

Compte-rendu du groupe de travail « Biométrie fœtale en France »  
Collège Français d'Échographie Foetale  
Paris- 15 Juin 2017

Cette journée de travail a été organisée à l'initiative du comité scientifique du Collège Français d'Échographie Fœtale, afin de faire le point sur l'état du dépistage des anomalies de croissance fœtale et les moyens d'améliorer ce dépistage, en particulier en ayant une réflexion sur les outils échographiques utilisés pour ce dépistage. En pratique, un état des lieux a été accompli, une revue des nouveaux outils applicables en France a été réalisée et des pistes d'évolutions et d'améliorations ont été proposées.

Participants par ordre alphabétique :

- *Elisabeth Bensaid (CFEF)*
- *Roger Bessis (CNEOF)*
- *Olivier Castaing (CFEF)*
- *Danièle Combourieu (CFEF)*
- *Ferdinand Dhombres (GO et échographiste, AP-HP, CFEF)*
- *Catherine Egoroff (CFEF)*
- *Nicolas Fries (CFEF)*
- *Georges Haddad (CFEF)*
- *Marie-Pascale Le Gac (CFEF)*
- *Jean-Marc Levaillant (CNGOF)*
- *Raphaele Mangione (CFEF)*
- *Mona Massoud (GO et échographiste, CHU Lyon, CFEF)*
- *Olivier Picone (GO et échographiste, AP-HP, CFEF)*
- *Laurent Salomon (GO et échographiste, AP-HP, CFEF)*
- *Julien Stirnemann (GO et échographiste, AP-HP)*
- *Jose Villar (Université d'Oxford)*
- *Jennifer Zeitlin (Dir. Recherche INSERM)*

## Etat des lieux :

Le dépistage et la prise en charge des fœtus petits pour l'âge gestationnel (PAG) et en retard de croissance intra-utérin (RCIU) sont des objectifs majeurs de l'échographie obstétricale et plus généralement du suivi de la grossesse.

Le retard de croissance intra-utérin a fait l'objet de recommandations pour la pratique clinique du CNGOF en 2015<sup>1</sup>. Ces RPC précisent les modalités de dépistage et de prise en charge des fœtus PAG et RCIU.

Globalement, les performances du dépistage du RCIU en France demeurent faibles. En effet, à peine plus de 20% des fœtus PAG sont diagnostiqués en anténatal et environ la moitié des suspicions de PAG le sont effectivement<sup>2</sup>. Ceci illustre globalement que trop peu de fœtus sont étiquetés PAG en anténatal.

Plusieurs éléments peuvent d'emblée être identifiés comme des facteurs limitants les performances du dépistage échographique anténatal :

- En routine, la dernière échographie est réalisée entre 30SA et 33SA+6j. Il existe donc un intervalle libre entre cette dernière échographie et la naissance au cours duquel la croissance évolue, possiblement de façon insuffisante et sans surveillance échographique.
- La dynamique de la croissance fœtale est méconnue et non prise en compte dans l'estimation et le centile du poids attendu à la naissance.
- Les biométries réalisées, tout comme l'estimation de poids fœtal (EPF) calculée à partir des biométries sont des mesures soumises à une erreur aléatoire.
- L'estimation de poids fœtal n'est pas toujours réalisée, en particulier dans l'enquête périnatale<sup>2</sup> qui a évalué les performances du dépistage. Ainsi, le praticien en charge de la grossesse peut être à tort rassuré par des biométries normales, alors que l'EPF si elle avait été calculée, aurait été anormale.
- Il n'existe pas de continuum entre les courbes de références utilisées en prénatal et en post-natal, qui sont issues d'études différentes sur des populations différentes. Ainsi, même en admettant que tous les outils de mesures soient parfaits, un fœtus estimé exactement au 10<sup>ème</sup> percentile juste avant la naissance n'est pas forcément considéré au 10<sup>ème</sup> percentile juste après la naissance.
- La définition d'un nouveau-né inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile n'est pas consensuelle. Il existe en effet des courbes multiples utilisées par les pédiatres et les néonatalogistes. La définition du 10<sup>ème</sup> percentile est variable de 200 (à 28 SA) à près de 800 grammes (à terme) d'écart selon la référence utilisée<sup>3</sup> ! A titre d'exemple, la banque de données Audipog, communément utilisée par les pédiatres de maternité, contient des dossiers obstétricaux de 211 337 enfants de 1999 à 2006. Les grossesses ne sont pas datées échographiquement et peuvent être uniques ou multiples. Les seuls critères d'exclusion sont : enfants mort-nés (n = 1540), enfants porteurs d'une malformation congénitale (n = 2246) et enfants dont le sexe est non renseigné ou indéterminé (n = 1734)<sup>4</sup>.
- Un biais, en particulier vers la normalisation des mesures, peut exister en prénatal : une mesure très légèrement inférieure au seuil peut être répétée et parfois trouvée secondairement supérieure au seuil, lorsque le praticien juge subjectivement qu'il n'y a pas lieu de considérer une grossesse comme pathologique (biais de classement)<sup>5</sup>

- Par ailleurs, du fait de la marge d'estimation, par définition 50% des foetus estimés au 10<sup>ème</sup> percentile sont strictement supérieur à ce seuil et 50% sont strictement inférieurs à ce seuil.
- Enfin, les performances du dépistage sont liées au choix des courbes utilisées mais plus encore aux seuils choisis et il faut bien sûr rappeler, que toute augmentation de sensibilité (moins de faux négatifs) se paye par une baisse de la spécificité (plus de faux positifs) et réciproquement.

A l'heure actuelle, la première étape pour le suivi de la croissance fœtale consiste à dater correctement la grossesse. Un consensus existe pour utiliser spécifiquement la mesure de la longueur crânio-caudale (LCC), lorsque celle-ci est comprise entre 45 et 84 mm, pour toutes les grossesses à l'exception des FIV, à la condition bien sûr que cette mesure soit effectuée selon des critères de qualité précis<sup>6-9</sup>.

La formule de Robinson<sup>10</sup> est habituellement utilisée pour convertir la mesure de LCC en âge gestationnel selon la formule  $AG \text{ (jours)} = 8.052 \times (CRL \times 1.037)^{1/2} + 23.73$ . Cette formule a été obtenue en 1975 à partir de 334 mesures réalisées par voie transabdominale chez des femmes pour qui l'âge gestationnel était estimé sur la base de la date de leurs dernières règles.

