétés savantes pour le choix des courbes d'EPF**

Les connaissances concernant les performances du dépistage des anomalies de la croissance avec leurs conséquences en santé périnatale reposent principalement sur l'étude des courbes descriptives in utéro ou individualisées. C'est la raison pour laquelle, la France ainsi que les différentes sociétés savantes d'autres pays ayant émis des recommandations pour le dépistage des PAG-RCIU ont toutes choisi des courbes d'EPF issues de leur population nationale, qu'elles soient descriptives ou individualisées<sup>56</sup>. Depuis, l'International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) s'est récemment positionnée en 2019 en proposant l'utilisation des nouvelles courbes prescriptives en arguant du fait qu'elles ont été mieux construites comparativement aux courbes descriptives, sans pour autant nommer une courbe en particulier<sup>20</sup>.

La FIGO, en 2021, a recommandé d'utiliser préférentiellement des courbes nationales et de comparer la performance des courbes entre elles avant leur utilisation pour le dépistage des PAG/RCIU au niveau national<sup>22</sup>.

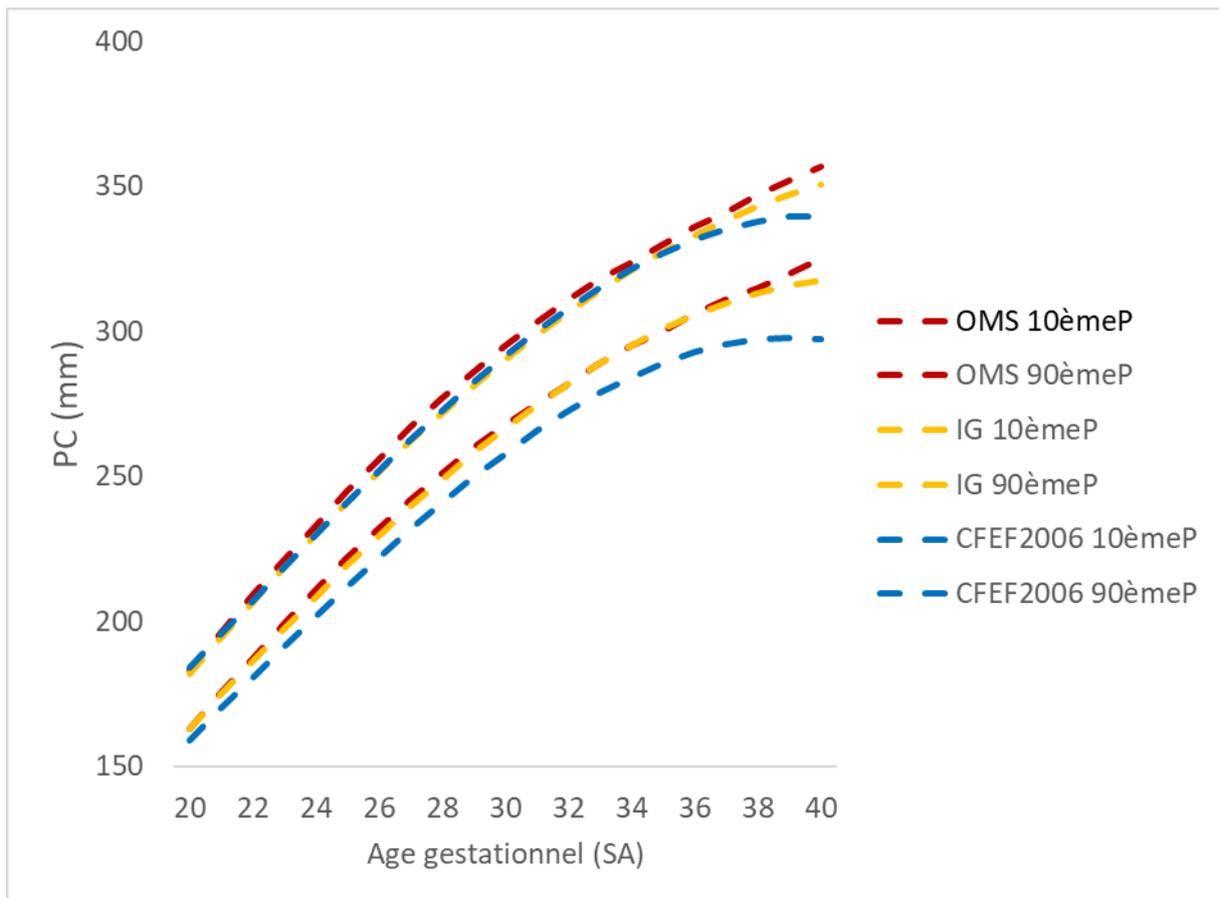
Plus récemment, la Society Maternal Fetal Medicine (SMFM) a recommandé préférentiellement la courbe d'EPF d'Hadlock<sup>23</sup>.

## **5.5 Résultats des études comparant les courbes biométriques élémentaires (Figure 2)**

Nous rapportons ici les résultats des études françaises ELFE<sup>46,47</sup> et Flash<sup>48,49</sup> citées dans le chapitre précédent comparant les proportions de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes observés (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup> ; 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup> percentiles) selon les courbes biométriques utilisées.

Seule l'étude Flash (Flash1)<sup>48</sup> fournit des données comparatives pour le PC car ce paramètre biométrique n'avait pas été recueilli dans l'étude ELFE. La courbe biométrique du PC d'Intergrowth rapporte une proportion adéquate de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes (3,7% (<3<sup>ème</sup>p), 11,2% (<10<sup>ème</sup>p), 8% (>90<sup>ème</sup>p), 2,7% (>97<sup>ème</sup>p) comparativement à la courbe du PC du CFEF/Salomon 2006 (0,7% (<3<sup>ème</sup>p), 2,3% (<10<sup>ème</sup>p), 6,8% (>90<sup>ème</sup>p), 1,5% (>97<sup>ème</sup>p). La courbe du PC de l'OMS n'a pas été comparée aux courbes biométriques du CFEF/Salomon 2006 et Intergrowth mais, comme le montre la figure 3 ci-dessous, les courbes du PC de l'OMS et d'Intergrowth sont superposables. Ces deux courbes sont sus-décalées comparativement à celle du CFEF/Salomon 2006 pour le 10<sup>ème</sup> percentile, cette dernière étant critiquée pour le sous diagnostic potentiel des microcéphalies.

**Figure 3. Comparaison des 10<sup>ème</sup> et 90<sup>ème</sup> percentiles des courbes biométriques du PC du CFEF/Salomon 2006, OMS, et Intergrowth (réalisation à partir des articles princeps)**



L'étude ELFE2 montre que pour le PA, lorsqu'il est mesuré au deuxième ou au troisième trimestre, le meilleur compromis est obtenu par la courbe de l'OMS dont le taux de fœtus dépistés attendu pour les PA <10<sup>ème</sup> percentile est de 8,2% et 8,2% respectivement<sup>47</sup>. Pour les PA >90<sup>ème</sup> percentile, ce taux de détection est respectivement de 10,2% et de 8,9%. En revanche, cette étude montre de faibles taux observés de PA <10<sup>ème</sup> percentile avec l'utilisation des courbes du CFEF/Salomon 2006 et Intergrowth au deuxième (2,6% et 4%, respectivement) et au troisième trimestre (2,9% et 5,3%, respectivement). Enfin, il est rapporté des proportions de fœtus dépistés inadéquates car trop élevées pour les percentiles extrêmes lors de l'utilisation des courbes du PA et du fémur Intergrowth au deuxième (23% de PA >90<sup>ème</sup> percentile et 24,1% de fémur > 90<sup>ème</sup> percentile) et au troisième trimestre (16,7 % de PA >90<sup>ème</sup> percentile et 31,3% de fémur >90<sup>ème</sup> percentile). Les résultats de l'étude ELFE2 sont concordants avec ceux de l'étude Flash1 (Figure2).

