THESE

pour l'obtention

du DIPLOME DE DOCTORAT de l'Université de

VALENCIENNES ET DU HAINAUT-CAMBRESIS

Discipline, spécialité : Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives,

Biomécanique.

Présentée par Racha Doya

Soutenue le 29 janvier 2014

Ecole doctorale : Sciences Pour l'Ingénieur (SPI)

Laboratoire d'Automatique, de Mécanique et d'Informatique Industrielles et Humaines

(LAMIH UMR CNRS 8201)

Contribution à l'étude des effets d'un programme d'activités physiques adaptées durant la grossesse chez la femme

JURY

Président du jury

Houzé de l'Aulnoit, Denis. Professeur, l'Université Catholique de Lille.

Rapporteurs

Dumas, Geneviève. Professeur, Queen's University, Canada.
Duché, Pascale. Professeur, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.

Examinateur

Houzé de l'Aulnoit, Denis. Professeur, l'Université Catholique de Lille.

Directeur de thèse

Directeur : Watelain, Eric. Maître de Conférences HDR, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis
Co-directeur : Pinti, Antonio. Maître de Conférences HDR, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis.
Co-encadrant : Gorce, Philippe. Professeur, Université du sud Toulon Var.

Remerciements

Mes premiers remerciements sont adressés à mon directeur de thèse, **M. Eric Watelain**, pour sa confiance, ses encouragements et ses précieuses remarques. J'ai beaucoup appris à vos côtés durant toutes ces années.

Mes remerciements s'adressent également à mon co-directeur, **M. Antonio Pinti**, pour ses interventions enrichissantes et sa maîtrise logistique qui m'a énormément aidé dans l'organisation et la réalisation de mes expérimentations.

Je tiens à remercier **M. Denis Houzé de l'Aulnoit, Madame Geneviève Dumas** et **Mme Pascale Duché** pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger et d'expertiser ce travail.

Merci à **M. Franck Barbier**, mon directeur d'équipe de recherche, pour ces explications biomécanique, son temps et ses conseils.

Merci à **M. Thierry-Marie Guerra** directeur du laboratoire (LAMIH) de m'avoir accepté au sein de son équipe.

Un grand merci est adressé à toutes **mes participantes** qui ont accepté de réaliser mes expérimentations avec un grand sourire.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à **Mme Aurore Bourelly** pour sa contribution considérable lors de mes expérimentations de tennis ainsi que **M. Samuel Boudet** et **M. Bruno Lenne** pour leurs aide et conseils pour le traitement de données.

A mes collègues du bureau 217, le 'bureau des filles', **Julie, Aurore et Imen**, merci pour tous les bons moments qu'on a passé ensemble.

A mon mari **Mohannad**, je te remercie du fond du cœur pour ta patience, ta présence et ton soutien durant toutes ces années.

A mon petit bout de choux, **Luna,** le cadeau de ma première année de thèse et mon rayon de soleil pendant les moments difficiles.

A **Monique et Jean-Jacques Fressencourt**, je vous remercie énormément pour votre support lors des moments difficiles et pour votre soutien personnel vis à vis de ma fille Luna.

Et enfin, une grande pensée et un énorme merci pour ma famille en Syrie qui m'a toujours soutenue et encouragée tout au long de mes études en France.

Sommaire

Chapitre I

Introduction générale

I.1. La Grossesse chez la femme : approche sociologique et statistique 17

I.2. Les principaux effets de la grossesse chez la femme enceinte 18
I.2.1 Conséquences cardio-respiratoires 19
I.2.2. Conséquences biomécaniques 20
I.2.2.1. La prise de poids 20
I.2.2.2. La stabilisation posturale 21
I.2.2.3. Les douleurs de la ceinture pelvienne 22
I.2.2.4. La lombalgie de la grossesse 23
I.2.3. Conséquences psychologiques 24
I.2.4. Conséquences sur la santé physique (qualités physiques) 25
I.2.5. Autres effets 26
I.2.6. Synthèse des principaux effets de la grossesse en relation avec la motricité 27

I.3. L'Activité physique et la grossesse 29
I.3.1. Principaux effets de la pratique physique ou sportive avant la grossesse 29
I.3.2. Principaux effets de la pratique physique ou sportive durant la grossesse 31
I.3.3. Revue de la littérature sur les programmes d'activité physique Péripartum 32
I.3.3.1. Les principaux programmes de la littérature et les effets observés 32
I.3.3.2. Étude comparative des programmes d'AP durant ou après la grossesse 42
I.3.3.2.1. Intensité et fréquence d'exercices 42
I.3.3.2.2. Type d'exercices 44
I.3.3.2.3. Durée du programme 46
I.3.3.2.4. Structure du programme 47
I.3.1.2.5. Type de programme 49
I.3.3.3. Effets de l'AP sur le déroulement de la grossesse et l'accouchement 50

I.4. Conclusion du chapitre 1 51

Chapitre II

Grossesse et activité de la vie quotidienne pour les femmes inactives durant la grossesse

II.1. Introduction 54

II.2. Etude 1 : Temps réel et imaginé lors d'une traversée de rue 56
II.2.1. Introduction 56
II.2.2. Matériels et méthodes 59
II.2.2.1. Participantes 59
II.2.2.2. Matériels 60
II.2.2.3. Procédures 62
II.2.2.4. Statistiques 65
II.2.3. Résultats 66
II.2.3.1. Teste de l'horloge interne 66
II.2.3.2. Traversée : Effet global de la grossesse 67
II.2.3.2.1. Plat et sans poussette (P&saP) 67
II.2.3.2.2. Plat et avec poussette (P&avP) 69
II.2.3.2.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP) 71
II.2.3.2.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP) 73
II.2.3.3. Traversée : Effet spécifique de la grossesse 75
II.2.3.3.1. Plat et sans poussette (P&saP) 75
II.2.3.3.2. Plat et avec poussette (P&avP) 77
II.2.3.3.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP) 79
II.2.3.3.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP) 81
II.2.3.4. Effet sportive *vs* non sportive avant la grossesse 83
II.2.3.5. Synthèse des résultats de l'étude 1 90
II.2.4. Discussion 92
II.2.4.1. Limites méthodologiques 92
II.2.4.2. Effet global de la grossesse 93
II.2.4.3. Effet spécifique de la grossesse 94
II.2.5. Conclusion 97

II.3. Etude 2 : QV, douleurs et SP durant la grossesse et en post-partum 98
II.3.1. Introduction 98
II.3.2. Matériels et méthodes 99
II.3.2.1. Participantes 99
II.3.2.2. Procédures 100
II.3.2.2.1. Quantification des douleurs 100
II.3.2.2.2. Quantification de la QV 101
II.3.2.2.3. Quantification de la SP 101
II.3.2.2.3.1. Test de la flexibilité 101
II.3.2.2.3.2. Test d'équilibre 103
II.3.2.2.3.3. Test 'Eurofit Sit Up Test' 104
II.3.2.2.3.4. Test de Ruffier Dickson 105
II.3.2.2.3.5. Test de marche de six minutes 107
II.3.3. Statistiques 108
II.3.4. Résultats 108

II.3.4.1. Caractéristiques générales à T1 108
II.3.4.2. Comparaisons inter-sessions pour l'ensemble des sujets 109
II.3.4.2.1. T1 *vs* T2..... 109
II.3.4.2.2. T2 *vs* T3..... 109
II.3.4.2.3. T1 *vs* T3..... 109
II.3.4.3. Comparaisons sportives *vs* non sportives 112
II.3.4.2.1. Comparaisons intra-session 112
II.3.4.2.2. Comparaisons inter-sessions..... 115
II.3.5. Synthèse des résultats de l'étude 2 117
II.3.6. Discussion 119
II.3.6.1. Limites méthodologiques 119
II.3.6.2. La douleur 120
II.3.6.3. La qualité de vie 121
II.3.6.4. La santé physique 122
II.3.6.5. Approche globale 123
II.3.7. Conclusion 124

II.4. Synthèse des deux études comparant sportives et non sportives..... 124

Chapitre III

Activités physiques durant la grossesse et activités sportive post-partum : l'exemple du tennis

III.1. Introduction générale..... 126

III.2. Etude 3 : Analyse du mouvement du geste de coup droit au tennis..... 128
III.2.1. Introduction..... 128
III.2.2. Protocole et méthode 131
III.2.2.1. Participantes 131
III.2.2.2. Conditions d'échauffement et de mesures expérimentales 133
III.2.2.3. Instrumentation du sujet 136
III.2.2.3.1. Marqueurs passifs 136
III.2.2.3.2. Electrodes EMG..... 137
III.2.2.4. Traitement des données et paramètres retenus 139
III.2.2.4.1. Découpage en phases 139
III.2.2.4.2. Traitement du signal EMG : moyennage & normalisation en amplitude 144
III.2.2.4.3. Les mesures cinématiques et cinétiques..... 149
III.2.2.4.4. Les mesures de la douleur 153
III.2.2.4.5. Statistique 153
III.2.3. Résultats..... 154
III.2.3.1. Paramètres cinétiques issus des PFF et de l'A3D..... 154
III.2.3.2. Paramètres électromyographiques 158
III.2.3.2.1. Exemple de signaux 158

III.2.3.2.2. Activités EMG lors des différentes phases du geste 159
III.2.3.3. Les paramètres de cinématique articulaire 175
III.2.3.4. La douleur 185
III.2.4. Discussion 186
III.2.4.1. Limites méthodologiques 186
III.2.4.2. Le coup droit 187
III.2.4.3. Effet de la grossesse et de l'activité physique pendant la grossesse 189
III.2.4.4. Effet de la vitesse de la balle 191

III.3. Conclusion 194

Chapitre IV

Effet d'un programme d'activités physiques adaptées spécifiques centré sur le tronc

IV.1. Introduction 196

IV.2. Etude 4 : Effet d'un programme d'activités physiques adaptées centré sur le tronc sur la qualité de vie ; la santé physique et les douleurs 197
IV.2.1. Introduction 197
IV.2.2. Protocole et méthode 198
IV.2.2.1. Participantes 198
IV.2.2.2. Le programme d'APA centré sur le tronc 199
IV.2.2.3. Les mesures 200
IV.2.2.4. Statistiques 200
IV.2.3. Résultats 201
IV.2.3.1. Caractéristiques générales à T1 201
IV.2.3.2. Comparaisons inter-sessions pour l'ensemble des sujets 201
IV.2.3.2.1. T1 *vs* T2 201
IV.2.3.2.2. T2 *vs* T3 202
IV.2.3.2.3. T1 *vs* T3 202
IV.2.3.3. Comparaisons sportives *vs* non sportives 204
IV.2.3.3.1. Comparaisons intra-session 204
IV.2.3.3.2. Comparaisons inter-sessions 207
IV.2.4. Discussion 210
IV.2.4.1. Limites méthodologiques 210
IV.2.4.2. La douleur 211
IV.2.4.3. La qualité de vie 214
IV.2.4.4. La santé physique 215
IV.2.4.5. Approche globale 216
IV.2.5. Conclusion 217

IV.3. Etude 5 : Effet du programme d'Activités Physiques Adaptées centré sur le tronc sur la traversée de rue 217
IV.3.1. Introduction 217
IV.3.2. Protocole et méthode 219
IV.3.2.1. Participantes 219
IV.3.2.2. Matériels et méthodes 219
IV.3.2.3. Statistique 219
IV.3.3. Résultats 221
IV.3.3.1. Test de l'horloge interne 221
IV.3.3.2. Traversée 222
IV.3.3.2.1. Plat et sans poussette (P&saP) 222
IV.3.3.2.2. Plat et avec poussette (P&avP) 223
IV.3.3.2.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP) 225
IV.3.3.2.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP) 227
IV.3.3.3. Effet sportive *vs* non sportive avant la grossesse 229
IV.3.4. Synthèse des résultats de l'étude 5 236
IV.3.5. Discussion 237
IV.3.5.1. Limites méthodologiques 238
IV.3.5.2. Effet d'une grossesse sans activité physique 239
IV.3.5.3. Effet d'une activité physique régulière pendant la grossesse 240
IV.3.5.4. Effet d'être sportive ou non sportive avant la grossesse 241
IV.3.6. Conclusion 242

IV.4. Synthèse des effets du programme centré sur le tronc 242

Chapitre V

Discussion générale

V.1. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur les douleurs 244

V.2. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur la QV 245

V.3. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur les AVQ 246

V.4. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur la SP 248
V.4.1. La marche 248
V.4.2. La souplesse 248
V.4.3. L'équilibre 249
V.4.4. La force musculaire des abdominaux 250
V.4.5. L'aptitude à l'effort 252

V.5. Limites et perspectives 253

Chapitre VI

Conclusion générale 257

Références bibliographiques 260

Annexes 281

Annexe 1 X-AAP 282

Annexe 2 BPI 286

Annexe 3 SF36 289

Annexe 4 Les exercices du programme 291

Annexe 5 Publications et communications 307

Résumé 308

Liste des figures

Chapitre 1

Figure I.1 : Schématisation du centre de masse et du centre de pression en position orthostatique 21
Figure I.2 : Symptômes courants de la grossesse 27
Figure I.3 : Exercices utilisés dans le programme de Stuge *et al.* (2004) pour les femmes enceintes et pour les femmes en postpartum 40