Les biométries réalisées ultérieurement pendant la grossesse doivent être prises selon des critères de qualité stricts<sup>11-13</sup> et sont, en France et selon les recommandations<sup>1</sup>, reportées sur les courbes descriptives (pour la définition de ce terme, voir plus loin) publiées par le CFEF. Les données utilisées pour réaliser ces courbes, ont été collectées initialement pour l'étude Biometry 2000<sup>14</sup>. Ces données ont été modélisées à nouveau en 2006 pour permettre le calcul de Z scores et de percentiles exacts<sup>15</sup>. Un peu plus de 30000 mesures réalisées par 16 opérateurs chez environ 10000 femmes ont été utilisées. Il faut noter que les critères de coupes échographiques étaient légèrement différents, en particulier pour la mesure du BIP/PC, que l'âge gestationnel de ces grossesses n'était pas établi échographiquement, une même femme pouvait participer plusieurs fois et les examens étaient majoritairement réalisés aux termes usuels de 22 et 32 SA. Les seuls critères d'exclusion étaient les grossesses multiples et d'âge gestationnel inconnu. Enfin, l'issue de ces grossesses n'était pas renseignée. Ces courbes font référence actuellement en France.

Ces biométries sont ensuite communément utilisées pour calculer une estimation du poids fœtal. Il faut insister sur le fait qu'il ne s'agit que d'une estimation au moment de l'échographie, et que toute erreur réalisée sur une mesure biométrique, impactera le calcul de l'EPF. La formule utilisée couramment en France pour calculer l'EPF est la formule d'Hadlock à 3 paramètres ( $\log EPF = 1.326 + 0.0107 PC + 0.0438 PA + 0.158 LF - 0.00326 PA \times LF$ )<sup>16</sup>. Cette formule a été établie en 1985 à partir de 109 femmes caucasiennes de classe moyenne, sans autre critère de sélection, et qui ont eu une échographie dans les 7 jours précédant l'accouchement. Il faut noter que sur ces 109 femmes, 13 (12%) ont accouché d'un enfant de moins de 1500 grammes. Il n'y a pas de réel consensus sur la référence à utiliser pour évaluer la normalité ou non de l'estimation de poids fœtal calculée. Le Collège Français d'Echographie Fœtale a publié récemment des courbes descriptives d'EPF à partir de plus de 30000 mesures réalisées en France en 2012 et 2013. La même formule d'Hadlock était utilisée pour calculer l'EPF (cf infra). Il existe d'autres normes françaises, plus anciennes<sup>17</sup> utilisant également cette formule. Une approche customisée pour évaluer l'EPF a

également été développée. Cette approche repose sur une modélisation de la croissance fœtale décrite en 1991 par Hadlock <sup>18</sup> qui est appliquée aux poids observés en population (cf infra) <sup>19</sup>. Enfin, certains utilisent la référence publiée par Hadlock lui-même <sup>18</sup>.

En pratique, un relatif consensus existe sur les outils à utiliser mais on peut remarquer que tous ces outils proviennent de populations et de travaux différents. Toutes les données utilisées pour la réalisation de ces outils ont été acquises avant 2000, sur des grossesses non datées par échographie, à l'exception de la récente publication du CFEF sur l'EPF. Enfin, dans tous les cas l'issue des grossesses utilisées dans les études est inconnue.

## Le point sur les outils existants :

Il existe plusieurs dizaines de publications proposant des courbes de référence ou des équations pour la datation de la grossesse, l'évaluation de la biométrie ou encore le calcul et l'évaluation de l'EPF<sup>20-22</sup>. En pratique, trois grandes approches peuvent être identifiées pour apprécier les biométries et la croissance fœtale. L'approche descriptive, l'approche customisée (ou ajustée) et l'approche prescriptive. En pratique et pour ces trois approches, il semble logique pour la population française de s'intéresser aux publications les plus récentes et se focalisant soit sur la population française, soit sur l'établissement de normes applicables internationalement.

### *Approche descriptive :*

L'approche descriptive est l'approche historiquement utilisée en prénatal. Elle consiste à établir une « référence » à partir d'une population non ou peu sélectionnée de fœtus. La distribution observée (après exclusion éventuelle de certains cas sur des critères prédéfinis) est considérée comme la référence. Dans cette référence, sont donc inclus certains cas sub-normaux voire pathologiques que ce soit pour des raisons fœtales (RCIU, malformation, issue de grossesse défavorable...) ou maternelles (pathologie associée, complication de la grossesse, tabagisme...). Ces références illustrent aussi en général la pratique de ceux qui participent au recueil de données, que cela soit à l'échelle d'un centre ou d'une institution, ou de plusieurs centres.

Les courbes du CFEF sont un exemple typique de courbes descriptives<sup>14,15,23</sup>. Avec cette approche, se pose la question de la généralisation de la référence. Est-elle applicable sur la seule population dont elle est issue ou peut-elle être appliquée à d'autres populations ? Se pose également la question de la réactualisation de cette référence ? Tous les ans, tous les 10 ans... ? Surtout, il faut noter que par définition, les 10% les plus petits de la distribution seront considérés inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile, les 10% les plus gros seront considérés supérieurs au 90<sup>ème</sup> percentile... Ainsi cette approche, si elle correctement appliquée, fixe qu'à tout moment et dans toute population, il y a 10% de fœtus inférieurs au 10<sup>ème</sup> percentile donc 10% de PAG et 10% supérieurs au 90<sup>ème</sup> percentile donc 10% de macrosomes. Cette approche ne décrit donc pas la croissance idéale d'un fœtus mais représente une « photographie » des biométries ou de la croissance fœtale dans une population donnée à un instant donné, effaçant les possibles déviations de la croissance tant à l'échelle individuelle qu'à l'échelle d'une population.

### *Approche ajustée :*

L'approche ajustée ou customisée vise à « personnaliser » la référence en tenant compte de critères maternels (taille, poids, parité, parfois ethnique) et fœtaux (sexe). Ainsi, la référence établie sur une population est adaptée à chaque patiente et même à chaque grossesse. Un exemple de cette approche customisée est détaillé plus loin. Cette approche a été développée pour le poids de naissance et l'estimation de poids fœtal mais n'existe pas, en France, pour les paramètres biométriques échographiques.