La courbe du PC du CFEF/Salomon 2006 rapporte de faibles proportions de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes avec un possible sous diagnostic des petits périmètres crâniens et donc des microcéphalies. D'autre part, les courbes du PA du CFEF et d'Intergrowth montrent des résultats similaires en rapportant de faibles proportions de fœtus dépistés avec des PA <10<sup>ème</sup> percentile conduisant donc à un sous-diagnostic attendu des PAG/RCIU. Enfin, les proportions des fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes élevés >90<sup>ème</sup> percentile sont inadaptées en étant trop élevées pour les courbes Intergrowth du PA et LF conduisant donc à un sur-diagnostic attendu de fœtus GAG.

**Au total :**

**Il est recommandé d'utiliser les courbes de biométrie élémentaire (PC, PA, LF) de l'OMS car ce référentiel rapporte une proportion de fœtus dépistés adéquate à la population française (Recommandation forte ; Qualité de preuve basse).**

**Il est recommandé de ne pas utiliser le référentiel des courbes de biométries élémentaires Intergrowth en raison de mauvaises proportions attendues de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes pour le PA (risque de sous diagnostic de PAG et sur diagnostic de GAG) et pour le fémur dans la population française. (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**Il est recommandé de ne pas utiliser les courbes de biométries élémentaires (PC, PA, LF) de CFEF/Salomon 2006 en raison d'un risque de sous-diagnostic de microcéphalies pour le PC et d'un risque de sous-diagnostic de fœtus PAG pour le PA (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

## **6. Choix de courbes de LCC pour la France**

Les courbes de croissance descriptives ont le plus souvent été construites à partir d'une date de début de grossesse calculée à partir de la mesure de la LCC comprise entre 11 SA+0 et 13 SA+6 jours. Les courbes de LCC qui présentent les meilleurs scores de qualité, définis à partir de 29 critères de qualité,<sup>57</sup> sont les courbes descriptives de Robinson,<sup>58</sup> McLennan,<sup>59</sup> Sahota<sup>60</sup> et Verburg<sup>61</sup> avec des différences minimales de calcul de datation, de l'ordre de +/- 1 jour pour des LCC comprises entre 45 et 85mm. C'est le référentiel de LCC Robinson qui a été généralement utilisé pour la construction des courbes sélectionnées dans notre revue de la littérature y compris pour les courbes récentes prescriptives. Une courbe de LCC Intergrowth a été a posteriori construite à partir d'un échantillon de l'article princeps mais à ce jour il n'y a pas d'étude de validité externe rapportée pour son utilisation en pratique clinique<sup>62</sup>. Les performances des courbes de LCC de Robinson et d'Intergrowth n'ont jamais été comparées entre elles pour le dépistage des troubles de croissance mais il est rapporté sur les tables de biométries de la LCC une différence de datation de 0 à +3 jours entre 11 SA<sup>+0j</sup> et 13 SA<sup>+6j</sup> lors de l'utilisation de la LCC Intergrowth<sup>62</sup>. L'étude Flash2 a montré une meilleure adéquation des proportions des fœtus dépistés aux percentiles extrêmes lors de l'utilisation de la courbe LCC Intergrowth pour la datation<sup>49</sup>. Les potentielles conséquences obstétricales engendrées par l'augmentation de l'âge gestationnel induit lors de l'utilisation de la LCC Intergrowth n'ont pas encore été évaluées. Le choix du référentiel OMS implique de recommander l'utilisation de la courbe de la LCC de Robinson pour la datation de la grossesse

**Au total :**

**Il est recommandé d'utiliser la courbe de LCC qui a été choisie pour construire le référentiel des courbes de croissance (Avis d'expert).**

## **7. Contrôle qualité des biométries fœtales**

### **7.1 Analyse qualitative des images échographiques**

Le premier critère de qualité correspond à l'analyse qualitative des images échographiques des différents paramètres biométriques recommandés pour la pratique clinique. Le Comité Technique de l'Échographie de dépistage prénatal (CTE), devenue Conférence Nationale d'Échographie Obstétricale et fœtale Française (CNEOF) ainsi que l'International Society of Ultrasound of Obstetric and Gynecology (l'ISUOG) ont recommandé une standardisation des coupes à réaliser pour les mesures du BIP/PC, PA, et LF<sup>20,63</sup>. Salomon et al, ont proposé un score de calcul de points pour chaque image échographique recommandée suivant que les critères de la coupe étaient respectés ou non en fonction des standards recommandés<sup>64</sup>. A partir de ces critères, à l'image du score de Hermann pour la clarté nucale, des audits externes pourraient alors être mis en place pour évaluer les images des échographistes par des panels d'experts. Une étude d'audit de démarche qualité menée récemment et rétrospectivement auprès de 20 échographistes experts a ainsi montré une amélioration significative des scores de qualité des images échographiques et de la production de l'ensemble des images requises pour l'échographie du 2<sup>ème</sup> trimestre<sup>65</sup>. Les référentiels des courbes prescriptives OMS et Intergrowth ont été construits suivant les standards de mesures internationaux des paramètres biométriques, et ces mesures ont été produites prospectivement par des échographistes qualifiés et formés spécifiquement à ces standards de mesures recommandés. Cependant, l'analyse qualitative des images échographiques des paramètres biométriques dans le cadre d'une démarche qualité a été très peu évaluée à ce jour et sans données sur l'impact en termes de dépistage des PAG.

### **7.2 Analyse quantitative des mesures de biométries fœtales**

Ce contrôle qualité pourrait reposer aussi sur l'évaluation de la distribution des mesures des échographistes pour chaque paramètre biométrique. A partir de l'ensemble des mesures fournies par les échographistes, la distribution en population de chaque paramètre peut être définie. On peut alors s'assurer que les valeurs individuelles de chaque échographiste ne s'éloignent pas trop de cette distribution (même approche que pour la clarté nucale dans le dépistage du 1<sup>er</sup> trimestre). L'approche méthodologique pour cette analyse quantitative repose sur l'évaluation des distributions des écarts types ou des z-scores de chaque échographiste suivant le référentiel de la courbe choisie<sup>64</sup> Les courbes de croissance sont le plus souvent construites selon l'hypothèse de distribution normale des valeurs, avec des seuils de poids présentés selon des moyennes +/- déviations standard permettant l'utilisation de z-scores.

Il y a cependant au moins 4 limites à cette approche de contrôle de qualité quantitatif : La première est qu'il nécessite que le référentiel choisi de courbe d'un paramètre biométrique donné ne soit pas déviant. En effet dans ce cas, il pourrait être demandé à un échographiste ayant fait des mesures de qualité de modifier à tort sa méthode de mesure du paramètre pour tenter de corriger son z-score pour ce paramètre.

La deuxième est que la distribution des mesures d'un paramètre biométrique d'un échographiste (notamment PA ou EPF) dépend du niveau de risque de sa population (type de suivi, échographies de dépistage exclusivement et/ou échographies de référence). Il pourrait alors en résulter une moins bonne distribution des mesures sur le référentiel en lien avec le niveau de risque de sa population de suivi.

La troisième est que ce contrôle de qualité quantitatif par z-score impose que la distribution de la population suive une loi normale pour le paramètre biométrique ciblé. Pour leur part, les auteurs du référentiel OMS ont constaté une distribution asymétrique du poids fœtal, à la fois vers les percentiles élevés à proximité du terme et vers les

percentiles bas à un terme très précoce les conduisant à faire le choix de l'utilisation d'une régression quantile pour construire leurs courbes<sup>37</sup>.

La quatrième est que l'organisation d'un tel contrôle généralisé est difficile à mettre en œuvre pour l'ensemble des échographistes de France (échographistes issus de différents corps de métier et ayant potentiellement des modes d'exercice différents).

Ainsi, l'utilisation d'un suivi des échographistes par z-score pour leurs mesures biométriques est donc critiquable.

Enfin, l'analyse quantitative des mesures de biométries fœtales dans le cadre d'une démarche qualité n'a pas été évaluée à ce jour que ce soit à partir de l'utilisation de z-scores ou de quantiles.