Chapitre 2

Figure II.1 : Matériel expérimental : **a)** Positionnement général du dispositif expérimental ; **b)** Chronomètre manuel pour mesurer l'estimation du temps ; **c)** Poussette utilisée durant l'expérimentation photo face et profile 61
Figure II.2 : Les seize essais de traversée de rue avec et sans trottoirs, avec et sans poussette 65
Figure II.3 : Pour l'environnement P&saP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Différence entre les vitesses de marche *(Effet général grossesse)* 68
Figure II.4 : Pour l'environnement P&avP : **a)** Temps réel et estimé p ; **b)** Vitesse de marche *(Effet général grossesse)* 70
Figure II.5 : Pour l'environnement T&saP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesse de marche *(Effet général grossesse)* 72
Figure II.6 : Pour l'environnement T&avP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesse de marche *(Effet général grossesse)* 73
Figure II.7 : Pour l'environnement P&saP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesse de marche *(Effet spécifique grossesse)* 75
Figure II.8 : Pour l'environnement P&avP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesse de marche *(Effet spécifique grossesse)* 77
Figure II.9 : Pour l'environnement T&saP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesses de marche *(Effet spécifique grossesse)* 79
Figure II.10 : Pour l'environnement T&avP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Vitesse de marche *(Effet spécifique grossesse)* 81
Figure II.11 : Le design de l'étude 2 100
Figure II.12 : La boite de bois utilisée pour le test de flexibilité 102
Figure II.13 : Position du corps pendant le test de flexibilité 102
Figure II.14 : Position du corps pendant le test d'équilibre 104
Figure II.15 : Test des muscles abdominaux et fléchisseurs de hanches (Oja & Tuxworth 1995) 105
Figure II.16 : Déroulement du test d'évaluation de l'aptitude à l'effort (Engel 1977) 106
Figure II.17 : Procédure du test de marche de 6 minutes (Solway *et al.* 2001) 108
Figure II.18 : Résultats des : **a)** Mesures des douleurs pour l'ensemble des participantes en T1 ; T2 et T3 ; **b)** Test de souplesse (gauche) et test des six minutes (droite) pour T1 *vs* T3 111
Figure II.19 : Résultats des tests : **a)** D'intensité des douleurs chez les groupes GIS et GINS en T1 ; **b)** D'intensité des douleurs chez les groupes GIS et GINS en T2 ; **c)** D'intensité des douleurs chez les groupes GISAE et GINSAE en T3 ; **d)** De SP pour les groupes GISAE et GINSAE exprimés pour le S en pourcentage des GINSAE pour la session T3 113
Figure II.20 : Intensité des douleurs en T1, T2 et T3 : **a)** Pour le groupe S ; **b)** Pour le GINS(AE) 115
Figure II.21 : Résultats des tests physiques en T1 *vs* T3 pour les participantes GIS(AE) et GINS(AE) avant la grossesse 117

Chapitre 3

Figure III.1 : Photos de : **a)** La salle d'expérimentations ; **b)** La position d'attente 135

Figure III.2 : **a)** Marqueurs réfléchissants, électrodes EMG et petits matériels de poses des capteurs et mesures antrhopométriques ; **b)** Positionnement des marqueurs selon le PlugInGait FullBody Sacrum de Vicon Nexus 136

Figure III.3 : Placement de l'électrode EMG sur **a)** Le Trapézoïde ; **b)** Les érecteurs spinaux ; **c)** Le Latissimus dorsi ; **d)** Les muscles du bras 138

Figure III.4 : Les différents évènements du geste ; **a)** La position d'attente, après modélisation avec le PIG ; **b)** L'instant de décollage du pied ; **c)** L'instant de double appui ; **d)** La phase de préparation ; **e)** La phase d'accélération ; **f)** La phase de frappe de la balle ; **g)** La phase d'accompagnement 140

Figure III.5 : Condition de réalisation du test de contraction maximal isométrique ; **a)** Du Biceps Brachial ; **b)** Du Triceps Brachial ; **c)** Du Deltoïde Moyen ; **d)** De l'Extenseur Carpi Radialis ; **e)** Du Trapézoïde ; **f)** Des Latissimus Dorsi et érecteurs spinaux 144

Figure III.6 : **a)** Résumé du traitement pour estimer le niveau d'excitation normalisé d'un muscle pendant le geste à partir de l'EMG ; **b)** Exemple de résultat de l'estimation du niveau d'excitation de la contraction pour les différents muscles lors du geste 148

Figure III.7 : Schématisation du déplacement du CDM et du CDP 150

Figure III.8 : Mesure : **a)** De l'angle de lordose lombaire ; **b)** De l'angle du dos et du thorax ; **c)** Des mouvements de la raquette 151

Figure III.9 : Exemple représentatif de la distance entre le CDP et le CDM lors de la vitesse lente d'avancer vers le filet à 'V1' pour un sujet du : **a)** 'GISAE' ; **b)** 'GASAE' ; **c)** 'GC' 154

Figure III.10 : Illustration de l'activité EMG représentative, d'une participante : **a)** Du muscle triceps pendant le test statique isométrique ; **b)** Des huit muscles pendant les sept phases du geste 158

Figure III.11 : Activités EMG relatives pour les trois vitesses de balles : **a)** Du dos en position d'attente ; **b)** Du dos lors du décollage du pied ; **c)** Du dos lors du double appui ; **d)** Du bras lors de la préparation ; **e)** Du dos lors de la préparation ; **f)** Du bras lors de l'accélération ; **g)** Du dos lors de l'accélération ; **h)** Du bras lors de la frappe ; **i)** Du dos lors de la frappe de balle ; **j)** Du bras lors de la phase d'accompagnement ; **k)** Du dos lors de l'accompagnement 160

Figure III.12 : Valeurs d'angle : **a)** De lordose lombaire en position statique ; **b)** De lordose lombaire lors des différents instants sur la plateforme de forces ; **c)** De lordose lombaire lors de la phase de préparation à la phase d'accompagnement ; **d)** Du dos lors du décollage du pied et du double appui ; **e)** De F/E du dos de la phase de préparation à la phase d'accompagnement ; **f)** Du thorax lors du décollage du pied et du double appui ; **g)** De Flexion/extension du thorax de la phase de préparation à la phase d'accompagnement 175

Figure III.13: Intensité des douleurs chez les participantes des trois groupes 185

Chapitre 4

Figure IV.1 : Le design de l'étude 4 200
Figure IV.2 : Mesures sur l'ensemble des participantes sur : **a)** Les douleurs pour en T1 ; T2 et T3 ; **b)** Tests physiques en T1 et T3 203
Figure IV.3 : Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T1 ; T2 et T3 205
Figure IV.4: Résultats du test de souplesse et du test des 6 min pour T1 *vs* T3 206
Figure IV.5: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T1, T2 et T3..... 208
Figure IV.6 : Résultats des tests de SP pour les groupes GAS et GANS exprimés pour le GAS en pourcentage des GANS en T1 et T3 210
Figure IV.7 : Pour l'environnement P&saP, comparaison pour les groupes GASE et GISE : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Différence entre les vitesses de marche 221
Figure IV.8 : Pour l'environnement P&avP, comparaison pour les groupes GASE et GISE : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Différence entre les vitesses de marche 223
Figure IV.9 : Pour l'environnement T&saP, comparaison pour les groupes GASE et GISE : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Différence entre les vitesses de marche 225
Figure IV.10 : Pour l'environnement T&avP : **a)** Temps réel et estimé ; **b)** Différence entre les vitesses de marche 227

Liste des tableaux

Chapitre 1

Tableau I.1 : Références des articles retenus pour l'analyse des programmes d'Activités Physique, par années de publication..... 34
Tableau I.2 : Les programmes d'activités physiques de la littérature..... 35
Tableau I.3 : Exercices utilisés dans le programme de Mens *et al.* (2000)..... 42
Tableau I.4 : Exercices utilisés dans le programme de Lawani *et al.* (2003)..... 42
Tableau I.5 : Zones cibles pour l'exercice aérobie pendant la grossesse en fonction de l'âge selon Société Canadienne pour l'Exercice Physiologique en 2002..... 44

Chapitre 2

Tableau II.1 : Caractéristiques des participantes (moyenne ± écart-type) 61
Tableau II.1 : Comparaison : **a)** Des durées proposées et estimées pour les trois groupes expérimentaux ; **b)** Inter-groupes des durées estimées..... 67
Tableau II.2 : Pour l'environnement P&saP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet général grossesse)*..... 69
Tableau II.3 : Pour l'environnement P&avP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet général grossesse)*..... 71
Tableau II.4 : Pour l'environnement T&saP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet général grossesse)*..... 73
Tableau II.5 : Pour l'environnement T&avP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet général grossesse)* 75
Tableau II.6 : Pour l'environnement P&saP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet spécifique grossesse)* 77
Tableau II.7 : Pour l'environnement P&avP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet spécifique grossesse)* 79
Tableau II.8 : Pour l'environnement T&saP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet spécifique grossesse)* 81
Tableau II.9 : Pour l'environnement T&avP, chez les participantes enceintes, corrélation entre : **a)** La vitesse de marche et la localisation des douleurs ; **b)** La sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs *(Effet spécifique grossesse)* 83

Tableau II.10 : Comparaison, pour les groupes GIAE & GISE, pour les participantes S ou NS, entre : **a)** Le temps réel et estimé ; **b)** Les vitesses de marche sur 7 m et 8 m..... 85
Tableau II.11 : Corrélation entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement : **a)** P&saP *(Effet général grossesse)* ; **b)** P&avP *(Effet général grossesse)*; **c)** T&saP *(Effet général grossesse)*; **d)** T&avP *(Effet général grossesse)*; **e)** P&saP *(Effet spécifique grossesse) ; **f)*** P&avP *(Effet spécifique grossesse);* **g)** T&saP *(Effet spécifique grossesse) ; **h)*** T&avP *(Effet spécifique grossesse*) .... 86.
Tableau II.12 : Capacité d'estimation du temps de traversée pour toutes les conditions et tous les groupes 91
Tableau II.13 : Comparaison des vitesses de marche chez les groupes 'enceintes' 91
Tableau II.14 : Corrélations entre la vitesse de marche/douleurs Et la sous-estimation du temps de passage/douleurs pour tous les environnements..... 92
Tableau II.15 : Evaluation de la performance en cm et en pouce pour le test de flexibilité selon Wells & Dillon (1952) 104
Tableau II.16 : Evaluation de la performance au test d'équilibre selon (Johnson & Nelson 1979) 105
Tableau II.17 : Evaluation de l'indice selon Engel (1977)..... 108
Tableau II.18 : Comparaison inter-sessions pour l'ensemble des participantes pour la qualité de vie (SF36)..... 111
Tableau II.19 : Comparaison inter (T1 *vs* T2 *vs* T3) et intra session (GIS(AE) *vs* GINS(AE)) des résultats de qualité de vie (SF36) 117
Tableau II.20 : Synthèse : **a)** Inter-session de l'evolution des douleurs la QV et la SP pour l'ensemble du groupe, les GIS(AE) et les GINS(AE), pour les trois temps des mesures (T1, T2 et T3) ; **b)** Intra-session entre sportives et non sportives, des douleurs la QV et la SP, pour les trois temps des mesures (T1, T2 et T3)..... 119

Chapitre 3

Tableau III.1. : Caractéristiques des participantes 133
Tableau III.2. : Les effets testés par les comparaisons des groupes expérimentaux 134
Tableau III.3. : Résultats statistiques des paramètres cinétiques (données issus de la plateforme de forces CDP et de l'analyse 3D, CDM)..... 158
Tableau III.4 : Synthèse des différences significatives d'activités EMG entre les trois groupes et pour les trois vitesses 175
Tableau III.5 : Synthèse des différences significatives de cinématique de flexion/extension du tronc entre les 3 groupes et pour les 3 vitesses..... 185

Chapitre 4

Tableau IV.1 : Caractéristiques des participantes à la 24e semaine de la grossesse..... 199
Tableau IV.2 : Comparaison inter-sessions de la qualité de vie (SF36) pour l'ensemble des sujets 203
Tableau IV.3: Comparaison inter (T1 *vs* T2 *vs* T3) et intra session (GAS *vs* GANS) des résultats de qualité de vie (SF36) 210

Tableau IV.4 : Caractéristiques des participantes 220
Tableau IV.5 : Comparaison **a)** intragroupe des durées proposées et durées estimées (GASE *&* GISE); **b)** intergroupes des durées estimées (GASE *vs* GISE)..... 221
Tableau IV.6: Pour l'environnement P&saP, chez les participantes GASE et GISE, corrélation entre : **a)** La vitesse de passage et la localisation des douleurs ;**b)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs 223
Tableau IV.7: Pour l'environnement P&avP, chez les participantes GASE et GISE, corrélation entre : **a)** La vitesse de passage et la localisation des douleurs ; **b)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs..... 225
Tableau IV.8: Pour l'environnement T&saP, chez les participantes GASE et GISE, corrélation entre : **a)** La vitesse de passage et la localisation des douleurs; **b)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs..... 227
Tableau IV.9: Pour l'environnement T&avP, chez les participantes GASE et GISE, corrélation entre : **a)** La vitesse de passage et la localisation des douleurs ; **b)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs 229
Tableau IV.10 : Comparaison entre les participantes déjà sportives et non sportives pour les groupes GASE et GISE **a)** Le temps réel et estimé ; **b)** La vitesse de la marche de 7 m et de 8 m ; **c)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs pour l'environnement P&saP ; **d)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs pour l'environnement P&avP ; **e)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs pour l'environnement T&saP ; **f)** La sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs pour l'environnement T&avP..... 231
Tableau IV.11 : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes sportives et non sportives des deux groupes pour la distance de 7 m et 8 m, pour l'environnement : **a)** P&saP ; **b)** P&avP ; **c)** T&saP ; **d)** T&avP ... 234
Tableau IV.12: Capacité d'estimation du temps de traversée pour toutes les conditions et tous les groupes 237
Tableau IV.13 : Comparaison des vitesses de marche chez les groupes 'enceintes' 238
Tableau IV.14 : Corrélations entre la vitesse de marche/douleurs Et la sur ou sous-estimation du temps de passage/douleurs pour tous les environnements..... 238

