

**Influence de la position de la ceinture de
sécurité sur les lésions foeto placentaires
lors d'un choc frontal à 40 km/h chez une
femme enceinte**

Sommaire

Avant propos	p1
Résumé	p2
1. Introduction	p3
2. Matériels et méthodes	p6
2.1 Objectifs	p6
2.2 Schéma de l'étude	p6
2.3 Population à étudier	p6
2.4 Variables à mesurer	p7
2.5 Recueil de données	p9
3. Résultats	p11
3.1 Partie I	p11
3.2 Partie II	p15
3.3 Etude par simulation numérique du bilan lésionnel selon la position de la ceinture de sécurité	p17
4. Discussion	p21
4.1 Partie I	p21
4.2 Partie II	p23
4.3 Influence de la position de la ceinture sur le bilan lésionnel	p23
4.4 Limites de l'étude	p24
5. Conclusion	p25
Bibliographie	p26
Annexe	

Avant- propos

Cette étude fait suite aux travaux de Charlotte Brandt Rose portant sur la sécurité des femmes enceintes en voiture et elle a été réalisée en collaboration avec le Laboratoire de biomécanique appliquée situé sur le campus Nord de la faculté de médecine de Marseille.

Elle est présentée sous la forme d'un article qui doit être soumis au journal « Accident Analysis and Prevention ».

Influence de la position de la ceinture de sécurité sur les lésions foeto-placentaires lors d'un choc frontal à 40 km/h chez une femme enceinte

Article qui doit être soumis au journal « Accident Analysis and Prevention ».

Auteur : J. Mattei^{1,2}, F. Auriault², M. Behr², L. Thollon²

¹ Aix Marseille Université, EU3M, 13 284, Marseille, France

² Aix Marseille Université, [IFSTTAR, LBA UMRT24], 13916, Marseille, France

Résumé

Objectif : l'objectif de cette étude était d'estimer l'influence de la ceinture de sécurité sur les lésions foeto placentaires lors d'un choc frontal à 40 km/h chez une femme enceinte. **Matériels et méthodes** : une étude longitudinale a été menée auprès de 18 femmes enceintes volontaires qui ont répondu à un questionnaire et ont été photographiées dans leur voiture une fois par mois entre 24 et 41 semaines d'aménorrhées. Une étude transversale a été réalisée auprès de 52 femmes enceintes dont le terme de grossesse était situé entre 24 et 41 semaines d'aménorrhée également. Celles-ci ont décrit la position de leur ceinture de sécurité lorsqu'elles conduisaient. **Résultats** : l'étude a mis en évidence un comportement différent des femmes enceintes au 6^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} mois de grossesse vis à vis de la position de la ceinture de sécurité. Elle a également montré le changement non maîtrisé de la position de la ceinture thoracique selon l'âge gestationnel ainsi qu'une augmentation de risque de lésions foetoplacentaires selon le changement de position de la ceinture de sécurité. **Conclusion** : il serait important de mettre en place un système de prévention au cours de la grossesse afin d'informer les femmes enceintes sur le bon positionnement de la ceinture de sécurité et la nécessité de l'utiliser. Il faudrait également sensibiliser le personnel de santé sur les risques d'une mauvaise position de la ceinture de sécurité afin de mettre en place cette prévention.

Mots clés : position de la ceinture de sécurité, comportement, gênes de conduite, risque, lésions foetoplacentaires, protection des femmes enceintes, prévention.

1. Introduction

La femme enceinte, un usager de la route vulnérable

Selon le rapport de « l'accidentalité routière en 2014 » émis le 28 Mai 2015 par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (ONSR), une hausse de la mortalité routière a été constatée entre 2013 et 2014. En effet 3 384 décès ont été répertoriés en 2014 soit 116 décès de plus qu'en 2013 (ONSR).

Parmi les accidents, un quart concerne les femmes (ONSR) qui pourrait être potentiellement enceintes. Or peu d'études sur les conséquences des traumatismes abdominaux sur les femmes enceintes lors d'un accident de voiture ont été réalisées (Pearlman et al. 2000).

La situation spécifique des femmes enceintes est beaucoup plus difficile à mettre en évidence parce qu'en France, le fœtus n'a pas de statut juridique. Il reste donc absent des statistiques de sécurité routière, et les chiffres concernant les femmes enceintes ne sont ni connus, ni publiés par l'ONSR.

Nous savons cependant que les accidents de la route sont la première cause de traumatismes chez la femme enceinte (Weiss 2001, Weiss et al. 2001, Warner et al. 2004, Cheng et al. 2012). Il est estimé qu'aux Etats-Unis, entre 5% et 8% des femmes enceintes seraient victimes d'un traumatisme durant leur grossesse (Oxford and Ludmir 2009), et que les accidents de la route sont la première cause de blessures/pertes fœtales résultant d'un traumatisme. De ces accidents, il découle un risque augmenté d'accouchements prématurés ou encore de décollement placentaire même dans le cas de collision à faible vitesse. Des études d'accidentologie réalisées aux Etats-Unis ont évalué le nombre de pertes fœtales annuel qui serait compris entre 900 et 3000 selon les auteurs (Klinich et al. 1999a, Weiss 1999, Weiss 2001, Jernigan 2002).

Ramené au nombre total de naissance en France par an, soit environ 800 000 d'après l'INSEE, on estime donc que parmi les femmes ayant accouché, plus de 64 000 femmes enceintes auraient été victimes d'un accident de la route. On estime alors le nombre de décès fœtaux à une valeur comprise entre 90 et 370 chaque année (Peres 2012).

Les mécanismes lésionnels complexes

Un accident de la route peut entraîner un décès maternel et fœtal. Il peut aussi provoquer des lésions spécifiques à la femme enceinte en cas de survie, pouvant entraîner des lésions fœtales, à savoir :

- un décollement placentaire (Pearlman et al. 1990, Towery et al. 1993, Sadro et al. 2012) avec risque de perte fœtale, d'accouchement prématuré, de retard de croissance intra utérin
- une rupture utérine (Rouzi et al. 2003, Clark A et al. 2011, Gupta and Nanda 2011) pouvant amener au décès de la mère et du fœtus
- des blessures fœtales malgré la protection du fœtus par l'utérus, le liquide amniotique et le corps de la mère. Celles-ci sont plus fréquentes en fin de grossesse quand le volume de liquide amniotique est relativement faible par rapport à la taille du fœtus (Sadro et al. 2012)

Des systèmes de « sécurité » adaptatifs pour les femmes enceintes

Au cours de ces dernières années, certaines entreprises ont mis au point des systèmes mécaniques à adapter aux ceintures de sécurité, ayant pour objectifs d'apporter une protection supplémentaire au fœtus en cas d'accidents de la route. Ces objets tels que le Clipasafe®, le Protectababy® sont testés et vendus en magasin de puériculture.

Or il s'avère que les tests effectués, notamment sur le Protectababy® (Besave pregnant, test dynamique SP, Swedish national testing and research institute, Norway, 27/03/2001) ne prouvent pas la protection du fœtus mais juste l'absence d'interférence dans le fonctionnement de la ceinture. Par conséquent, ils rassurent à tort les patientes qui pensent acheter cet objet pour protéger leur futur enfant alors qu'en réalité ce n'est pas avéré.

