



HAL
open science

Cartographie des 3 principaux points d'ossification épiphysaires chez le fœtus entre 30 et 38 SA : actualisation 2011

Claire Neveu-Girard

► **To cite this version:**

Claire Neveu-Girard. Cartographie des 3 principaux points d'ossification épiphysaires chez le fœtus entre 30 et 38 SA : actualisation 2011. Médecine humaine et pathologie. 2011. dumas-00633682

HAL Id: dumas-00633682

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00633682>

Submitted on 19 Oct 2011

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.

Université Joseph Fourier
Faculté de Médecine de Grenoble

Année 2011

N° d'ordre

**Cartographie des trois principaux points d'ossification
épiphysaires chez le fœtus entre 30 et 38 SA :
actualisation 2011**

THESE

Présentée à la Faculté de Médecine de Grenoble
Et soutenue publiquement le 3 octobre 2011
Pour l'obtention du Doctorat en Médecine

Diplôme d'état

Par

Claire NEVEU-GIRARD

Née le 26 novembre 1979 à Valence (Drôme)

Devant le jury composé de :

Président : Monsieur le Professeur SERGENT F

Membres : Monsieur le Professeur JOUK P.S
Madame le Docteur HOFFMAN P
Madame le Docteur BOULET S, Directeur
Monsieur le Docteur ALTHUSER M

LISTE DES PROFESSEURS D'UNIVERSITE - PRATICIENS HOSPITALIERS

ALBALADEJO	Pierre	ANESTHESIE - REANIMATIONS
ARVIEUX- BARTHELEMY	Catherine	CLINIQUE DE CHIRURGIE ET DE L'URGENCE
BACONNIER	Pierre	BIOSTATISTIQUES ET INFORMATIQUE MEDICALE SANTE PUBLIQUE
BAGUET	Jean-Philippe	CARDIOLOGIE / HYPERTENSION ARTERIELLE
BALOSSO	Jacques	RADIOTHERAPIE CANCEROLOGIE
BARRET	Luc	MEDECINE LEGALE
BAUDAIN	Philippe	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
BEANI	Jean-Claude	DERMATOLOGIE-VENEREOLOGIE
BENHAMOU	Pierre Yves	ENDOCRINO DIABETO
BERGER	François	CANCEROLOGIE
BLIN	Dominique	CHIRURGIE CARDIAQUE
BOLLA	Michel	CANCEROLOGIE
BONAZ	Bruno	HEPATO-GASTRO- ENTEROLOGIE
BOSSON	Jean-Luc	SANTE PUBLIQUE
BOUGEROL	Thierry	PSYCHIATRIE
BRAMBILLA	Elisabeth	ANATOMIE & CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
BRAMBILLA	Christian	PNEUMOLOGIE
BRICHON	Pierre-Yves	CHIRURGIE VASCULAIRE ET THORACIQUE
BRIX	Muriel	CHIR. MAXILLO-FACIALE
CAHN	Jean-Yves	CANCEROLOGIE
CARPENTIER	Patrick	MEDECINE VASCULAIRE
CARPENTIER	Françoise	SAMU
CESBRON	Jean-Yves	IMMUNOLOGIE
CHABARDES	Stephan	NEUROCHIRURGIE
CHABRE	Olivier	ENDOCRINOLOGIE
CHAFFANJON	Philippe	CHIRURGIE THORACIQUE, VASCULAIRE ET ENDOCRINIENNE
CHAVANON	Olivier	CHIRURGIE CARDIAQUE
CHIQUET	Christophe	OPHTALMOLOGIE
CHIROSSEL	Jean-Paul	ANATOMIE
CINQUIN	Philippe	SANTE PUBLIQUE

LISTE DES PROFESSEURS D'UNIVERSITE - PRATICIENS HOSPITALIERS

COHEN	Olivier	DELEGATION - HC FORUM (création entreprise)
COUTURIER	Pascal	GERIATRIE
CRACOWSKI	Jean-Luc	PHARMACOLOGIE
DE GAUDEMARIS	Régis	MEDECINE & SANTE DU TRAVAIL
DEBILLON	Thierry	PEDIATRIE
DEMATTEIS	Maurice	MEDECINE LEGALE ET D'ADDICTOLOGIE
DEMONGEOT	Jacques	SANTE PUBLIQUE
DESCOTES	Jean-Luc	UROLOGIE
ESTEVE	François	Dir. Equipe 6 U836 - ID17 /ESRF Grenoble Institut des Neurosciences
FAGRET	Daniel	MEDECINE NUCLEAIRE
FAUCHERON	Jean-Luc	CHIRURGIE DIGESTIVE ET DE L'URGENCE
FAVROT	Marie Christine	BIOLOGIE INTEGREE / CANCEROLOGIE
FERRETTI	Gilbert	RADIOLOGIE & IMAGERIE MEDICALE
FEUERSTEIN	Claude	GIN
FONTAINE	Eric	CLINIQUE NUTRITION ARTIFICIELLE POLE 7 MED. AIGÜE & COMMUNAUTAIRE
FRANCOIS	Patrice	VEILLE SANITAIRE SANTE PUBLIQUE
GARNIER	Philippe	PEDIATRIE
GAUDIN	Philippe	RHUMATOLOGIE
GAY	Emmanuel	NEUROCHIRURGIE
GRIFFET	Jacques	CHIRURGIE INFANTILE
HALIMI	Serge	DIABETOLOGIE
HOMMEL	Marc	NEUROLOGIE
JOUK	Pierre-Simon	GENETIQUE ET PROCREATION
JUVIN	Robert	RHUMATOLOGIE
KAHANE	Philippe	NEUROLOGIE
KRACK	Paul	NEUROLOGIE
KRAINI	Alexandre	NEURORADIOLOGIE & IRM
LANTUEJOUL	Sylvie	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LE BAS	Jean-François	NEURORADIOLOGIE & IRM
LEBEAU	Jacques	CHIR. MAXILLO-FACIALE

LISTE DES PROFESSEURS D'UNIVERSITE - PRATICIENS HOSPITALIERS

LECCIA	Marie-Thérèse	DERMATOLOGIE
LEROUX	Dominique	BIOLOGIE ET PATHOLOGIE DE LA CELLULE
LEROY	Vincent	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
LETOUBLON	Christian	CHIRURGIE DIGESTIVE & URGENCE
LEVY	Patrick	PHYSIOLOGIE
LUNARDI	Joël	BIOCHIMIE
MACHECOURT	Jacques	CARDIOLOGIE
MAGNE	Jean-Luc	CHIRURGIE VASCULAIRE & THORACIQUE
MAITRE	Anne	Médecine du travail EPSP/DPT DE BIOLOGIE INTEGREE
MASSOT	Christian	MEDECINE INTERNE
MAURIN	Max	DEPARTEMENT DES AGENTS INFECTIEUX / BACTERIOLOGIE
MERLOZ	Philippe	ORTHOPEDIE TRAUMATOLOGIE
MORAND	Patrice	VIROLOGIE
MORO-SIBILOT	Denis	PNEUMOLOGIE
MOUSSEAU	Mireille	ONCOLOGIE MEDICALE
MOUTET	François	CHIR. PLASTIQUE ET RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE
PASSAGIA	Jean-Guy	NEUROCHIRURGIE
PAYEN DE LA GARANDERIE	Jean-François	ANESTHESIE-REANIMATION
PELLOUX	Hervé	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
PEPIN	Jean-Louis	PHYSIOLOGIE SOMMEIL
PERENNOU	Dominique	REEDUCATION & PHYSIOLOGIE
PERNOD	Gilles	MEDECINE VASCULAIRE
PIOLAT	Christian	CHIRURGIE INFANTILE
PISON	Christophe	PNEUMOLOGIE
PLANTAZ	Dominique	PEDIATRIE
POLLAK	Pierre	NEUROLOGIE
PONS	Jean-Claude	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
RAMBEAUD	J Jacques	UROLOGIE
REYT	Emile	O.R.L.
RIGHINI	Christian	O.R.L.
ROMANET	J. Paul	OPHTALMOLOGIQUE
SARAGAGLIA	Dominique	ORTHOPEDIE

LISTE DES PROFESSEURS D'UNIVERSITE - PRATICIENS HOSPITALIERS

SCHLATTNER	Uwe	UFR de BIOLOGIE
SCHMERBER	Sébastien	O.R.L.
SEIGNEURIN	Daniel	ANATOMIE & CYTOLOGIE
SELE	Bernard	GENETIQUE & PROCREATION
SESSA	Carmine	CHIRURGIE THORACIQUE VASCULAIRE
STAHL	Jean-Paul	INFECTIOLOGIE
TIMSIT	Jean-François	REANIMATION MEDICALE
TONETTI	Jérôme	ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIE
TOUSSAINT	Bertrand	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
VANZETTO	Gérald	CARDIOLOGIE
VUILLEZ	Jean-Philippe	BIOPHYSIQUE ET TRAITEMENT DE L'IMAGE
ZAQUI	Philippe	NEPHROLOGIE
ZARSKI	Jean-Pierre	HEPATO-GASTRO-ENTEROLOGIE
BLIN	Dominique	
BOLLA	Michel	
GARNIER	Philippe	
MOREL	Françoise	
SEIGNEURIN	Jean-Marie	

**LISTE DES MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS
HOSPITALIERS**

BOTTARI	Serge	BIOLOGIE CELLULAIRE
BOUTONNAT	Jean	DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET PATHOLOGIE DE LA CELLULE - POLE 14 BIOLOGIE
BRENIER-PINCHART	M.Pierre	PARASITOLOGIE
BRICAULT	Ivan	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
BRIOT	Raphaël	DEPART. DE CANCEROLOGIE ET D'HEMATOLOGIE
CALLANAN-WILSON	Mary	GENETIQUE
CROIZE	Jacques	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
DERANSART	Colin	NEUROLOGIE LAPSEN
DETANTE	Olivier	CANCEROLOGIE ET HEMATOLOGIE - POLE 5 : CANCEROLOGIE
DUMESTRE-PERARD	Chantal	IMMUNOLOGIE SUD
EYSSERIC	Hélène	MEDECINE LEGALE
FAURE	Anne-Karen	DEPARTEMENT DE GENETIQUE ET PROCREATION
FAURE	Julien	
GARBAN	Frédéric	UNITE CLINIQUE THERAPIE CELLULAIRE - POLE 5 : CANCEROLOGIE
GAVAZZI	Gaëtan	MEDECINE INTERNE GERIATRIQUE - POLE 8 : POLE PLURIDISCIPLINAIRE DE MEDECINE
GILLOIS	Pierre	INFORMATION ET INFORMATIQUE MEDICALE
GRAND	Sylvie	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE (I.R.M.)
HENNEBICQ	Sylviane	BIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT ET DE LA REPRODUCTION
HOFFMANN	Pascale	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
JACQUOT	Claude	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE
LABARERE	José	DPT DE VEILLE SANITAIRE
LAPORTE	François	PATHOLOGIE CELLULAIRE - POLE 14 BIOLOGIE
LARDY	Bernard	LABORATOIRE D'ENZYMOLOGIE - 6EME ETAGE