Liste des abréviations

⇗	Augmentation
⇘	Diminution
♀	Femme

A-P	Antéro-postérieur
AP	Activité Physique
APA	Activité Physique Adaptée
APS	Activités Physiques et Sportives
avP	avec poussette
AVQ	Activités de la Vie Quotidienne
BPI	Brief Pain Inventory *(questionnaire)*
CASM	Canadian Academy of Sports Medicine
CDM	Centre de Masse ou centre de gravité
CDP	Centre de Pression
CHR :	Centre Hospitalier Régionale (de Lille)
CMI	Contraction Maximale Isométrique
CP	Ceinture Pelvienne
EAV	Echelle Analogique Visuelle
ECG	Electrocardiographie
EMG	Électromyographie
F	Fréquence
FC	Fréquence Cardiaque
G	Grossesse
GA	Groupe Active durant la Grossesse *(groupe expérimental)*
GANSSE	Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et sans enfant *(sous-groupe expérimental)*
GASE	Groupe Actif pendant la grossesse et sans enfant *(sous-groupe expérimental)*
GASSE	Groupe Actif pendant la grossesse, Sportif et sans enfant *(sous-groupe expérimental)*
GC	Groupe Contrôle 'Femmes non enceintes et Sans Enfant' *(groupe expérimental)*
GC	Groupe Contrôle Sans Enfant *(sous-groupe expérimental)*
GE	Groupe Entrainé *(revue de la littérature)*
GS	Groupe Sédentaire ou témoin *(revue de la littérature)*
GI	Groupe Inactif durant la Grossesse *(groupe expérimental)*
GIAE	Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/deux Enfant(s) *(sous-groupe expérimental)*
GINSAE	Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/deux Enfant(s) *(sous-groupe expérimental)*
GISAE	Groupe Inactif pendant la grossesse, Sportif et Ayant déjà eu un/deux Enfant(s) *(sous-groupe expérimental)*
GISE	Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant *(sous-groupe expérimental)*
Gp	Groupe
I	marche Imaginée
ITF	International Tennis Federation
KW	Kruskal Wallis *(Test)*
Min	Minute
M-L	Médio-latéral

n	Effectif
NS	Non Sportives
P	Plat
PFF	PlateForme de Force
PLFSS	Projet de loi de financement de la Sécurité sociale
Pop	Population
PP	Post-Partum
PR	Prospective Randomisée
Prog	Programme
QV	Qualité de Vie
R	marche Réelle
Rép	Répétition
RPES	Rating Perceived Exertion Scale
s	Seconde
S	Sportives
saP	sans Poussette
Sem	Semaine
SF36	The Short Form (36) Health Survey Questionnaire
SOGC	la Société des Obstétriciens et Gynécologues du Canada
SPH	Santé physique au sens des qualités physiques
T	Trottoirs
TE	Type d'étude
TMS	Troubles Musculo-Squelettiques
USTA	United States Tennis Association
V1	Vitesse lente de la balle
V2	Vitesse moyenne de la balle
V3	Vitesse rapide de la balle
VB	Voie Basse
X-AAP	Questionnaire médicale sur l'aptitude à l'activité physique pour femmes enceintes

Dénomination des groupes expérimentaux pour l'ensemble des études du manuscrit

Période	APA durant la grossesse	Catégories	Nombre d'enfants	
AVANT la grossesse	-	Sportives: S	≤ 2	
	-	Non sportives: NS	≤ 2	
PENDANT la grossesse	Actives: GA	Sportives: GASSE	0	sp ou non ms ss E : GASE
		Non sportives: GANSSE	0	
		Sportive : GASAE	≥ 1	
	Inactives: GI	Sportives: GIS	0	Sportives: GISSE → Sp ou non ms ss E : GISE
			≥ 1	Sportives: GISAE → Sp ou non ms av E : GIAE
		Non sportives: GINS	0	Non sportives: GINSSE
			≥ 1	Non sportives: GINSAE
en POST-PARTUM	Actives: GA	Sportives: GASAE	1	
		Non sportives: GANSAE	1	
	Inactives: GI	Sportives: GISAE	1	
		Non sportives : GINSAE	1	
Contrôle	-	Sportive ou non : GC	0	

Chapitre I
Introduction générale

I.1. La Grossesse chez la femme : approche sociologique et statistique

En 2011, les données démographiques de l'INSEE indiquent que la population en France est de 65 350 181 habitants, dont une population féminine de 32 830 153 (50,23%), avec un nombre de grossesses par an de 950 000 pour 740 000 accouchements. La grossesse touche environ 9 femmes sur 10 à au moins une période de leur vie. L'âge moyen pour accoucher est de 29,2 ans environ, avec des disparités régionales notamment « plus tôt dans le nord de la France » (Davie & Niel 2012). L'indicateur de fécondité est proche de 2,01 enfants par femme, qui est parmi les plus hauts des pays européens (PLFSS 2013). En Europe, l'indice de fécondité est de 1,42 enfants par femme. Seule l'Irlande a un taux de fécondité plus élevé que celui de la France avec 2,07 enfants par femme depuis 2008. La moyenne de l'UE à 27 se maintient en 2010 à 1,59 enfants par femme, comme en 2009. L'indicateur de fécondité est très faible dans les pays du sud, du centre, et de l'Est de l'Europe tels l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne ou la Pologne (autour de 1,4 enfants par femme). Il est nettement plus élevé (1,9 environ) dans les pays nordiques et en Grande-Bretagne (PLFSS 2013).

La maternité est probablement une des expériences les plus intenses de la vie d'une femme. La grossesse n'est pas une 'maladie', mais une phase normale dans la vie d'un couple en général et d'une femme en particulier. Néanmoins, les modifications physiques, physiologiques, psychologiques entrainées par la grossesse ne sont pas toujours bien acceptées par les femmes enceintes et par leur entourage (CASM 1999). Même si les activités physiques (AP) durant la grossesse aident à diminuer les douleurs (Dewey & McCrory 1994 ; Kramer & Mc Donald 2010) et à maintenir un bon niveau de la qualité de vie (QV) (Montoya *et al.* 2010 ; Barakat *et al.* 2011), beaucoup de femmes sportives avant la grossesse se demandent si elles peuvent continuer à faire du sport durant la grossesse (Joy & Campbell 2005). A l'opposé, d'autres, sédentaires avant la grossesse, se demandent si elles peuvent commencer une AP régulière durant la grossesse (Joy & Campbell 2005).

Traditionnellement, les gynécologues et les sages-femmes ont eu tendance à être extrêmement conservateurs par rapport à l'AP et sportive durant la grossesse. Ce principe de précaution tend à changer grâce à la production croissante d'études scientifiques qui montrent

les avantages de pratiquer de l'AP pour la femme enceinte tout comme pour le fœtus. En revanche, il est difficile d'avoir une prescription des types et des niveaux d'activités à pratiquer au cours de la grossesse. Cependant, on peut toujours se baser sur les exercices proposés dans les études cliniques qui montrent les effets d'exercices sur le conditionnement physique de la femme enceinte (Baddeley, 1996). En 1980, les AP durant la grossesse étaient encore considérées comme risquées et manquants d'appui scientifique, mais de nombreuses modifications ont été apportées ces trois dernières décennies aux recommandations concernant l'AP (voir par exemple les recommandations de la Canadian Society for Exercise Physiology, 2002).

D'un côté les résultats de recherches scientifiques indiquent que les recommandations traditionnelles étaient trop conservatrices (Clapp, 1989 ; O'Neill, 1996). Il est maintenant communément admis que les femmes et leurs 'fournisseurs de soins' doivent tenir compte des risques que comporte le manque d'exercice pendant la grossesse, notamment :

- Le déclin de la force musculaire et des capacités cardiovasculaires ;
- Le gain pondéral maternel excessif ;
- L'augmentation du risque de diabète gestationnel et/ou d'hypertension artérielle ;
- L'apparition de varices et de thromboses veineuses profondes ;
- L'incidence plus élevée de problèmes physiques (notamment la dyspnée ou les douleurs lombaires) ;
- Les adaptations psychologiques défavorables aux changements physiques qu'entraîne la grossesse (Wolfe & Mottola, 2000), pour ne citer que les principaux.

D'un autre côté, le *Committee Obstetric Practice à Kingston* au Canada (2003) dans son guide à destination des professionnels de santé demande d'encourager les femmes enceintes, sans contre-indication, à la pratique des exercices aérobies et des exercices de force, à maintenir une bonne condition physique par la pratique d'AP tout au long de la grossesse, sans chercher à atteindre des niveaux élevés ni à s'entraîner en vue d'une compétition.

I.2. Les principaux effets de la grossesse chez la femme enceinte

Durant la grossesse, de multiples modifications, tant physiologiques que psychologiques et anatomiques, vont se produire sur le corps de la femme pour préparer la

venue du fœtus, mais aussi suite à la présence de ce dernier ou encore pour la mise au monde. Les principales modifications, notamment celles ayant des conséquences sur la motricité, vont être présentées ci-dessous et seront abordées d'un point de vue physiologique, biomécanique et psychologique avant d'être recontextualisées.

I.2.1 Conséquences cardio-respiratoires

C'est probablement dans ce domaine que les modifications sont les plus importantes. Au niveau **cardiaque**, Clapp & Capeless (1997), Kardel (2005) ont montré une augmentation de la fréquence cardiaque (FC), de 30 à 50 % à la fin de la grossesse, par rapport à la FC de repos habituelle. Le débit cardiaque de repos est augmenté de 20% au troisième trimestre pour arriver à son maximum à la 33e semaine de la grossesse. De plus, le travail de Clapp (1985) montre que le système cardiovasculaire, pendant la grossesse, peut être influencé par plusieurs effets endocriniens interagissant. Ainsi, le débit cardiaque au repos augmente très progressivement pendant les deux premiers trimestres de la grossesse. Il augmente ainsi de 7 battements/minute durant les quatre premières semaines de gestation, jusqu'à arriver, à une augmentation d'environ 15 battements/minute par rapport à des femmes non enceintes (Clapp, 1985). Hytten (1963) et Pritchard (1965), montrent également qu'il y a une augmentation du volume sanguin (le volume plasmatique) maternel d'environ 40-50% en comparaison des femmes non enceintes alors que la masse des hématies entre temps n'augmente que de 10 à 15%, ce qui entraîne une hémodilution. De plus, ils indiquent qu'il y a une diminution du volume de globules rouges qui est la conséquence d'une diminution d'hématocrite (concentration de globules rouges par volume de sang qui passe d'environ 40 % à 34 %) et d'hémoglobine (quantité exprimée en grammes pour 100 ml qui passe de 12 - 16 g à 10 - 12 g) qui entraine à son tour l'anémie de la grossesse (Hytten, 1963 ; Pritchard, 1965). De nombreuses autres modifications sanguines se produisent également, notamment une augmentation importante des leucocytes, une diminution du fer sérique (sidérémie), du nombre de globules blancs ainsi que de la vitesse de sédimentation mais aussi du cholestérol et des triglycérides, alors que la glycémie tend à diminuer.

Au niveau **pulmonaire**, différents travaux ont montré des modifications importantes sur le système respiratoire durant la grossesse. Ainsi, on peut observer une augmentation de la fréquence respiratoire jusque 50% par rapport à avant la grossesse, entrainant une hypocapnie et une alcalose respiratoire. En outre, la pression sur le diaphragme causée par l'augmentation

de la taille de l'utérus avec le développement de la grossesse, entraine une diminution du volume résiduel et du volume de réserve expiratoire à partir du deuxième trimestre (Artal & O'Toole, 2003 ; Davies *et al.* 2003 ; Aubard, 2007). Pritchard (1965) et Alaily *et al.* (1978), indiquent même que la grossesse entraine des adaptations respiratoires qui se traduisent par des modifications de tous les volumes utilisables des poumons ainsi que du mécanisme d'inspiration causées par l'élargissement de l'utérus de 4 cm vers la haut, accompagnées par une augmentation de l'axe antéropostérieur et transversal de la cage thoracique. De plus, l'angle rétro-sternale augmente également de 70° au début de la grossesse jusqu'à 105° à terme de l'accouchement et la circonférence de la cage thoracique augmente de 5-7 cm. Par conséquent, les changements du système respiratoire pendant la grossesse entrainent une réduction de la capacité vitale et une diminution modeste de la capacité pulmonaire totale (Pritchard, 1965 ; Alaily *et al.* 1978). Cependant, durant la grossesse, le volume respiratoire (c'est-à-dire la quantité d'air que la mère inspire et expire à chaque mouvement respiratoire) augmente, pour répondre aux besoins conjoints de la mère et de l'enfant. Le travail respiratoire est donc beaucoup plus important. Plus généralement, le métabolisme de base de la femme enceinte se trouve augmenté, conduisant à une augmentation des besoins caloriques qui deviennent alors de l'ordre de 2500 Cal/j, hors activités physiques particulières. Si la plupart de ces modifications physiologiques ne sont pas visibles au premier regard, d'autres, biomécaniques, sont beaucoup plus évidentes pour tout un chacun.

I.2.2. Conséquences biomécaniques

I.2.2.1. La prise de poids

L'augmentation de la masse corporelle pendant la grossesse constitue la modification musculo-squelettique la plus importante et la plus visible. La prise de poids normale pendant la grossesse est de 10 à 15 kg avec un gain de poids au premier trimestre approximatif de 2 kg, au deuxième trimestre de 5,5 kg et au troisième trimestre 5,5 kg (Artal & O'Toole, 2003). Cette augmentation de poids est notamment le résultat de l'augmentation du poids du fœtus, de celui du placenta et du liquide amniotique. Elle est également la conséquence de l'apparition d'un œdème (accumulation liquidienne plus ou moins généralisé), ainsi que d'un stockage accru de substances graisseuses. De plus, d'après Ritchie (2003) cette prise de poids, combinée à la laxité des ligaments, pourrait augmenter les désordres articulaires. Un gain de poids de 20% pendant la grossesse peut augmenter les contraintes sur certaines articulations

de près de 100% (Ritchie, 2003). Un renforcement musculaire pourrait ainsi être bénéfique pour ces dernières en permettant notamment une bonne stabilité articulaire.