Etude de la femme enceinte en accidentologie

Du fait de la particularité morphologique de la femme enceinte et de l'existence du fœtus, les techniques d'étude en accidentologie doivent être spécifiques. Or, à ce jour, celles-ci sont peu nombreuses (Klinich et al. 1999b) et ne prennent en considération la femme qu'à un âge gestationnel déterminé. Actuellement, seul le

travail de Florent Auriault, Charlotte Brandt et Aurélie Chopin (Auriault F et al. 2015) (Brandt C, Chopin A et al. 2016) ainsi que le travail présenté ci joint vont permettre d'apporter des connaissances en accidentologie à des termes de grossesse différents.

Il faut également préciser que les études déjà existantes ne portent que sur des conditions idéales de positionnement de la ceinture de sécurité, or le comportement réel des femmes est différent, certaines conduisant avec des positions de ceinture atypiques.

Type de ceinture étudiée

La ceinture « 3 points » fut créée dans les années 1959. C'est le modèle le plus usuel en France de nos jours. On y retrouve une sangle partant du côté carrosserie, s'accolant en diagonale sur la poitrine de l'occupant et se fixant au niveau de l'assise du côté intérieur du véhicule.

C'est à partir de ces constats que découle la question de recherche suivante :

Quelle est l'influence de la position de la ceinture de sécurité chez les femmes enceintes sur les risques fœto-placentaires lors de la simulation d'un accident de la route en choc frontal à 40 km/h ?

Afin d'y répondre, l'objectif de cette étude est de répertorier les habitudes des femmes enceintes quant à leur port de ceinture de sécurité puis d'estimer l'influence de la position de celle-ci dans la survenue des lésions foeto-placentaires.

L'étude a pour finalité d'estimer la nécessité ou non d'une prévention chez les femmes enceintes sur le positionnement de la ceinture de sécurité.

2. Matériel et méthode

2.1 Objectif

Cette étude a pour objectif principal d'estimer l'influence de la position de la ceinture de sécurité dans la survenue des lésions foeto-placentaires. L'objectif secondaire est de mettre en évidence les modifications du comportement des femmes enceintes lors de la conduite au cours de la grossesse.

2.2 Schéma de l'étude

Il s'agit d'une étude analytique unicentrique scindée en 2 parties : une première partie longitudinale et une seconde partie transversale.

Partie I (longitudinale) :

Elle a permis :

- de recueillir des données à l'aide de prise de photographies de femmes enceintes dans leur voiture à 6, 7, 8 et 9 mois de grossesse
- d'estimer les risques foeto-placentaires à l'aide de l'utilisation d'un logiciel numérique de simulation appartenant au Laboratoire de biomécanique appliquée

Partie II (transversale) :

Elle a permis de recueillir les données à l'aide de deux travaux : un questionnaire et un recueil de position de la ceinture de sécurité chez des femmes ayant un terme entre 24 et 41 semaines d'aménorrhée (SA).

Unicentrique :

Les questionnaires, photographies et recueils de positionnement ont été réalisés dans un seul cabinet de sages-femmes libérales à Avignon regroupant 4 sages-femmes et apportant un nombre suffisant de femmes enceintes à des termes variés.

2.3 Population étudiée

Pour cette étude aucun échantillonnage n'a été mis en place car l'ensemble du travail sur le terrain a été réalisé sur la base du volontariat.

Les critères d'inclusion qui ont été choisis étaient :

- femme enceinte dont le terme était situé entre 24 et 41 SA
- en âge de conduire
- utilisatrice d'un véhicule (conductrice ou passagère)
- utilisatrice de la ceinture de sécurité

Les critères de non inclusion qui ont été choisis étaient :

- femme enceinte dont le terme était inférieur à 24 SA
- non utilisatrice d'un véhicule
- non utilisatrice de la ceinture
- grossesse gémellaire, triples, etc
- les femmes ne souhaitant pas participer à l'étude

Les critères d'exclusion qui ont été retenus pour l'étude longitudinale étaient :

- changement de position de la ceinture de sécurité au cours du suivi
- arrêt de la conduite (MAP, hospitalisation...)

La population a été constituée entre le mois d'Avril 2015 et le mois de Septembre 2015 au cabinet des sages-femmes libérales Haessig-Anquetil-Slama Sterkers-Houzelle à Avignon. Elle a permis de recueillir pour la Partie I 18 femmes enceintes et pour la Partie II 52 femmes enceintes.

2.4 Variable à mesurer

Les variables quantitatives qui ont été mesurées étaient :

- par les photographies
 - distance entre certains points définis avec l'équipe de recherche (Figure 1 et 2 et leur schématisation):
 - d (1-9) (distance épaule / passage de la ceinture au niveau de l'épaule)
 - d (3-10) (distance menton / passage de la ceinture au niveau du thorax)
 - α : angle ceinture cuisse



Figure 1 : de face pour mesurer les distances d(1-9) et d(3-10) et schématisation



Figure 2 : de profil pour mesurer l'angle alpha et schématisation

- par le travail de simulations numériques au laboratoire de biomécanique appliqué :
 - bilan lésionnel chez le fœtus grâce au logiciel de simulation, selon les positions typiques et atypiques retrouvées au cours de l'étude
- par le questionnaire
 - la parité
 - le terme de la grossesse
 - la taille et le poids des femmes enceintes
 - la vitesse de circulation lors des déplacements
 - la fréquence de déplacement

Les variables qualitatives qui ont été mesurées étaient :

- par les questionnaires
 - les habitudes de conduites
 - le type de déplacement (professionnel, non professionnel)
 - le comportement lors d'un déplacement (port de la ceinture, gêne ressentie lors de la conduite, changement de comportement)
 - connaissance sur l'existence d'accessoires
- par l'intervention en salle d'attente
 - le recueil du positionnement de la ceinture de sécurité chez la femme enceinte

2.5 Recueil de données

Plusieurs outils ont été utilisés afin de permettre le recueil de données.

Partie I

Tout d'abord un questionnaire de 24 questions (ANNEXE I) a été mis en place. L'évaluation de ce questionnaire a été faite 1 mois avant le début de l'étude par la distribution de ce dernier à des femmes enceintes rencontrées sur le lieu de l'étude. De plus, à la fin du questionnaire une partie était réservée à l'évaluation de l'outil afin de le parfaire. Cette évaluation a permis de valider ce questionnaire. Les questions qui ont été posées étaient des questions fermées à choix multiples et des questions semi ouvertes. Les questionnaires ont été distribués au cabinet et remplis en ma présence dans le but d'être à la disposition des femmes enceintes en cas de non compréhension afin de limiter les biais. Ces dernières étaient prévenues que le questionnaire serait à remplir de nouveau si un changement avait eu lieu.

Par la suite, une prise de photo a été réalisée après accord chez les femmes enceintes ayant rempli le questionnaire dans le but d'effectuer des mesures et d'étudier leur évolution au cours de la grossesse. Les photographies ont été réalisées soit au cabinet, soit au domicile des femmes. Elles ont été prises de face pour d (1-9) et d (3-10) et de profil pour l'angle α .

Le logiciel Paint® (Microsoft, USA) a été utilisé afin de pouvoir modifier les photographies dans le but de les anonymiser et de positionner les points repère pour ensuite pouvoir faire les mesures exprimées en cm.