**Au total :**

**Une démarche qualité qualitative dans le cadre de la biométrie semble intéressante pour homogénéiser les techniques de mesures des échographistes mais les données sont peu nombreuses et ne portent pas sur l'impact en terme de taux de dépistage des PAG (Avis d'expert).**

**Concernant une démarche de qualité quantitative, il n'existe pas de données montrant sa pertinence et son éventuel impact sur les objectifs attendus du dépistage des anomalies de croissance. A ce jour, son implantation ne semble pas justifiée dans notre pratique de soins**

**(Avis d'expert)**

## **8. Place des courbes ajustées individualisées de poids fœtal**

Les modèles disponibles de courbes ajustées individuelles de poids fœtal ont été développés par pays et sont adaptés aux caractéristiques anthropométriques

individuelles observées dans la population. Ils respectent la croissance observée in utero<sup>66</sup> et permettent la prise en compte de facteurs physiologiques individuels (taille, poids, parité chez la mère et sexe de l'enfant), responsables de 20 à 30% des variations de poids observées dans la population. Le sexe fœtal est le facteur prédominant expliquant ces différences<sup>28,67,68</sup>. Ces ajustements ont pour finalité une meilleure identification des défauts ou excès de poids fœtal d'origine pathologique et non constitutionnelle.

La fréquence et les caractéristiques des enfants considérés comme PAG et non PAG pour les courbes ajustées individuelles de poids fœtal par rapport à une courbe en population sont différentes. En pratique, l'ajustement sur le sexe corrige le biais d'identification du faible poids lié au sexe fœtal et l'excès de dépistage de filles par rapport aux garçons parmi les PAG<sup>15,69</sup>. Dans une population présentant 90% d'enfants non PAG selon les courbes en population, les courbes ajustées, appliquées aux poids fœtaux in utero ou aux poids de naissance, les courbes ajustées individuelles de poids fœtal, reclassent environ 2% de ces enfants non PAG en PAG. Ces enfants sont à risque de morbi-mortalité périnatale par rapport aux enfants classés non PAG par les deux courbes. L'excès de risque est estimé pour la mortinatalité entre 2,4 [IC 95% 2,1-2,8]<sup>70</sup> et 10,8 [IC 95% 5,6-20,8]<sup>71</sup>, pour le décès néonatal entre 2,1 [IC 95% 1,7-2,6]<sup>70</sup> et 5,4 [IC 95% 2,2-12,9],<sup>68</sup> et pour le décès périnatal entre 2,6 [IC 95% 1,6-4,2]<sup>72</sup> et 3,2 [IC 95% 1,6-6,2]<sup>73</sup>. A l'inverse, parmi les 10% de PAG selon les courbes en population, 2%, soit 1PAG/5, deviennent non-PAG selon les courbes ajustées et correspondent à des enfants constitutionnellement de petit poids et en bonne santé.

Cette amélioration de la performance de détection de la morbi-mortalité périnatale, observée par comparaison des enfants reclassés par rapport aux enfants eutrophes selon les deux définitions, n'est pas statistiquement significative lorsqu'on compare

globalement l'ensemble des enfants PAG selon les courbes ajustées individuelles de poids fœtal, aux enfants PAG selon les courbes en population. Par ailleurs, ces résultats homogènes dans la littérature s'appuient sur des études de cohorte rétrospectives. La seule étude prospective d'ampleur disponible à ce jour a comparé les courbes ajustées individuelles à la courbe d'EPF IG1, et conclut à une meilleure sensibilité de dépistage des PAG à la naissance avec les courbes ajustées par rapport à la courbe IG1 (38,8% versus 24,5%) sans différence de performances sur l'identification de la morbi mortalité périnatale<sup>74</sup>.

Dans le dépistage de la macrosomie fœtale, la littérature sur les courbes ajustées individuelles de poids fœtal est moins développée, mais montre une identification de cas supplémentaires d'enfants macrosomes à risque de complications obstétricales, de transfert néonatal et de mortalité périnatale<sup>75-80</sup>.

Les trois sociétés professionnelles du Royaume-Uni, de la Nouvelle-Zélande et de l'Irlande qui recommandent actuellement les courbes ajustées, préconisent leur utilisation en dépistage<sup>3,81,82</sup>. Il n'existe pas dans la littérature d'études ayant comparé courbes ajustées en échographie de dépistage versus échographie de diagnostic. Cependant, une stratégie séquentielle utilisant, en dépistage, une courbe en population puis, en diagnostic, une courbe ajustée a pour effet de diminuer la sensibilité de dépistage des PAG, en augmentant la spécificité<sup>83</sup>. Ainsi, l'utilisation de l'ajustement dans un second temps expose à un défaut d'identification initiale des PAG parmi les fœtus de poids assez élevé et notamment les garçons.

**Au total :**

**Il est recommandé d'utiliser en dépistage des courbes d'EPF par sexe. Bien que leur bénéfice sur la morbi-mortalité périnatale n'est pas aujourd'hui démontré, elles permettent de mieux identifier les PAG chez les fœtus masculins et de réduire**

**les faux positifs de PAG chez les fœtus féminins (Recommandation faible ; Qualité de preuve basse).**

**Il est recommandé de ne pas utiliser en dépistage les courbes ajustées individuelles de poids fœtal, en l'absence de données démontrant que leur utilisation diminuerait la morbi-mortalité périnatale associée aux anomalies de croissance fœtale (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

## **9. Quelles courbes de croissance recommander à la naissance et en post natales chez le nouveau-né à terme et le nouveau-né prématuré ?**

Les courbes néonatales regroupent les courbes de poids de naissance et les courbes de croissance post-natales, qui peuvent être descriptives ou prescriptives. Elles sont destinées aux professionnels prenant en charge des nouveau-nés, à terme ou prématurés, de la naissance jusqu'à 1 mois d'âge corrigé. Les courbes de mensurations de naissance sont des courbes statiques permettant de positionner l'enfant à un moment donné. Elles sont spécifiques de l'âge gestationnel et du sexe et permettent de définir les nouveau-nés PAG (et/ou RCIU), GAG ou adapté pour l'âge gestationnel. Les courbes de croissance post-natales sont des courbes dynamiques qui permettent de suivre la croissance des enfants dès la naissance tout en prenant en compte leur âge gestationnel à la naissance. A partir de 1 mois, les enfants sont suivis sur les courbes françaises du carnet de santé (AFPA : Association Française de Pédiatrie Ambulatoire).

Les objectifs des professionnels évaluant la croissance avant ou après la naissance sont différents et le choix des courbes de croissance est orienté par ces objectifs. Avant la naissance, l'objectif est de suivre correctement la croissance, qui est un reflet du bien-être fœtal, afin de contribuer aux décisions d'extraction. En effet, la restriction de croissance fœtale est associée à un risque accru de morbi-mortalité. L'objectif pour le pédiatre est d'assurer la meilleure croissance postnatale possible pour assurer un bon développement neurologique et métabolique.

L'évaluation des mensurations de naissance est le reflet de la dynamique de croissance fœtale. Elle est le point de départ du suivi de croissance de cet enfant et de la prise en charge optimale sur le plan nutritionnel. La croissance est un processus dynamique reflétant le bien-être néonatal. La croissance du nouveau-né n'étant pas linéaire, la

mesure simple de la variation de poids par unité de temps, rapportée en g/kg/j, n'est pas suffisante pour évaluer la croissance postnatale et les variations de Z-scores de poids sont plus adaptées notamment chez le nouveau-né prématuré (NP2)<sup>84,85</sup>. La surveillance du périmètre crânien est un élément essentiel du suivi de croissance (NP2)<sup>86</sup>.

L'approche individualisée par trajectoire personnalisée de croissance en tenant compte des facteurs *in* et *ex utéro* serait sans doute la plus adaptée mais à ce jour de telles courbes n'existent pas.