### *Approche prescriptive :*

L'approche prescriptive est relativement nouvelle en prénatal et a été recommandée en 1995 par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS/WHO) pour l'évaluation de la croissance pédiatrique<sup>24</sup>. Cette approche vise à établir un standard biométrique et de croissance chez les fœtus dans des conditions optimales de santé et d'environnement. La population utilisée pour établir ces standards est donc très sélectionnée, sur des critères géographiques de population (environnement, altitude, absence de pollution...) mais également sur des critères individuels (absence de comorbidité, état de santé, niveau socio-économique...). Un des questionnements de cette approche est la généralisation de ce standard pour toutes les populations. En effet, si l'on estime l'effet éventuel de l'ethnicité peu significatif et non estimable<sup>25</sup>, l'inadéquation entre la distribution dans une population et le standard traduit non pas l'inadéquation du standard mais une différence socio-économique, environnementale ou plus généralement d'état de Santé de la population testée.

### Courbes descriptives du CFEF et nouvelles courbes d'EPF :

Les courbes descriptives de biométrie du CFEF ont été publiées en 2000 et 2006. Pour mémoire, ces courbes ont été établies sur plus de 30000 mesures par 16 opérateurs et présentent certaines limites comme évoqué précédemment dans notre état des lieux (critères de qualité des coupes, détermination de l'âge gestationnel par des méthodes hétérogènes, issues méconnues...). Ces courbes font référence actuellement<sup>14,15</sup>.

Les courbes descriptives d'EPF du CFEF ont été conçues plus récemment pour compléter cette approche, dans le but d'harmoniser les pratiques en dépistage, de faciliter l'interprétation de la biométrie et de la croissance fœtale, de simplifier le dialogue avec les néonatalogistes, et de répondre à un manque identifié lors des recommandations pour la pratique clinique<sup>1</sup>. En effet, si dans ces recommandations l'usage de l'équation d'Hadlock trois paramètres était recommandé pour calculer l'EPF, il n'y avait pas de courbe de référence identifiée pour évaluer ensuite cette EPF.

Ces courbes ont été réalisées par le CFEF, à partir de mesures du PC, PA et Fémur recueillies dans plusieurs régions de France. L'âge gestationnel connu était un critère d'inclusion mais cette datation n'était pas nécessairement échographique. La qualité des pratiques des échographistes participant a été vérifiée préalablement à l'inclusion de leurs données par une analyse qualitative des clichés. Les biométries obtenues étaient en moyenne tout à fait comparables à celles recueillies pour les courbes du CFEF<sup>14,15</sup>. L'écart des valeurs moyennes à 22 et 32 SA était en effet inférieur à 1.5 mm pour le PC, le PA et le Fémur. Les EPF ont été calculées à partir de la formule d'Hadlock et ont permis d'établir des courbes descriptives en population française. Ces courbes sont graphiquement proches des autres existantes<sup>18,23,26,27</sup>. Comme toujours, cette approche descriptive inclut dans l'analyse des grossesses qui peuvent être pathologiques et les issues ne sont pas connues.

Il faut également noter que du fait de la modélisation, l'estimation de la courbe d'estimation de poids fœtal demeure imprécise aux termes précoces. Par ailleurs, Hadlock

incluait très peu de grossesses jeunes dans sa modélisation. De fait, il semble questionnable d'inclure l'EPF dans le compte rendu échographique du deuxième trimestre.

### Courbes ajustées françaises :

Les courbes ajustées permettent de « personnaliser » le référentiel de croissance à un certain nombre de caractéristiques socio-démographiques (Sexe fœtal, Taille, Poids, Parité et éventuellement ethnicité) dans le but d'améliorer l'identification des fœtus PAG. Cette approche ajustée pourrait permettre de réduire le taux de faux-positifs en sélectionnant, parmi les fœtus considérés « petits », ceux à haut risque de morbidité post-natale et en excluant par ailleurs les fœtus constitutionnellement petits. Ainsi, un nouveau-né de sexe féminin pesant 3000 grammes à 40SA serait considéré très inférieur au 10<sup>ème</sup> percentile s'il est l'enfant d'une européenne de 184 cm et 82 kg, mais complètement normal s'il est l'enfant d'une indienne de 148 cm et 50 kg.

Le principe méthodologique de l'ajustement des courbes françaises « EPOPé » est le suivant :

- Dans un premier temps la distribution des poids de naissance en France à terme est évaluée (données descriptives). Ces données sont prises en population et issues de l'enquête périnatale, sans autre critère de sélection que le fait que l'enfant soit né vivant, à terme, d'une grossesse unique sans anomalie congénitale, en France, au cours de la semaine qu'a duré l'enquête.

- L'impact respectif de la taille et du poids maternels, de la parité, et du sexe fœtal sur cette distribution est évalué. Ceci permet donc d'établir un poids prédit (50<sup>ème</sup> percentile) à terme, pour un fœtus d'un sexe déterminé, dont les caractéristiques maternelles sont connues.

- Ce poids « prédit » à terme est ensuite utilisé comme référence pour modéliser l'évolution du 50<sup>e</sup> percentile du poids plus tôt dans la grossesse. Cette modélisation repose sur une courbe de croissance du type décrit par Hadlock<sup>18</sup> et le 50<sup>ème</sup> percentile à tout terme est obtenu par proportionnalité à partir du poids prédit à terme.

- Les autres centiles d'intérêt sont calculés sur l'hypothèse d'une distribution normale avec coefficient de variation constant du poids fœtal à tous les termes.

Cette modélisation complète a été effectuée et récemment publiée sur les données françaises, offrant de nouvelles courbes ajustables adaptées à la population française<sup>19,28</sup>. Ainsi les courbes customisées permettent de rectifier 4% d'EPF pour les fœtus PAG : 2% de PAG sont corrigés en EPF > 10<sup>ème</sup> percentile après customisation et 2% de non PAG sont corrigés en EPF < 10<sup>ème</sup> percentile après customisation<sup>19</sup>. En plus de ces courbes ajustables anténatales, les courbes de croissances postnatales, modélisées elles en fonction des enfants nés (et non à partir du modèle de Hadlock) permettent donc une étude en continuité pré et postnatales même si les deux périodes sont modélisées à partir de données différentes.