**LISTE DES MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS
HOSPITALIERS**

LARRAT	Sylvie	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
LAUNOIS-ROLLINAT	Sandrine	LAB. EXPLOR. FONCT. CARDIO- RESPIRATOIRES
MALLARET	Marie-Reine	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE (MAL. INF.)
MAUBON	Danièle	DEPARTEMENT DES AGENTS INFECTIEUX PARASITOLOGIE- MYCOLOGIE
MOREAU-GAUDRY	Alexandre	
MOUCHET	Patrick	PHYSIOLOGIE
PACLET	Marie-Hélène	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
PALOMBI	Olivier	CLINIQUE DE NEUROCHIRURGIE
PASQUIER	Dominique	UM ANA. PATH. 4 - PÔLE 14 : BIOLOGIE
PELLETIER	Laurent	BIOLOGIE CELLULAIRE
PAYSANT	François	
RAY	Pierre	GENETIQUE.BDR
RENVERSEZ	J.Charles	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE - POLE 14 BIOLOGIE
RIALLE	Vincent	INFORMATION ET INFORMATIQUE MEDICALE
SATRE	Véronique	GENETIQUE CHROMOSOMIQUE
STANKE-LABESQUE	Françoise	LABORATOIRE DE PHARMACOLOGIE UM DIAGNOSTIC & RECHERCHE GRANULOMATOSE SEPTIQUE - POLE 14 BIOLOGIE
STASIA	Marie-Josée	
TAMISIER	Renaud	PHYSIOLOGIE
WEIL	Georges	BIOSTATISTIQUES ET INFORMATIQUE MEDICALES

A Monsieur le Professeur Sergent, président du jury.

Vous me faites l'honneur de présider ce jury.

Et bien que nos routes se soient croisées sur le tard, vous m'avez accordé votre confiance.

Vous avez su me guider efficacement pour la fin de mon internat.

A Monsieur le Professeur Jouk

Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail dont vous êtes à l'origine.

Vos connaissances inépuisables et la qualité de votre enseignement sont une richesse dont j'ai eu la chance de bénéficier dès la première année de médecine.

Merci pour votre gentillesse et votre simplicité.

A Madame le Docteur Hoffmann

Pascale, merci pour l'immense affection que tu portes à tes internes, mais également pour ta disponibilité et ta patience.

Le courage dont tu fais preuve est pour moi un modèle.

Tu seras toujours dans mon cœur.

A Madame le Docteur Boulet

Je ne te remercierai jamais assez pour ton implication dans ce projet !

Ton sens de l'organisation et du travail, ton obstination et ton énergie sont des références pour moi.

Ton amitié est précieuse.

A Monsieur le Docteur Althuser

C'est un honneur et un privilège d'avoir pu travailler avec vous.

Merci d'avoir contribué à l'élaboration de cette étude et à la réalisation des examens échographiques.

Aux Docteur Marchal André, Docteur Tomasella et Docteur Rivoire

Merci d'avoir consacré de votre temps précieux pour la réalisation de ce travail.

Aux médecins du service de gynécologie obstétrique du CHU de Grenoble, pour m'avoir accompagnée dans mes premiers pas d'interne.

Aux médecins du service de gynécologie obstétrique du CHR de Chambéry pour la qualité de votre enseignement et la confiance que vous portez spontanément en vos élèves. C'est un honneur pour moi d'intégrer votre équipe.

Aux médecins du service de chirurgie viscérale de l'hôpital de Chambéry.

A mes cointernes, Amélie, Anne Laure, Clémentine, Camille, Candice, Stéphanie, Anastasia, François, Fabien, ... Merci pour les bons moments passés à vos côtés, pour les films, les chansons, ... Mais également George, Désiré, Prosper, Ana et Joël qui nous enrichissent de leur présence.

A mes cointernes maintenant chef ou plus, Virginie, Sophie Plonplon, Séverine, Caro, Camille, Céline, Hélène, Sophie, mais aussi Virginie, la princesse d'Armel, Charles, Vincent, avec une pensée particulière pour Anne Sophie qui m'a prise sous son aile les premiers mois de mon internat.

A toutes les sages femmes qui m'ont appris les bases de ce métier et qui me guident encore chaque jour. A Sandrine, Muriel, Valérie et Lucie pour nous avoir accompagnés de leur douceur et leur humour, Steack et moi, lors des naissances de nos enfants !

Aux infirmières, secrétaires et tout le personnel soignant des différents services où je suis passée. A Sophie dont la gentillesse, la joie de vivre, les stocks de Haribos, et surtout l'humour, resteront gravés dans ma mémoire !

A Monsieur le Professeur Schaal, mon Maître

A Steak mon amour. Que la vie est douce à tes côtés. Je te suivrai au bout du monde.

A Milo, Lola, Armel et Noé. Je n'imagine plus la vie sans vous, vos câlins, vos sourires, et le reste aussi !

A toi Papa pour m'avoir donné cette confiance en la vie. L'honnêteté, la rigueur et le perfectionnisme qui te caractérisent ont fait de toi mon modèle de réussite.

A toi maman pour ton calme et ta désinvolture. Pour ta façon légère de relativiser les difficultés.

A mes parents pour leur générosité sans limite !

A vous deux, Lise et Ben mes jumeaux ! Que de rires et de souvenirs ensemble !

A mes grands parents, à la tribu Neveu. Tout est toujours prétexte pour se faire une bonne bouffe !

A toi Alex, mon « f...rère » sans qui rien ne serait arrivé... 3 Place du Docteur Girard forever !!

A la « mafia » Girard. Une famille immense tant par le nombre que par le cœur. Avec une pensée particulière pour Edouard, Etienne, Noémie, et nos sages femmes Thérèse, Marie-Ange et Odile.

A Pierre en souvenir de ce semestre à Chambé défiant toute législation du travail : la difficulté à l'origine d'une belle amitié. Tes talents d'imitateur m'ont fait hurler de rire !

A Isa et Sandrine. A votre amitié si précieuse.

A Sara, Ariane, Célia et Klaus pour tous ces bons moments passés à vos côtés.

A Hélène, mon amie, pour m'avoir offert l'instant magique de la naissance de Jaouen dans nos montagnes... même si je ne faisais pas la maligne !

A Samuel et Augustin pour m'avoir prêtée Stéph de longues heures durant ! Merci.

TABLE DES MATIERES

I/ TEXTE

RESUME.....	13
INTRODUCTION.....	14
MATERIEL ET METHODE.....	15
RESULTATS.....	17
DISCUSSION.....	28
CONCLUSION.....	34
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	35

II/ ANNEXES..... 37

Images échographiques des 3 points d'ossification épiphysaires en échographie haute fréquence.

RESUME

Introduction

L'étude des points d'ossification épiphysaires en échographie permet l'évaluation de la maturation osseuse chez le fœtus. Or les référentiels concernant ces points d'ossification sont anciens et basés sur l'analyse radiographique postnatale. L'objectif de ce travail a été de réactualiser ces référentiels avec les outils technologiques actuels.

Matériel et Méthode

Cette étude inclut 213 dossiers de patientes ayant bénéficié d'une échographie de dépistage ou de contrôle au 3^{ème} trimestre entre novembre 2010 et août 2011. Les échographies ont été réalisées par 5 opérateurs à l'aide de sondes haute fréquence, entre 30 et 38 SA. Etaient exclus les termes imprécis, les anomalies malformatives fœtales, les fœtus présentant des biométries inférieures au 3^{ème} ou supérieures au 97^{ème} percentile. Nous avons relevé le terme exact auquel était réalisé l'examen, les caractéristiques parentales, les éventuelles pathologies concomitantes de la grossesse, les mesures du fémur et de l'humérus du fœtus ainsi que la présence des points d'ossification fémoral inférieur, tibial supérieur et huméral supérieur et leur taille.

Résultats

Le nombre et la taille des points d'ossification augmentent avec l'âge gestationnel. Le nombre et la taille moyenne des points d'ossification fémoral et tibial semblent corrélés à la longueur fémorale à âge gestationnel donné. Les fœtus féminins présentent une avance de maturation osseuse par rapport aux fœtus masculins. Par contre, dans cette étude, ni la stature, ni l'origine géographique déclarée des parents, ni la parité n'influencent la présence ou la taille des points d'ossification épiphysaires.

Discussion et Conclusion

Notre étude confirme les données de la littérature sur les points d'ossification épiphysaires fœtaux, mais met en évidence leur présence à un terme plus précoce que ce qui est donné dans les référentiels. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre les caractéristiques des points d'ossification et l'âge maternel, la parité, l'ethnie ou encore certaines pathologies maternelles. On ne peut exclure que cela soit lié au faible effectif et au biais de recrutement de notre population.

Mots clés

Points d'ossification, épiphyses, maturation osseuse foetale, longueur fémorale, échographie haute fréquence.

INTRODUCTION

En pédiatrie, l'étude des points d'ossification épiphysaires s'intègre à la mesure de l'âge osseux et présente un intérêt diagnostique et pronostique [1] notamment en cas de discordance entre l'âge civil et le développement staturo-pondéral d'un enfant. En prénatal, l'évaluation de l'âge osseux est possible grâce à l'étude échographique des points d'ossification. La principale application en est l'évaluation de l'âge gestationnel. Or les référentiels concernant l'évaluation de la maturation osseuse fœtale sont anciens et sont basés sur des données radiographiques postnatales, et souvent post-mortem [2]. En raison de l'amélioration constante de la résolution échographique ces dernières années, nous avons souhaité réactualiser les données concernant ces points d'ossification chez le fœtus présumé sain, d'âge gestationnel connu.