Les courbes de mensurations de naissance sont construites à partir des mesures des nouveau-nés à la naissance soit le poids, la taille et le périmètre crânien. Ces 3 paramètres sont importants pour évaluer la croissance intra-utérine et constituent le point de départ de la croissance post-natale. Utiliser isolément la courbe d'estimation de poids fœtal est insuffisant en pratique clinique pour évaluer la croissance intra-utérine en postnatal et pour optimiser le suivi de ces enfants. Les courbes de croissance fœtales intra-utérines et néonatales sont superposables chez les enfants à terme ou proches du terme, mais elles présentent un écart important aux faibles termes. L'information anténatale de restriction de croissance et/ou de nouveau-né PAG doit être intégrée dans le repérage des nouveau-nés à risque même si les mensurations de naissance reportées sur les courbes postnatales sont supérieures au dixième percentile (avis d'expert)<sup>87</sup>.

**Au total : Il est recommandé de ne pas utiliser des courbes intra-utérines pour l'évaluation à la naissance des mensurations du nouveau-né à terme ou prématuré (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**Les courbes OMS** sont des courbes prescriptives de croissance post-natales pour les nouveau-nés à terme qui ont été construites avec des mesures standardisées de poids, taille et PC. Des grossesses « sans risque » ont été sélectionnées, avec des mères non

fumeuses, des bonnes conditions socio-économiques, une absence de morbidité néonatale et un allaitement maternel exclusif (<https://www.who.int/childgrowth/standards/en/>. 2006). La croissance des enfants a été suivie longitudinalement de la naissance à 2 ans par 21 mesures : lors des semaines 1, 2, 4, 6 puis mensuellement du 2ème au 12ème mois et ensuite tous les deux mois. Les nouveau-nés PAG n'ont pas été exclus. Les percentiles et les Z-scores des indices poids/âge, taille/âge, poids/taille et masse corporelle/âge ont été calculés pour les garçons et les filles âgés de 0 à 60 mois. Les données sont assemblées à terme pour définir le point 0 à la naissance sans distinction entre 37 et 41 SA. Ces données ne permettent donc pas de calculer des Z-scores de poids de naissance et d'utiliser ces courbes pour évaluer les mensurations de naissance du nouveau-né à terme selon l'âge gestationnel.

**Les courbes Audipog** sont des courbes de poids, taille et PC de naissance descriptives. Elles ont été construites à partir d'un échantillon de naissances provenant de la base de données AUDIPOG entre 1999 et 2005 (203 062 données pour le poids, 172 716 données pour la taille, 168 100 données pour le PC), avec une modélisation du poids et de la taille de naissance prenant en compte l'âge gestationnel, le sexe, le rang de naissance de l'enfant ainsi que la taille et le poids de la mère, permettant de calculer une limite individuelle de poids ou de taille en dessous de laquelle un enfant doit être considéré comme ayant subi une "Restriction de Croissance Fœtale en Poids" (et / ou en Taille)<sup>88</sup>. Les avantages de ces courbes sont qu'elles sont établies en population française, sexuées et individualisées, et validées sur des données cliniques et biologiques avec des marqueurs de croissance dosés au sang de cordon. Les inconvénients sont que ces courbes sont anciennes (dernière mise à jour de 2008), que la formule pour le calcul

du Z-score n'est pas publiée ne permettant ainsi pas son utilisation dans les logiciels de calcul de z-score ou dans les dossiers informatisés patient facilement. De plus, les effectifs sont limités pour les termes extrêmes.

**Les courbes de Fenton** sont des courbes de mensurations de naissance et post-natales descriptives, sexuées, construites à partir d'une méta-analyse de 6 cohortes néonatales : 3 européennes (Allemagne-Ecosse-Italie), 2 américaines (USA-Canada) et 1 Australienne, pour un suivi longitudinal de croissance des prématurés<sup>89</sup>. Le nombre de nouveau-nés inclus est de 3 986 456 dont 34 639 avec un terme inférieur à 30 SA incluant des nouveau-nés de 24 SA (n=3012), et avec une projection sur les courbes OMS à terme et jusqu'à 50 SA d'âge corrigé. Elles ont été modélisées de façon à maintenir une bonne correspondance avec la courbe de l'OMS à 50 semaines d'âge gestationnel corrigé. Le lissage des données à terme OMS-Fenton est associé à un décalage de la courbe vers le haut à 41 SA. Les paramètres LMS (méthode Lambda-Mu-Sigma) sont publiés avec possibilité d'importation dans des logiciels informatiques de prescription et/ou des dossiers patients avec calcul exact du Z-score ou du percentile (tableau calculateur joint). Les articles princeps sont publiés et les données sont disponibles. Ces courbes de croissance restent la référence pour le monitoring longitudinal de la croissance post-natale du nouveau-né prématuré jusqu'à ce qu'il atteigne son terme théorique.

**Les courbes Intergrowth (IG)** sont des courbes prescriptives de mensurations de naissance et de croissance postnatale qui ont été construites avec des mesures standardisées et contrôlées pour la taille, le poids et le périmètre crânien (calibration du matériel, variations inter et intra observateurs mesurées) dans les 12 heures suivant la

naissance<sup>90</sup>. Ces courbes présentent l'avantage d'être récentes, ont été construites à partir d'une méthodologie rigoureuse, avec une étude prospective incluant un suivi à long terme des nouveau-nés, avec inclusion des femmes dès le début de la grossesse et sélection a posteriori pour l'analyse des grossesses « sans risque » avec les croissances fœtales et post-natales optimales. Les inconvénients sont que la construction de ces courbes n'a pas inclus de cohorte française et les poids moyens normaux sont variables selon les pays inclus allant de 2900 g en Inde à 3500 g au Royaume-Uni. Pour l'évaluation de la croissance des nouveau-nés prématurés, les courbes prescriptives postnatales ont été construites avec des mesures standardisées et contrôlées pour la taille, le poids et le périmètre crânien (calibration du matériel, variations inter et intra observateurs mesurées) dans les 12 heures suivant la naissance pour des nouveau-nés singletons prématurés « sains » (n=224) comme définis dans la cohorte «Newborn Cross Sectional Study», entre 26 et 37 SA, sans malformation congénitale, ni RCIU, ni comorbidité néonatale sévère, avec un suivi longitudinal standardisé de la croissance jusqu'au retour à domicile. La principale limite de cette cohorte prospective est son effectif très réduit pour les grands et très grands prématurés (n=28 nouveau-nés <34 SA et 12 nouveau-nés 27-32 SA). Une autre limite de cette étude est qu'aucune information n'est apportée sur les protocoles de nutrition parentérale pendant l'hospitalisation. Pour répondre à la problématique de l'effectif réduit des courbes de mensurations de naissance, la cohorte a été modifiée avec en 2016 l'ajout de nouveau-nés prématurés présentant des facteurs de risque prénataux (pré-éclampsie, naissance par césarienne, augmentation du taux de mortalité néonatale) pour augmenter l'effectif des moins de 33 SA (n=408). Les effectifs des moins de 28 SA restent limités (n=82 pour la courbe du poids de naissance) et les auteurs notent que l'utilisation de ces courbes pour les

nouveau-nés de moins de 28 SA restent à prendre avec précaution dû à l'effectif très limité<sup>91</sup>.

A ce jour, les seules recommandations internationales existantes pour évaluer les mensurations de naissance et le suivi de croissance concernent les nouveau-nés prématurés avec les courbes de Fenton.<sup>92</sup> Les courbes OMS sont recommandées par la société canadienne de pédiatrie pour le nouveau-né à terme mais ce sont des courbes qui visent à évaluer la croissance post-natale plutôt que le poids de naissance et elles ne tiennent pas compte de l'âge gestationnel pour les mensurations de naissance<sup>92,93</sup>.

**Concernant le nouveau-né prématuré**, les courbes de mensurations de naissance et postnatales répondant à ce jour au mieux aux objectifs des pédiatres le prenant en charge sont les courbes actualisées de Fenton car elles sont sexuées et comportent les 3 mensurations (taille, poids et périmètre crânien). Elles ont à ce jour l'effectif le plus important de nouveau-nés grands et très grands prématurés. Elles permettent un suivi longitudinal de la croissance jusqu'à 50 semaines d'âge corrigé et rejoignent les courbes OMS à terme.