### Approche prescriptive :

L'approche prescriptive a été recommandée en 1995 par l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'évaluation de la croissance pédiatrique <sup>24</sup>. Motivé par le constat d'une hétérogénéité dans les objectifs, méthodes et résultats des références de croissance existantes, l'OMS a fixé avec l'étude internationale MGRS («Multicentre Growth Reference Study»), les objectifs et critères de qualité pour l'établissement de courbes de croissance pédiatriques <sup>29-31</sup>. Le concept principal qui distingue ces références de toutes les autres est leur caractère prescriptif : il ne s'agit pas de décrire comment les enfants grandissent mais plutôt comment les enfants devraient grandir dans des conditions optimales. De cette différence fondamentale découle une réflexion indispensable sur l'origine et la sélection des données : les données de cohortes prospectives de l'étude MGRS de l'OMS, dans six pays en apparence très différents, ont montré que la croissance pédiatrique est remarquablement similaire dans des conditions optimales d'un pays à l'autre et que les données regroupées pouvaient servir de référence internationale. Aujourd'hui, plus de 130 pays dont la France, ont adopté ces courbes pédiatriques comme le souligne le comité de nutrition de la société Française de Pédiatrie en 2013 <sup>32-35</sup>, remettant dès lors en question toute utilisation de courbes spécifiques pour la France. Conceptuellement, il n'y a pas de raison de considérer la croissance fœtale et la construction de références prénatales de façon différente. Ainsi, toujours suivant les réflexions de l'OMS, l'échantillon à constituer pour construire une norme de croissance n'est pas un échantillon représentatif de toute une population dans un périmètre géographique donné comme la France ou une région de la France, mais plutôt une population (quelle que soit son origine géographique) dont les caractéristiques offrent un environnement optimal pour la croissance fœtale. En particulier, pour ce qui est de l'établissement de normes de croissance fœtale, une sélection stricte de l'échantillon est nécessaire sur de nombreux critères, dont : la méthode de datation, la standardisation et la qualité des mesures, l'environnement hygiénique, nutritionnel, économique et social des femmes, les co-morbidités comme les complications hypertensives, le diabète ou le tabagisme maternel, etc... <sup>13,21</sup>

#### *Approche prescriptive OMS :*

L'étude multicentrique longitudinale de l'OMS visait à établir des courbes prescriptives de biométrie et d'EPF <sup>36</sup>. L'étude a inclus 10 centres dans 10 pays. Les participantes étaient incluses au 1<sup>er</sup> trimestre et sélectionnées selon des critères individuels (âge ,BMI, absence de co-morbidité, absence d'antécédents particuliers ,de PMA...) et de population (niveau socio-économique, altitude...), afin de sélectionner une population à bas risque. La datation reposait sur la DDR et la LCC entre 8 et 12SA+6j. Les mesures échographiques, sur un seul type d'appareil, étaient réalisées 3 fois à chaque examen, et l'EPF calculée selon la formule d'Hadlock a 3 paramètres <sup>16</sup>. Les examens avaient lieu toutes les 4 semaines (+/-1 semaine) à 14, 18, 24, 28, 32, 36 et 40 SA. Par ailleurs, une enquête nutritive, sur une journée, était réalisée 3 fois dans la grossesse ainsi qu'un relevé anthropométrique ( poids, taille, périmètre bras, cuisse et mesure du pli cutané) .Le même relevé anthropométrique était réalisé sur les nouveaux-nés (poids, taille, périmètre abdominal ,bras, cuisse et pli cutané). Ces mesures n'étaient pas réalisées en aveugle, c'est à dire que le praticien avait accès à la mesure réalisée ainsi qu'au centile (ou à l'âge gestationnel correspondant) de la mesure dans un référentiel donné. Un contrôle de qualité des données et des images était organisé. Les données, issues de 1387 femmes et 7924 échographies ont été modélisées par régression quantile. La conclusion est que ces courbes



de croissances OMS peuvent être utilisées de manière internationale, du fait des similitudes entre centres, mais que toutefois des ajustements secondaires peuvent être nécessaires<sup>36</sup>.

#### *Approche prescriptive INTERGROWTH-21st :*

L'approche prescriptive INTERGROWTH répond au même cahier des charges de l'OMS sur les courbes prescriptives et repose sur une méthodologie publiée précédemment<sup>13</sup>, complétant ainsi les références pédiatriques fournies par l'OMS par une cohorte internationale de fœtus dont les caractéristiques ont été méticuleusement analysées. 8 régions du monde ont été sélectionnées et les critères de sélections étaient non seulement au niveau des centres (environnement socio-économique, statistiques de santé...) mais également sur des critères individuels concernant les femmes (âge, BMI, absence de comorbidité..). Au final, 4607 patientes ont été incluses dans l'étude longitudinale de croissance fœtale. Les mesures, reprises toutes les 5 semaines depuis le premier trimestre, étaient réalisées sur un type unique d'appareil, 3 fois, mais en aveugle (l'opérateur ne voit pas le résultat de la mesure ni l'AG correspondant). Un contrôle de qualité des données et des images était organisé. Les fœtus inclus ont été suivis en post natal jusqu'à l'âge de 2 ans pour s'assurer de leur développement normal. En comparant les indicateurs de croissance « fat-free », de façon remarquablement superposable à la littérature pédiatrique, les profils de croissance pour ces mensurations biométriques fœtales sont très similaires d'un pays à l'autre, permettant de pooler l'ensemble des données sur des critères pré-établis. Des standards prescriptifs pour la LCC en fonction de l'AG<sup>37</sup>, pour les biométries fœtales<sup>38</sup>, pour la datation « tardive »<sup>39</sup>, pour l'estimation de poids fœtal<sup>40</sup>, pour le poids de naissance<sup>41</sup>, pour la hauteur utérine<sup>42</sup> ont été publiés. Ces courbes permettent donc, après une modélisation sur une même population, de monitorer les mesures depuis le premier trimestre jusqu'à l'enfant<sup>43</sup>. Une étude réalisée en France a conclu que sur les indicateurs de croissance « fat-free », les biométries céphaliques observées sont similaires à celles d'Intergrowth lorsque les mêmes critères de sélection sont appliqués. Sur les autres critères, l'étude montre un peu moins de fémur court et plus de PA élevé en France<sup>44</sup>, ceci traduit en particulier l'augmentation du nombre de fœtus macrosomes en France.

## Conclusion et évolutions :

Le constat actuel est que l'étude de la biométrie et de l'EPF actuelle repose en dépistage sur des courbes descriptives issues de données échographiques anciennes, différentes, acquises sur des critères non satisfaisants (âge gestationnel déterminé de manière aléatoire, co-morbidités et issues méconnues...) et modélisées selon des techniques variables.