L'outil de travail Excel® (Microsoft, USA) a permis de répertorier l'ensemble des points pris sur les photos pour effectuer les mesures de distance et d'angle.

L'analyse statistique a pu être réalisée grâce au logiciel Excel®. L'analyse de la variance (ANOVA : analysis of variance) a été effectuée par le logiciel R Core Team 2014 (R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) afin de démontrer le caractère significatif des résultats.

Partie II

Une affiche (ANNEXE II) a été réalisée grâce au logiciel Paint® afin de matérialiser différentes positions. Le document a été présenté aux femmes enceintes qui ont dû désigner la position de leur ceinture de sécurité lorsqu'elles conduisaient. De plus, elles ont été interrogées au même moment sur le terme de leur grossesse.

Pour cette étude, l'analyse statistique a été essentiellement faite grâce à l'outil Excel®.

3. Résultats

3.1 Partie I

Cette partie a permis d'étudier la présence ou non de changement de positionnement de la ceinture de sécurité selon le terme de la grossesse.

Les mesures répertoriées dans les tableaux ci-dessous ont été réalisées à l'aide de photographies de 18 femmes enceintes dont le terme était situé entre 24 et 41 SA.

Résultats de face

	6 ^{ème} mois	7 ^{ème} mois	8 ^{ème} mois	9 ^{ème} mois
Moyenne d(1-9)*	5,91	7,1	7,1	6,7
Ecart type d(1-9)	2,03	2,2	2,1	2,4
P value¹ de d (1-9)	0,3816 = NS			
Moyenne d(3-10)**	19,6	16,5	16,4	15,4
Ecart type d(3-10)	4,7	4,3	3,5	2,8
P value¹ de d(1-3)	0,0083			

Tableau 1 : Moyennes et écarts types des mesures d(1-9) et d(3-10) entre 6 et 9 mois

* : d (1-9) : distance épaule / passage de la ceinture au niveau de l'épaule

** : d (3-10) : distance menton / passage de la ceinture au niveau du thorax

¹ : obtenue à partir des tests ANOVA

La Figure 3 montre la courbe de mesure de la distance d (1-9), sur les 4 derniers mois de grossesse.

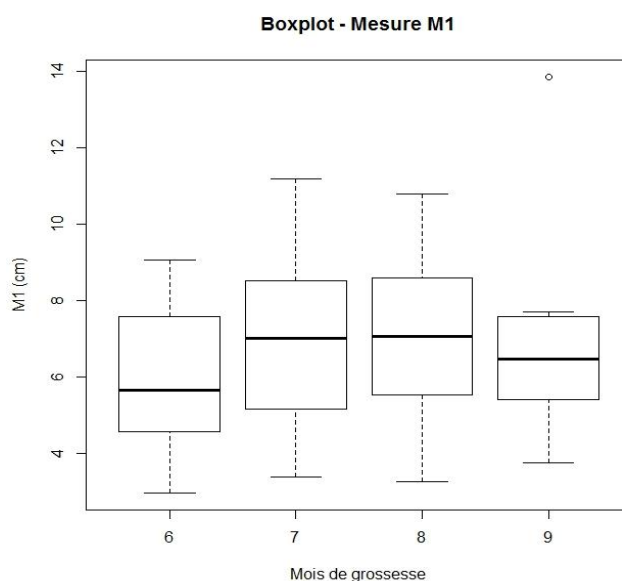


Figure 3 : Boite à moustache de la distance d (1-9) sous l'appellation « M1 » entre 6 et 9 mois de grossesse

La distance d (1-9) a tendance à augmenter du 6^{ème} au 7^{ème} mois de grossesse puis diminuer du 7^{ème} au 9^{ème} mois.

La Figure 4 montre la courbe de mesure de la distance d (3-10), sur les 4 derniers mois de grossesse.

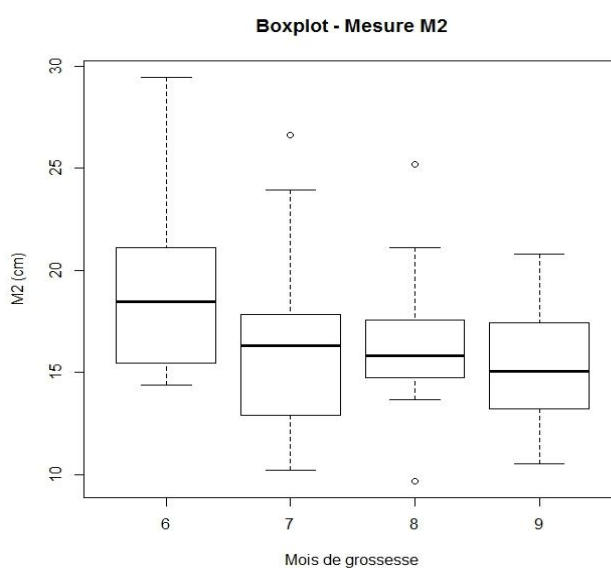


Figure 4 : Boite à moustache de la distance d (3-10) sous l'appellation « M2 » entre 6 et 9 mois de grossesse

La distance d (3-1) diminue lorsque le terme de la grossesse augmente.

Résultats de profil

	6 ^{ème} mois	7 ^{ème} mois	8 ^{ème} mois	9 ^{ème} mois
Moyenne α^*	27,8°	28,2°	30,42°	26,6°
Écart type α	8,9°	8,74°	6,2	3,9
P value¹ pour α	0,8945 = NS			

Tableau 2 : Moyennes et écarts types des mesures α entre 6 et 9 mois

* : angle ceinture cuisse

¹ : obtenue à partir des tests ANOVA

La Figure 5 montre la courbe de mesure de la distance de l'angle alpha sur les 4 derniers mois de grossesse.

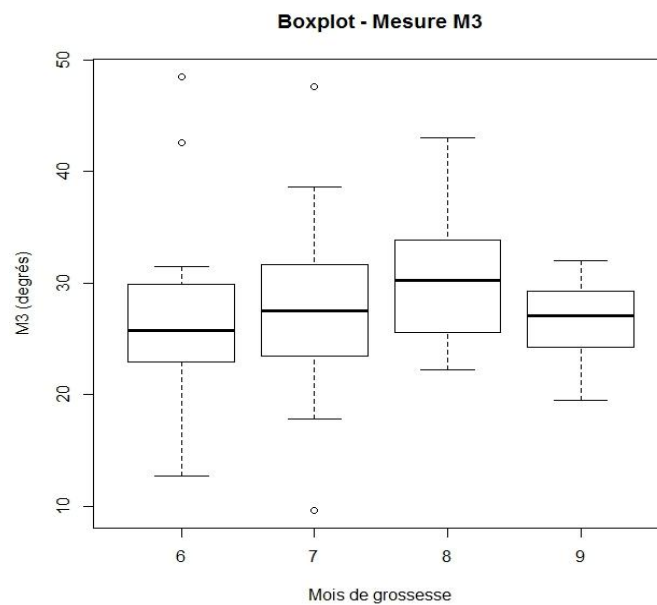


Figure 5 : Boîte à moustache de l'angle alpha sous l'appellation « M3 » entre 6 et 9 mois de grossesse

L'angle alpha a tendance à augmenter du 6^{ème} au 8^{ème} mois de grossesse puis diminuer du 8^{ème} au 9^{ème} mois.