MATERIEL ET METHODES

Il s'agit d'une étude prospective monocentrique menée dans deux cabinets d'échographie du centre ville de Grenoble travaillant en partenariat avec le CHU. Les données échographiques ont été recueillies par 5 opérateurs de novembre 2010 à août 2011 chez 213 patientes ayant bénéficié d'une échographie de dépistage du 3^{ème} trimestre. Les échographies ont été réalisées à l'aide de sondes récentes de hautes fréquences (6-10 MHz).

Les critères d'inclusion étaient les grossesses monofoetales entre 30 et 38 semaines d'aménorrhée, pour lesquelles une échographie morphologique à 22 SA avait pu être réalisée et n'avait pas mis en évidence d'anomalie malformative.

Les critères d'exclusion étaient les grossesses multiples, l'âge gestationnel imprécis avec clarté nucale et LCC du 1er trimestre inconnues, les anomalies malformatives, les biométries inférieures au 3^è ou supérieures au 97^è percentile diagnostiquées lors de l'échographie morphologique du 2^è trimestre ou bien lors de l'examen échographique réalisé dans le cadre de l'étude.

La grille de recueil de données comportait, pour chaque dossier inclus le sexe fœtal et l'âge gestationnel. L'âge, la taille, le poids mais également les origines géographiques déclarées de chacun des parents, ainsi que la parité maternelle. Nous avons relevé les éventuelles pathologies maternelles pouvant avoir une incidence sur la maturation osseuse, notamment le diabète, gestationnel ou préexistant à la grossesse, traité par régime ou insuline, et les pathologies thyroïdiennes. De la même manière la recherche de prise médicamenteuse, notamment de corticoïdes, ou de toxiques (alcool, tabac, drogues) a été réalisée par l'interrogatoire.

Les mesures du fémur et l'humérus ont été colligées ainsi que la présence des points d'ossification fémoral inférieur, tibial supérieur et huméral supérieur et la mesure de leur plus grand axe. La mesure ne concerne que la partie ossifiée échogène du point d'ossification.

L'analyse statistique a été réalisée sur logiciel Excel, en utilisant les tests du Chi 2 et de Student, après recherche de l'égalité des variances. Le seuil de significativité est fixé à 5% ($p=0.05$).

RESULTATS

La population étudiée comporte 213 patientes enceintes de 30 à 38 SA. Tous les paramètres ont été étudiés par tranches d'âge gestationnel.

Nombre de patientes		213	
Age moyen		31.9 [18-47]	
Parité	Nullipares	45 %	
	Primipares	43 %	
	Multipares	Dont 2 ^{ème} pares	10 %
		Dont 3 ^{ème} pares et plus	2.3 %
Taille moyenne des parents	Père	178.4 [6.7]	
	Mère	165 [6.4]	
IMC moyen des parents	Père	24.2 [2.5]	
	Mère	24.6 [4.1]	
Origine géographique des parents	Europe	83.6 %	
	Afrique du Nord	6.6 %	
	Afrique noire	1.9 %	
	Asie	0.5 % (1 couple)	
	Origines différentes père/mère	6 %	
Sexe foetal	Féminin	48.8 %	
	Masculin	52.2 %	

Figure 1 : Caractéristiques générales de la population

Sur l'ensemble de notre population, 17 patientes présentaient une pathologie, dont 9 cas de diabète gestationnel et 3 dysthyroïdies (2 hypothyroïdies et 1 hyperthyroïdie de Basedow). Ces pathologies étaient toutes prises en charge médicalement. Aucune influence sur les points d'ossification n'a pu être mise en évidence par rapport au reste de la population. Ces dossiers de patientes présentant une pathologie ne modifiant pas les résultats, ils ont été assimilés à la population générale. Dans ce contexte de pathologies maternelles, les examens échographiques ont été principalement réalisés à des termes plus avancés, entrant dans le cadre d'un suivi particulier, sans que cela modifie le terme moyen auquel sont réalisés les examens. De ce fait, nous retrouvons plus de pathologies maternelles chez les patientes ayant

eu l'échographie à 35-36 SA. Ces patientes se retrouvent principalement dans la population recrutée par l'un des opérateurs.

Les opérateurs étaient homogènes dans leur technique de mesure des points d'ossification et des biométries fœtales. Les populations recrutées par les 5 opérateurs sont homogènes sur les critères d'appariement et le terme moyen auquel sont réalisés les examens est identique pour chacun des opérateurs.

Opérateurs	1	2	3	4	5	
Age moyen des patientes	30.7 (+/- 3.7)	30.3 (+/- 5.2)	32 (+/- 5)	32.4 (+/- 5.9)	32.7 (+/- 4.2)	NS
Parité	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8	NS
Origines géographiques	83% Eur	96% Eur	88% Eur	69% Eur	87% Eur	NS
Sexe fœtal	50% M	69% M	54% M	50% M	47% M	P=0.44
Poids et taille du père	178.7/77.1	175.9/74.8	180,8/79.9	177,9/77.6	178,2/76.4	NS
Taille de la mère	166,1	164,3	165,0	164,0	165,8	NS
Poids de la mère	60,4	60,2	70,6	60,7	72,5	NS
Terme moyen de l'examen échographique	32+6 (+/- 12j)	33+3 (14j)	32+4 (5j)	32+5 (9j)	32+6 (10j)	NS

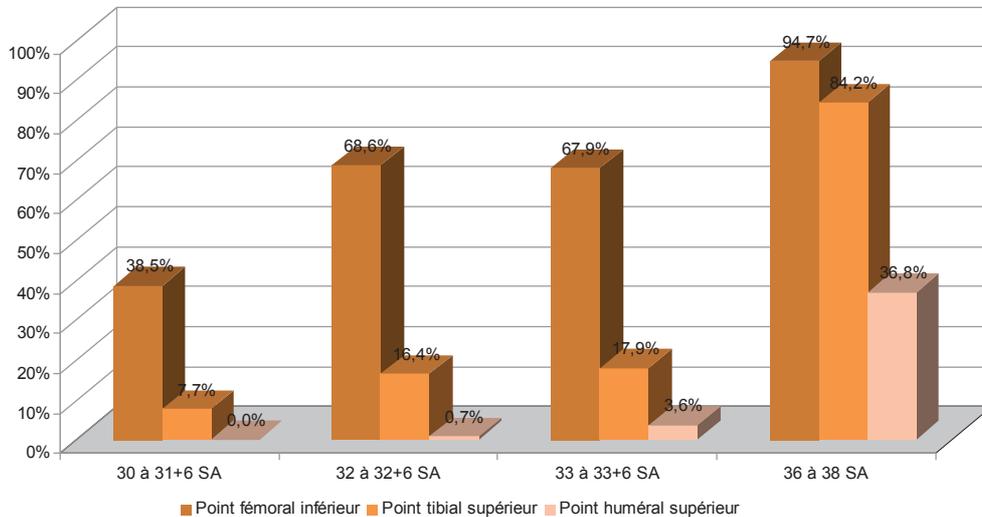
Figure 2 : Caractéristiques de la population selon les opérateurs

A noter donc qu'il existe une légère différence entre les populations recrutées par chacun des opérateurs. L'opérateur 5 recrute davantage de pathologies, maternelles ou fœtales, sans que cela influe sur notre base de données et notamment sans que cela augmente le terme moyen de réalisation de l'examen. L'opérateur 4 recrute significativement moins de patientes d'origine européenne (69%) que les autres (> 80%). Enfin, l'opérateur 2 a recruté légèrement plus de fœtus masculins et de fœtus présentant des biométries supérieures au 90^è percentile que les autres. Le BMI maternel est légèrement plus élevé chez les opérateurs 3 et 5.

Le nombre de points d'ossification présents apparaît corrélé à l'âge gestationnel. En effet, plus l'âge gestationnel augmente, plus le nombre de points d'ossification présents augmente. Les points d'ossification fémoral inférieur et tibial supérieur sont visibles dès 31 SA et demi. Le point fémoral inférieur est visible chez plus des 2/3 des patientes à 32 SA et chez plus de 95% d'entre elles à 36 SA.

Le point tibial supérieur est visible dans moins de 1/5^{ème} des patientes au début de la 34^{ème} semaine mais chez plus de 80% des patientes à 36 SA.

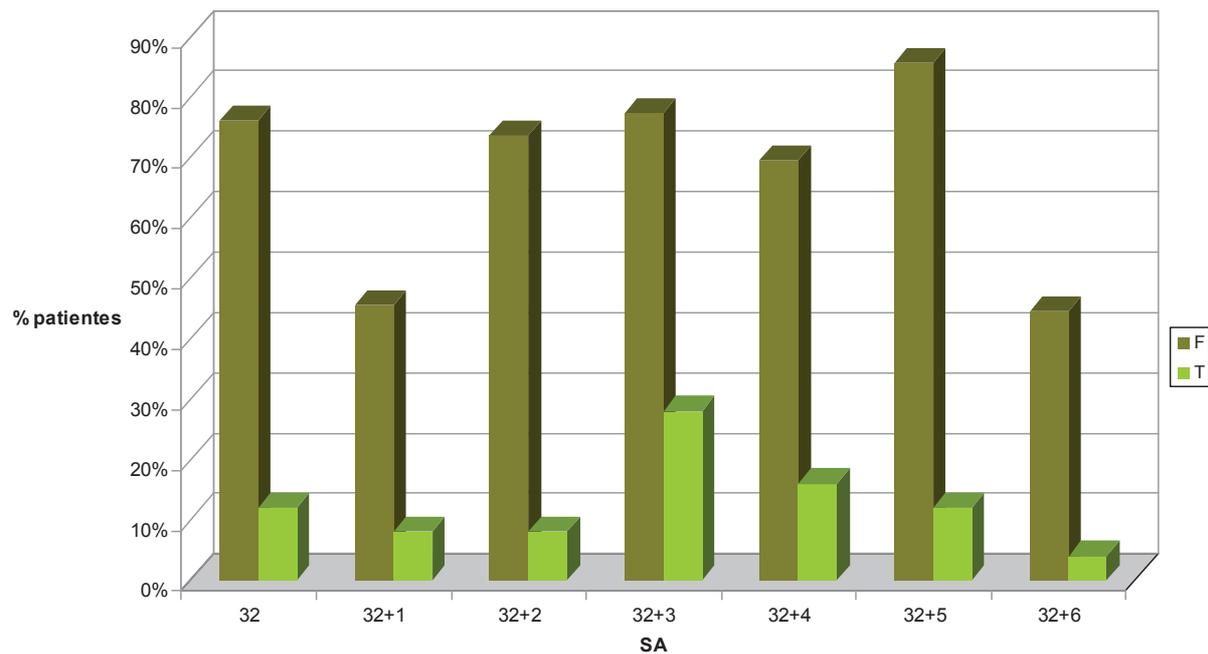
Le premier point huméral est détectable à partir de 32 SA dans le cadre d'une pathologie thyroïdienne. Hors contexte pathologique, le 1^{er} point huméral apparaît à 33 SA puis plus généralement vers 36 SA.