Les courbes ajustées représentent une approche intéressante conceptuellement. Toutefois, elles comportent également quelques limites et hypothèses non vérifiées (hétérogénéité dans les méthodes de datation, co-morbidité, modèle de croissance d'Hadlock ancien, hypothèse de distribution normale du poids...). Par ailleurs, certaines variables sont intrinsèquement liées au poids fœtal et néonatal, comme le sexe de l'enfant, les filles étant plus « légères » que les garçons de façon incontestable. En revanche, un ajustement sur le poids maternel ou la parité est beaucoup plus discutable. En effet, bien qu'il existe une relation entre ces covariables maternelles et le poids fœtal ou néonatal, leur caractère physiologique n'est pas démontré et n'est supporté par aucun rationnel biologique clair. A ce titre, il est aussi raisonnable d'ajuster sur le poids maternel ou la parité que sur le tabagisme maternel. Cet exemple n'est pas aussi caricatural qu'il n'y paraît. L'ajustement sur la parité est particulièrement paradoxal lorsque l'on considère spécifiquement les nullipares : ce sous-groupe est particulièrement important puisque, par définition nous n'avons pas d'histoire obstétricale pour nous aider à apprécier le niveau de risque de retard de croissance. Le choix d'ajuster revient alors à diminuer le seuil de dépistage, c'est à dire à tolérer des fœtus plus petits que pour une autre patiente, multipare, alors même que c'est dans ce groupe de patiente que l'échographie et la biométrie fœtale a le plus de pertinence<sup>45</sup> et que le risque de complications vasculaires et de prééclampsie est le plus élevé. La même logique a permis de recommander d'utiliser des courbes de singleton pour le suivi des grossesses gémellaires<sup>46</sup> car, si des courbes ajustées étaient utilisées, on ignorerait certaines complications qui sont plus fréquentes dans cette population à risque. Par ailleurs, les essais de grande taille récents ayant évalué l'apport de l'ajustement sur des profils de covariables démographiques semblent largement contredire l'hypothèse de l'amélioration de la prédiction de la morbidité et de la mortalité périnatale en utilisant des courbes ajustées. Dans une large étude multicentrique internationale, Mikolajczyk et al. ne retrouve aucun bénéfice additionnel à l'ajustement sur des profils de covariables<sup>47</sup>. De même, tout récemment, dans une cohorte de 4500 femmes nullipares, Sovio et al. ne montre pas non plus de bénéfice à cet ajustement par rapport à des courbes de population<sup>43</sup>. Des conclusions similaires ont été obtenues par Carberry lorsque l'ajustement est appliqué au poids de naissance<sup>48</sup>. Enfin les conclusions d'une méta-analyse récente de la Cochrane database font état d'une absence de données de qualité suffisante pour permettre de recommander l'utilisation de courbes ajustées<sup>49</sup>. Enfin et surtout, cette approche ne repose pas sur des données échographiques et n'a été développée que pour le poids de naissance et l'estimation de poids fœtal mais n'existe pas, en France, pour les paramètres biométriques échographiques.

L'approche prescriptive semble particulièrement séduisante et intéressante et répond aux exigences de l'OMS et au nécessaire continuum avec l'approche dorénavant

utilisée en post natal. Parmi les deux grandes études existantes, l'approche développée par INTERGROWTH-21st présente l'avantage de proposer un jeu complet et homogène de standards, utilisable pour l'ensemble du suivi pré et postnatal. Par ailleurs, sur le plan méthodologique, dans cette étude les mesures étaient réalisées en aveugle et sur un échantillon de plus grande taille que l'étude de l'OMS. Les courbes prescriptives de croissance fœtale, telles que celles présentées dans l'étude INTERGROWTH-21st décrivent un modèle optimal de croissance applicable dans le monde entier et permettant de repérer toute déviation significative par rapport à ce modèle, que cette déviation soit en rapport avec des conditions pathologiques réelles ou simplement environnementales. En outre, une étude a montré l'applicabilité de cette approche en France.

***Nous recommandons donc qu'à compter du 1<sup>er</sup> Janvier 2018, les standards INTERGROWTH-21st soient utilisés en dépistage échographique pour, les grossesses uniques ou multiples (ces formules sont données en annexe) :***

- ***la détermination de l'âge gestationnel à partir de la LCC***<sup>37</sup>
- ***l'évaluation des biométries fœtales***<sup>38</sup>
- ***le calcul et l'évaluation de l'EPF***<sup>40</sup>

***Pour accompagner ces évolutions, sont proposés :***

- ***Des réunions permettant de faciliter la mise en place de ces recommandations avec : les constructeurs de machine d'échographie, les concepteurs de logiciels.***
- ***Une coordination avec les autres sociétés savantes, en particulier en Gynécologie-Obstétrique, en Biologie et en Pédiatrie***
- ***Des communications multiples dans les rencontres et congrès professionnels Français***
- ***La publication d'une fiche pratique, disponible également en ligne, explicitant ces recommandations***
- ***La mise en place d'un outil en ligne permettant l'ensemble des calculs à partir des données échographiques***
- ***Une évaluation de l'effet de ces recommandations auprès des professionnels avec la mise en place d'un comité de surveillance multidisciplinaire.***