Questionnaire de la partie I

Ce questionnaire qui a été distribué à 18 femmes enceintes a permis d'étudier les habitudes de ces dernières au cours de leur grossesse ainsi que leur changement de comportement le cas échéant.

Catégorie de voiture

Sur 18 femmes interrogées, 10 possédaient une voiture de type citadine et 8 possédaient une voiture de type berline.

Déplacements

✓ Types de déplacements

Concernant les déplacements professionnels, sur 18 femmes enceintes interrogées, 10 utilisaient leur voiture dans la majorité des cas en tant que conductrice. Les 8 autres personnes ne travaillaient pas ou privilégiaient un autre moyen de transport.

La totalité des femmes enceintes qui ont été interrogées ont déclaré utiliser leur voiture pour des déplacements non professionnels dont 12 personnes en tant que conductrice.

✓ Fréquence d'utilisation d'un véhicule

Sur 18 interrogées 14 personnes ont déclaré conduire tous les jours avant la grossesse le plus souvent en tant que conductrice contre 10 pendant la grossesse en tant que conductrice également.

✓ Réseau routier utilisé

Les déplacements effectués par les femmes enceintes se faisaient surtout en ville ainsi que sur les routes nationales et départementales séparant leur lieu de résidence et celui du travail. L'autoroute était très peu utilisée par la population étudiée.

Comportement

Sur l'ensemble de la population, la totalité des femmes interrogées ont déclaré porter la ceinture de sécurité durant leurs déplacements, qu'ils soient de courte ou de longue durée.

Sur l'ensemble des 18 femmes enceintes, 6 femmes ont admis ressentir une gêne concernant le positionnement de la ceinture de sécurité.

Parmi ces 6 femmes, 5 ont déclaré que cette gêne se situait au niveau du ventre.

Du fait de cette gêne, 4 femmes ont déclaré un changement de leur comportement, elles ont indiqué :

- avoir pris l'habitude d'intercaler leur main entre la ceinture et leur ventre pendant le trajet,
- avoir donné du mou sur la ceinture ventrale,
- avoir pris l'habitude de maintenir avec leurs mains la portion ventrale de la ceinture en position basse.

De plus, 4 femmes ont déclaré avoir observé une tendance de la ceinture à se déplacer légèrement au cours d'un trajet, ce qui les conduisait à réajuster la position de cette ceinture.

3.2 Partie II

Dans cette partie, 52 femmes enceintes ont été interrogées sur la façon dont elle positionnait leur ceinture de sécurité ainsi que sur leur terme.

Le tableau ci-dessous (Tableau 3) résume les différentes positions répertoriées selon l'âge gestationnel :

	6 ^{ème} mois	7 ^{ème} mois	8 ^{ème} mois	9 ^{ème} mois
Pas de ceinture	1	0	1	0
Dessus du ventre	1	1	2	0
Milieu du ventre	1	0	0	1
Sous le ventre	9	8	10	10
Ceinture thoracique Uniquement	0	1	0	0
Autres positions	0	3	2	1

Tableau 3 : Positionnement de la ceinture de sécurité entre 6 et 9 mois de grossesse

La mise en évidence de la répartition de la position de la ceinture de sécurité est réalisée dans le Figure 6 (la position correcte étant « sous le ventre ») :

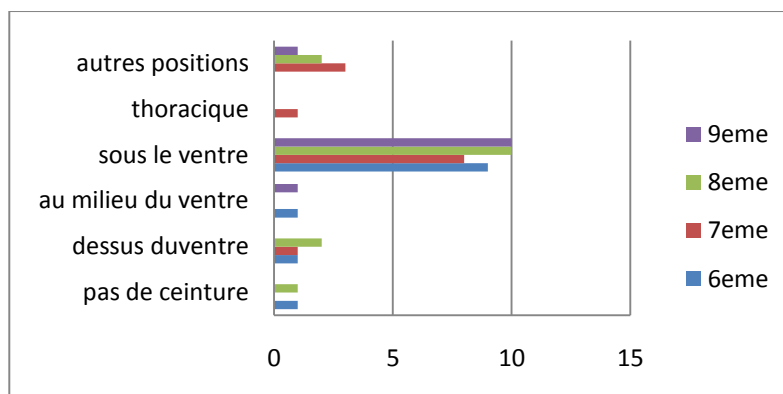


Figure 6 : répartition des positions de la ceinture entre 6 et 9 mois

D'un point de vue général, tout terme confondu :

- 4 % de la population n'a pas utilisé de ceinture
- 7 % de la population a positionné la ceinture au-dessus du ventre
- 4 % de la population a positionné la ceinture au milieu de ventre
- 71 % de la population a positionné la ceinture correctement c'est-à-dire sous le ventre
- 2 % a utilisé seulement la ceinture thoracique

- 12 % de la population a utilisé un autre moyen de positionnement (mains, accessoires, élargissement de la ceinture ventrale ...)

La mise en évidence du pourcentage des femmes enceintes positionnant leur ceinture de façon atypique est résumée sur la Figure 7 suivant :

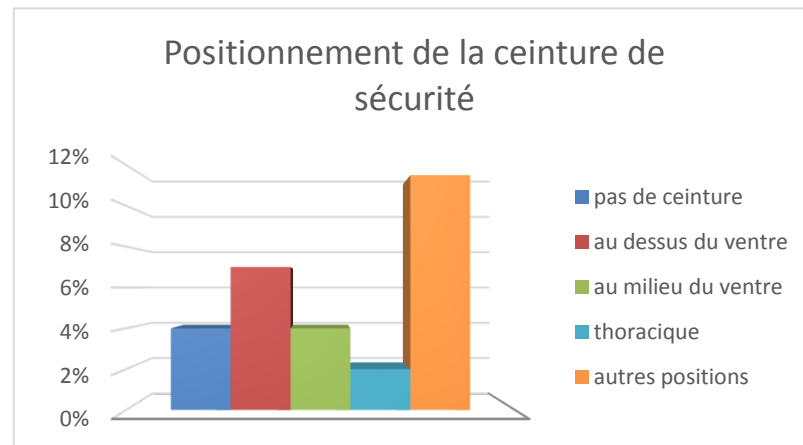


Figure 7 : répartition des positions atypique de la ceinture

3.3 Etude par simulation numérique du bilan lésionnel selon la position de la ceinture de sécurité

Le travail qui a été effectué en partenariat avec Florent Auriault au LBA a eu pour but de mettre en évidence les lésions foeto-placentaires en fonction de la position de la ceinture de sécurité. Un modèle « numérique éléments finis » d'une femme enceinte a ainsi été utilisé permettant la simulation d'accident.

Le modèle utilisé est celui issu d'un couplage entre un modèle PROMIS® (Pregnant car Occupant Model for Impact Simulation) et un modèle fluide afin de modéliser au mieux une femme enceinte de 26 SA au 50^{ème} percentile. Il est à noter les caractères innovant de ce mannequin. En effet, ce dernier intègre des paramètres particuliers tels que le fœtus, le placenta, le liquide amniotique ainsi que les ligaments utérins.

La partie I a mis en évidence les conditions de simulation par la prise de photographies. La moyenne des mesures effectuées sur les clichés a validé la position à utiliser lors des simulations.