Présence des points d'ossification en fonction de l'âge gestationnel

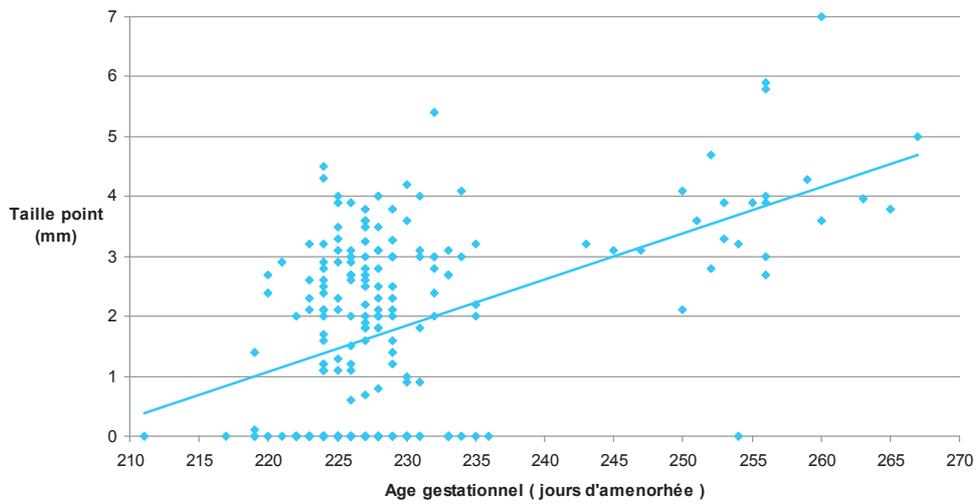
Figure 3

D'une semaine à l'autre, le nombre de points d'ossification évolue de façon significative. Par contre, au sein d'une même semaine, nous n'avons pas montré d'évolution significative du nombre de points.

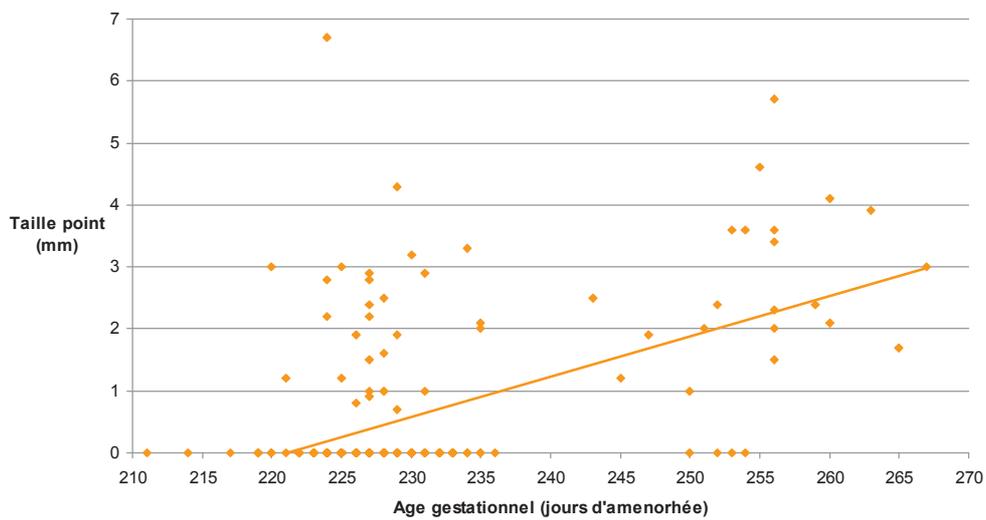


Evolution du nombre de points d'ossification fémoraux et tibiaux au sein de la 32ème semaine
Figure 4

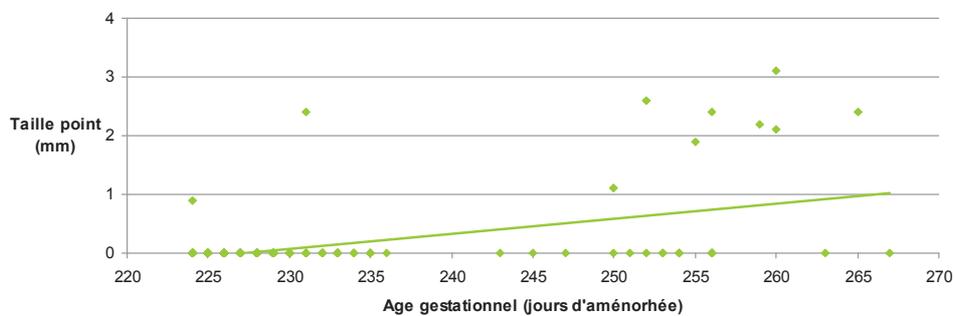
La taille moyenne de ces points d'ossification augmente également avec l'âge gestationnel et donc avec le nombre de points présents.



Taille du point fémoral inférieur en fonction de l'âge gestationnel
Figure 5



Taille du point tibial supérieur en fonction de l'âge gestationnel
Figure 6



Taille du point huméral supérieur en fonction de l'âge gestationnel
Figure 7

Nous pouvons observer une plus grande dispersion des données, chronologiques et biométriques, pour les points tibiaux et huméraux que pour les points fémoraux. En effet, les points précoces apparaissent à des termes relativement constants et ont des mesures assez homogènes, contrairement aux autres points qui présentent une plus grande variabilité.

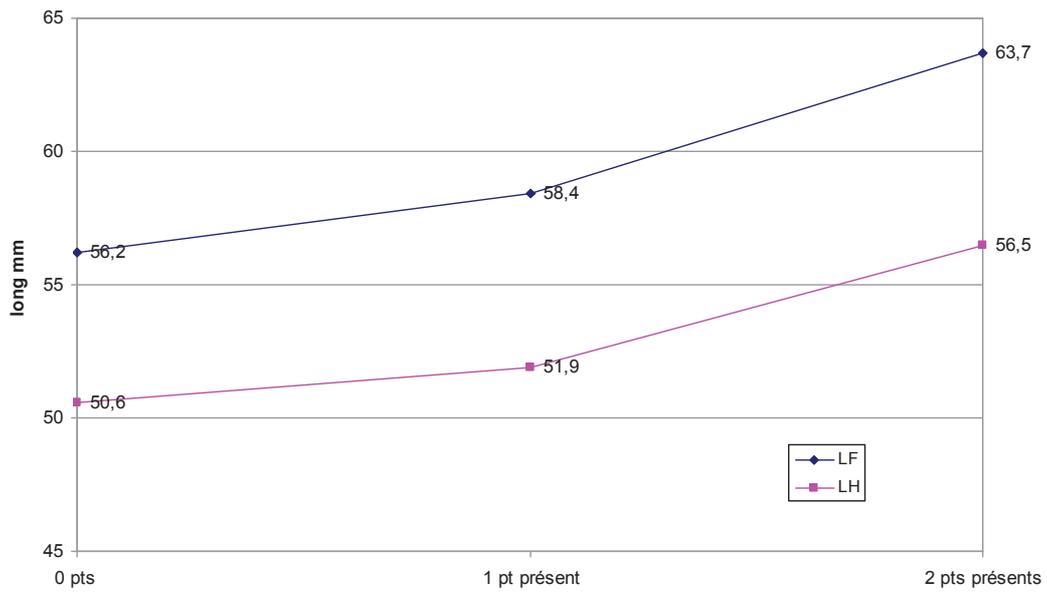
	F	T	H
30 à 31+6 SA	2,2	2,1	0
SD	0,9	1,3	0
32 à 32+6 SA	2,4	2,2	0,9
SD	0,9	1,4	0,0
33 à 33+6 SA	2,9	2,3	2,4
SD	1	0,9	0
36 à 38 SA	4,2	3,1	2,4
SD	1,2	1,2	0,4

Figure 8 : Tailles moyennes des points et déviations standards

Dans notre étude, ce phénomène est évidemment fortement biaisé par l'insuffisance de recrutement entre 34 et 37 SA pour le point tibial, et après 38 SA pour le point huméral.

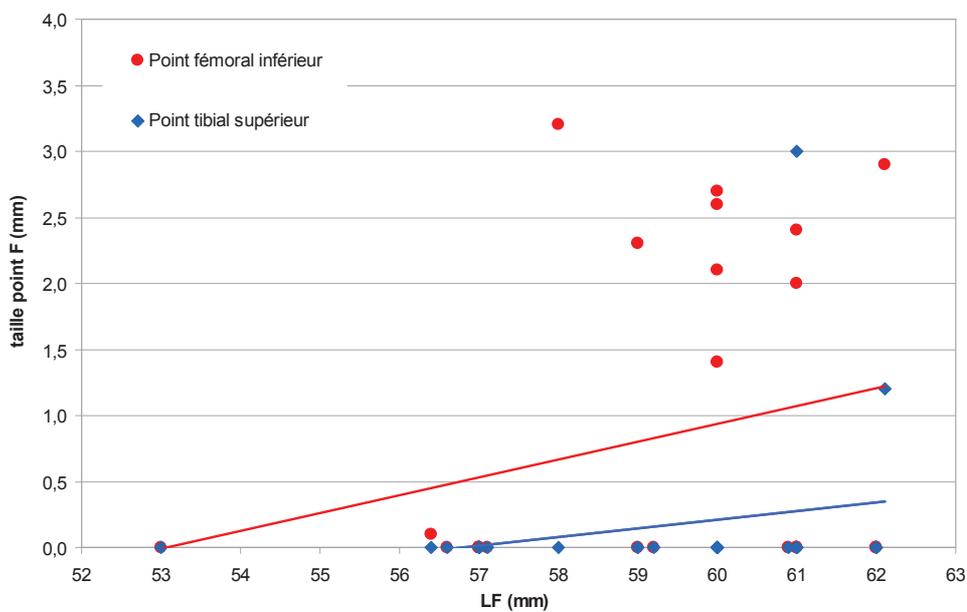
La longueur des os longs semble influencer le nombre de points d'ossification présents à un âge gestationnel donné. En effet, il semble exister une corrélation positive, mais peu significative, entre la longueur fémorale et le nombre de points d'ossification présents sur les membres inférieurs. Cette corrélation n'apparaît qu'à 31 et 32 SA dans notre étude en raison probablement d'effectifs insuffisants dans les autres catégories. Cette corrélation est plus marquée pour les fémurs inférieurs au 10^e percentile et supérieurs au 90^e percentile.