## REFERENCES :

1. Vayssière C, Sentilhes L, Ego A, Bernard C, Cambourieu D, Flamant C, Gascoin G, Gaudineau A, Grangé G, Houfflin-Debarge V, Langer B, Malan V, Marcorelles P, Nizard J, Perrotin F, Salomon L, Senat M-V, Serry A, Tessier V, Truffert P, Tsatsaris V, Arnaud C, Carbonne B. 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. doi:10.1016/j.ejogrb.2015.06.021.
2. Monier I, Blondel B, Ego A, Kaminiski M, Goffinet F, Zeitlin J. Poor effectiveness of antenatal detection of fetal growth restriction and consequences for obstetric management and neonatal outcomes: a French national study. *BJOG.* 2015;122(4):518-527. doi:10.1111/1471-0528.13148.
3. Goldenberg RL, Cutter GR, Hoffman HJ, Foster JM, Nelson KG, Hauth JC. Intrauterine growth retardation: standards for diagnosis. *Am J Obstet Gynecol.* 1989;161(2):271-277.
4. *Mise À Jour Des Courbes de Morphométrie Néonatale.* AUDIPOG; 2008. www.audipog.net.
5. Capmas P, Salomon LJ, Picone O, Fuchs F, Frydman R, Senat MV. Using Z-scores to compare biometry data obtained during prenatal ultrasound screening by midwives and physicians. *Prenat Diagn.* 2010;30(1):40-42. doi:10.1002/pd.2417.
6. Vayssière C, Haumonte J-B, Chantry A, Coatleven F, Debord MP, Gomez C, Le Ray C, Lopez E, Salomon LJ, Senat MV, Sentilhes L, Serry A, Winer N, Grandjean H, Verspyck E, Subtil D, French College of Gynecologists and Obstetricians (CNGOF). Prolonged and post-term pregnancies: guidelines for clinical practice from the French College of Gynecologists and Obstetricians (CNGOF). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2013;169(1):10-16. doi:10.1016/j.ejogrb.2013.01.026.
7. Salomon LJ. [How to date pregnancy?]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris).* 2011;40(8):726-733. doi:10.1016/j.jgyn.2011.09.016.
8. Dhombres F, Khoshnood B, Bessis R, Fries N, Senat M-V, Jouannic J-M. Quality of first-trimester measurement of crown-rump length. *Am J Obstet Gynecol.* 2014;211(6):672.e1-5. doi:10.1016/j.ajog.2014.06.012.
9. Dhombres F, Roux N, Friszer S, Bessis R, Khoshnood B, Jouannic J-M. Relation between the quality of the ultrasound image acquisition and the precision of the measurement of the crown-rump length in the late first trimester: what are the consequences? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2016;207:37-44. doi:10.1016/j.ejogrb.2016.10.019.
10. Robinson HP, Fleming JE. A critical evaluation of sonar "crown-rump length" measurements. *Br J Obstet Gynaecol.* 1975;82(9):702-710.
11. 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.
12. Sarris I, Ioannou C, Dighe M, Mitidieri A, Oberto M, Qingqing W, Shah J, Sohoni S, Al Zidjali W, Hoch L, Altman DG, Papageorghiou AT, for the International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). Standardization of fetal ultrasound biometry measurements: improving the quality and consistency of measurements. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology.* 2011;38(6):681-687. doi:10.1002/uog.8997.

13. Papageorghiou AT, Sarris I, Ioannou C, Todros T, Carvalho M, Pihu G, Salomon LJ, International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century. Ultrasound methodology used to construct the fetal growth standards in the INTERGROWTH-21st Project. *BJOG*. 2013;120 Suppl 2:27-32, v. doi:10.1111/1471-0528.12313.
14. Crequat J, Duyme M, Brodaty G. [Biometry 2000. Fetal growth charts by the French College of fetal ultrasonography and the Inserm U 155]. *Gynecol Obstet Fertil*. 2000;28(6):435-445.
15. Salomon LJ, Duyme M, Crequat J, Brodaty G, Talmant C, Fries N, Althuser M. French fetal biometry: reference equations and comparison with other charts. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;28(2):193-198.
16. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements--a prospective study. *Am J Obstet Gynecol*. 1985;151(3):333-7.
17. 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.
18. Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J. In utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. *Radiology*. 1991;181(1):129-133.
19. Ego A, Prunet C, Blondel B, Kaminski M, Goffinet F, Zeitlin J. [Customized and non-customized French intrauterine growth curves. II - Comparison with existing curves and benefits of customization]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2016;45(2):165-176. doi:10.1016/j.jgyn.2015.08.008.
20. Ioannou C, Sarris I, Salomon LJ, Papageorghiou AT. A review of fetal volumetry: the need for standardization and definitions in measurement methodology. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2011;38(6):613-619. doi:10.1002/uog.9074.
21. Ioannou C, Talbot K, Ohuma E, Sarris I, Villar J, Conde-Agudelo A, Papageorghiou A. Systematic review of methodology used in ultrasound studies aimed at creating charts of fetal size. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*. August 2012:no-no. doi:10.1111/j.1471-0528.2012.03451.x.
22. Dudley NJ. A systematic review of the ultrasound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005;25(1):80-89.
23. Massoud M, Duyme M, Fontanges M, French College of Fetal Sonography (CFEF), Combourieu D. [Chart for estimation of fetal weight 2014 by the French College of Fetal Sonography (CFEF)]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2016;45(1):80-85. doi:10.1016/j.jgyn.2015.01.006.
24. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser*. 1995;854:1-452.
25. Lazaridis I, Patterson N, Mittnik A, Renaud G, Mallick S, Kirsanow K, Sudmant PH, Schraiber JG, Castellano S, Lipson M, Berger B, Economou C, Bollongino R, Fu Q, Bos KI, Nordenfelt S, Li H, de Filippo C, Prüfer K, Sawyer S, Posth C, Haak W, Hallgren F, Fornander E, Rohland N, Delsate D, Francken M, Guinet J-M, Wahl J, Ayodo G, Babiker HA, Bailliet G, Balanovska E, Balanovsky O, Barrantes R, Bedoya G, Ben-Ami H, Bene J, Berrada F, Bravi CM, Brisighelli F, Busby GBJ, Cali F, Churnosov M, Cole DEC, Corach D, Damba L, van Driem G, Dryomov S, Dugoujon J-M, Fedorova SA, Gallego Romero I, Gubina M, Hammer M, Henn BM, Hervig T, Hodoglugil U, Jha AR, Karachanak-Yankova S, Khusainova R, Khusnutdinova E, Kittles R, Kivisild T, Klitz W, Kučinskas V, Kushniarevich A, Laredj L, Litvinov S, Loukidis T, Mahley RW, Melegh B, Metspalu E, Molina J, Mountain J, Näkkäläjärvi K, Nesheva D,