La partie II a permis de répertorier les différentes positions possibles et donc de simuler des crashes avec 4 positions différentes (Figure 8 à 19) :

- ceinture sous le ventre (position standard)
- ceinture au milieu du ventre
- ceinture au-dessus du ventre
- ceinture thoracique uniquement

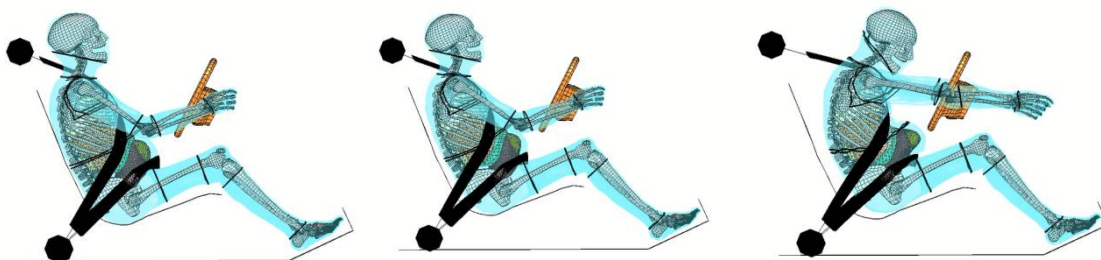


Figure 8, 9 et 10 : Simulation numérique ceinture sous le ventre à T1s T4s et T8s



Figure 11, 12 et 13: Simulation numérique ceinture au milieu du ventre à T1s T4s et T8s

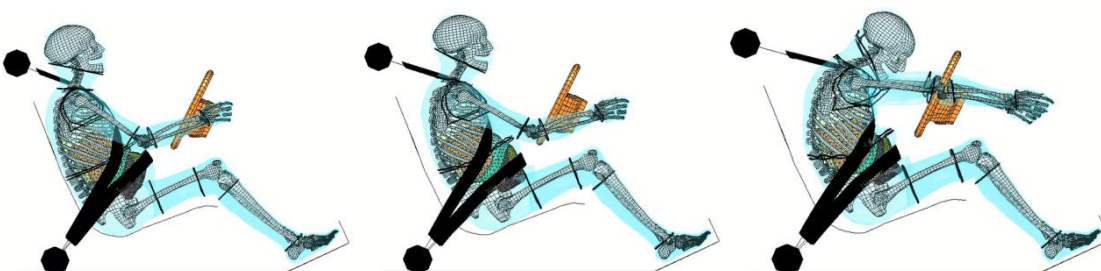


Figure 14, 15 et 16 : Simulation numérique ceinture au dessus du ventre à T1s, T4s et T8s

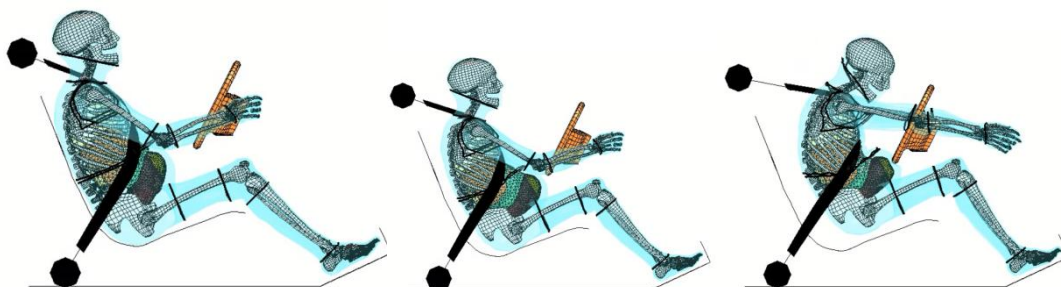


Figure 17, 18 et 19 : Simulation numérique ceinture thoracique uniquement à T1, T4s et T8s

Durant les simulations, différentes grandeurs mécaniques, validées lors d'étude d'accidents réels (Klinich *et al.* 2008), ont été enregistrées selon les différentes positions maternelles :

- la pression « face foetale du placenta »
- le HIC (Head Injury Criterion) de la mère

Le HIC est une mesure de la probabilité de blessures à la tête résultant d'un impact. Par exemple, lors d'une HIC de 1000, la probabilité de blessures sévères est de 18%, la probabilité de blessures graves est de 55% et celle de blessures modérées est de 90% (Hans-Wolfgang Henn, 1998), (Brian G, 2004).

Position	Pression face fœtale du placenta (kPa)	HIC mère
Ceinture sous ventre	46	149
Ceinture au milieu du ventre	49	143
Ceinture au-dessus du ventre	65	155
Ceinture thoracique	70	110

Tableau 4 : Evolution des grandeurs mécaniques en fonction de la position de ceinture de sécurité

A chacune des simulations, un risque théorique de blessures fœtales a été associé à ces grandeurs. (Figure 20) (Klinich *et al.* 2008).

En rapportant les 4 mesures de pression sur la face fœtale du placenta qui ont été effectuées lors des simulations (2^{ème} colonne du tableau 4) sur la courbe, les risques de lésions ont été évalués :

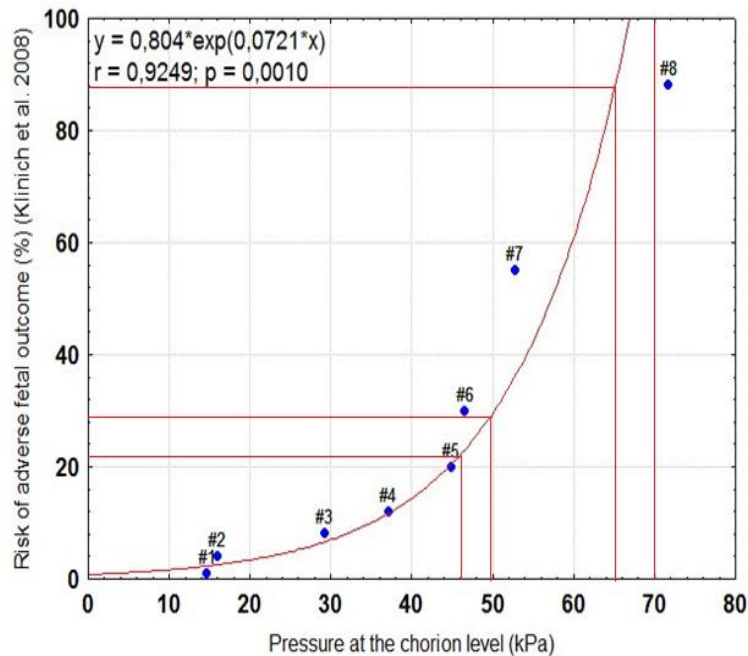


Figure 20 : courbe avec les valeurs des pressions fœtales mesurées pour les 4 positions de ceintures citées dans le tableau 4

Il a donc été retenu :

- à 40 km/h, avec la ceinture sous le ventre le risque de lésions fœtales est de 24%
- à 40 km/h avec la ceinture au milieu du ventre le risque de lésions fœtales est de 29%
- à 40 km/h avec la ceinture au-dessus du ventre le risque de lésions fœtales est de 88%
- à 40 km/h avec ceinture thoracique seulement le risque de lésions fœtales est de 100%

4. Discussion

4.1 Partie I

Catégorie de voiture

Les questions ont permis de mettre en évidence le type de véhicule le plus utilisé par les femmes enceintes à savoir les citadines. En effet selon la catégorie, la disposition des éléments constituant l'habitacle n'est pas la même (distance volant/ventre, place du fauteuil...) et les conséquences lors d'un accident sont différentes. Il était donc nécessaire de connaître quelle catégories était la plus utilisée afin de réaliser les tests en laboratoire sur des prototypes représentatifs.