Cette donnée n'est pas analysable pour les points huméraux étant donné l'insuffisance d'échantillonnage à des termes plus avancés.



Nombre de points fémoraux et tibiaux en fonction des longueurs fémorale et humérale à 32 SA
Figure 9

La longueur des os longs, fémur et humérus, semble également influencer la taille moyenne des points d'ossification à âge gestationnel donné. Ceci se retrouve pour tous les âges gestationnels étudiés excepté entre 36 et 38 SA.



Taille des points fémoraux et tibiaux selon LF de 30 à 31+6 SA
Figure 10

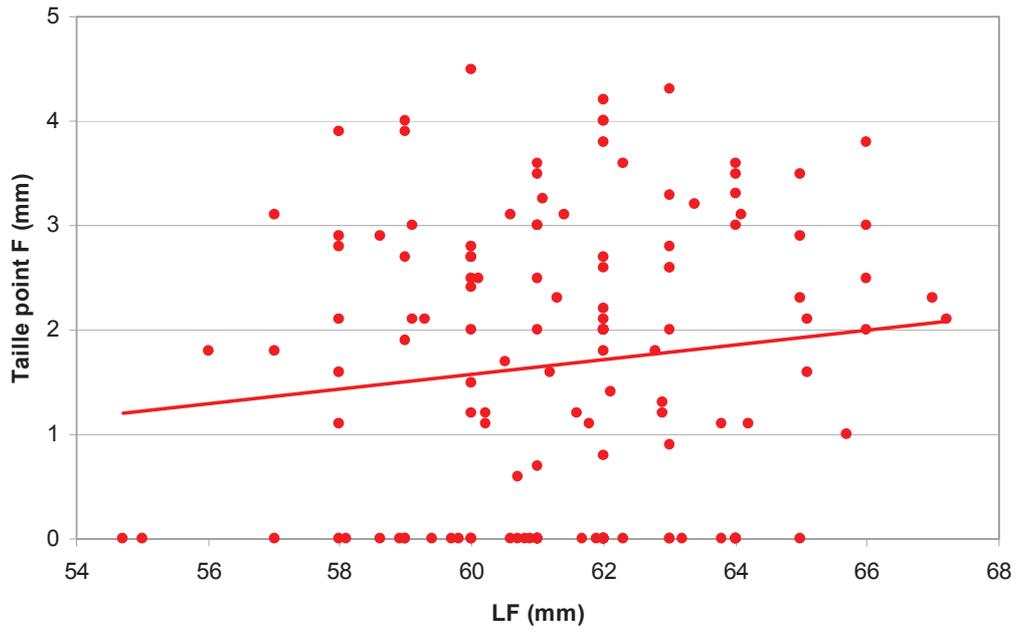


Figure 11 : Taille du point fémoral selon LF de 32 à 32+6 SA

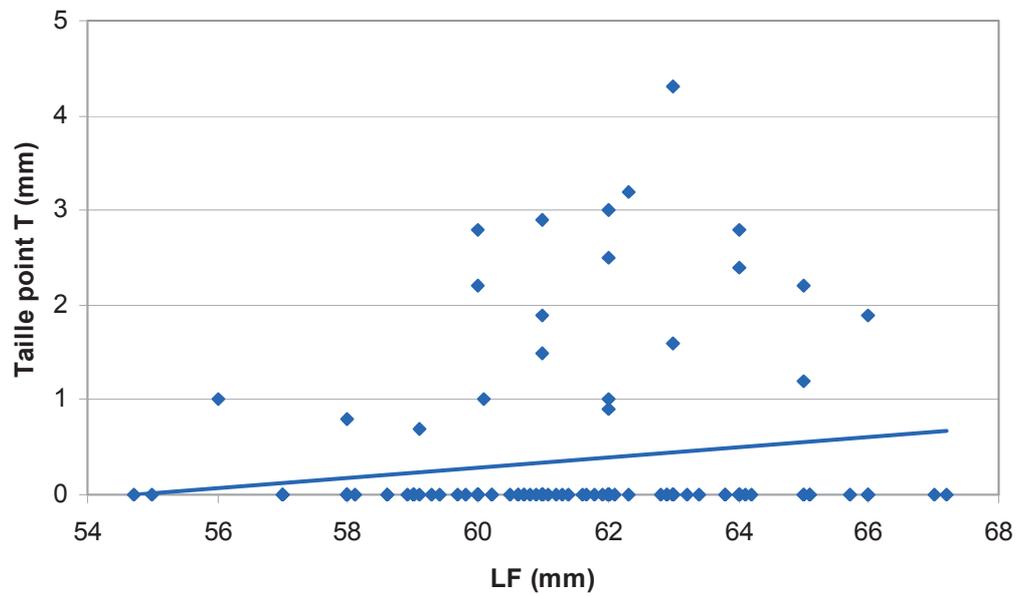
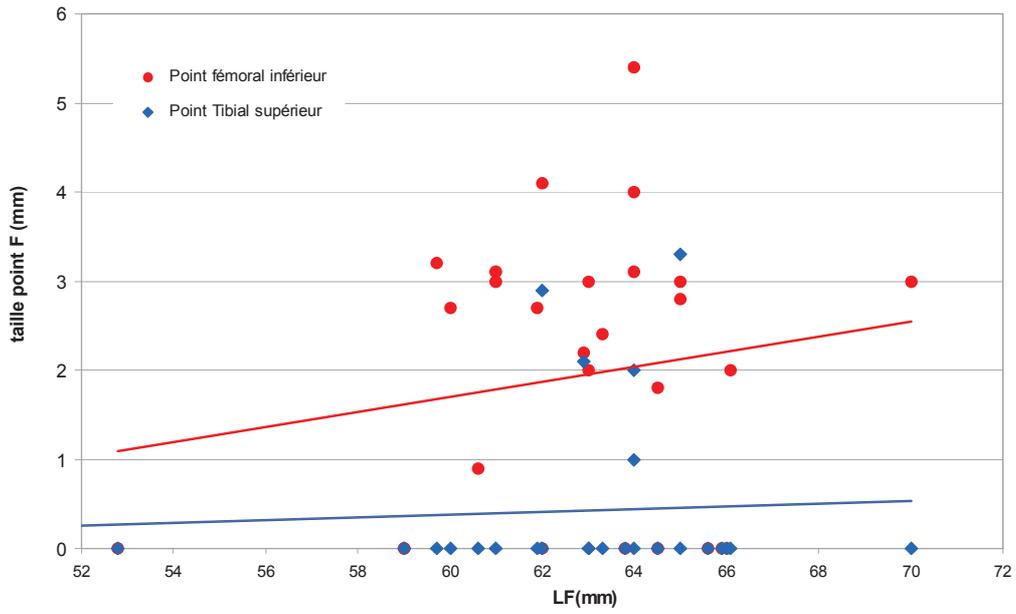
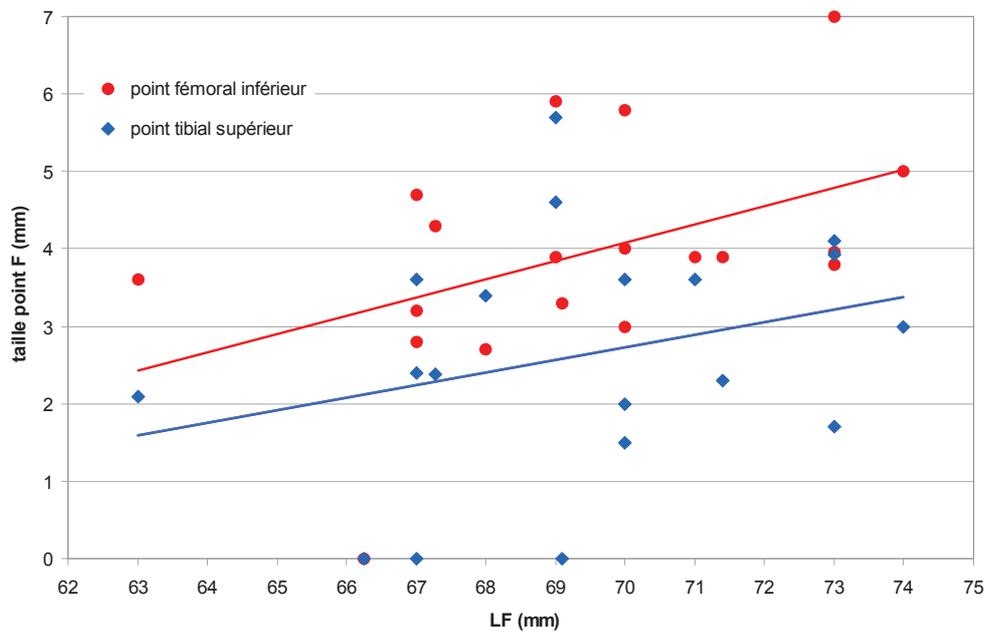


Figure 12 : Taille du point tibial selon LF de 32 à 32+6 SA



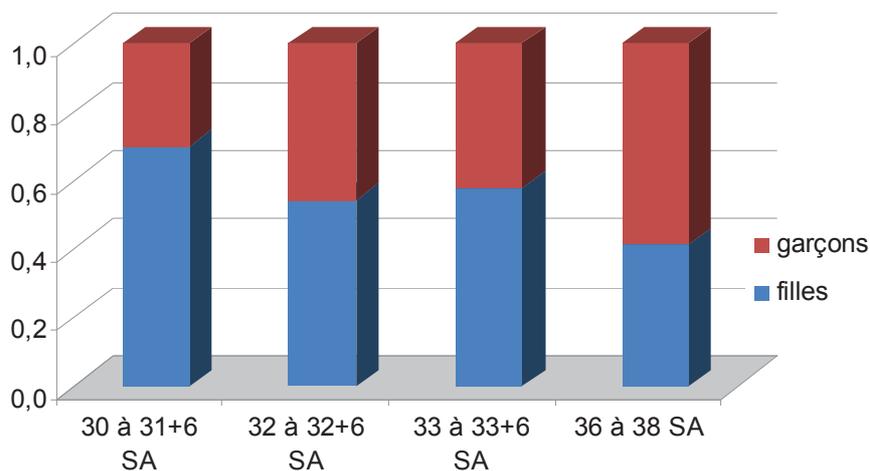
Taille des points fémoraux et tibiaux selon LF de 33 à 33+6 SA
Figure 13