I.2.2.2. La stabilisation posturale

Selon Paillard (1976), la posture se définit par la position globale de l'ensemble des segments corporels à un instant donné. D'après lui, la contrainte d'équilibre préside largement au choix des différentes postures adoptées, puisque la posture ne peut être maintenue si les conditions d'équilibre ne sont pas respectées (Paillard 1976). D'après Pillet et collaborateurs (2009), en position orthostatique (débout, stable sur deux pieds ; Figure I.1.), la position optimale du corps dépend de la distance entre le centre de masse (CDM) ou centre de gravité, (situé 2 à 3 cm en avant de la 5e vertèbre lombaire) et le centre de pression (CDP), (situé au niveau du sol, proche du centre du polygone de sustentation). Plus précisément, plus la projection au sol (plan horizontal) du CDM selon un axe vertical est proche du CDP, plus le corps est en position stable (Pillet *et al.* 2009), cette instabilité est ensuite 'démultipliée' par la hauteur du CDM par rapport au CDP. Même en position orthostatique, ces deux points bougent l'un par rapport à l'autre, le plus souvent chez le sujet sain de quelques millimètres.

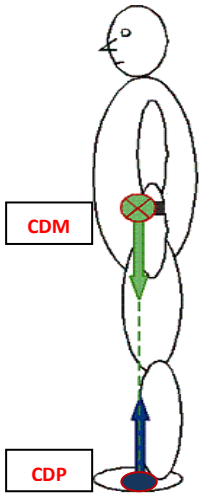


Figure I.1. : Schématisation du centre de masse (CDM) et du centre de pression (CDP) en position orthostatique.

Plusieurs études menées sur les changements biomécaniques chez la femme durant la grossesse telles que Bisch (2006) indiquent que de nouvelles contraintes ostéoarticulaires apparaissent. Petit et collaborateurs (2010) montrent que, lors de la grossesse, parmi les transformations morphologiques maternelles, celle de la prise du poids associée à l'augmentation de la lordose lombaire induisent un rehaussement du CDM, ce qui perturbe l'équilibre du corps de la future mère (Petit *et al.* 2010). Ce déséquilibre postural s'accentue avec le développement de la grossesse. En effet, lors des mesures de l'angle de la lordose lombaire durant la grossesse Moore et collaborateurs (1990) ont relevé que la lordose lombaire augmente jusqu'à environ 16 semaines. Ainsi, entre la 16e et la 24e semaine de la grossesse l'angle de lordose lombaire de leurs participantes était de 36,2 ± 9,7 ; entre la 25e-33e semaine de la grossesse de 33,5 ± 9,3 et entre la 34e-42e semaine de la grossesse de 34,9 ± 8,2.

L'ensemble de ces changements provoque également un rehaussement dans le plan sagittal du CDM (Cunnigham & Gary, 1993 ; Bisch, 2006) et plus généralement une modification de la stabilité posturale (Perkins *et al*. 1998). Ainsi, 75 % des femmes enceintes adoptent une nouvelle posture, entrainée par le poids de l'utérus, davantage porté en position postérieure par rapport à l'équilibre normal (Perkins *et al.* 1998). Cette nouvelle posture, attribuée au déplacement du CDM vers l'avant, est suivie d'une obliquité pelvienne antérieure et d'une accentuation subséquente de la lordose lombaire et de la cyphose dorsale (Moore *et al.* 1990 ; Perkins *et al.* 1998). L'apparition des douleurs (dorsales et pelviennes) seraient, au moins pour partie, dues à ces adaptations posturales durant la grossesse (Perkins *et al.* 1998 ; Franklin *et al.* 1998). Ces douleurs et leurs intensités variées peuvent gêner la marche et conduire à une incompétence fonctionnelle parfois sévère (Larsen *et al.* 1999).

I.2.2.3. Les douleurs de la ceinture pelvienne

D'après Östgaard et collaborateurs, les douleurs de la ceinture pelvienne (CP) sont parmi les plus fréquentes et surviennent le plus souvent vers la 18e semaine de gestation pour atteindre un pic entre la 24e et la 36e semaine. Elles siègent plus particulièrement en regard de l'articulation sacro-iliaque et dans la fesse, irradient à la face postérieure des cuisses, parfois jusqu'aux genoux, sans radiculalgie vraie (Östgaard *et al.* 1991 ; Östgaard *et al.* 1994). Les douleurs sacro-iliaques peuvent être associées aux douleurs pelviennes mais aussi aux

douleurs sous-pubiennes où s'insèrent les muscles grands droits et pyramidaux (Papiernik-Berkhauer, 1972). Pendant la grossesse, les douleurs sacro-iliaques sont en rapport avec les modifications géométriques du bassin qui sont liées notamment au relâchement des articulations et des ligaments du bassin secondaire à l'imprégnation ostrogénique des fibrocartilages (Jarlaud *et al.* 2001). Ces douleurs pourraient également s'expliquer par des microtraumatismes des tissus conjonctifs, conséquence des forces développées par les muscles extenseurs du tronc pour s'opposer à la force de flexion antérieure exercée par le poids croissant de l'utérus (Mc Gill *et al.* 1987). Dans cette perspective un renforcement musculaire spécifique pourrait présenter un intérêt.

I.2.2.4. La lombalgie de la grossesse

Selon plusieurs études (Ostgaard *et al.* 1991 ; Dumas *et al.* 1995 par exemple), la lombalgie de la grossesse touche au moins une femme enceinte sur deux. La prise de poids, les changements posturaux et notamment l'hyperlordose et les déséquilibres musculaires agoniste / antagoniste qui l'accompagnent sont souvent mis en cause dans la survenue des douleurs lombaires (Bullok *et al.* 1987). La prévalence globale des lombalgies varie entre 49% (Östgaard *et al.* 1991) et 61% (Kristiansson *et al.* 1996). Pour certaines prégnantes, la douleur est suffisamment sévère pour les empêcher de continuer une activité professionnelle (Berg *et al.* 1988) et même certaines activités de la vie quotidiennes (AVQ) (Larsen *et al.* 1999). La lombalgie durant la grossesse serait liée à l'augmentation des contraintes mécaniques et aux facteurs hormonaux, aggravée par le travail physique inapproprié (Östgaard & Anderson 1991 ; Worku, 2000). Elle commence parfois dès le début de la grossesse, et ne serait pas systématiquement liée à l'augmentation de la masse corporelle de la femme ou du fœtus (Swensson *et al.* 1990). Les mensurations transversales et sagittales de l'abdomen ont une faible corrélation avec la lombalgie de la grossesse (Östgaard *et al.* 1993).

Plus généralement, la prévalence des lombalgies augmente avec le développement de la grossesse et serait en étroite relation avec le nombre de journées d'arrêt de travail et le retentissement fonctionnel (Kristiansson *et al.* 1996). La station debout, la station assise, l'antéflexion, les efforts de soulèvement et la marche seraient des facteurs aggravants (Fast *et al.* 1987 ; Hainling, 1994).

I.2.3. Conséquences psychologiques

Beaucoup de chercheurs considèrent que la grossesse et le post-partum (PP) sont des périodes très sensibles psychologiquement. Ainsi, Leifer (1977) ou Hopkins *et al.* (1984) voient ces périodes comme une "crise" de mutation, qui nécessite des capacités de réorganisation et d'adaptation interpersonnelles et intrapsychiques. Durant la grossesse et en PP, la femme subit des changements hormonaux importants. Les taux de cortisol, de progestérone et d'estrogène augmentent pendant la grossesse et ils déclinent en PP (Martin *et al.* 1994). Cette augmentation d'œstrogène durant la grossesse, suivi d'une baisse en PP a été identifiée comme un des responsables des troubles cognitifs et des troubles d'humeur parfois observés chez la femme durant ces deux périodes (Halbreich, 1997). Plusieurs études sur les femmes en post-ménopause (ayant donc également des modifications hormonales importantes) tendent à montrer que les œstrogènes ont un effet spécifique sur les aspects cognitifs. Ainsi, elles peuvent influencer les tâches d'intégration complexes (Halbrcich, 1997) et la capacité de la mémoire verbale, mais n'influenceraient pas la mémoire de travail ni la mémoire visuelle (Kampen & Sherwin, 1994 ; Phillips & Sherwin, 1992a et b).

Elils (1991) et Kizilhash *et al.* (2002) ont montré que l'humeur dépressive durant la grossesse et en PP, peut influencer les tâches de la mémoire explicite. De plus, Teichman (1988) a montré que le changement émotionnel durant la grossesse peut augmenter l'anxiété qui peut, à son tour, perturber l'attention chez la femme enceinte (Eysenck, 1982).

Ensuite, Haas & collaborateurs (2005) ont indiqué que même pendant la grossesse normale (sans complications), les femmes subissent des changements qui peuvent entrainer une période de stress mental et physique pouvant influencer le bien être chez la femme enceinte. Ces changements peuvent également altérer la capacité de la femme enceinte à accomplir ses AVQ, ce qui peut, à son tour, nuire à leur santé globale et leur QV (Hueston & Kasik-Miller, 1998).

De plus, plusieurs chercheurs émettent l'hypothèse que la dépression joue un rôle sur la perception du temps par l'intermédiaire de la vitesse de 'l'horloge interne' qui est trouvée plus lente chez les personnes dépressives (Lehmann, 1967 ; Grinker *et al.* 1973 ; Lemke *et al.* 2000 ; Bschor *et al.* 2004). De surcroît, Twenge *et al.* (2003) ont montré que la détresse psychologique, entraine un ralentissement de l'horloge interne, conduisant à une sous-estimation des durées suggérées. Cette perturbation de l'horloge interne peut influencer la réalisation de tâches spécifiques des AVQ comme, par exemple, la bonne estimation du temps

de traversée d'une rue (Holland & Hill, 2010) qui pourrait amener la personne à se mettre en danger.

I.2.4. Conséquences sur la santé physique (au sens des qualités physiques)

Les qualités physiques de la femme enceinte peuvent être influencées par les changements biomécaniques et physiologiques que la femme subit durant la grossesse mais aussi l'hypoactivité qui est souvent associée à cette période de la vie. A notre connaissance, il y a très peu d'études qui s'intéressent à l'état de la santé physique (SP), dans le sens des qualités physiques, de la femme autour de la grossesse. Ceci peut être lié à une difficulté à réaliser les mesures (tests) durant la grossesse ou après l'accouchement (sécurité de la mère et du fœtus) mais aussi à la représentation sociale de la femme enceinte, fragilisée et devant se reposer, ayant donc, par principe, une SP diminuée…

Cependant, dans une étude de 2009 sur la **marche** chez les femmes enceintes, Falola et collaborateurs indiquent que la vitesse de marche spontanée pendant la grossesse est trouvée diminuée significativement chez les femmes au 3e mois de la grossesse ; diminution qu'ils attribuent à l'augmentation de la masse grasse et de la masse corporelle. De plus, la fréquence de pas est diminuée au 4e mois et à partir du 6e mois, ils observent une augmentation de la variabilité du pas (Falola *et al.* 2009). D'après ces derniers, l'augmentation de la masse corporelle chez les femmes enceintes peut être envisagée comme un ajout de poids à la partie antérieure basse du tronc qui perturbe les caractéristiques de la marche (Falola *et al.* 2009).

Ensuite, la **souplesse** est un autre élément physique qui peut être fortement influencé par la grossesse. Garshasbi & Zadeh (2005) ont mené une étude sur des femmes enceintes au 3e trimestre de grossesse. Ils montrent que la souplesse des muscles du tronc diminue avec le développement de la grossesse et surtout à la fin de celle-ci. En effet, ces auteurs ont mesuré la flexibilité du tronc chez des participantes enceintes au début du 3e trimestre de la grossesse et à la fin de la grossesse. Leurs résultats indiquent une diminution significative, de cette flexibilité en fin de grossesse exprimée en valeurs relatives rapportées à celle du début de grossesse (Garshasbi *et al.* 2005).

D'autres travaux (Cunningham & Gary, 1993 ; Bisch, 2006 par exemple) montrent que les muscles **abdominaux** s'affaiblissent et manquent **de force** dès le 3e trimestre de la grossesse. Cette faiblesse est notamment la conséquence d'un étirement excessif et d'une bascule antérieure du bassin qui se produisent avec le développement de la grossesse. L'apparition de ce phénomène peut également entrainer un prolapsus d'un ou plusieurs organes pelviens qui conduit à une diminution de la QV (Maher *et al.* 2007), et par ailleurs, une diminution dans la SP chez les femmes autour de la grossesse.

L'**adaptation à l'effort** est également modifiée durant et après la grossesse. Plusieurs études ont montré que les changements hormonaux durant la grossesse entrainent une augmentation régulière du volume sanguin qui commence dès le premier trimestre (Madelenat *et al.* 1991 ; Artal & O'Toole, 2003). Après l'accouchement, la FC de repos revient rapidement aux fréquences d'avant la grossesse. Par contre, le volume d'éjection systolique revient beaucoup plus lentement à son niveau initial, et peut rester significativement plus élevé que celui d'avant la grossesse jusqu'à un an en PP (Clapp & Capeless, 1997 ; Kardel, 2005). Par conséquent, de profondes modifications hémodynamiques vont être induites comme l'augmentation du volume d'éjection systolique, l'augmentation du débit et de la FC (Madelenat *et al.* 1991 ; Artal & O'Toole, 2003). Par conséquent, la SP des femmes autour de la grossesse peut être influencée par les changements du système respiratoire et du système cardiovasculaire (Wolf *et al.* 1989). Cependant, tous ces effets ne sont pas défavorables à la pratique d'AP puisque certains (FC, volume d'éjection systolique, volume plasmatique notamment) conduisent à une augmentation de VO2max de 10 à 33%. Du 1er trimestre au 5e mois, l'activité physique, voire sportive, est ainsi notablement facilitée par l'adaptation cardiovasculaire à l'effort.

I.2.5. Autres effets

Il est rare de trouver une femme qui passe sa grossesse sans petits maux (Figure I.2) qui la rendent inconfortable (Thoulon 2007) notamment :

- La fatigue qui est causée par la prise du poids, l'anémie de la grossesse ou encore les troubles du sommeil (Biedermann *et al.* 1991).
- Les modifications de la chevelure causées par des changements sur les phases de pousse du cheveu entrainés par les estrogènes (Thoulon 2007).