- Nyambo T, Osipova L, Parik J, Platonov F, Posukh O, Romano V, Rothhammer F, Rudan I, Ruizbakiev R, Sahakyan H, Sajantila A, Salas A, Starikovskaya EB, Tarekegn A, Toncheva D, Turdikulova S, Uktveryte I, Utevska O, Vasquez R, Villena M, Voevoda M, Winkler CA, et al. Ancient human genomes suggest three ancestral populations for present-day Europeans. *Nature*. 2014;513(7518):409-413. doi:10.1038/nature13673.
26. Ego A, Subtil D, Grange G, Thiebaugeorges O, Senat MV, Vayssiere C, Zeitlin J. 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.
27. 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 in Obstetrics and Gynecology*. 2007;29(5):550-555. doi:10.1002/uog.4019.
28. Ego A, Prunet C, Lebreton E, Blondel B, Kaminski M, Goffinet F, Zeitlin J. [Customized and non-customized French intrauterine growth curves. I - Methodology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*. 2016;45(2):155-164. doi:10.1016/j.jgyn.2015.08.009.
29. de Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martines J. The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull*. 2004;25(1 Suppl):S15-26.
30. de Onis M, Garza C, Onyango AW, Rolland-Cachera M-F, le Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie. [WHO growth standards for infants and young children]. *Arch Pediatr*. 2009;16(1):47-53. doi:10.1016/j.arcped.2008.10.010.
31. Garza C, de Onis M. Rationale for developing a new international growth reference. *Food Nutr Bull*. 2004;25(1 Suppl):S5-14.
32. de Onis M. 4.1 The WHO Child Growth Standards. *World Rev Nutr Diet*. 2015;113:278-294. doi:10.1159/000360352.
33. de Onis M. Update on the implementation of the WHO child growth standards. *World Rev Nutr Diet*. 2013;106:75-82. doi:10.1159/000342550.
34. Turck D, Michaelsen KF, Shamir R, Braegger C, Campoy C, Colomb V, Decsi T, Domellöf M, Fewtrell M, Kolacek S, Mihatsch W, Moreno LA, van Goudoever J. 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. doi:10.1097/MPG.0b013e318298003f.
35. Comité de nutrition de la Société française de pédiatrie, Turck D, Vidailhet M, Bocquet A, Bresson J-L, Briend A, Chouraqui J-P, Darmaun D, Dupont C, Frelut M-L, Girardet J-P, Goulet O, Hankard R, Rieu D, Simeoni U. [Breastfeeding: health benefits for child and mother]. *Arch Pediatr*. 2013;20 Suppl 2:S29-48. doi:10.1016/S0929-693X(13)72251-6.
36. Kiserud T, Piaggio G, Carroli G, Widmer M, Carvalho J, Neerup Jensen L, Giordano D, Cecatti JG, Abdel Aleem H, Talegawkar SA, Benachi A, Diemert A, Tshetu Kitoto A, Thinkhamrop J, Lumbiganon P, Tabor A, Kriplani A, Gonzalez Perez R, Hecher K, Hanson MA, Gülmezoglu AM, Platt LD. 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. doi:10.1371/journal.pmed.1002220.
37. Papageorghiou AT, Kennedy SH, Salomon LJ, Ohuma EO, Cheikh Ismail L, Barros FC, Lambert A, Carvalho M, Jaffer YA, Bertino E, Gravett MG, Altman DG, Purwar M, Noble JA, Pang R, Victora CG, Bhutta ZA, Villar J, for the International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). International standards for early fetal size and pregnancy dating based on ultrasound measurement of crown-rump length in

the first trimester of pregnancy. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*. 2014;44(6):641-648. doi:10.1002/uog.13448.

38. Papageorghiou AT, Ohuma EO, Altman DG, Todros T, Cheikh Ismail L, Lambert A, Jaffer YA, Bertino E, Gravett MG, Purwar M, Noble JA, Pang R, Victora CG, Barros FC, Carvalho M, Salomon LJ, Bhutta ZA, Kennedy SH, Villar J, International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). 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. doi:10.1016/S0140-6736(14)61490-2.

39. Papageorghiou AT, Kemp B, Stones W, Ohuma EO, Kennedy SH, Purwar M, Salomon LJ, Altman DG, Noble JA, Bertino E, Gravett MG, Pang R, Ismail LC, Barros FC, Lambert A, Jaffer YA, Victora CG, Bhutta ZA, Villar J, International Fetal Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). Ultrasound based gestational age estimation in late pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. February 2016. doi:10.1002/uog.15894.

40. Stirnemann J, Villar J, Salomon LJ, Ohuma E, Ruyan P, Altman DG, Nosten F, Craik R, Munim S, Cheikh Ismail L, Barros FC, Lambert A, Norris S, Carvalho M, Jaffer YA, Noble JA, Bertino E, Gravett MG, Purwar M, Victora CG, Uauy R, Bhutta Z, Kennedy S, Papageorghiou AT, International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st), Scientific Advisory Committee, Steering Committees, INTERGROWTH-21st, INTERBIO-21st, Executive Committee, In addition for INTERBIO 21st, Project Coordinating Unit, Data Analysis Group, Data Management Group, In addition for INTERBIO 21st, Ultrasound Group, In addition for INTERBIO-21st:, Anthropometry Group, In addition for INTERBIO-21st:, Laboratory Processing Group, Neonatal Group, Environmental Health Group, Neurodevelopment Group, Participating countries and local investigators, In addition for INTERBIO-21st:, In addition for INTERBIO-21st: International estimated fetal weight standards of the INTERGROWTH-21(st) Project. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2017;49(4):478-486. doi:10.1002/uog.17347.

41. Villar J, Cheikh Ismail L, Victora CG, Ohuma EO, Bertino E, Altman DG, Lambert A, Papageorghiou AT, Carvalho M, Jaffer YA, Gravett MG, Purwar M, Frederick IO, Noble AJ, Pang R, Barros FC, Chumlea C, Bhutta ZA, Kennedy SH, International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). 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. doi:10.1016/S0140-6736(14)60932-6.

42. Papageorghiou AT, Ohuma EO, Gravett MG, Hirst J, da Silveira MF, Lambert A, Carvalho M, Jaffer YA, Altman DG, Noble JA, Bertino E, Purwar M, Pang R, Cheikh Ismail L, Victora C, Bhutta ZA, Kennedy SH, Villar J, International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21st Century (INTERGROWTH-21st). International standards for symphysis-fundal height based on serial measurements from the Fetal Growth Longitudinal Study of the INTERGROWTH-21st Project: prospective cohort study in eight countries. *BMJ*. 2016;355:i5662.

43. Villar J, Papageorghiou AT, Pang R, Salomon LJ, Langer A, Victora C, Purwar M, Chumlea C, Qingqing W, Scherjon SA, Barros FC, Carvalho M, Altman DG, Giuliani F, Bertino E, Jaffer YA, Cheikh Ismail L, Ohuma EO, Lambert A, Noble JA, Gravett MG, Bhutta ZA, Kennedy SH. Monitoring human growth and development: a continuum from the womb to the classroom. *Am J Obstet Gynecol*. 2015;213(4):494-499. doi:10.1016/j.ajog.2015.07.002.

44. 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 Français d’Echographie Foetale (CFEF). *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;49(4):487-492. doi:10.1002/uog.17223.