Déplacements

Les femmes ont tendance à réduire leur conduite lors de déplacements professionnels après avoir appris l'existence de leur grossesse. Elles réduisent également leurs déplacements non professionnels.

En effet les femmes se sont dites gênées et fatiguées lorsqu'elles prennent la voiture et ont tendance à adapter leur comportement selon leurs gênes. Il existe donc une forte probabilité qu'une femme enceinte change à tort la position de sa ceinture de sécurité lorsqu'elle se sent gênée puisque mettre sa ceinture sur le ventre ou utiliser seulement la ceinture thoracique est un gain de confort (mais non de sécurité).

Réseau routier

Les femmes ont tendance à prendre le plus souvent la voiture sur des petits trajets empruntant le plus souvent des routes nationales ou départementales en plus de la conduite en ville.

Or selon le rapport des accidents corporels de la circulation réalisée en 2014 par l'ONRS, les accidents de la route ont principalement lieu sur les routes départementales et communales. Les femmes enceintes sont donc une population à risque.

Comportement

Les questions concernant le comportement ont cherché à mettre en évidence l'existence d'une attitude responsable chez les femmes enceintes. En effet, les femmes interrogées utilisent toutes la ceinture de sécurité. Ceci pourrait s'expliquer par les cascades hormonales durant la grossesse qui induisent un changement de comportement propice à la maternité (F.Levy 1998). Certaines femmes se sentent plus responsables du fait de porter un enfant et ont tendance à réagir et adopter un bon comportement (G.Naruse 1997). La grossesse est donc une période propice à la prévention notamment celle en matière de positionnement de la ceinture de sécurité.

Mesures photographiques

Concernant les résultats d (1-9) et l'angle α , on ne note pas d'évolution significative ($p > 0,05$) selon le terme de grossesse.

Il semblerait donc que sur l'échantillon étudié, l'âge gestationnel n'ait pas d'influence sur la distance épaule / passage de la ceinture au niveau de l'épaule. En effet, que l'on soit enceinte ou non, le passage de la ceinture de sécurité au niveau de l'épaule ne change pas.

En revanche la distance d (3-10) diminue de façon significative ($p < 0.05$). L'âge gestationnel a donc une influence sur la distance menton / passage de la ceinture au niveau du thorax. Ceci s'explique par le fait qu'il y ait un changement de volume abdominal lorsque la grossesse est avancée, déviant la ceinture thoracique sur le côté (Figure 21) entraînant ainsi la diminution de d (3-10) par rapport à une grossesse peu avancée (Figure 22)

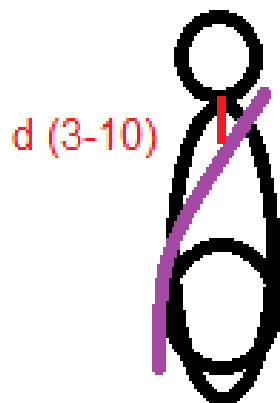


Figure 21 : distance d (3-10) lorsque le volume abdominal interfère dans la position de la ceinture de sécurité (vers le 6^{ème} mois de grossesse)

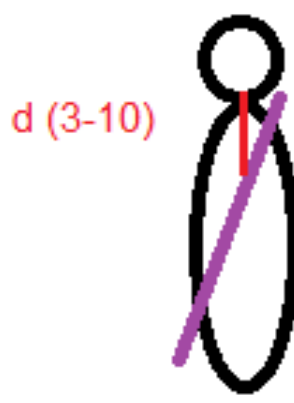


Figure 22 : distance d (3-10) lorsque le volume abdominal n'interfère pas dans la position de la ceinture de sécurité (début de grossesse)

Il serait pertinent de réaliser cette étude sur un plus grand nombre de patiente afin de confirmer que le terme de la grossesse a un impact sur ces mesures.

L'angle α ne se modifie pas de façon significative également. En effet, pour les cas étudiés la ceinture est toujours placée sous le ventre et la morphologie des jambes change peu au cours de la grossesse. L'âge gestationnel n'influence donc pas l'angle cuisse/ceinture pendant la grossesse.

4.2 Partie II

Cette partie de l'étude a permis de mettre en évidence le fait que la position idéale de la ceinture de sécurité n'est pas toujours respectée. Il est à noter que le changement de comportement se fait lorsque la morphologie change et que le ventre commence à devenir proéminent.

Les femmes enceintes ayant une position atypique lors du positionnement de la ceinture de sécurité sont conscientes de leur acte et se justifient par une gêne.

4.3 Influence de la position de la ceinture sur le bilan lésionnel

Ce travail a permis de montrer que lors d'une simulation d'un accident à 40m/h en choc frontal, le risque de blessures maternelles graves est le même quelle que soit la position de la ceinture, et il est faible.

Cependant, les résultats au niveau du fœtus sont plus alarmants. En effet les risques de lésions fœtales sont multipliés par 3.5 pour une ceinture positionnée sur le ventre et multipliés par 4 pour l'absence de ceinture ventrale par rapport au risque pour une ceinture positionnée correctement c'est-à-dire sous le ventre.

Après les questions effectuées sur les 52 femmes enceintes en salle d'attente et les 18 femmes enceintes photographiées, certaines ont cherché à savoir quelle était la position idéale (femmes enceintes ayant une position typique ou atypique confondue). Elles ne connaissaient pas la position idéale mais se sont interrogées lorsque le sujet était abordé, prouvant qu'un intérêt pour la question existait. Or le sujet du positionnement de la ceinture de sécurité n'est peu, voire pas abordé lors des consultations pendant la grossesse. De manière générale, les accidents de la route ne

sont évoqués dans les cours de préparation à la naissance et à la parentalité que pour des motifs de consultation en urgence en maternité. La thématique du positionnement de la ceinture de sécurité n'est pas abordée de manière spécifique.

4.4 Limite de l'étude

Concernant la partie I, les questionnaires n'ont pas été redistribués car les femmes n'ont pas signalé de changement de comportement. On peut se demander si une étude sur une population plus grande aurait mis en évidence ce changement. Cependant l'étude transversale réalisée sur 52 femmes enceintes peut pallier à ce biais. En effet, ces dernières ont pu évoquer un changement de comportement malgré la non distribution du questionnaire qui, lui, permettait d'en comprendre la raison.

Il existe également un biais concernant la prise de photographies, certaines femmes partageaient leur véhicule avec leur conjoint, ceci pouvant induire une légère modification des sièges et des dossiers.

5. Conclusion

Durant la grossesse, les femmes continuent d'utiliser leur voiture. Bien qu'elles aient tendance à limiter leurs déplacements aux petits trajets, une grande partie d'entre elles conduit tout de même tous les jours.

Or, la grossesse entraîne des modifications morphologiques au niveau de l'abdomen favorisant un changement de position de la ceinture de sécurité dans sa zone ventrale et thoracique. Ce dernier devient plus important à partir du 6^{ème} mois de grossesse, moment où le ventre commence à être proéminent.