- Les nausées et vomissements ainsi que les malaises dont les causes sont encore mal connues, mais ils sont probablement liés aux niveaux élevés d'hormones dans le sang durant la grossesse (Depue *et al.* 1987).
- Les crampes qui surviennent sous forme de contractions douloureuses durent 30 s à 1 min et se situent plus volontiers au niveau des membres inférieurs, elles sont probablement entrainées par des troubles du retour veineux et/ou des spasmes artériels (Thoulon 2007).
- Les vergetures de la peau, qui sont des fractures des réseaux de fibres collagènes parallèlement aux lignes de tension de la peau suite à la prise de poids, sont favorisées par l'action des estrogènes sur la peau durant la grossesse (Thoulon 2007).
- Les problèmes ORL qui accompagnent la 2e moitié de la grossesse comme les rhinites causées par la turgescence de la muqueuse, et l'allergie causée par un taux élevé de progestérone (Thoulon 2007).
- La constipation est aussi fréquente et liée à l'effet relaxant de la progestérone. Une acidité gastrique réduite est également souvent présente.



Figure I.2. : Symptômes courants de la grossesse.

Cette liste n'est malheureusement pas exhaustive, on peut aussi, par exemple, observer une instabilité de l'humeur et d'autres modifications comportementales de la femme au quotidien, comme une modification de la libido ou des modifications des envies et goûts alimentaires.

I.2.6. Synthèse des principaux effets de la grossesse en relation avec la motricité

Des parties précédentes, nous relevons que la grossesse entraîne des modifications anatomiques, physiologiques et psychologiques de l'organisme maternel, certaines très

visibles, d'autres pas, et une majorité d'entre-elles modifiant la motricité. L'œstrogène et la progestérone jouent un rôle important dans le bon déroulement de la grossesse, mais ces hormones peuvent jouer également un rôle sur le plan physique et psychologique. En raison des modifications hormonales, la femme autour de la grossesse peut souffrir de trouble de l'humeur tel que la dépression et l'anxiété qui peuvent nuire au bon déroulement de la grossesse et à la vie sociale (Halbreich, 1997).

Physiquement, les changements hormonaux entrainent également une hyperlaxité ligamentaire et une augmentation des amplitudes articulaires qui surviennent régulièrement dès le 1er trimestre de la grossesse (Artal & O'Toole 2003 ; Davies *et al.* 2003 ; Aubard, 2007). Ensuite, la prise du poids est un autre élément normal durant la grossesse. Elle commence généralement au début de la gestation sous une forme de réserves lipidiques et d'une augmentation du volume plasmatique. De plus, avec la laxité ligamentaire causée par les changements hormonaux et le développement du poids du bébé, une hyperlordose lombaire associée à une cyphose dorsale et une antéversion du bassin sont courantes, modifient l'équilibre posturale et peuvent être à l'origine de douleurs musculo-squelettique autour de la grossesse (Madelenat *et al.* 1991 ; Artal & O'Toole, 2003 ; Davies *et al.* 2003).

En outre, la femme enceinte, du fait des modifications cardiovasculaires et respiratoires, est davantage assujettie à l'essoufflement et à la dyspnée pour toute AP 'sportive' comme 'quotidienne' et ceci plus particulièrement en fin de grossesse (Davies *et al.* 2003). Mens et collaborateurs (1996) montrent également que le chevauchement des modifications cardiovasculaires et respiratoires, avec celles corporelles et douloureuses, provoque une diminution de la QV remarquable durant la grossesse et après l'accouchement (Mens *et al.* 1996). Les changements biomécaniques et les douleurs résultant de la grossesse, associés aux changements psychologiques (anxiété, mélancolie et dépression) conduisent eux-aussi à une limitation voire une incapacité d'accomplir certaines AVQ, amenant à une diminution de la QV chez la femme enceinte (Mens *et al.* 1996).

Pour conclure sur cette partie, nous relevons que les changements physiques et psychologiques durant la grossesse sont importants, même durant une grossesse normale et sans complication. L'analyse de la littérature tend à montrer que les changements biomécaniques durant la grossesse seraient, au moins pour partie, responsables des douleurs qui sont plus au moins concentrées sur le tronc ou initiés par ses modifications. Les indices de douleurs relevés sont en effet très élevés au niveau du tronc comparés aux autres parties du

corps chez les femmes enceintes. Ainsi, la majorité des études qui sont menées sur les femmes enceintes envisagent de traiter ou d'éviter l'inconfort physique comme psychologique durant la grossesse notamment par de l'AP.

En effet, l'AP avant et durant la grossesse peut être considérée comme une des meilleures préventions pour lutter contre les modifications corporelles voire pathologiques durant la grossesse. Elle est ainsi conseillée par plusieurs chercheurs biomécaniciens et/ou gynécologues (Artal & O'Toole, 2003 ; Poudevigne & O'Connor 2006 ; Aubard, 2007).

I.3. L'Activité physique et la grossesse

Depuis deux à trois décennies, un nombre croissant de chercheurs conseillent d'encourager la femme enceinte à être active pendant la grossesse. En 2006, le *Centers for Disease Control*, Atlanta USA (2006) indique qu'il faut encourager les femmes enceintes à faire de l'AP pendant 30 min ou plus par jour, cinq jours ou plus par semaine, comme : la marche rapide, le vélo, le jardinage et toutes les activités avec une légère augmentation de la respiration et du débit cardiaque. Même pour la grossesse avec certaines contre-indications le *Committee Obstetric Practice à Kingston* au Canada (2003) conseille de faire 30 min d'exercices modérés tous les jours. Artal & O'Toole, (2003) et Davies *et al.* (2003) indiquent également qu'il faut inciter les femmes enceintes sédentaires ou actives avant leur grossesse, à adopter un mode de vie sain en pratiquant de l'exercice physique de façon régulière. Par contre, il y a très peu d'études qui s'intéressent à montrer l'effet de la pratique physique ou sportive avant la grossesse et la possibilité de la continuer durant la grossesse, ou encore les effets sur la mère ou l'enfant.

I.3.1. Principaux effets de la pratique physique ou sportive avant la grossesse

Au cours des 20 dernières années, le nombre de femmes qui ont participé à des compétitions de haut niveau a connu une croissance rapide avec une forte augmentation en 2000 (Clapp *et al.* 2000). De même, un allongement de la durée des carrières sportives est également observé. Il est inhabituel pour une athlète d'élite d'avoir une grossesse et de continuer ses entraînements et la compétition de haut niveau (Clapp *et al.* 2000).

Cependant, les différents types d'exercices ou de sports ont des effets différents, par exemple, l'intensité, la durée du programme, le pourcentage de la masse musculaire sollicité, les groupes musculaires, l'environnement de la compétition, le type aérobie ou anaérobie, combatif ou non combatif, avec ou sans impact physique (…) sont autant de paramètres à prendre en compte (Clapp, 1991 ; McMurray *et al.* 1991). La connaissance incomplète des conséquences exactes de la grossesse chez l'athlète d'élite entraine plusieurs questions récurrentes qui sont souvent posées par les athlètes à leur médecin. L'effet des entraînements et de la compétition sur la grossesse, sur le fœtus et le nouveau-né ainsi que sur l'allaitement sont les plus courantes. Ces différents éléments sont étroitement liés mais pourtant souvent considérés séparément.

Via des interrogations à l'aide d'un questionnaire sur le déroulement de la grossesse et de l'accouchement chez les sportives de haut niveau Maitre & Mahuet en 2010 ont observé que durant la grossesse les sportives de haut niveau ont un bon état général, et une bonne hygiène de vie, pas de surpoids, une bonne connaissance de leur corps et une bonne maîtrise respiratoire. Ensuite, le nombre de césariennes, parmi les sportives de haut niveau est faible, et il n'y a pas d'augmentation du mode d'accouchement nécessitant l'aide de forceps. En outre, durant le travail de l'accouchement, ces derniers chercheurs ont aussi trouvé que les sportives de haut niveau ont une bonne résistance physique, une habitude de l'effort et de la douleur, une bonne capacité de concentration, un bon schéma corporel et une bonne capacité respiratoire (Maitre & Mahuet, 2010). Enfin, la reprise d'un travail musculaire peut être très précoce, dès la maternité ou le retour à la maison (Maitre & Mahuet, 2010).

Par contre, la descente du bébé dans le vagin durant l'accouchement peut être longue en raison de la résistance périnéale, en particulier au niveau du détroit moyen chez les sportives de haut niveau. Cette situation entraine une augmentation de la puissance et de la durée des efforts expulsifs nécessaires au niveau du pelvis. Ces hyperpressions prolongées poussent non seulement le bébé mais aussi l'utérus et la vessie vers le bas et sont la première cause de prolapsus (Maitre & Mahuet, 2010), phénomène qui conduit à une diminution de la QV (Maher *et al.* 2007). Pour les sportives, contrairement aux idées reçues, la phase d'expulsion est plus courte. Il faut par ailleurs optimiser les positions d'accouchement des sportives, toutes les femmes ne devant pas accoucher sur le dos.

Pendant la progression de la grossesse, les changements physiologiques et anatomiques interdisent à l'athlète d'élite de continuer ses entraînements sans adaptation. Ces

changements sont notamment l'augmentation progressive du poids (Clapp *et al.* 1989) qui empêche l'athlète d'élite de faire ses exercices au même niveau d'intensité. Ceci est également complété par le relâchement des ligaments et des articulations sous l'effet hormonal (surtout au niveau du pelvis ; Ritchie, 2003), de même que le déséquilibre postural causé par l'augmentation de la lordose lombaire, par l'affaiblissement des muscles abdominaux et par la bascule antérieure du bassin (Bisch, 2006).

Eu égard à ce qui précède, nous voyons que la poursuite de la pratique sportive durant la grossesse est gênée par les changements anatomiques et biomécaniques chez la femme déjà sportive. Par conséquent, les athlètes d'élite doivent modifier leurs entrainements avec le développement de la grossesse jusqu'à l'arrêter totalement pour le remplacer par de l'AP spécifique d'entretien. Cela passe, par exemple, par une réduction progressive de la durée totale du travail de l'endurance et de la sollicitation de forces maximales durant les entraînements, jusqu'à la substitution complète par de l'APA.

I.3.2. Principaux effets de la pratique physique ou sportive durant la grossesse

De nombreuses études montrent que l'AP pendant la période de gestation peut prédisposer à une grossesse plus facile et avec moins de complication. De nombreuses études (Hall & Kaufmann 1987 ; Clapp, 1990 ; Hutch & Erkkola, 1990 ; Mersy 1991 ; Ostgaard *et al.* 1994) relèvent que la pratique d'AP pendant la grossesse aide la femme à rester en bonne SP et à diminuer les effets des changements anatomiques comme l'augmentation de la masse corporelle, les désordres hormonaux qui contribuent à réduire la laxité des articulations, les troubles musculo-squelettiques (TMS), les douleurs dorsales et l'œdème des jambes. D'autres études (Rudra *et al.* 2005 ; Saftlas *et al.* 2004 ; Sorensen *et al.* 2003) ont montré que l'AP régulière pendant la grossesse pouvait réduire les risques de pré-éclampsie. Garshabi & Zadeah, (2005) ont montré également que les douleurs du dos sont diminuées au 3e trimestre de la grossesse chez les femmes qui pratiquent de l'AP d'une façon régulière. Derosis & Pellegrino (1982) et Dewey & McCrory (1994) ont aussi montré que les AP pendant la grossesse aident à limiter les effets négatifs de l'accouchement, à réduire la dépression et améliore également le niveau de forme physique de la femme. Nahed & Ezmerli (2000) montrent de leur côté que la participation à des AP modérées durant la grossesse a un effet positif sur les désordres psychologiques (Nahed & Ezmerli 2000).

Au regard de cette approche bibliographique, nous pouvons considérer qu'il est nécessaire d'être active pendant la grossesse et l'importance de l'AP pour la femme enceinte déjà sportive ou non sportive avant la grossesse. Cependant, les questions qui se posent résident dans la prudence qui reste de mise quant aux caractéristiques de l'AP ou du sport choisi, à la fréquence et à l'intensité de sa pratique. Pour commencer à répondre à ces questions nous allons tout d'abord réaliser une revue systématique des programmes d'AP de la littérature scientifique : quels types d'exercices utilisés ? ; quand les placer dans la période de gestation ? et quels résultats apportent ces études ?

I.3.3. Revue de la littérature sur les programmes d'activité physique péripartum

Cette partie sera présentée en deux temps. Une première partie présentera de manière descriptive les principaux programmes de la littérature et les effets observés alors que la seconde portera davantage sur une analyse synthétique de ces connaissances.

I.3.3.1. Les principaux programmes de la littérature et les effets observés

A partir d'une recherche systématique dans quatre bases de données (Sciencesdirect, Medline, Cochrane, Pedro), 17 articles sont retenus pour les analyser. Les références des articles retenus avec leur impact facteur sont présentées dans le Tableau I.1.

Les critères d'inclusion sont de présenter un programme ou des exercices durant la grossesse et des effets sur les douleurs, la SP ou la QV autour de la grossesse. Les critères d'exclusion sont de ne pas expliciter les caractéristiques de l'AP proposée, d'être une étude de cas ou de porter sur un modèle animal. Différents échanges (téléphoniques, postaux et/ou électroniques selon les cas) ont également été réalisés avec les auteurs afin d'obtenir des informations supplémentaires si nécessaire.

Les mots clés utilisés dans la recherche sont : Physical activity, pregnancy, post-partum, pain, exercise, sport, program, low back pain.

Le Tableau I.2 présente les programmes d'AP identifiés dans la littérature avec : dans quelle période de la grossesse ou du PP il a été appliqué ; le type d'exercices utilisé ; la durée d'une séance ; la fréquence des séances ; la durée du programme ; la population étudiée et les principaux résultats.