45. Sovio U, White IR, Dacey A, Pasupathy D, Smith GCS. Screening for fetal growth restriction with universal third trimester ultrasonography in nulliparous women in the Pregnancy Outcome Prediction (POP) study: a prospective cohort study. *Lancet.* 2015;386(10008):2089-2097. doi:10.1016/S0140-6736(15)00131-2.

46. Vayssière C, Benoist G, Blondel B, Deruelle P, Favre R, Gallot D, Jabert P, Lemery D, Picone O, Pons J-C, Puech F, Quarello E, Salomon L, Schmitz T, Senat M-V, Sentilhes L, Simon A, Stirneman J, Vendittelli F, Winer N, Ville Y. Twin pregnancies: guidelines for clinical practice from the French College of Gynaecologists and Obstetricians (CNGOF). *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* February 2011. doi:10.1016/j.ejogrb.2010.12.045.

47. Mikolajczyk RT, Zhang J, Betran AP, Souza JP, Mori R, Gülmezoglu AM, Merialdi M. A global reference for fetal-weight and birthweight percentiles. *The Lancet.* 2011;377(9780):1855–1861.

48. Carberry AE, Raynes-Greenow CH, Turner RM, Jeffery HE. Customized versus population-based birth weight charts for the detection of neonatal growth and perinatal morbidity in a cross-sectional study of term neonates. *Am J Epidemiol.* 2013;178(8):1301-1308. doi:10.1093/aje/kwt176.

49. Carberry AE, Gordon A, Bond DM, Hyett J, Raynes-Greenow CH, Jeffery HE. Customised versus population-based growth charts as a screening tool for detecting small for gestational age infants in low-risk pregnant women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(5):CD008549. doi:10.1002/14651858.CD008549.pub3.



## ANNEXES : FORMULES INTERGROWTH

Unités Distances en mm Age gestationnel en semaines d'amenorrhée Poids en gramme Log = Ln dans tous les cas
---

### 1. Premier trimestre

Terme fonction de LCC :

$$\text{Moyenne} = 40.9041 + (3.21585 \times \text{LCC}^{0.5}) + (0.348956 \times \text{LCC})$$

$$\text{DS} = 2.39102 + (0.0193474 \times \text{LCC}).$$

LCC fonction du terme :

$$\text{Moyenne} = -50.6562 + (0.815118 \times \text{AG}) + (0.00535302 \times \text{AG}^2)$$

$$\text{DS} = -2.21626 + (0.0984894 \times \text{AG}).$$

### 2. Biométries usuelles

PC

$$\text{Moyenne} = -28.2849 + 1.69267 \times \text{AG} - 0.397485 \times \text{AG} \times \log(\text{AG})$$

$$\text{SD} = 1.98735 + 0.0136772 \times \text{AG} - 0.00726264 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}) + 0.000976253 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}).$$

BIP

$$\text{Moyenne} = 5.60878 + 0.158369 \times \text{AG} - 0.00256379 \times \text{AG}$$

$$\text{SD} = \exp(0.101242 + 0.00150557 \times \text{AG} - 0.000771535 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}) + 0.0000999638 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}).)$$

DFO

$$\text{Moyenne} = -12.4097 + 0.626342 \times \text{AG} - 0.148075 \times \text{AG} \times \log(\text{AG})$$

$$\text{SD} = \exp(-0.880034 + 0.0631165 \times \text{AG} - 0.0317136 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}) + 0.00408302 \times \text{AG} \times \log(\text{AG}).)$$

PA

$$\text{Moyenne} = -81.3243 + 11.6772 \times \text{AG} - 0.000561865 \times \text{AG}$$

$$\text{SD} = -4.36302 + 0.121445 \times \text{AG} - 0.0130256 \times \text{AG} + 0.00282143 \times \text{AG} \times \log(\text{AG})$$

LF

$$\text{Moyenne} = -39.9616 + 4.32298 \times \text{AG} - 0.0380156 \times \text{AG}$$

$$\text{SD} = \exp(0.605843 - 42.0014 \times \text{AG} + 0.00000917972 \times \text{AG})$$

### 3. Estimation du poids fœtal

$\log(\text{EPF}) = 5.084820 - 54.06633 \times (\text{PA}/100)^3 - 95.80076 \times (\text{PA}/100)^3 \times \log(\text{PA}/100) + 3.136370 \times (\text{PC}/100)$
<p><b>Skewness</b></p> $\lambda(\text{AG}) = -4.257629 - 2162.234 \times \text{AG}^{-2} + 0.0002301829 \times \text{AG}^3$
<p><b>Mean</b></p> $\mu(\text{AG}) = 4.956737 + 0.0005019687 \times \text{AG}^3 - 0.0001227065 \times \text{AG}^3 \times \log(\text{AG})$
<p><b>Coefficient of variation</b></p> $\sigma(\text{AG}) = 10^{-4} \times (-6.997171 + 0.057559 \times \text{AG}^3 - 0.01493946 \times \text{AG}^3 \times \log(\text{AG}))$
<p><b>Z-score</b></p> <p><math>Y = \log(\text{EPF})</math></p> <p>Si <math>\lambda(\text{AG}) \neq 0</math>, <math>Z(\text{AG}) = [\sigma(\text{AG}) \times \lambda(\text{AG})]^{-1} \times [(Y/\mu(\text{AG}))^{\lambda(\text{AG})} - 1]</math></p> <p>Si <math>\lambda(\text{AG}) = 0</math>, <math>Z(\text{AG}) = \sigma(\text{AG})^{-1} \times \log[Y/\mu(\text{AG})]</math></p>
<p><b>Centiles</b></p> <p><math>Z_\alpha</math> defined by <math>\Pr(z \leq Z_\alpha) = \alpha</math> for <math>z \sim N(0,1)</math>, i.e. <math>Z_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)</math></p> <p>Si <math>\lambda(\text{AG}) \neq 0</math>, <math>\log[C_\alpha(\text{AG})] = \mu(\text{AG}) \times [Z_\alpha \times \sigma(\text{AG}) \times \lambda(\text{AG}) + 1]^{1/\lambda(\text{AG})}</math></p> <p>Si <math>\lambda(\text{AG}) = 0</math>, <math>\log[C_\alpha(\text{AG})] = \mu(\text{AG}) \times \exp[\sigma(\text{AG}) \times Z_\alpha]</math></p>

### 4. Biométries postnatales

Pas de formules disponibles.

Tables et graphes accessibles sur [www.intergrowth.org](http://www.intergrowth.org)

Application pour le calcul des percentiles / Z-scores est accessible sur [www.intergrowth.org](http://www.intergrowth.org)