Les changements peuvent aller d'un simple inconfort dû à la ceinture, à un glissement de celle-ci.

Les femmes enceintes ressentent alors une gêne les poussant à modifier leur comportement. Il peut s'agir de l'utilisation d'un accessoire de confort n'ayant pas de preuve scientifique de sécurité, ou bien un changement de position de la ceinture. La situation standard et la moins dangereuse est celle où la ceinture est mise sous le ventre. Cependant, entre 24 SA et 41 SA, certaines femmes mettent leur ceinture sur le ventre, au-dessus du ventre ou même n'utilisent que la ceinture thoracique.

Ce travail a démontré que, concernant les lésions maternelles, le changement de position de la ceinture a peu d'influence. Cependant, le risque de lésion fœtale est véritablement augmenté. En effet, par rapport à la position standard « sous le ventre », ce risque peut être multiplié par 3.5 si la ceinture est située sur le ventre ou même 4 si la ceinture thoracique est seulement utilisée.

Ce travail met donc en évidence la pertinence de mettre en place une intervention pendant la grossesse afin de sensibiliser les femmes enceintes à la bonne utilisation de la ceinture de sécurité. Cela pourrait être fait lors des cours de préparation ou bien par le biais de prospectus pouvant être distribués dans les valises de maternité offertes en début de grossesse.

Il serait également intéressant de sensibiliser les professionnels de santé en contact avec les femmes enceintes afin de mettre en place un travail de prévention.

Bibliographie

Auriault F, 2015, *Traumatologie virtuelle chez la femme enceinte accidentée de la route pour l'aide à la conception et l'évaluation de dispositifs de protection spécifique*, Thèse, Aix-Marseille Université, 159p.

Auriault F., Brandt C., Chopin A., Gadegbekuc B., Ndiaye A., Balzing M.P., Thollon L., Behr M., 2016 Pregnant women in vehicles : Driving habits, position and risk of injury. *Accident Analysis and Prevention*.

Brian G, 2004, Head injury criterion and the ATB. *Mc Henry software, Inc.*

Cheng, H.T., Wang, Y.C., Lo, H.C., Su, L.T., Lin, C.H., Sung, F.C., Hsieh, C.H., 2012. Trauma during pregnancy: A population-based analysis of maternal outcome. *World J Surg*.

Hans-Wolfgang Henn, 1998. Crash Tests and the Head Injury Criterion *Teaching mathematics and its applications* Volume 17, No. 4.

Jernigan, M.V., 2002. *Statistical analysis and computational modeling of injuries in automobile crashes*, Thesis submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute 162p.

Klinich, K.D., Schneider, L.W., Moore, J.A., Pearlman, M.D., 1999a. *Investigations of crashes involving pregnant occupants*. Final Report NO. UMTRI 99-29. University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, MI.

Klinich, K.D., Schneider, L.W., Eby, B., Rupp, J.D., and Pearlman, M.D., 1999a. *Seated anthropometry during pregnancy*. Final report.

Lévy F, 1998. Physiological and sensorial determinism of maternal behavior in mammals. *Contracept Fertil Sex*.

Naruse G, 1997. Maternal behavior. Induction of biological regulation in the animal. *Encephale*.

Observatoire national interministériel de la sécurité routière (ONISR), *Bilan de l'accidentalité 2012, 2013 et 2014.*

Oxford, C.M., Ludmir, J., 2009. Trauma in pregnancy. *Clin Obstet Gynecol* 52 (4), 611-29.

Pearlman, M.D. et al., 2000. A comprehensive program to improve safety for pregnant women and fetuses in motor vehicle crashes: a preliminary report. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 182(6), pp.1554–1564.

Pérès J, Brunet C, Kayvantch K, 2012. Modélisation numérique de la femme enceinte : Application en accidentologie routière.

Weiss, H.B., Songer, T.J. & Fabio, A., 2001. Fetal deaths related to maternal injury. *JAMA*, 286(15), pp.1863–1868.

Weiss, H.B., 1999. *The epidemiology of perinatal traumatic fetal injury mortality.* PhD Dissertation, University of Pittsburgh, Pittsburgh.

Weiss, H.B., 2001. The epidemiology of traumatic injury-related fetal mortality in pennsylvania, 1995-1997: The role of motor vehicle crashes. *Accid Anal Prev* 33 (4), 449-54

ANNEXE I

Questionnaire à l'intention des femmes enceintes

(Ce questionnaire est confidentiel, selon le respect du secret médical)

1. Quel âge avez-vous ? _____
2. Quelle taille faites-vous ? _____
3. Quel poids faisiez-vous avant la grossesse ? _____
Quel poids faites-vous actuellement ? _____
3. A quelle date est prévu le terme de votre grossesse (date supposée de l'accouchement) ? _____
4. Avez-vous déjà des enfants ?
 - ☐ oui
 - ☐ nonSi oui, combien ? _____

Concernant vos habitudes lorsque vous prenez la voiture

(cette partie du questionnaire est adressée aux femmes enceintes conductrices ou passagères)

5. Quel type de véhicule utilisez-vous (la voiture la plus souvent utilisée) ?

6. Au cours du mois qui s'est écoulé, vous est-il arrivé d'utiliser une voiture pour des déplacements professionnels?
 - ☐ oui
 - ☐ non

Si oui, quelle place occupiez-vous le plus souvent en voiture lors de déplacements professionnels?

- ☐ Conductrice
- ☐ Passagère avant
- ☐ Passagère arrière

Si non, pourquoi ?

- ☐ Vous ne travaillez pas (sans-emploi, congés maternité, raison médicale)
- ☐ Vous évitez de prendre la voiture car vous êtes enceinte
- ☐ Vous utilisez un autre moyen de transport
- ☐ Autre raison, précisez : _____

7. Au cours du mois qui s'est écoulé, vous est-il arrivé d'utiliser une voiture pour des déplacements non professionnels (pour les loisirs, faire les courses, amener des enfants à l'école...)?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui, quelle place occupiez-vous le plus souvent en voiture pour ces déplacements non professionnels?

- ☐ Conductrice
- ☐ Passagère avant
- ☐ Passagère arrière

Si non, pourquoi ?

- ☐ Vous évitez de prendre la voiture car vous êtes enceinte
- ☐ Vous utilisez un autre moyen de transport
- ☐ Autre, précisez : _____

8. A quelle fréquence prenez-vous la voiture (conductrice ou passagère) ?

Avant la grossesse

- ☐ Tous les jours
 - ☐ 3 à 5 fois par semaine
 - ☐ Une ou moins d'une fois par semaine
- en tant que (le plus souvent)
- ☐ conductrice
 - ☐ passagère

Depuis que vous êtes enceinte

- ☐ Tous les jours
- ☐ 3 à 5 fois par semaine
- ☐ Une ou moins d'une fois par semaine
 - en tant que (le plus souvent)
 - ☐ conductrice
 - ☐ passagère

9. Actuellement vous circulez plutôt :

- ☐ En ville
- ☐ Sur route (90 km/h)
- ☐ Sur autoroute

10 Lors de vos déplacements, mettez-vous la ceinture de sécurité ?

- ☐ oui
- ☐ non
- ☐ pas toujours

pourquoi ? _____

11. Au cours du mois qui s'est écoulé, vous êtes-vous sentie gênée par la ceinture de sécurité?

- ☐ Oui
- ☐ Non

Si oui, de quelle manière

- ☐ La ceinture de sécurité vous serre le ventre
- ☐ La ceinture de sécurité vous serre la poitrine
- ☐ La ceinture de sécurité est difficile à bien positionner
- ☐ Autre raison, précisez : _____

Si oui, avez vous changer votre comportement

- ☐ non
- ☐ oui, de quelle manière _____

12. **Si vous avez des enfants**, trouvez-vous que votre comportement lors de la conduite (positionnement de la ceinture notamment) a changé d'une grossesse à l'autre ?