Nombre	Auteurs	Année	Journal	Impact facteur 2012
1	Beckmann & Beckmann	1990	Reproductive Medicine	1,71
2	Dumas *et al.*	1995	Clinical Biomechanics	2,17
3	Mens *et al.*	2000	Physical Therapy	0,29
4	Wedenberg *et al.*	2000	Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica	1,77
5	Magann *et al.*	2002	The American College of Obstetricians and Gynecologists	4,79
6	Morkved *et al.*	2003	Obstetrics & Gynecology	3,46
7	Lawani *et al.*	2003	Cahiers d'études et de recherches francophones/Santé	-
8	Stuge *et al.*	2004	Spine	3,29
9	Stuge *et al.*	2004	Spine	3,29
10	Elden *et al.*	2005	British Medical Journal	17,21
11	Depledge *et al.*	2005	Physical Therapy	0,29
12	Garshasbi & Zadeah	2005	International Journal of Gynecology and Obstetrics	1.83
13	Morkved *et al.*	2007	Acta Obstetricia et Gynecologica Scandinavica	1,77
14	Shim *et al.*	2007	Journal of Korean Academy of Nursing	0,35
15	Oh *et al.*	2007	Journal of Korean Academy of Nursing	0,35
16	Barakat *et al.*	2008	British Journal of Sports Medicine	4,14
17	Yeo *et al.*	2010	Journal of Nursing Scholarship	1,49
	16 équipes différentes	***Publications sur 20 ans***	***15 revues***	***1,87±1,34***

Tableau I.1 : Références des articles retenus pour l'analyse des programmes d'Activités Physique, par années de publication.

Auteur(s) année	***Objectif(s)***	***Période d'intervention***	***Type(s) d'exercices*** *(Informations issues de l'article ± les échanges avec les auteurs pour certaines études)*	***Durée d'une séance***	***F des séances***	***Durée du prog.***	***Pop. traitée Type d'étude***	***Principaux résultats***
Beckmann & Beckmann (1990)	Effet d'un prog d'exercices prénatals sur la G et le résultat du travail chez les primipares	De la 3e sem à la 16e sem de G (75-120 séances tout au long de la période d'intervention)	Une période d'échauffement ; des exercices pour renforcer les muscles abdominaux 'curling ups' ; les bras (utilisation des haltères) ; les hanches et les jambes (lever les jambes) et les exercices de Kegel*	60 min	2 fois par sem.	12 sem	100 ♀ dont GE = 50 et GS= 50 TE : PR	- Gain de poids du GE moyen de 25,9 kg *vs* 29,2 pour le GS. - Pas de différence significative, entre les deux groupes, au niveau du poids des nouveau-nés. -Accouchement par VB plus fréquente chez le GE comparant au GS. -Durée moyenne du travail lors de l'accouchement de 7,55 h pour le GE contre 14,46 pour le GS.
Dumas et al. (1995)	Effet des APS sur la posture et les douleurs du dos	De la 12e sem de G à 4 mois de PP	Des exercices d'échauffement ; exercices d'aérobie (pédalage sur un vélo stationnaire ; pouls à 75% de la FC max rapporté à l'âge ; durée progressivement augmentée de 14 à 25 min). Exercices pour renforcer les muscles abdominaux : 'curling-ups'. Exercices d'inclinaison de pelvis : allongée sur le dos, les genoux fléchis les pieds sur le sol, les bras tendus à côté de tronc sur le sol, lever le bassin pour faire un 'pont'. Exercice d'endurance pour les cuisses : de la position allongée sur le dos la jambe non dominante est tendues, le genou de la jambe dominante fléchi et le pied sur le sol, lever la jambe fléchie vers le haut puis revenir à la position de départ. A la fin de la séance exercices de relaxation.	60 min	3 fois par sem.	6 mois	65 ♀ dont GE=27 et GS= 38. TE : -	- Pas d'effet décelable des APS sur la posture. - Tendance à l'⇗ de la lordose pendant la G pour les deux groupes. - A 4 mois de PP la lordose était > comparée au milieu de la G chez les deux groupes, tandis que la cyphose avait peu variée pour les deux groupes. - Pas de différence significative de douleurs du dos entre les deux groupes pendant la période de G ni en PP.
Mens et al. (2000)	Effet des exercices sur les muscles du tronc	PP, période moyenne = 52,2±4,1 mois	Gp 1 : exercices spécifiques pour augmenter la force des muscles obliques du tronc (*cf* Tableau I.3) Gp 2 : exercices spécifiques pour les muscle longitudinaux du tronc (*cf* Tableau I.3) Gp 3 : pas d'exercice 'contrôle'	-	3 fois par sem.	8 sem	44 ♀ avec douleurs de la CP après l'accouchement dont Gp1=16 ; Gp2 =14 et Gp3=14. TE : PR	- A 8 semaines de l'expérimentation, 28 des 44 sujets (63,6%) ont déclaré qu'elles se sentent mieux ; 12 (27,3%) ont déclaré qu'elles ne sentent pas de différence, et 4 (9,1%) estimaient que leur santé s'est dégradée => pas de différence entre les 3 groupes (p>0,05).
Wedenberg et al. (2000)	Effets de l'acupuncture sur la lombalgie et les douleurs de la CP pendant la G. Puis comparaison avec la physiothérapie	Après la 32e sem de G.	Gp 1 : acuponcture Gp 2 : kinésithérapie + exercices à la maison.	50 min	1 ou 2 fois par sem.	6-8 sem.	46 ♀ lombalgiques dont Gp1=28 G2=18 TE : PR	- L'intensité des douleurs, des 2 groupes, était plus faibles le matin comparée au soir (av, durant et ap traitement). - ⇘ des douleurs sur l'échelle EAV du Gp 1 comparée au Gp 2 pour les douleurs du matin p= 0,02 et du soir p<0,01. - Score EAV chez le Gp1 après le traitement significativement plus bas comparé à avant le traitement pour les douleurs du matin p<0,01 et du soir p<0,01. Chez le GP 2 ⇘ des douleurs du matin p<0,01, mais pas du soir p>0,05.

Magann et al. (2002)	Influence de l'exercice sur la santé maternelle et périnatale dans une population saine et à faible risque obstétrical.	Variée selon les groupes Gp 1 (0-20e) sem de G, Gp 2 (0-28e) sem de G, Gp 3 (0-40e) sem de G)	Exercice aérobie d'intensité déterminée par la FC max maternelle (220-âge) × 60-80%. Gp 1 : ♀ peu exercées pendant la G (exercices modérés, < 3 fois par sem, arrête les exercices avant la 20e sem de la G). Gp 2 : exercices légers (exercices > 3 fois par sem, arrête les exercices avant la 28e sem de la G ou exercices > 5 fois par sem et arrête avant la 20e sem de la G). Gp 3 : exercices modérés (♀ exercées volontairement 3 fois par sem pour 30 min par séance et arrêter les exercices avant la 28e sem de la G. Gp 4 : exercices lourds (♀ exercées plus lgt que la 28e sem de la G ou tt au long de la G, 3 fois / sem, 30 min / séance).	Au moins 30 min	Variée selon les groupes (> 3– 5) fois par sem.	Variée selon les groupes (20-28-38) sem.	750 ♀ dont Gp 1 : 217 G2 : 222 G3 : 73 G4 : 238 TE : PR	-Gain de poids : l'effet de l'exercice était plus efficace avant la 20e semaine de la grossesse qu'après. - Nombre de rhumes et de grippes > chez les femmes qui exerçaient intensément. -Pas de différence entre les gp au niveau de l'accouchement prématuré, du type d'accouchement, du traumatisme vaginal à l'accouchement et de l'hémorragie en PP. -Quantité d'entrainement associé à une durée de travail longue comparée aux ♀ du GS pendant la G (p= 0.09). -Poids des nouveau-nés < chez les ♀ qui exerçaient intensément comparé aux ♀ qui exerçaient légèrement (différence de 86,5 g ; p= 0,48).
Morkved et al. (2003)	Evaluer si les exercices du plancher pelvien pendant la grossesse aident à éviter l'incontinence urinaire.	De la 20e à la 36e sem de la G	Le physiothérapeute encourageait les ♀ à effectuer des contractions maximales des muscles du bassin, et à tenir la contraction 6-8 s. À la fin de chaque contraction, les ♀ ajoutent 3 à 4 contractions rapides. La période de repos est d'environ 6 s. L'exercice est répété en position couchée, assise, à genoux et debout.	60 min	1 fois par sem.	12 sem à partir de 20e sem de la G. Un suivi a été réalisé à 3 mois de PP	301 ♀ nullipares dont GE=148 et GS=153 TE : PR	-Les ♀ souffrant d'incontinence urinaire à la 36e sem de G étaient peu nombreuses dans le GE (48/148 : 32%) comparées au GS (74/153 : 48%). Et 29/148 : 20% du GE versus 49/153 : 32%) du GS à 3 mois de PP. - Les exercices du plancher pelvien pendant la G réduisent l'incontinence urinaire chez environ une ♀ sur six pendant la G et une ♀ sur huit après l'accouchement. - Force des muscles du plancher pelvien significativement > dans le gp d'intervention pendant la G à 36 sem (p=0,008) et à 3 mois de PP (p=0,048).
Lawani et al. (2003)	Effet de la gymnastique prénatale sur l'accouchement	De la 20e à la 35e sem de la G	L'intensité de l'exercice est limitée à 60 % de la FC max et pour chaque séance d'entraînement le programme contient : Exercices respiratoires : 12 min (inspirer ou expirer à fond, retenir sa respiration pour « pousser »...) ; Exercices de renforcement musculaire : 6 min (abdominaux et pectoraux) ; Exercices d'étirement et de relaxation : 12 min (étirement des muscles dorsaux ; relaxation complète du corps et massage). Par contre, les exercices utilisés dans cette étude sont adaptés à l'âge (*cf* Tableau I.4)	45 min	2 fois par sem avec 24 h de repos au moins entre 2 séances.	15 sem.	50 ♀ dont GE= 25 et GS= 25 TE : PR	- 22 ♀ sur 25 du GE ont accouché par VB (88 %) contre 18 sur 25 pour le GS (72 %). - Prépondérance d'accouchements par VB chez les ♀ du GE durant 6 séances et plus (9 sur 11) ; 8 de ces ♀ sur 9 ont eu leur périnée intact après l'accouchement. - 16 sur 22 sujets du GE qui ont accouché par VB, ont eu leur périnée intact (64%), contre 6 sur 22 du GS (24%) qui présentent une déchirure ± importante. - Pour les ♀ du GS qui ont accouché par VB, 5 sur 18 ont eu le périnée intact (20 %) contre 13 sur 18 qui présentent une déchirure (52 %). - Pas de différence significative concernant le poids des bébés à la naissance. - Score d'Apgar** > pour GE comparé à GS, entre la 1ère min de naissance et la 5e min de naissance.

Stuge et al. (2004)	Evaluer un prog d'exercices pour réduire les douleurs de la CP après l'accouchement. Améliorer l'état fonctionnel et la QV.	De la 11e à la 36e sem de G.	Renforcement musculaire (multifidus, muscles grands dorsaux, abdominaux obliques, carrés des lombes, abducteurs et adducteurs de hanches ; *cf* Figure I.3).	30 min	3 fois par sem.	20 - 30 sem.	81 ♀ enceintes souffrant de douleurs de la CP dont GE =40 et GC =41 TE : PR	-Réduction significative de l'intensité des douleurs (75% des participantes) à 1 an de PP pour le gp GE. - Réduction du disfonctionnement musculaire (échelle d'Oswestry) à 1 an de PP pour le gp GE. - Meilleure QV (SF36) du GE comparé au GS (25% des participantes).
Stuge et al. (2004)	Effet d'un prog de traitement (exercices physiques) 1 an après l'accouchement sur la santé perçu, l'état fonctionnel et la douleur. Gp 1 = Exercices individualisés de kinésithérapie selon les besoins identifiés notamment lors de l'observation dans les AVQ avec accent sur les exercices de stabilisation Gp 2 = intervention en kinésithérapie classique, sans exercices de stabilisation	6e -16e sem PP	Les exercices sont faits à l'aide de 'Thérapie Master' pour entraîner les muscles abdominaux et obliques, les multifidus, obliques, lombaires, de la région lombo-sacrée, les grands dorsaux, les érecteurs spinaux, les adducteurs, carrés des lombes, et les abducteurs de la hanche. (*Cf* Figure I.3).	10 rép pour chaque exercice	3 fois par sem.	10 sem.	81 ♀ avec douleurs pelviennes : Gp1 : 40 . Gp 2 : 41 TE : PR	*A an après l'accouchement* - ⇗ capacité fonctionnelle de GE et moins de douleurs comparé au GS (p <0,001). - SF-36 > pour GE comparé à GS (sauf pour le rôle social). *A deux ans après l'accouchement.* -GE présente moins de douleurs et d'incapacité fonctionnelle (85%) comparé au GS qui a montré une grande intensité des douleurs 47%, mais avec une incapacité modérée (p<0,005). -⇗ de l'état fonctionnel de GE par rapport à un an de PP (p<0,001) par contre aucune amélioration n'a été observée pour le GS (p<0,12). - SF-36 différences significatives entre les gp pour la capacité fonctionnelle (p<0,002) le rôle physique (p<0,05) et les douleurs (p<0,001).
Elden et al. (2005)	Comparer l'efficacité de différents traitements. Gp1 ceinture pour supporter la région pelvienne ; exercice à la maison Gp2 acuponcture Gp 3 traitement standard et exercices, sur les douleurs de la CP pendant la G.	12e -31e sem de G	Les exercices sont effectués dans la position allongée sur un côté, à genoux, assis et début. - Rotation de la hanche en position allongée sur un côté. - Extenseurs de la hanche position début. - Etirement de la hanche de la position assis pendant 20 s.	-	1 fois par jour à la maison.	6 sem.	386 ♀ av douleurs de la CP dont Gp 1 : 130 Gp 2 : 125 Gp 3 : 131 TE : PR	- ⇘ des douleurs du matin chez G3 comparant au G1 (p=0,031). - G2 présente moins des douleurs l'après-midi comparé à G3 (p=0,0130) - Les douleurs du matin sont significativement plus faibles chez le G3 comparé au G1 (p<0,01)