**Concernant les nouveau-nés à terme**, aucune courbe n'est idéale à ce jour. Les courbes de mensurations de naissance Audipog bien qu'anciennes présentent l'avantage d'être individualisées, facilement accessibles sur internet et peuvent être utiles dans les unités de maternité pour repérer les nouveau-nés à terme « petit ou gros pour l'âge gestationnel » nécessitant une surveillance particulière. Elles ne permettent cependant pas le suivi de la croissance post-natale. Les courbes prescriptives de mensurations de naissance Intergrowth sont séduisantes mais non validées en population française. De plus, elles sous-estiment le nombre de nouveau-nés à terme PAG et surestiment le nombre de

nouveau-nés GAG. Elles détectent le risque accru de morbidités néonatale et périnatale, mais avec des seuils de percentiles plus élevés pour les PAG et plus bas pour les GAG.

**AU TOTAL :**

**Il est recommandé d'utiliser les courbes actualisées de Fenton pour l'évaluation des mensurations à la naissance et pour la surveillance de la croissance chez le nouveau-né prématuré. (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée)**

**Il est recommandé d'utiliser les courbes actualisées de Fenton pour l'évaluation des mensurations du nouveau-né à terme pour permettre une continuité entre les professionnels exerçant en néonatalogie et en maternité. (Avis d'expert)**

Les paramètres LMS (méthode Lambda-Mu-Sigma) sont publiés avec possibilité d'importation dans des logiciels informatiques de prescription et/ou des dossiers patients avec calcul exact du Z-score ou du percentile (tableaux calculateurs disponibles sur le site de la SFN, <https://www.societe-francaise-neonatalogie.com>).

**Pour les professionnels exerçant auprès de nouveau-né à terme, l'utilisation des courbes Audipog (courbe de mensurations de naissance) peut être une alternative envisageable. (Avis d'expert).**

**10. Synthèse :**

Nous avons à notre disposition plusieurs études françaises comparant les performances attendues des courbes qui rapportent des résultats concordants.

Les performances de la courbe d'EPF du CFEF 2014<sup>14</sup> sont globalement satisfaisantes pour le dépistage des PAG et des GAG à mauvaise issue néonatale au troisième trimestre de la grossesse. Cependant, les courbes de biométries élémentaires (PC, PA, et LF) du

CFEF/Salomon 2006<sup>12</sup> actuellement utilisées ont été construites à partir d'une autre cohorte de femmes sélectionnées et présentent de faibles proportions de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes du PC et du PA avec de possibles sous diagnostics de microcéphalies et de PAG attendus.

Le référentiel Intergrowth présente les moins bonnes performances pour le dépistage des PAG à mauvaises issues néonatales avec des proportions trop faibles de PAG et excessives de GAG observés aux percentiles extrêmes. Utilisé en France, il est attendu avec ce référentiel un sous-diagnostic des PAG exposant au risque de MFIU et un sur-diagnostic de GAG exposant à un risque de iatrogénie.

Le référentiel prescriptif OMS montre de bonnes performances pour le dépistage des PAG et GAG à mauvaises issues néonatales avec des proportions adéquates de fœtus dépistés aux percentiles extrêmes en population française. Il présente également comme avantages de disposer de courbes d'EPF par sexe et de biométries obtenues à partir d'une même cohorte prospective de femmes dépistées par des échographistes qualifiés qui ont mesuré les paramètres biométriques suivant les standards internationaux.

#### **Tableau 4 : Synthèse des recommandations**

Le petit poids pour l'âge gestationnel ou PAG en période anténatale est défini par un PA et/ou une EPF inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile.

Le Retard de Croissance in Utero ou RCIU est défini en période anténatale par une EPF et/ou à un PA inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile lorsqu'il est associé à des anomalies Doppler et/ou à un ralentissement de la croissance fœtale, ou à un PA et/ou une EPF inférieurs au 3<sup>ème</sup> percentile

Le Gros pour l'Age Gestationnel ou GAG est défini en période anténatale par un PA et/ou une EPF supérieurs au 90<sup>ème</sup> percentile.

Le 10<sup>ème</sup> percentile est le seuil habituellement utilisé dans la littérature pour définir le PAG en raison de son association à la morbidité et mortalité périnatales. Il paraît également raisonnable de garder le 90<sup>ème</sup> percentile pour définir le GAG.

Le choix d'une courbe de biométrie et d'EPF repose sur ses performances pour le dépistage des PAG et des GAG, sa validité interne et externe, sa bonne adéquation à la population, la disponibilité d'un kit complet issue d'une même population, une courbe d'EPF par sexe, et sa facilité d'utilisation.

- 1. Il est recommandé, avant d'implanter une nouvelle courbe de croissance en France de s'assurer que les proportions observées de PAG et de GAG dépistés aux seuils de la courbe soient en adéquation avec la distribution attendue des mesures dans la population, notamment aux percentiles extrêmes (3<sup>ème</sup>, 10<sup>ème</sup>, 90<sup>ème</sup>, 97<sup>ème</sup> percentiles). (Avis d'Expert)**
- 2. Il est recommandé d'évaluer les performances de cette courbe dans le dépistage des PAG et des GAG à mauvais résultats néonataux (Avis d'Expert).**
- 3. Il est recommandé d'utiliser la courbe d'EPF de l'OMS\* car ce référentiel rapporte une proportion de fœtus dépistés PAG et GAG adaptée à la population française et de bonnes performances d'identification des fœtus à risque (Recommandation forte ; Qualité de preuve basse).**
- 4. Il est recommandé d'utiliser les courbes de biométrie élémentaire de l'OMS\* car ce référentiel rapporte une proportion de fœtus dépistés adéquate à la population française (Recommandation forte ; Qualité de preuve basse).**

5. **Il est recommandé de ne pas utiliser les courbes d'EPF Intergrowth (IG1 ou IG2) et EPOPé en raison du risque de sous-diagnostic des PAG et du sur-diagnostic des GAG dans la population française (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**
6. **Il est recommandé de ne pas utiliser le référentiel des courbes de biométries élémentaires Intergrowth en raison de mauvaises proportions attendues de fœtus dépistés pour les percentiles extrêmes pour le PA (risque de sous diagnostic de PAG et sur diagnostic de GAG) et pour le fémur dans la population française. (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**
7. **Il est recommandé de ne pas utiliser la courbe d'EPF du CFEF 2014, en raison de l'inflexion de la courbe après 35 SA et de l'absence de valeurs fournies après 38 SA (Recommandation faible ; Qualité de preuve basse).**
8. **Il est recommandé de ne pas utiliser les courbes de biométries élémentaires (PC, PA, LF) de CFEF/Salomon 2006 en raison d'un risque de sous-diagnostic de microcéphalies pour le PC et d'un risque de sous-diagnostic de fœtus PAG pour le PA (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**
9. **Il est recommandé d'utiliser le référentiel de LCC choisi pour construire le référentiel de courbe à implanter en France. Pour le référentiel OMS, il s'agit de la courbe de LCC de Robinson. (Avis d'expert).**
10. **Il n'y a pas de données évaluant les bénéfices cliniques d'une démarche qualité, notamment quantitative, sur les objectifs attendus du dépistage des anomalies de la croissance. Si l'évaluation des pratiques professionnelles (EPP) sur les techniques de mesures des paramètres échographiques (évaluation qualitative) reste encouragée**

**(Avis d'expert), il est recommandé de ne pas utiliser l'évaluation quantitative, par z score en routine (Avis d'expert).**