Taille des points fémoraux et tibiaux selon LF de 36 à 38 SA
Figure 14

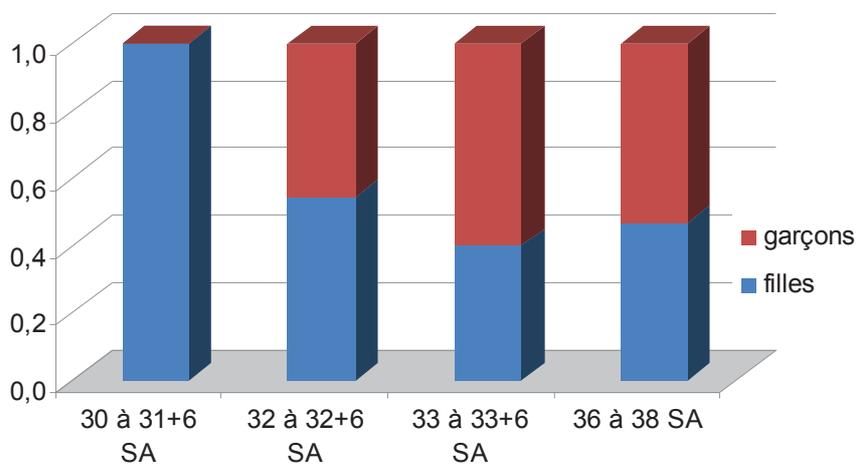
L'apparition des points d'ossification semble dépendre également du sexe fœtal. Effectivement, à âge gestationnel identique, les fœtus de sexe féminin ont en moyenne plus de points d'ossification visibles à l'échographie que les fœtus de sexe masculin, et ceux-ci ont une taille moyenne supérieure à celle des fœtus masculins.

Tous âges gestationnels confondus, il existe bien une sur représentation des fœtus féminins parmi ceux qui présentent un point d'ossification tibial ou fémoral. Cette répartition est très nette entre 32 SA et 32 SA et 6 jours. Les données concernant le point huméral sont insuffisantes et ne nous permettent pas de conclure.



Présence du point fémoral

Figure 15



Présence du point tibial

Figure 16

Par ailleurs nous avons cherché à mettre en évidence une influence de la stature parentale sur l'apparition et/ou la taille des points d'ossification.

A âge gestationnel constant et après appariement par parité et âge maternel, la stature parentale ne semble influencer ni sur la présence ni sur la taille des points d'ossification. Par contre, nous observons une tendance à l'augmentation de la taille fémorale avec l'augmentation du poids et de la taille du père, à IMC constant. Cela n'est pas le cas pour la mère.

Concernant l'hypothèse de l'influence de l'origine géographique des parents sur l'apparition des points d'ossification, nous n'avons pas mis en évidence de différence. La sur représentation des populations européennes et l'insuffisance d'échantillonnage des autres populations constituent probablement un biais ne nous permettant pas de conclure.

L'âge maternel ne semble pas influencer sur les points d'ossification.

Concernant la parité, il semble que l'apparition des points soit corrélée à la multiparité à 32 SA uniquement. La taille des points ne varie pas avec la parité. Ces données ne sont pas retrouvées à 31 ni à 33 SA.

DISCUSSION

La croissance d'un fœtus in utero, et d'un enfant après la naissance est soumise à l'influence de facteurs de régulation. Ceux-ci peuvent être regroupés en facteurs génétiques pour les caractères anthropologiques, en facteurs endocriniens, et en facteurs environnementaux (facteurs nutritionnels, socio-économiques, psychiques, émotionnels et culturels) [3].

L'évaluation de l'âge osseux en période prénatale est accessible grâce à l'étude échographique des points d'ossification. L'évolution rapide des technologies en échographie met en défaut les référentiels qui datent d'il y a 20 ans [2], notamment grâce au développement des sondes échographiques à haute fréquence. L'apparition de ces points d'ossification, ainsi que leur taille, sont corrélées à l'âge gestationnel. Dans notre étude, il apparaît que les points d'ossification fémoral inférieur, tibial supérieur et huméral supérieur, en population générale, apparaissent plus précocement au cours de la grossesse par rapport à ce qui était communément admis. On peut ainsi observer l'apparition du point fémoral inférieur dès 31 SA, celle du point tibial dès 32 SA et celle du point huméral dès 36 SA. Les points fémoraux apparaissent à des termes relativement constants et ont des mesures assez homogènes, contrairement aux points tibiaux et huméraux d'apparition plus tardive qui présentent une plus grande variabilité. La dispersion des données augmente avec l'âge gestationnel. Ceci se retrouve également pour les biométries fœtales en général [4].

Parmi les facteurs susceptibles d'influencer l'apparition et la croissance des points d'ossification secondaires, on retrouve la longueur des os longs (fémur et humérus). En 1985, Fernandez H objectivait une accélération de la maturation osseuse chez les fœtus dont la croissance était supérieure à la normale, à l'exclusion des fœtus de mères diabétiques, avec

apparition du point de Béclard à 34 SA. Par contre, chez les fœtus petits pour l'âge gestationnel, la maturation osseuse n'était pas significativement différente [5]. Dans notre étude, l'apparition et la taille des points d'ossification épiphysaires du membre inférieur semblent corrélées à la longueur fémorale. Nous ne retrouvons pas ce lien entre le point huméral et la longueur humérale mais notre effectif est insuffisant pour conclure.

Plusieurs données de la littérature dégagent une relation positive entre la taille parentale et la longueur fémorale du fœtus [6 ; 7]. En revanche, nous n'avons pas retrouvé de données sur la relation directe possible entre stature parentale et maturation osseuse fœtale, et notre travail ne la met pas en évidence non plus, après contrôle d'éventuels facteurs de confusion, tels que l'âge gestationnel, la parité et l'âge maternel. On note simplement que le seul fœtus qui ne présente aucun point d'ossification à 36 SA a un père dont la taille est inférieure à la moyenne. Par contre, nous observons une tendance à l'augmentation de la taille fémorale du fœtus avec l'augmentation du poids et de la taille du père, à IMC constant.

La question de l'influence de l'âge maternel et de la parité sur les points d'ossification épiphysaires est plus controversée. Dans la littérature, il semble que les données concernant l'impact de l'âge maternel et de la parité sur la maturation osseuse fœtale soient contradictoires sans qu'aucune ne soit significative. Pour Pryse-Davies, l'augmentation de l'âge maternel et/ou de la parité auraient tendance à entraîner un retard de maturation osseuse [8], alors que pour Christies ils entraîneraient plus une avance de maturation [9]. Dans notre étude, l'âge maternel et la parité n'ont pas d'influence sur la maturation osseuse fœtale.

Par contre, l'influence du sexe fœtal sur l'apparition des points d'ossification est bien établie. Il apparaît clairement que les points d'ossification chez les fœtus féminins apparaissent avant ceux des fœtus masculins. La différence est d'environ 8 jours et est significative [10]. Le premier à avoir reconnu cette différence est Pryor en 1905. Notre étude confirme bien la sur-représentation des fœtus féminins parmi ceux qui présentent un point d'ossification tibial ou fémoral, notamment entre 30 et 34 SA

Enfin, il faut évoquer l'influence de l'ethnie sur la maturation osseuse fœtale. Les données de la littérature tendent à faire admettre une avance de maturation osseuse dans les populations noires [8 ; 11 ; 12] et dans les populations d'Asie du sud-est et indiennes [13]. Nous n'avons pas mis en évidence de différence entre les populations. Cependant, notre étude collige une proportion importante de couples d'origine européenne déclarée, possiblement liée au recrutement des patientes en secteur libéral. Notons également que nous avons enregistré l'origine géographique déclarée des patientes conformément aux règles éthiques en vigueur et que cela peut être un biais d'information supplémentaire.

La maturation osseuse fœtale résulte de l'influence de multiples facteurs, constitutionnels comme discutés précédemment, mais également hormonaux. Leur mécanisme d'action est encore largement ignoré. En pédiatrie, l'étude de la maturation osseuse d'un enfant fait aussi partie de la surveillance de certaines maladies endocriniennes, métaboliques ou générales (hypothyroïdie, insuffisance rénale, ...) [1].

Il existe très peu de données dans la littérature concernant l'impact de ces facteurs hormonaux sur le fœtus et sur les conséquences d'une dysrégulation maternelle et/ou fœtale. Les hypothèses formulées par la suite sont basées sur les quelques données retrouvées dans la littérature mais proviennent essentiellement de ce qui a pu être observé en pédiatrie.

Les dysthyroïdies maternelles et fœtales sont responsables de troubles de la croissance fœtale et de la maturation osseuse fœtale. Les conséquences fœtales d'une hyperthyroïdie sont, entre autre, un retard de croissance associé à une avance de la maturation osseuse [14]. Il faut donc rechercher les points d'ossification dès 25 SA en cas d'hyperthyroïdie et à partir de 32 SA en cas d'hypothyroïdie. De même, il est clairement établi qu'une hyperglycémie pendant la grossesse, soit dans le cadre d'un diabète gestationnel, soit de diabète préexistant à la grossesse, semble entraîner une accélération de la croissance staturo-pondérale du fœtus conjointement à un retard de maturation pulmonaire. Il n'existe aucune donnée dans la littérature faisant état de l'impact du diabète maternel sur la maturation osseuse. Il apparaît que les enfants et les adolescents présentant un diabète de type 1 insuliné présentent un retard de maturation osseuse, surtout chez les garçons. Cette perte osseuse résulte d'une baisse de la formation osseuse et non d'une augmentation de la résorption [15]. Par contre, au diagnostic de diabète de type 1 chez les enfants, il n'existe aucune différence entre âge osseux et âge chronologique, et ceci indépendamment du taux d'hémoglobine glyquée [16]. Ceci semble signifier que le retard de maturation osseuse dans le cadre d'une dysglycémie tend à s'installer progressivement. Effectivement, in vitro, l'insuline n'a pas d'action sur le cartilage et stimule très modérément la synthèse du collagène osseux. Elle ne joue donc pas à elle seule un rôle dans la croissance squelettique [17].