Depledge et al. (2005)	Effets d'exercices sollicitant la CP sur la symphyse pubienne durant la G chez la ♀ ayant une pubalgie (pas de GS). Gp 1 : exercices Gp 2 : exercices + CP rigide Gp 3 : exercices + CP non rigide	11e -38e de la G	-Stabilisation abdominale : assis, les pieds reposant sur le sol; tirez doucement dans le bas des muscles abdominaux comme si vous remontiez votre bébé. - Les muscle des fesses : assis ou debout, serrer les fesses. - Muscle grand dorsal : s'asseoir sur une chaise devant une table ou une porte fermée. Saisir la poignée de porte ou une table à deux mains et tirez-la vers vous. - Muscles adducteurs de la hanche: s'asseoir, mettre votre poing ou une serviette roulée entre vos genoux puis serrer les genoux. Tous les exercices sont à réaliser 5* pd 5 s.	-	Quotidiens exercices à la maison.	-	87 ♀ av pubalgie. Gp 1 : 30 Gp 2 : 28 Gp 3 : 29 TE : PR	- ↘ de la douleur chez les 3 gp (questionnaire de Roland-Morris) - Pas de différence entre les gp pour l'intensité des douleurs à la fin de l'expérimentation (p<0,05). - L'utilisation de la CP rigide ou non n'apporte aucun effet.
Garshasbi & Zadeh (2005)	Effets des exercices pendant la G sur l'intensité de la lombalgie et sur la cinématique de la colonne vertébrale	2e moitié de la G. De la 17e à la 22e sem jusqu'à la fin de G	Renforcer les muscles abdominaux, muscles ischio-jambiers, psoas iliaque et para vertébraux. Inclusion de 15 mouvements, - 5 min de marche lente ; - 5 min des mouvements d'extension ; -10 min d'échauffement général ; - 15 min d'exercice anaérobie ; - 20 min d'exercices spécifiques - Et 5 min de retour au calme comme avant l'entrainement.	60 min	3 fois par sem.	12 sem.	212 ♀ dont GE : 107. GS : 105 TE : PR	- Intensité de la douleur de lombalgie < pr GE (p<0,0001) et > pr GS (p<0,0001) à la fin de la G. La différence entre les 2 gp à la fin de la G et après le programme est significative (p<0,006). - ↗de la lordose chez les 2 gp en fin de G (p<0,001). - ↘ de la flexibilité de tronc pr GE (p<0,0001). - Pas de différences entre les gp concernant la prise du poids (p=0,63) ; la durée de la G (p=0,51) et le poids de nouveau-nés (p=0,82).
Morkved et al. (2007)	Evaluer si un prog de 12 sem pendant la G peut traiter les douleurs lombo-pelviennes GS = kinésithérapie classique	Dès la 18e sem de la G	- 15-20 min exercices d'aérobics (ni course, ni saut), le croisement des jambes et le mouvement rapide de changement de position du corps sont interdit ; - Mouvements des jb et rot du tronc réduits au min av une intensité de travail de 13- 14 sur l'échelle de Borg ; - 30-35 min d'exercices pour renforcer les muscles pelviens, sollicitation des muscles dorsaux et abdominaux ; - Exercices pour les membres inferieurs (squat) et supérieurs (haltères). Chaque exercice '10 rép pour 3 séries' ; - 5-10 min d'étirement, de respiration et de relaxation.	50-65 min	1-2 fois par sem.	12 sem	289 ♀ dont GE : 143 GS : 146 TE : PR	- A la 36e sem GE < GS pour les douleurs lombo-pelviennes. - A 3 mois de PP la survenue des douleurs lombo-pelviennes était 26,3 % pour GE contre 36,6 % pr GS. - L'état fonctionnel après la période d'intervention était bien plus élève pour GE comparé au GS (p=0,011). - AVQ facilité pour les ♀ du GE av douleurs lombo-pelviennes comparées aux ♀ du GS av les mêmes douleurs.
Shim et al. (2007)	Effet d'un prog visant à réduire les douleurs du dos chez les ♀ enceintes	De la 17e à la 22e sem de G	Prog d'entrainement à la maison qui contient : - Exercices d'inclinaison du pelvis ; - Levés de jambes tendues ; - Levés de jambe tendue latéralement ; - Exercices de Kegel*.	45 min	5-7 fois par sem.	_	62 ♀ dont GE =32 GS =30. TE : PR	-A 6 sem de pratique, pas de différence entre les 2 groupes au niveau des douleurs du dos. -A 12 sem l'intensité des douleurs était ↘ chez les ♀ du GE.

Oh et al. (2007)	Effet d'un prog pour réduire l'intensité des douleurs de lombalgie en PP.	De la 36e à la 39e sem de G	Exercices pratiqués à la maison: - Inclinaison du basin ; - Levés des genoux ; - Levés de jambe tendue ; - 'curling-ups' ; - Levés de la jambe latéral bien tendue ; - Exercices de Kegel*.	30 min	5 jours par sem/ 3 fois par jour.	_	42 ♀ lombalgiques dont : GE = 27 GS = 25 TE : PR	-Pas de différence significative, entre les 2 groupes, au niveau des douleurs lombaires. -A 8 sem de PP les participantes des 2 gp indiquent une diminution de l'intensité des douleurs. -Pas de différence entre les 2 groupes au niveau de la flexibilité, des limitations fonctionnelles et de la dépression. - 8 sem de PP toutes les ♀ indiquent une diminution significative de l'intensité des douleurs.
Barakat et al. (2008)	Déterminer si l'AP au cours du 2e & 3e trimestre de G, influence la santé de la femme? Provoque-t'il un accouchement prématuré ?	De la 12e-13e à la 38e-39e sem de G	80 séances d'AP avec un prog constitué de : - 7-8 min d'échauffement (marche et exercices d'étirement pour les mb > et <, le cou et le tronc). - Exo de renf. musculaires & articulaires : haussement & rotation d'épaules, élévation des bras, inclinaison & balancement du bassin, montées latérales de jambe. - Exercices de résistance (répétitions < 10-12') : avec ou sans charge ; pour les muscles dorsaux (se pencher vers l'avant), les pectoraux (élévation des bras latéralement et tendues à l'aide d'haltères), les bras (extension des bras à l'aide d'haltères pour les biceps), les jambes (extension des genoux, rotation des jambes, extension/ flexion des chevilles) et les abdominaux (curling-ups).	35 min	3 fois par sem.	6 mois.	142 ♀ dont : GE : 72 GS : 70. TE : PR	- L'âge gestationnel moyen ne diffère pas (p = 0,745) entre GE (39 semaines, 3 jours) et GS (39 semaines, 4 jours). - Pas de différence au scores d'Apgar** à 1 et 5 min, pour les nouveau-nés, entre les deux groupes (p > 0,05). Toutes les valeurs individuelles à 5 min sont ≥ 9.
Yeo (2010)	Déterminer si différents types d'exercices réguliers durant la G réduit l'incidence de la prééclampsie. Gp 1 : Locomotion Gp 2 : Exercices analytiques	14e sem de G	Gp 1 : marche à une intensité modérée. La FC a été surveillée av des Polar S810, travail sur l'échelle RPES entre 12-13. Gp 2 : exercices d'étirement musculaire à raison de 40 min, mouvements lents pour les muscles entrainés 'ni des exercices aérobie ni des exercices de résistance' ; Cou flexion-extension et rotation ; Bras, avant-bras et mains devant la poitrine ; Poignets flexion-extension ; Dos rond (comme un chat) pour étirer le dos ; Hanche, cuisse et jambes debout ; Membres inférieurs < en position assise.	40 min	5 fois par sem.	22 sem.	124 ♀ qui ont eu une prééclampie durant la précédente G dont : Gp 1 = 64 Gp 2 = 60 TE : PR	-Entre 14- 17 sem de G pas de différence de FC de repos entre les gp (82 *vs* 86 ; p=0.51). -Entre 18-28 sem de G la FC ⇗de 84±11 bat/ min chez le groupe marcheur *vs* le groupe étirements (p< 0,01). - A la fin de la période de l'étude la tension sanguine était ⇘ chez le gp étirement *vs* le gp marcheur, la différence entre les 2 gp est significative (14.1 mm Hg) (SE : 3,15) (p< 0,01).

Tableau I.2 : Les programmes d'activités physiques de la littérature (Abréviation et notes de bas de page sur la page suivante).

Gp : Groupe ; ♀ : Femmes ; F : Fréquence ; Prog : Programme ; G : Grossesse ; PP Post-partum ; GE : Groupe Entrainée ; GS : Groupe Sédentaire ou témoin ; EAV : Echelle Analogique Visuelle (visual analog scale) ; VB : Voie Basse ; CP : Ceinture Pelvienne ; ⇗: Augmentation ; ⇘: Diminution ; n : Effectif ; SF36 : The Short Form (36) Health Survey ; Sem : Semaine ; APS : Activité physique et sportive ; s : Seconde : min : Minute ; Rép : Répétition ; AVQ : Activité de la vie quotidienne ; AP : Activité physique ; RPES : Rating Perceived Exertion Scale ; FC : Fréquence Cardiaque. TE : Type d'étude ; Pop. : population ; PR : Prospective Randomisée.

** Les exercices de Kegel : Allongez-vous sur le dos, les bras allongés au-dessous de la tête et forment un V. Engagez vos muscles du plancher pelvien et lever vos chevilles et les genoux à angle droit. Tourner les deux genoux lentement sur votre droite. Retour vers le centre, puis tourner sur votre gauche. Cet exercice peut aussi être fait avec les pieds sur un ballon. Cet exercice consiste à contracter le périnée de façon répétée et quotidienne. Cette technique intéresse principalement les femmes ayant une faiblesse de la musculature du plancher pelvien.*

***Le score d'Apgar consiste en une note global attribuée à un nouveau-né suite à l'évaluation de cinq éléments spécifiques qui sont le rythme cardiaque, la respiration, le tonus, la couleur de la peau et la réactivité (Ancel et al. 2004). Chacun des éléments est noté à 0, 1 ou 2 points, selon les conditions observées (O'Reille, 2009). Le résultat total permet l'appréciation globale de l'état de santé du nouveau-né (Gassier & de St-Sauveur, 2008). Le résultat maximal est de 10, suggérant la meilleure condition de santé possible, alors qu'un score en dessous de 7 réfère à une détresse.*

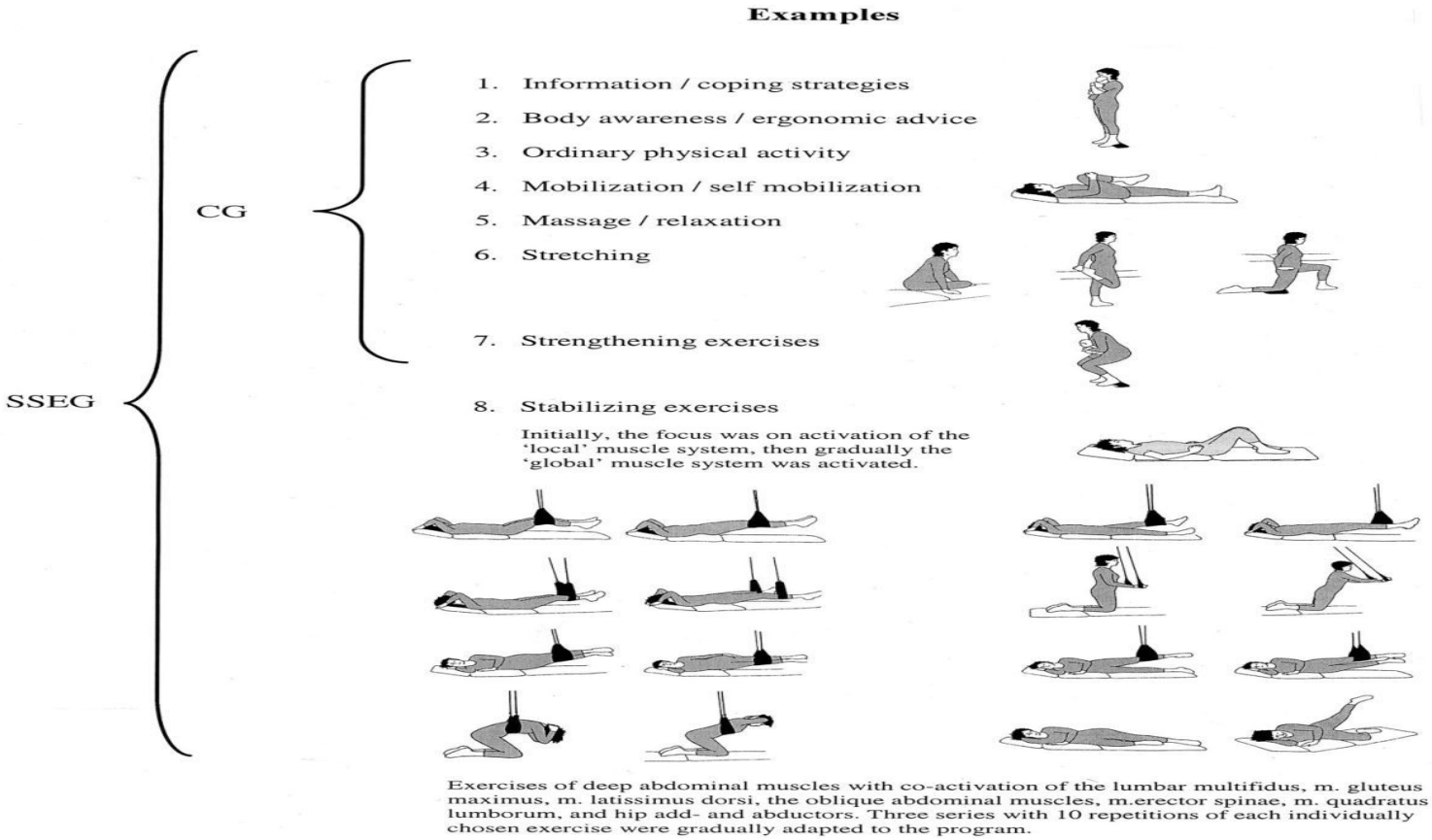


Figure I.3 : Les exercices utilisés dans le programme de Stuge *et al.* (2004) pour les femmes enceintes et pour les femmes en postpartum Stuge *et al.* (2004).