- ☐ oui
- ☐ non

Si oui, quel est ce changement ? _____

13. **Si vous avez des enfants**, leur mettez-vous la ceinture de sécurité ?

- ☐ oui
- ☐ non

Pourquoi ? _____

14. Utilisez-vous des accessoires pour ceinture (achetés en magasin ou « fabriqués » par vous-même) afin d'améliorer le confort de votre conduite ?

- ☐ oui
- ☐ non
- ☐ je ne sais pas que cela existe

Si oui, lesquels ? _____

15. Utilisez-vous des accessoires pour ceinture afin d'améliorer votre sécurité en cas d'accident ?

- ☐ oui
- ☐ non
- ☐ je sais pas que cela existe

Si oui, lesquels ? _____

16. Selon vous, quelle est la meilleure position de la ceinture de sécurité lorsqu'une femme enceinte conduit ? _____

17. Au cours du mois qui s'est écoulé, vous est-il arrivée de positionner la ceinture "thoracique" * derrière l'épaule en faisant passer le bras par-dessus?

- ☐ Oui
- ☐ Non

*La ceinture thoracique correspond à la partie de la ceinture de sécurité passant en diagonale de l'épaule à la hanche

18. Au cours du mois qui s'est écoulé, dans quelle position placez-vous le plus souvent la ceinture de sécurité (la ceinture ventrale *)?

- ☐ Plutôt au-dessous du ventre
- ☐ Plutôt au milieu du ventre
- ☐ Plutôt au-dessus du ventre

*La ceinture ventrale correspond à la partie horizontale de la ceinture de sécurité passant au niveau des hanches

19. Lors de vos déplacements, sentez-vous un changement de position de la ceinture de sécurité par rapport à sa position initiale

- ☐ oui
- ☐ non

Si oui,

- à quel niveau ? _____
- quel changement ? _____
- réajustez-vous la ceinture ? _____

20. Pensez-vous qu'il existe des risques si vous ne mettez pas la ceinture de sécurité lors d'un trajet ?

- ☐ oui
- ☐ non

Si oui, quelles notions avez- vous sur ce sujet : _____

Concernant le questionnaire que vous venez de remplir...

21. Quel est votre avis sur la pertinence et l'utilité de ce questionnaire ? (attribuez une note sur 5)

- ☐ 1 (inutile) ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 (utile)

22. Avez-vous rencontré des problèmes pour remplir ce questionnaire ?

- ☐ oui
☐ non

Si oui, lesquels ? _____

23. Ce questionnaire vous a-t-il sensibilisé sur le thème du port de la ceinture de sécurité?

- ☐ oui
☐ non

Pourquoi ?

24. Avez-vous été interpellé par cette démarche ?

- ☐ oui
☐ non

Pourquoi ? _____

ANNEXE II

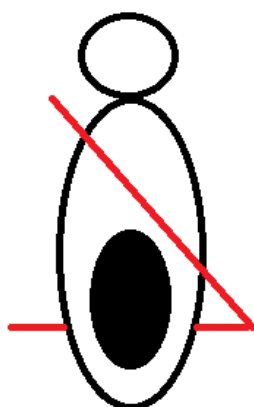
Quelle est la position de la ceinture de sécurité lorsque vous conduisez ?



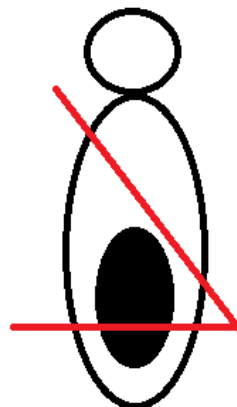
pas de ceinture



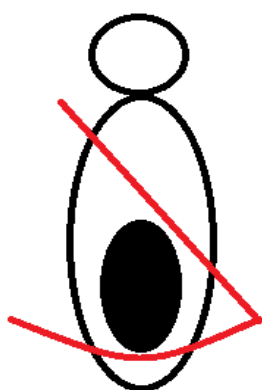
ceinture au dessus du ventre



ceinture seulement en haut



ceinture sur le ventre



ceinture sous le ventre



autre ?

RESUME

Objectif : l'objectif de cette étude était d'estimer l'influence de la ceinture de sécurité (CS) sur les lésions foeto placentaires lors d'un choc frontal à 40 km/h chez une femme enceinte (FE). **Matériels et méthodes** : une étude longitudinale a été menée auprès de 18 FE volontaires qui ont répondu à un questionnaire et ont été photographiées dans leur voiture une fois par mois entre 24 et 41 semaines d'aménorrhées. Une étude transversale a été réalisée auprès de 52 FE dont le terme de grossesse était situé entre 24 et 41 semaines d'aménorrhée également. Celles-ci ont décrit la position de leur CS lorsqu'elles conduisaient. **Résultats** : l'étude a mis en évidence un comportement différent des FE au 6^{ème}, 7^{ème}, 8^{ème} et 9^{ème} mois de grossesse vis à vis de la position de la CS. Elle a également montré le changement non maîtrisé de la position de la ceinture thoracique selon l'âge gestationnel ainsi qu'une augmentation de risque de lésions foetoplacentaires selon le changement de position de la CS. **Conclusion** : il serait important de mettre en place un système de prévention au cours de la grossesse afin d'informer les FE sur le bon positionnement de la CS et la nécessité de l'utiliser. Il faudrait également sensibiliser le personnel de santé sur les risques d'une mauvaise position de la CS afin de mettre en place cette prévention.

Mots clés : position de la CS, comportement, gênes de conduite, risque, lésions foetoplacentaires, protection des FE, prévention.

SUMMARY

Goal: the goal of the study was to estimate the influence of the seat belt on the foatal and placental lesions during a car crash in 40 km/h with a pregnant woman. **Materials and methods**: a longitudinal study was conducted on 18 volunteers pregnant women who answered forms and were photographed once a month inside their car, between 24 and 41 weeks of amenorrhea. A side study was conducted on 52 pregnant women whose their pregnancy was estimated between 24 and 41 weeks of amenorrhea. These last one described the position of their seat belt. **Results**: this study brought out a change in pregnant women behavior during the 6th, 7th, 8th and 9th month of pregnancy about the position of their seat belt. It has also shown a change of the position of the seat belt in its thoracic part and an increase of the risk of foetal and placental lesions according to the position of the seat belt. **Conclusion**: it would be important to set up a system of prevention during the pregnancy with the purpose to inform the pregnant women on the good position of the seat belt and the necessity to use it. IT would be necessary to make the nursing staff conscious of the wrong position of the seal belt in order to make a prevention.

Key- Words: Position of the seat belt, the behavior, conducting embarassment, risk, foetal and placental lesions, protection of the pregnant women, the prevention