Parmi les hormones susceptibles de jouer un rôle dans la maturation osseuse fœtale, on retrouve également les hormones surrénaliennes, et notamment le cortisol. Celui-ci exerce un contrôle négatif sur l'hormone de croissance, sur les somatomédines et donc sur la croissance squelettique (ostéo et chondrogénèse). Les conditions expérimentales et la pathologie humaine montrent que la croissance squelettique est ralentie par une augmentation même très modérée de la concentration circulante en cortisol [17].

Au contraire, les hormones sexuelles, androgènes, d'origine testiculaire (testostérone) ou surrénalienne, et oestrogènes, ont pour effet une accélération de la maturation osseuse au détriment de la croissance. Dans un contexte d'hyperplasie congénitale des surrénales, sans traitement adapté, l'excès d'androgènes conduit, pendant l'enfance, à une avance de croissance et de maturation osseuse, se traduisant par une fusion prématurée des cartilages de croissance, et donc à une petite taille à l'âge adulte. Cette avance ne débute qu'après l'âge de 18 mois [17 ; 18].

Le développement osseux, et de façon plus générale, la croissance fœtale, sont aussi soumis à de nombreux facteurs environnementaux et notamment toxiques, dont l'alcool et le tabac. L'influence des autres drogues sur la maturation osseuse fœtale en particulier n'a jamais été étudiée. L'alcool entraîne un retard de croissance staturo-pondéral global associé à un syndrome polymalformatif caractéristique et à des troubles cognitifs. Il entraîne également un retard de maturation osseuse, indépendamment de l'effet sur la croissance générale, et ceci pour des quantités modérées d'alcool [19]. Le tabac, et plus particulièrement la nicotine, a un effet inhibiteur sur la maturation osseuse fœtale. En effet, la nicotine conduit à un retard de maturation osseuse fœtale en exerçant un effet inhibiteur sur les chondrocytes. Ceux-ci sont un élément clé du processus d'ossification enchondrale, entraînant ainsi un ralentissement de la synthèse de la matrice cartilagineuse [20 ; 21].

Les médicaments sont également susceptibles d'influencer le développement osseux fœtal. Les anti-inflammatoires non stéroïdiens, inhibiteurs de la cyclooxygénase 1 et 2, entraînent une augmentation du risque d'anomalies du développement squelettique [22]. Par contre, chez le rat, les articulations et la morphologie des épiphyses fémorales ne sont pas modifiées malgré l'administration d'anti-inflammatoires à des doses toxiques chez la mère [23]. De même, les drogues de chimiothérapie sont également susceptibles de porter atteinte au

développement du squelette fœtal par leur influence sur les chondrocytes, la matrice extracellulaire et les cellules de l'os [24].

Enfin, on retrouve l'influence de certaines maladies infectieuses sur la maturation osseuse fœtale. En effet, dans un contexte de syphilis congénitale, il existe de façon significative un retard de maturation osseuse fœtale avec absence de point d'ossification au niveau du genou à la naissance dans une grande proportion de cas. Les 2 points du genou sont absents dans 10% des cas, et le point tibial proximal seul est absent dans 30% des cas [25].

CONCLUSION

L'étude des points d'ossification épiphysaires en échographie permet l'évaluation de la maturation osseuse chez le fœtus. Or les référentiels concernant ces points d'ossification sont anciens et basés sur l'analyse radiographique des fœtus post accouchement. L'objectif de ce travail a été de réactualiser ces référentiels avec les outils technologiques actuels.

Les trois principaux points d'ossification épiphysaires des os longs ont été étudiés au 3^{ème} trimestre de la grossesse par échographie haute fréquence chez des fœtus singletons présumés sains à un terme donné, en fonction du contexte.

Notre étude montre bien que les points d'ossification épiphysaires fœtaux sont visibles à un terme plus précoce que ce qui est donné dans les référentiels. Conformément aux données de la littérature, nous montrons que le nombre et la taille des points augmentent bien avec l'âge gestationnel et que les fœtus féminins présentent une légère avance de maturation osseuse par rapport aux fœtus masculins. La présence et la taille des points fémoraux et tibiaux semblent corrélées à la longueur fémorale, à âge gestationnel donné. Par contre, nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre les caractéristiques des points d'ossification et l'âge maternel, la parité, l'origine géographique déclarée.

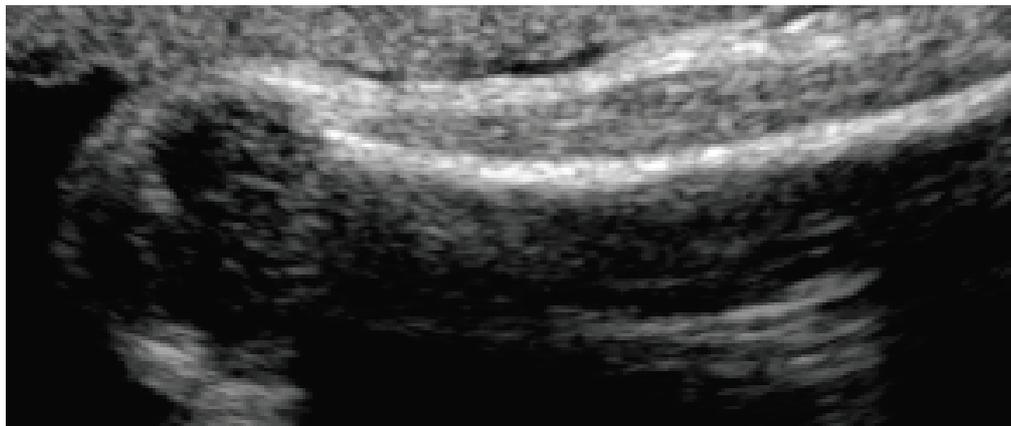
Ce travail donne donc une cartographie échographique actualisée des 3 principaux points d'ossification épiphysaires du fœtus présumé normal au 3^{ème} trimestre de la grossesse. Les résultats sont en accord avec les données, assez anciennes, de la littérature. Dans un 2^{ème} temps, il serait intéressant d'étudier l'influence de la pathologie, maternelle ou fœtale, sur la maturation osseuse dans l'objectif d'en faire un outil diagnostique ou pronostic de ces affections.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1) Age osseux et diagnostic des troubles de la croissance. Adamsbaum C, Lair-Milan F, André C, Kalifa G. Encyclopédie Médico-chirurgicale (Paris)
- 2) Atlas radiographique du squelette fœtal normal. D Eurin, F Narcy, M Lemerrer, P Maroteaux. Médecine sciences Flammarion.
- 3) Job Jean Claude, Pierson Michel. Endocrinologie pédiatrique et croissance. 2^{ème} édition. Flammarion Médecine-sciences. 1981. Pages 8 ; 9 ; 35.
- 4) Biométries fœtales : standards de croissance et croissance individuelle. EM consulte. AM Guihard-Costa.
- 5) Epiphyseal points of the fetal knee. The impact of growth disorders on bone maturation. Fernandez H, De Mouzon J, Papiernick E. Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologie de la Reproduction (Paris). 1985 ;14(4) :467-72.
- 6) Maternal and paternal height and BMI and patterns of fetal growth: the Pune Maternal Nutrition Study. Wills AK, Chinchwadkar MC, Joglekar CV. Early Human Development. 2010 Sep;86(9):535-40.
- 7) Influence of fetal and parental factors on intra-uterine growth measurements: results of the EDEN mother-child cohort. Albouy-Llaty M, Thiebaugeorges O, Goua V. Ultrasound in Obstetrics and Gynecology.
- 8) Factors influencing development of secondary ossification centers in the fetus and newborn. A post-mortem radiological study. Pryse-Davies J, Smitham JH, Napier KA. Archives of diseases in Childhood. 1974 Jun;49(6):425-31.
- 9) Development of the center for the cuboid bone in newborn infants: a roentgenographic study. Christie AU, Dunham EC, Jenss RM, Dippel AL.
- 10) Sex variation at the time of sonographic appearance of the proximal tibial epiphyseal ossification center. Nazario AC, Tanaka CI, Santana RM, Juliano Y. Revista Paulista de Medicina. 1992 Jan-Feb;110(1):26-8.
- 11) A comparison of the evolution of carpal centers in white and negro newborn infants. Hess AF, Weinstock M. American Journal of Diseases of Children, 29, 347. 1925.
- 12) Consideration of race and sex in relation to growth and development of infants. Dunham EC, Jenss RM, Christie AU. Journal of Pediatrics, 14, 156. 1939.
- 13) Estimation of foetal maturity by radiology. Chan DPC, Khoo FY. Singapore Medical Journal, 6, 197. 1965.
- 14) Fetal and neonatal hyperthyroidism. Zimmerman D. [Thyroid](#). 1999 Jul;9(7):727-33.

- 15) Bone maturation in 1788 children and adolescents with diabetes mellitus type 1. Dost A, Rohrer T, Fussenegger J. *Journal of Pediatric endocrinology and metabolism*. 2010 Sep;23(9):891-8.
- 16) Bone age corresponds with chronological age at type 1 diabetes onset in youth. Messaoui A, Dorchy H. *Diabetes Care*. 2009 May;32(5):802-3.
- 17) Contrôle hormonal de la croissance. Rappaport P. *Archives Françaises de Pédiatrie*. 1982 ;39 :387-397.
- 18) Growth in disorders of adrenal hyperfunction. Savage MO, Scommegna S, Carroll PV. *Hormone Research*. 2002;58 Suppl 1:39-43.
- 19) Prenatal ethanol exposure has differential effects on fetal growth and skeletal ossification. Simpson ME, Duggal S, Keiver K. *Bone*. 2005 Mar;36(3):521-32.
- 20) Maternal active smoking and newborn body composition. Samper MP, Jiménez-Muro A, Nerin I. *Early human development*. 2011 Aug 5.
- 21) Nicotine acts on growth plate chondrocytes to delay skeletal growth through the alpha7 neuronal nicotinic acetylcholine receptor. Kawakita A, Sato K, Makino H. *PLoS One*. 2008;3(12):e3945.
- 22) Maternal toxicity of nonsteroidal anti-inflammatory drugs as an important factor affecting prenatal development. Burdan F, Szumilo J, Klepacz R. *Reproductive toxicology*. 2009 Sep;28(2):239-44.
- 23) Skeletal developmental effects of selective and nonselective cyclooxygenase-2 inhibitors administered through organogenesis and fetogenesis in Wistar CRL:(WI)WUBR rats. Burdan F, Szumilo J, Marzec B. *Toxicology*. 2005 Dec 15;216(2-3):204-23.
- 24) Effects of chemotherapy on bone metabolism and skeletal growth. Siebler T, Shalet SM, Robson H. *Hormone research*. 2002;58 Suppl 1:80-5.
- 25) Absence of lower extremity ossification centers in term infants with congenital syphilis. Levin TL, Schulman M, Zieba P. *Journal of perinatology*. 1994 Mar-Apr;14(2):106-9.