**11. Il est recommandé de ne pas utiliser la courbe d'EPF individualisée en dépistage car il n'est pas démontré que leur utilisation diminue la morbi-mortalité périnatale (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**12. Il est recommandé, d'utiliser les courbes d'EPF par sexe, bien que son bénéfice en termes de morbi-mortalité ne soit pas démontré car elles permettent de mieux identifier les PAG chez les fœtus masculins, de réduire les faux positifs de PAG chez les fœtus féminins et ainsi de permettre un meilleur dépistage du faible poids indépendamment du sexe foetal (Recommandation faible ; Qualité de preuve basse).**

**13. Il est recommandé de ne pas utiliser des courbes intra-utérines pour l'évaluation à la naissance des mensurations du nouveau-né à terme ou prématuré (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**14. Il est recommandé d'utiliser les courbes actualisées de Fenton\*\* pour l'évaluation des mensurations à la naissance et pour la surveillance de la croissance chez le nouveau-né prématuré (Recommandation forte ; Qualité de preuve modérée).**

**15. Il est recommandé d'utiliser les courbes actualisées de Fenton pour l'évaluation des mensurations de naissance du nouveau-né à terme pour permettre une continuité entre les professionnels exerçant en néonatalogie et en maternité (Avis d'expert).**

**16. Pour les professionnels de santé n'exerçant qu'auprès de nouveau-né à terme, l'utilisation de courbes de mensurations de naissance Audipog peut être une alternative envisageable (Avis d'expert).**

**\* Il existe un calculateur sur le site « Fetal Growth Calculator » donnant le percentile exact et le point sur la courbe pour toutes les biométries élémentaires de l’OMS ainsi que pour l’EPF (Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide.**

**\*\* Les courbes de mensurations de naissance et post-natales sont accessibles sur le site de la SFN**

*(<https://www.societe-francaise-neonatalogie.com>)*

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d’intérêts

Comité de pilotage :

E. Verspyck, président (Gynécologue-obstétricien, CHU Rouen), C. Vayssière, coordinateur (Gynécologue-obstétricien, CHU Toulouse, CERPOP et UMR 1295), M.V. Senat, co-coordinatrice (Gynécologue-obstétricien, CHU Bicêtre), D. Subtil (Gynécologue-obstétricien, CHU Lille),

Groupe d'experts :

Anne Ego (Epidémiologiste, CNRS, Département de Santé Publique, Grenoble Alpes, Grenoble), Geraldine Gascoin (Néonatalogue, CHU Toulouse), Isabelle Guellec (Néonatalogue, CHU Nice), Isabelle Monier (Sage-femme, CRESS, Equipe de recherche en Epidémiologie Obstétricale, Périnatale et Pédiatrique (EPOPé), INSERM, INRA, Université de Paris), Laure Simon (Néonatalogue, CHU Nantes), Jennifer Zeitlin (Epidémiologiste, CRESS, Equipe de recherche en Epidémiologie Obstétricale, Périnatale et Pédiatrique (EPOPé), INSERM, INRA, Université de Paris)

Groupe de lecteurs :

Gynécologues-Obstétriciens :

Nicolas Sananes (CHU Strasbourg), Veronique Houfflin (CHU Lille), Denis Gallot (CHU Clermont Ferrand), Florent Fuchs (CHU Montpellier), Thibaut Quibel (CHI Poissy-St-Germain), Chloe Arthuis (CHU Nantes), Gilles Grangé (CHU Cochin-Port-Royal), Claude D'Ercole (CHU Marseille), Olivier Thiebeaugeorges (libéral, Maternité Sarrus, Toulouse), Jean-Pierre Bernard (libéral, cabinet Odéon, Paris), Guillaume Ducarme (CH La Roche sur Yon), Richard Kutnahorsky (libéral Clinique du Parc, Colmar), François Goffinet (CHU Cochin-Port-Royal, Paris), Olivier Morel (Hôpital Grace de Monaco, Monaco), Guillaume Benoist (libéral Hôpital Grace de Monaco, Monaco), Emmanuel Simon (CHU Dijon), Michel Dreyfus (CHU Caen).

Néonatalogues :

JC Picaud (CHU Lyon), Cyril Flamant (CHU Nantes), Jean-Christophe Roze (CHU Nantes), Olivier Claris (CHU Lyon), Alexandre Lapillonne (Hôpital Necker-Enfants Malades, Paris), Emmanuelle Motte-Signoret (CHI Poissy), Barthelemy Tosello (CHU Marseille), Claire Koenig-Zores (CHU Strasbourg),

Epidémiologistes :

Catherine Arnaud (CHU Toulouse), Barbara Heude (Paris)

## Références

1. Fetal Growth Restriction: ACOG Practice Bulletin Summary, Number 227. *Obstet Gynecol.* 2021;137(2):385-387.
2. American Congress of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice bulletin no. 134: fetal growth restriction. *Obstet Gynecol.* 2013;121(5):1122-1133.
3. Royal College of Obstetricians and Gynecologists. The investigation and management of the small-for-gestational-age fetus. Green-top guideline no. 31. 2013. 2nd ed. Available at: [https://www.rcog.org.uk/globalassets/documents/guidelines/gtg\\_31.pdf](https://www.rcog.org.uk/globalassets/documents/guidelines/gtg_31.pdf). 2013. Last accessed January 12, 2021.
4. Flenady V, Koopmans L, Middleton P, et al. Major risk factors for stillbirth in high-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2011;377(9774):1331-1340.
5. Flenady V, Wojcieszek AM, Middleton P, et al. Stillbirths: recall to action in high-income countries. *Lancet.* 2016.
6. Lindqvist PG, Molin J. Does antenatal identification of small-for-gestational age fetuses significantly improve their outcome? *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;25(3):258-264.
7. Stacey T, Thompson JM, Mitchell EA, Zuccollo JM, Ekeroma AJ, McCowan LM. Antenatal care, identification of suboptimal fetal growth and risk of late stillbirth: Findings from the Auckland Stillbirth Study. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2012;52(3):242-247.
8. Gardosi J, Madurasinghe V, Williams M, Malik A, Francis A. Maternal and fetal risk factors for stillbirth: population based study. *BMJ.* 2013;346:f108.
9. Ego A, Monier I, Skaare K, Zeitlin J. Antenatal detection of fetal growth restriction and risk of stillbirth: population-based case-control study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;55(5):613-620.
10. French College of Gynecologists Obstetricians. [Intra-uterine growth retardation: guidelines for clinical practice--Short text]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2013;42(8):1018-1025.
11. Vayssiere C, Sentilhes L, Ego A, et al. Fetal growth restriction and intra-uterine growth restriction: guidelines for clinical practice from the French College of Gynaecologists and Obstetricians. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2015;193:10-18.
12. Salomon LJ, Duyme M, Crequat J, et al. French fetal biometry: reference equations and comparison with other charts. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;28(2):193-198.
13. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ, Deter RL, Park SK. Sonographic estimation of fetal weight. The value of femur length in addition to head and abdomen measurements. *Radiology.* 1984;150(2):535-540.
14. Massoud M, Duyme M, Fontanges M, French College of Fetal S, Combourieu D. [Chart for estimation of fetal weight 2014 by the French College of Fetal Sonography (CFEF)]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2016;45(1):80-85.

15. Monier I, Blondel B, Ego A, Kaminski M, Goffinet F, Zeitlin J. Poor effectiveness of antenatal detection of fetal growth restriction and consequences for obstetric management and neonatal outcomes: a French national study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynaecology* 2015;122:518–527.
16. Chamagne M, Beffara F, Patte C, Vigouroux C, Renevier B. [Management of fetal growth restriction in France: Survey of teaching hospitals and tertiary referral centers]. *Gynecol Obstet Fertil Senol.* 2021;49(10):756-762.
17. Ego A, Prunet C, Lebreton E, et al. [Customized and non-customized French intrauterine growth curves. I - Methodology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2016;45(2):155-164.
18. Stirnemann J, Villar J, Salomon LJ, et al. International estimated fetal weight standards of the INTERGROWTH-21st Project. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(4):478-486.
19. Stirnemann J, Salomon LJ, Papageorghiou AT. INTERGROWTH-21(st) standards for Hadlock's estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56(6):946-948.
20. Salomon LJ, Alfirevic Z, Da Silva Costa F, et al. ISUOG Practice Guidelines: ultrasound assessment of fetal biometry and growth. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;53(6):715-723.
21. Visser GHA, Nicholson WK, Barnea ER, Ramasauskaite D, Nassar AH, Figo Safe Motherhood NHC. FIGO position paper on reference charts for fetal growth and size at birth: Which one to use? *Int J Gynaecol Obstet.* 2021;152(2):148-151.
22. Melamed N, Baschat A, Yinon Y, et al. FIGO (international Federation of Gynecology and obstetrics) initiative on fetal growth: best practice advice for screening, diagnosis, and management of fetal growth restriction. *Int J Gynaecol Obstet.* 2021;152 Suppl 1:3-57.
23. Society for Maternal-Fetal Medicine. Martins, J. G., Biggio, J. R., Abuhamad, A., Society for Maternal-Fetal Medicine Consult Series #52: Diagnosis and management of fetal growth restriction: (Replaces Clinical Guideline Number 3, April 2012). *Am J Obstet Gynecol.* 2020;223(4):B2-B17.
24. College Francais d'echographie Foetale C. [Report from the CFEF seminar on fetal biometry (June 2017)]. *Gynecol Obstet Fertil Senol.* 2017;45(10):545-551.
25. Collège Français d'Echographie Foetale. Recommandations pour la pratique échographique. Utilisation des mesures échographiques pour le dépistage et le diagnostic des anomalies de la croissance foetale. Janvier 2022. Available at: [www.cfef.org/article-archive.php?ref=18](http://www.cfef.org/article-archive.php?ref=18).
26. Gordijn SJ, Beune IM, Thilaganathan B, et al. Consensus definition of fetal growth restriction: a Delphi procedure. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2016;48(3):333-339.
27. Ananth CV, Brandt JS, Vintzileos AM. Standard vs population reference curves in obstetrics: which one should we use? *Am J Obstet Gynecol.* 2019;220(4):293-296.
28. Gardosi J, Francis A, Turner S, Williams M. Customized growth charts: rationale, validation and clinical benefits. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(2S):S609-S618.

29. Kiserud T, Piaggio G, Carroli G, et al. The World Health Organization Fetal Growth Charts: A Multinational Longitudinal Study of Ultrasound Biometric Measurements and Estimated Fetal Weight. *PLoS Med.* 2017;14(1):e1002220.
30. Buck Louis GM, Grewal J, Albert PS, et al. Racial/ethnic standards for fetal growth: the NICHD Fetal Growth Studies. *Am J Obstet Gynecol.* 2015;213(4):449 e441-449 e441.
31. Nicolaides KH, Wright D, Syngelaki A, Wright A, Akolekar R. Fetal Medicine Foundation fetal and neonatal population weight charts. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2018;52(1):44-51.
32. Marsal K, Persson PH, Larsen T, Lilja H, Selbing A, Sultan B. Intrauterine growth curves based on ultrasonically estimated foetal weights. *Acta Paediatr.* 1996;85(7):843-848.
33. Salomon LJ, Bernard JP, Ville Y. Estimation of fetal weight: reference range at 20-36 weeks' gestation and comparison with actual birth-weight reference range. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2007;29(5):550-555.
34. Mikolajczyk RT, Zhang J, Betran AP, et al. A global reference for fetal-weight and birthweight percentiles. *Lancet.* 2011;377(9780):1855-1861.
35. Papageorgiou AT, Ohuma EO, Altman DG, et al. International standards for fetal growth based on serial ultrasound measurements: the Fetal Growth Longitudinal Study of the INTERGROWTH-21st Project. *Lancet.* 2014;384(9946):869-879.
36. Monier I, Ego A, Benachi A, Ancel PY, Goffinet F, Zeitlin J. Comparison of the Hadlock and INTERGROWTH formulas for calculating estimated fetal weight in a preterm population in France. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;219(5):476 e471-476 e412.
37. Kiserud T, Benachi A, Hecher K, et al. The World Health Organization fetal growth charts: concept, findings, interpretation, and application. *Am J Obstet Gynecol.* 2018;218(2S):S619-S629.
38. Monier I, Ego A, Benachi A, et al. Comparison of the performance of estimated fetal weight charts for the detection of small- and large-for-gestational age newborns with adverse outcomes: a French population-based study. *BJOG.* 2021.
39. Hocquette A, Durox M, Wood R, et al. International versus national growth charts for identifying small and large-for-gestational age newborns: A population-based study in 15 European countries. *Lancet Reg Health Eur.* 2021;8:100167.
40. Murray E, Fernandes M, Fazel M, Kennedy SH, Villar J, Stein A. Differential effect of intrauterine growth restriction on childhood neurodevelopment: a systematic review. *BJOG.* 2015;122(8):1062-1072.
41. Pels A, Beune IM, van Wassenaer-Leemhuis AG, Limpens J, Ganzevoort W. Early-onset fetal growth restriction: A systematic review on mortality and morbidity. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2020;99(2):153-166.
42. 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):517 e511-516.
43. Melamed N, Meizner I, Mashiach R, Wiznitzer A, Glezerman M, Yogev Y. Fetal sex and intrauterine growth patterns. *J Ultrasound Med.* 2013;32(1):35-43.
44. Lampl M, Gotsch F, Kusanovic JP, et al. Sex differences in fetal growth responses to maternal height and weight. *Am J Hum Biol.* 2010;22(4):431-443.

45. Galjaard S, Ameye L, Lees CC, et al. Sex differences in fetal growth and immediate birth outcomes in a low-risk Caucasian population. *Biol Sex Differ*. 2019;10(1):48.
46. Heude B, Le Guern M, Forhan A, et al. Are selection criteria for healthy pregnancies responsible for the gap between fetal growth in the French national Elfe birth cohort and the Intergrowth-21st fetal growth standards? *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2019;33(1):47-56.
47. Hocquette A, Zeitlin J, Heude B, Ego A, Charles MA, Monier I. World Health Organization fetal growth charts applied in a French birth cohort. *Journal of gynecology obstetrics and human reproduction*. 2022;51(3):102308.
48. Stirnemann JJ, Fries N, Bessis R, Fontanges M, Mangione R, Salomon LJ. Implementing the INTERGROWTH-21(st) fetal growth standards in France: a 'flash study' of the College Francais d'Echographie Foetale (CFEF). *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2017;49(4):487-492.
49. Fries N, Dhombres F, Massoud M, et al. The impact of optimal dating on the assessment of fetal growth. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2021;21(1):167.
50. Zeitlin J, Vayssiere C, Ego A, Goffinet F. More validation is needed before widespread adoption of INTERGROWTH-21(st) fetal growth reference standards in France. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2017;49(4):547-548.
51. Sovio U, Smith GCS. Comparison of estimated fetal weight percentiles near term for predicting extremes of birthweight percentile. *Am J Obstet Gynecol*. 2021;224(3):292 e291-292 e219.
52. Melamed N, Hiersch L, Aviram A, Mei-Dan E, Keating S, Kingdom JC. Diagnostic accuracy of fetal growth charts for placenta-related fetal growth restriction. *Placenta*. 2021;105:70-77.
53. Hiersch L, Lipworth H, Kingdom J, Barrett J, Melamed N. Identification of the optimal growth chart and threshold for the prediction of antepartum stillbirth. *Arch Gynecol Obstet*. 2021;303(2):381-390.
54. Yovo E, Accrombessi M, Agbota G, et al. Assessing fetal growth in Africa: Application of the international WHO and INTERGROWTH-21st standards in a Beninese pregnancy cohort. *PLoS One*. 2022;17(1):e0262760.
55. Liauw J, Mayer C, Albert A, Fernandez A, Hutcheon JA. Which chart and which cut-point: deciding on the INTERGROWTH, World Health Organization, or Hadlock fetal growth chart. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2022;22(1):25.
56. McCowan LM, Figueras F, Anderson NH. Evidence-based national guidelines for the management of suspected fetal growth restriction: comparison, consensus, and controversy. *Am J Obstet Gynecol*. 2018;218(2S):S855-S868.
57. Napolitano R, Dhama J, Ohuma EO, et al. Pregnancy dating by fetal crown-rump length: a systematic review of charts. *BJOG*. 2014;121(5):556-565.
58. Robinson HP, Fleming JE. A critical evaluation of sonar "crown-rump length" measurements. *Br J Obstet Gynaecol*. 1975;82(9):702-710.
59. McLennan AC, Schluter PJ. Construction of modern Australian first trimester ultrasound dating and growth charts. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2008;52(5):471-479.
60. Sahota DS, Leung TY, Leung TN, Chan OK, Lau TK. Fetal crown-rump length and estimation of gestational age in an ethnic Chinese population. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33(2):157-160.
61. Verburg BO, Steegers EA, De Ridder M, et al. New charts for ultrasound dating of pregnancy and assessment of fetal growth: longitudinal data from a