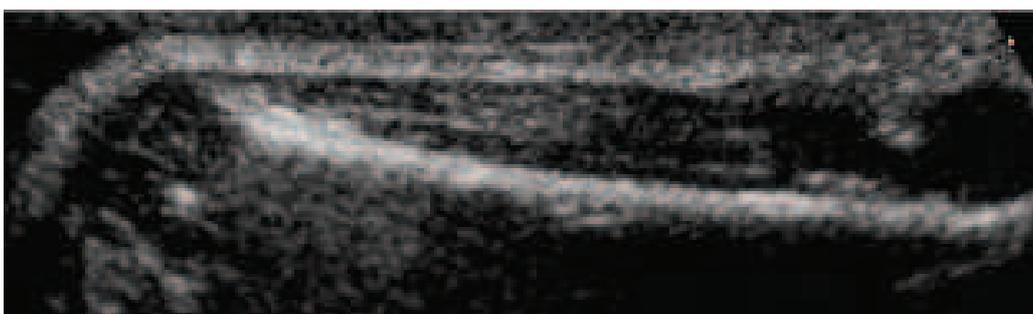
Annexe 1 : POINT D'OSSIFICATION FEMORAL INFERIEUR



30 SA



31 SA

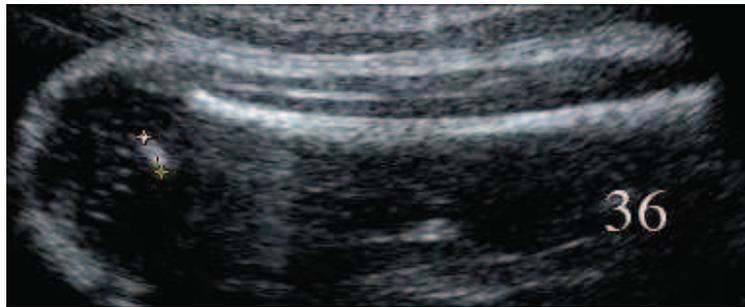


32 SA

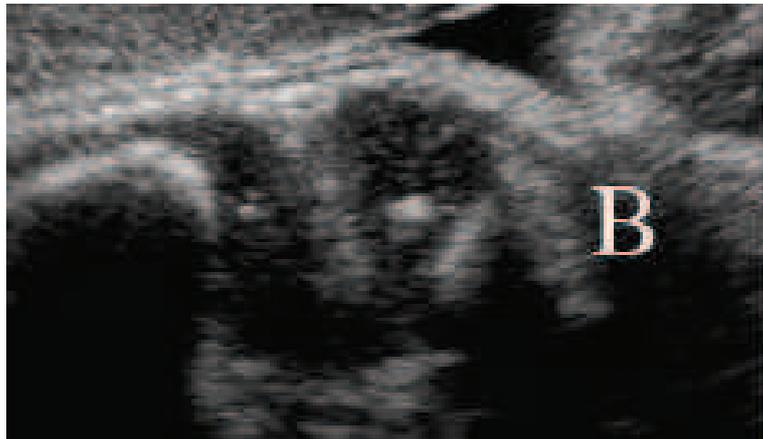


34 SA

Annexe 2 : POINT D'OSSIFICATION TIBIAL SUPERIEUR



35 SA

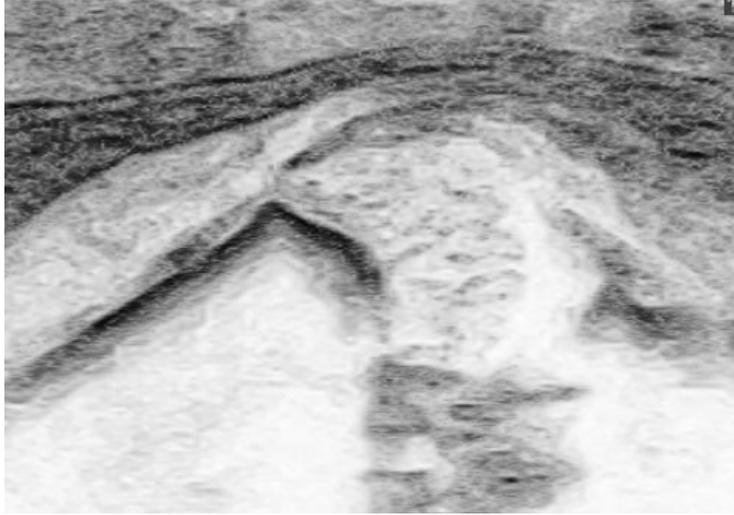


36 SA

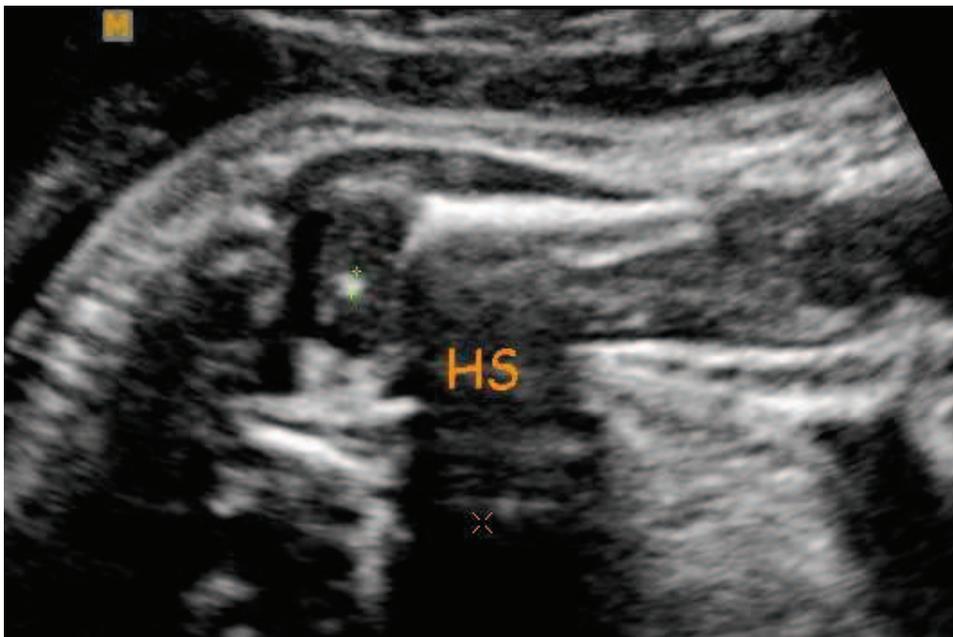


38 SA

Annexe 3 : POINT D'OSSIFICATION HUMERAL SUPERIEUR



32 SA



37 SA

Thèse soutenue par : Claire Girard

Titre : Cartographie des 3 principaux points d'ossification épiphysaire chez le fœtus entre 30 et 38 SA : actualisation 2011

Conclusion

L'étude des points d'ossification épiphysaires en échographie permet l'évaluation de la maturation osseuse chez le fœtus. Or les référentiels concernant ces points d'ossification sont anciens et basés sur l'analyse radiographique postnatale. L'objectif de ce travail a été de réactualiser ces référentiels avec les outils échographiques actuels.

Pour chaque fœtus, nous avons étudié la présence et la taille des points d'ossification fémoral, tibial et huméral à l'occasion d'échographies de dépistage réalisées en cabinet libéral entre 30 et 38 SA.

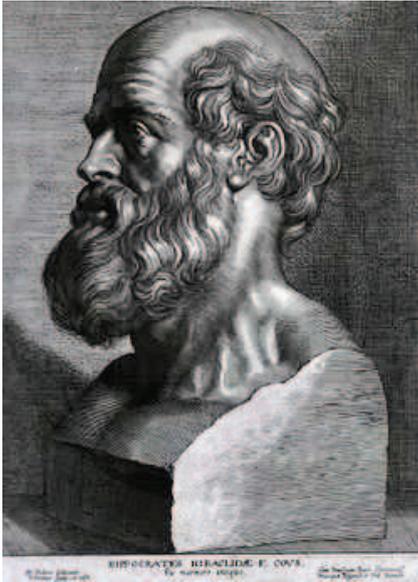
Notre travail montre que ces points d'ossification sont visibles à un terme plus précoce que ce qui était attendu. Le nombre de points présents et leur taille respective augmentent avec l'âge gestationnel. Les fœtus féminins semblent présenter une avance de maturation osseuse par rapport aux fœtus masculins. Nous n'avons pas retrouvé de corrélation entre les caractéristiques des points d'ossification et l'âge maternel, la parité, l'ethnie, ou la stature parentale. Ces résultats sont en accord avec les données, assez anciennes, de la littérature. Ces données physiologiques pourront contribuer ultérieurement à l'étude de la maturation osseuse au cours de pathologies maternelles ou fœtales, afin d'en apprécier l'intérêt diagnostique et/ou pronostique.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Grenoble, le 12 septembre 2011

LE DOYEN
PROFESSEUR J.P. ROMANET



LE PRESIDENT DE THESE
PROFESSEUR F.SERGENT



SERMENT D'HIPPOCRATE

*En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples
et devant l'effigie d'HIPPOCRATE,*

*Je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la
probité dans l'exercice de la Médecine.*

*Je donnerai mes soins gratuitement à l'indigent et n'exigerai jamais
un salaire au-dessus de mon travail. Je ne participerai à aucun
partage clandestin d'honoraires.*

*Admis dans l'intimité des maisons, mes yeux n'y verront pas ce qui
s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon
état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.*

*Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de
race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon
devoir et mon patient.*

Je garderai le respect absolu de la vie humaine.

*Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes
connaissances médicales contre les lois de l'humanité.*

*Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs
enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.*

*Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes
promesses.*

*Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y
manque.*