- population-based cohort study. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2008;31(4):388-396.
62. Papageorghiou AT, Kennedy SH, Salomon LJ, et al. International standards for early fetal size and pregnancy dating based on ultrasound measurement of crown-rump length in the first trimester of pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014;44(6):641-648.
  63. Dommergues M, Bessis R, Henrion R, Cntedp. [Report of the French Comite national technique de l'echographie de depistage prenatal (prenatal ultrasound): what are the practical consequences?]. *Gynecol Obstet Fertil.* 2006;34(11):1090-1095.
  64. Salomon LJ, Bernard JP, Duyme M, Doris B, Mas N, Ville Y. Feasibility and reproducibility of an image-scoring method for quality control of fetal biometry in the second trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2006;27(1):34-40.
  65. Yaqub M, Kelly B, Stobart H, Napolitano R, Noble JA, Papageorghiou AT. Quality-improvement program for ultrasound-based fetal anatomy screening using large-scale clinical audit. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2019;54(2):239-245.
  66. Gardosi J, Mongelli M, Wilcox M, Chang A. An adjustable fetal weight standard. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1995;6(3):168-174.
  67. Hutcheon JA, Zhang X, Cnattingius S, Kramer MS, Platt RW. Customised birthweight percentiles: does adjusting for maternal characteristics matter? *BJOG.* 2008;115(11):1397-1404.
  68. Anderson NH, Sadler LC, Stewart AW, McCowan LM. Maternal and pathological pregnancy characteristics in customised birthweight centiles and identification of at-risk small-for-gestational-age infants: a retrospective cohort study. *BJOG.* 2012;119(7):848-856.
  69. Monier I, Ego A, Benachi A, et al. Unisex vs sex-specific estimated fetal weight charts for fetal growth monitoring: a population-based study. *Am J Obstet Gynecol MFM.* 2022;4(1):100527.
  70. Zhang X, Platt RW, Cnattingius S, Joseph KS, Kramer MS. The use of customised versus population-based birthweight standards in predicting perinatal mortality. *BJOG.* 2007;114(4):474-477.
  71. Gardosi J, Francis A. Adverse pregnancy outcome and association with small for gestational age birthweight by customized and population-based percentiles. *Am J Obstet Gynecol.* 2009;201(1):28 e21-28.
  72. Ego A, Subtil D, Grange G, et al. Customized versus population-based birth weight standards for identifying growth restricted infants: a French multicenter study. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194(4):1042-1049.
  73. Figueras F, Figueras J, Meler E, et al. Customised birthweight standards accurately predict perinatal morbidity. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2007;92(4):F277-280.
  74. Odibo AO, Nwabuobi C, Odibo L, Leavitt K, Obican S, Tuuli MG. Customized fetal growth standard compared with the INTERGROWTH-21st century standard at predicting small-for-gestational-age neonates. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2018;97(11):1381-1387.
  75. Cha HH, Kim JY, Choi SJ, Oh SY, Roh CR, Kim JH. Can a customized standard for large for gestational age identify women at risk of operative delivery and shoulder dystocia? *J Perinat Med.* 2012;40(5):483-488.

76. Costantine MM, Mele L, Landon MB, et al. Customized versus population approach for evaluation of fetal overgrowth. *Am J Perinatol*. 2013;30(7):565-572.
77. Gonzalez Gonzalez NL, Plasencia W, Gonzalez Davila E, et al. The effect of customized growth charts on the identification of large for gestational age newborns. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2013;26(1):62-65.
78. Gonzalez-Gonzalez NL, Gonzalez-Davila E, Cabrera F, et al. Application of customized birth weight curves in the assessment of perinatal outcomes in infants of diabetic mothers. *Fetal Diagn Ther*. 2015;37(2):117-122.
79. Larkin JC, Speer PD, Simhan HN. A customized standard of large size for gestational age to predict intrapartum morbidity. *Am J Obstet Gynecol*. 2011;204(6):499 e491-410.
80. Sjaarda LA, Albert PS, Mumford SL, Hinkle SN, Mendola P, Laughon SK. Customized large-for-gestational-age birthweight at term and the association with adverse perinatal outcomes. *Am J Obstet Gynecol*. 2014;210(1):63 e61-63 e11.
81. The New Zealand Maternal Fetal Medicine Network. Guideline for the management of suspected small for gestational age singleton pregnancies after 34 weeks gestation. September 2013. Available at : [http://www.asum.com.au/newsite/Files/Documents/Resources/NZMFM%20GA%20Guideline\\_September%202013.pdf](http://www.asum.com.au/newsite/Files/Documents/Resources/NZMFM%20GA%20Guideline_September%202013.pdf) [last accessed March 2015].
82. Fetal growth restriction, recognition, diagnosis management. Clinical practice guideline no. 28. Version 1.1. Institute of Obstetricians and Gynecologists Royal College of Physicians of Ireland. 2017. .
83. Ament A, Hasman A. Optimal test strategy in the case of two tests and one disease. *Int J Biomed Comput*. 1993;33(3-4):179-197.
84. Fenton TR, Anderson D, Groh-Wargo S, Hoyos A, Ehrenkranz RA, Senterre T. An Attempt to Standardize the Calculation of Growth Velocity of Preterm Infants-Evaluation of Practical Bedside Methods. *J Pediatr*. 2018;196:77-83.
85. Simon L, Hanf M, Frondas-Chauty A, et al. Neonatal growth velocity of preterm infants: The weight Z-score change versus Patel exponential model. *PLoS One*. 2019;14(6):e0218746.
86. Sicard M, Nusinovici S, Hanf M, et al. Fetal and Postnatal Head Circumference Growth: Synergetic Factors for Neurodevelopmental Outcome at 2 Years of Age for Preterm Infants. *Neonatology*. 2017;112(2):122-129.
87. Guellec I, Lapillonne A, Renolleau S, et al. Neurologic outcomes at school age in very preterm infants born with severe or mild growth restriction. *Pediatrics*. 2011;127(4):e883-891.
88. Mamelle N, Munoz F, Grandjean H. [Fetal growth from the AUDIPOG study. I. Establishment of reference curves]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 1996;25(1):61-70.
89. Fenton TR, Kim JH. A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatr*. 2013;13:59.
90. Villar J, Cheikh Ismail L, Victora CG, 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):857-868.
91. Villar J, Giuliani F, Fenton TR, et al. INTERGROWTH-21st very preterm size at birth reference charts. *Lancet*. 2016;387(10021):844-845.

92. Dietitians of Canada Cps, The college of family physicians of Canada, Community health nurses of Canada. Promoting optimal monitoring of child growth in Canada: Using the new WHO growth charts. 2010. Available at: <https://www.cpsca/uploads/tools/growth-charts-statement-FULL.pdf>.
93. Turck D, Michaelsen KF, Shamir R, et al. World Health Organization 2006 child growth standards and 2007 growth reference charts: A discussion paper by the committee on Nutrition of the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2013;57(2):258-264.