SSEG : Specific Stabilizing Exercise Group ; CG : physical therapy without specific stabilizing exercises (control group)

Les groupes	Les exercices
Premier groupe	-Allongez-vous sur le dos fléchissez les genoux à 90° les pieds sur le sol. Inclinez votre épaule à gauche le plus loin possible dans la direction de votre genou droit. Gardez l'épaule droite en contact avec le sol. Maintenez cette position pendant 7 s, puis se reposer pendant 3 s, et répétez l'exercice. Lorsque cette série est terminée, effectuer une série similaire en inclinant votre épaule droite. Effectuer 5 répétitions par série. - En position couchée sur le dos, les bras allongés à côté de la tête, levez le bras gauche et l'épaule, soulevez la jambe droite étendue. Maintenez cette position pendant 7 s, puis se reposer pendant 3 s, 5 répétitions, et répétez l'exercice. Lorsque cette série est terminée, effectuer une série similaire avec votre bras droit et la jambe gauche. Après un repos de 5 min, répéter le programme complet.
Deuxième groupe	- En position couchée sur le dos, fléchissez les genoux à 90° et les pieds sur le sol, élevez les deux épaules, le plus loin possible dans la direction des genoux. Maintenez cette position pendant 3 s, puis se reposer pendant 3 s, durant 5 répétitions, et répétez l'exercice. Quand cette série est terminée, soulevez le bassin de sol sans le basculer. Maintenez cette position pendant 3 s se reposer pendant 3 s, et répétez l'exercice. Effectuer 5 répétitions.
Groupe contrôle	Ne fait pas de l'exercice

Tableau I.3 : Exercices utilisés dans le programme de Mens *et al.* (2000).

Mois de la grossesse	Les exercices : Type, durée, objectifs principaux visés		
4e et 5e	Marche à pas lents	15 min	– Activer la circulation sanguine – Renforcer la sangle abdominale
	Ou		
	Vélo à un rythme lent	15 min	– Activer la circulation sanguine
	Stretching	5 min	– Étirer le dos – Mobiliser les abdominaux
	Relaxation	5 min	– Détendre le corps
	Exercices respiratoires	8 min	
	1 – Respiration superficielle	2 min	– Éviter la pression abdominale sur l'utérus pour l'entraînement à la 1re phase de travail – Se détendre
	2 – Respiration haletante	2 min	– Éviter la pression abdominale sur l'utérus
	3 – Respiration bloquée	2 min	– Abaisser le diaphragme – Provoquer la pression du diaphragme sur l'utérus – Maintenir la pression du diaphragme sur l'utérus pour rendre efficace la poussée à l'expulsion
	4 – Expiration forcée	2 min	– Se détendre
	Exercices de soulagement des fourmillements dans les membres inférieurs	4 min	– Prévenir les varices – Assurer une bonne circulation sanguine
6e et 7e	Idem 4e et 5e mois plus		
	Exercices de prévention de l'essoufflement	5 min	– Assurer une meilleure respiration
	Exercice sur la posture	5 min	– Acquérir une bonne posture * Inspirer en creusant le dos, ventre en avant * Assouplir l'articulation des genoux
	Exercice de relaxation	5 min	– Détendre complètement l'esprit et le corps
	Exercices de renforcement des muscles abdominaux	5 min	– Entretenir le tonus et l'élasticité des muscles abdominaux
	Exercices sur la préparation du périnée à l'accouchement	10 min	– Contracter le périnée en inspirant – Relâcher le périnée en expirant tout en fléchissant progressivement sur les genoux
8e et 9e	Exercice sur la respiration	10 min	– Préparer les phases de l'accouchement
	Exercices sur la préparation du périnée à l'accouchement	15 min	– Contracter le périnée – Relâcher le périnée
	Exercice de relaxation	5 min	– Détendre complètement le corps

Tableau I.4: Exercices utilisés dans le programme de Lawani *et al.* (2003).

I.3.3.2. Étude comparative des programmes d'AP durant ou après la grossesse

Les travaux sur l'intérêt et l'efficacité des exercices aérobies pour les femmes enceintes sont parmi les premiers réalisés sur le sujet, notamment par Beckmann & Beckmann (1990). Par la suite ils ont eu pour objectifs de vérifier si les exercices pendant la grossesse sont capables :

- De réduire les troubles de l'accouchement (Lawani *et al.* 2003) ;
- De limiter les douleurs pendant la grossesse (Stuge *et al.* 2004) et/ou en PP (Stuge *et al.* 2004) ;
- D'aider à traiter les maladies liées à la grossesse (Yeo 2010).

Les résultats de ces recherches sont très variés, parfois contradictoires, probablement pour partie du fait d'objectif(s) sensiblement différents, mais aussi de critères d'inclusion/exclusion des participantes assez variables, d'âge de gestation différents au moment des mesures ou encore de durée d'intervention et de qualités physiques sollicitées très différentes. Nous allons cependant discuter plus précisément les programmes de ces études en comparant leur intensité & fréquence d'exercices, type d'exercice, durée du programme, structure du programme et type de programme, puis l'effet de l'AP sur l'accouchement et le déroulement de la grossesse.

I.3.3.2.1. Intensité et fréquence d'exercices

En ce qui concerne l'intensité et la fréquence de l'AP, pratiquement toutes les études ont effectué une activité d'intensité modérée de type exercices aérobies, allant d'au moins une à deux fois par semaine (respectivement Morkved *et al.* 2003 ; Lawani *et al.* 2003) pour 20 min par séance dans l'étude de Oh *et al.* (2007), jusqu'à 50-65 min (Morkved *et al.* 2007) et tous les jours pour une série d'exercices pratiqués à la maison dans l'étude d'Elden *et al.* (2005) et de Depledge *et al.* (2005).

L'étude d'Magann *et al.* (2002) montre l'effet de l'intensité d'exercice par rapport à la fréquence des séances et à la durée du programme. Ces chercheurs ont comparé quatre groupes des femmes enceintes entraînés à la même intensité d'exercice mais à des fréquences et des périodes relativement différentes. L'intensité ciblée dans cette étude est calculée à

partir de la formule : (220 - âge) × 60-80%. Les résultats indiquent l'effet de leur programme, pour les quatre groupes expérimentaux, sur le gain de poids de la mère avant la 20e semaine de la grossesse mais pas après (l'effet de l'exercice était plus efficace sur le gain du poids de la mère avant la 20e semaine de la grossesse qu'après). Le poids des nouveau-nés est également étudié et semble être influencé par la fréquence et la durée longue du programme chez les participantes qui s'entraînaient intensément (3 fois par semaine, > 28 ou = 40 semaines). Le poids du nouveau-né est légèrement plus faible (différence non significative de 86,5 g ; p=0,048). Chez ces dernières participantes, le système immunitaire est affecté d'une façon négative par la fréquence élevée de l'entrainement. Par contre, l'étude ne montre pas de différences entre les groupes par rapport au type d'accouchement et/ou aux accouchements prématurés. D'autres travaux comme celui de Garshasbi & Zadeh (2005) ne montrent pas de différence de poids du bébé entre le groupe entrainé et le groupe non entrainé. Dans un autre domaine, Lotgering *et al.* (1992) et Avery *et al.* (2001) ont relevé qu'au repos la FC augmente de 10 à 15 battements par minute au cours de la grossesse et que le débit cardiaque maximal est réduit chez la femme enceinte comparé aux femmes non enceintes. De plus, Kochan *et al.* (1999) (SOGC, 2002) préconisent les rythmes cardiaques sensiblement différents en fonction de l'âge de la pratiquante (Tableau I.5). Nahed & Ezmerli (2000) recommandent, de leur côté, de pratiquer l'exercice au rythme de 3 fois par semaine, pour atteindre progressivement un maximum de 4 à 5 fois par semaine. De même, Campbell et Mottola en 2001 ont également montré que la femme qui pratique des AP à un rythme de 5 fois ou plus par semaine avaient des enfants présentant une diminution de poids à la naissance comparée à la moyenne (Campbell & Mottola, 2001).

Age (ans)	Battements/min	Battements/10 sec
Moins de 20	140-155	23-26
20-29	135-150	22-25
30-39	130-145	21-24
40 ou plus	125-140	20-23

Tableau I.5 : Les zones cibles pour l'exercice aérobics pendant la grossesse en fonction de l'âge selon Société Canadienne pour l'Exercice Physiologique en 2002.

I.3.3.2.2. Type d'exercices

Concernant le type d'exercices utilisé par les études collectées, il est très variable selon les études allant d'exercices simples pour un groupe musculaire ou une partie du corps (renforcement et étirement de hanche par exemple pour Elden *et al.* 2005) à des exercices d'étirement musculaire pour la plupart des muscles de corps (Yeo *et al.* 2010).

Yeo *et al.* en 2010 étudient l'effet de l'AP durant la grossesse sur la pré-éclampsie et notamment sur le débit cardiaque et la tension sanguine. Les résultats de cette étude indiquent que le groupe pratiquant des exercices d'étirement a des valeurs plus favorables versus le groupe de marcheurs. D'après ces travaux les exercices d'étirement ont eu un rôle bénéfique sur le système nerveux autonome. En effet, Martens *et al.* en 2008 montrent que les signaux nerveux produits par les muscles squelettiques en direction de système nerveux central lors de l'étirement, agit sur le système parasympathique qui réduit, à son tour, le travail du système cardiovasculaire. Les résultats obtenus nous montrent d'une part l'intérêt des exercices d'étirement sur le système cardiovasculaire chez la femme enceinte et d'autre part, qu'un choix pertinent des groupes musculaires entraine une efficacité accrue du programme d'entrainement.

Le travail contre une résistance (table, porte ou utilisation d'une simple serviette) durant les exercices de Depledage *et al.* 2005, donne un effet très positif sur le soulagement des douleurs de la symphyse pubienne. Mais, aucun effet n'est observé pour l'utilisation d'une ceinture pelvienne durant les exercices. En revanche, la pratique des exercices à l'aide d'un instrument (Thérapie Master) dans l'étude de Stuge *et al.* (2004) pour entraîner les groupes musculaires du tronc donne un effet positif sur le soulagement des douleurs et la QV chez les femmes en PP.

Garshasbi & Zadeh (2005) proposent des exercices spécifiques pour renforcer les muscles 'abdominaux, ischio-jambiers, psoas iliaque, para vertébrale' associés à un travail anaérobie et de la marche avec un seuil d'intensité fixé à une FC de 140. Les résultats de cette étude sont très positifs. Ainsi, l'intensité des douleurs de la lombalgie, ont été significativement réduites, chez les participantes. En outre, le même type d'exercices a été utilisé lors de l'étude de Morkved *et al.* (2007). Leur programme donne un effet très favorable sur le soulagement des douleurs lombo-pelviennes chez les femmes enceintes à la fin de leur grossesse (37e semaine).

Concernant le type des exercices, Nahed & Ezmerli (2000) ont recommandé d'éviter les exercices en position couchée, car cette position est associée à une baisse du débit cardiaque chez la femme enceinte. Ils conseillent également d'éviter les exercices qui présentent un risque de perte d'équilibre et donc de traumatisme fœtal (Nahed & Ezmerli 2000). De plus, Beresford (1986) propose une liste d'exercices à éviter ou à pratiquer avec grande prudence pendant la grossesse comme par exemple les suivants :

- La rotation du tronc en position début avec les jambes tendues ;
- Lever les deux jambes tendues de la position allongée sur le dos ;
- Les exercices qui augmentent la lordose lombaire ; ces exercices sont à risque de perdre l'équilibre ;
- Sauna et hammam ;
- Pédaler en danseuse, cet exercice a un risque de perdre l'équilibre et il met beaucoup de pression sur le cou ;
- Les flexions de jambes (monter/descendre) ;
- Toucher les orteils de la position débout sans fléchir les genoux ;
- Les exercices de 'ciseaux de jambes' (Beresford 1986).

En outre, des consignes de sécurité sur le type d'exercices pendant la grossesse et sur le conditionnement musculaire sont incluses dans le X-AAP (Annexe 1) pour les femmes enceintes et dans son livret accompagnant. Ces consignes sont notamment les suivantes :

- Eviter les exercices en position couchée après le quatrième mois de gestation (pour éviter la réaction d'hypotension en décubitus) ;
- Maintenir une bonne posture durant les exercices d'étirement ;
- Arrêter les exercices des abdominaux en cas de diastase du grand droit de l'abdomen développée (Canadian Society for Exercise Physiology 1996- 2002).

Enfin, la SOGC, 2002 et les informations complémentaires du questionnaire X-AAP pour les femmes enceintes indiquent qu'il faut inclure des exercices d'étirement, notamment pour la partie supérieure et inférieure du dos, dans les programmes d'AP pendant la grossesse pour améliorer la posture ainsi que des exercices des muscles abdominaux pour éviter la lombalgie, éviter la diastase du droit de l'abdomen et renforcer les muscles qui travaillent pendant l'accouchement. De même, ils préconisent des exercices du haut du corps pour supporter la poitrine. Les exercices des fesses et des membres inférieurs (de type aérobie) sont particulièrement recommandés pour faciliter la mise en charge et prévenir les varices ainsi

qu'améliorer l'hémodynamique (Wolfe *et al.* 2003). Les exercices du plancher pelvien doivent également être inclus afin de renforcer et prévenir l'incontinence urinaire (Morkved & Bo 2000).

D'autres études comme Symons Downs & Hausenblas (2004), proposent des exercices plus proches des AVQ et conseillent de faire de la marche rapide pendant 30 min 3 à 7 jours par semaine, des montés d'escaliers lentes au maximum pendant 10 min et des exercices aquatiques similaires.

I.3.3.2.3. Durée du programme

La durée des programmes est variée selon les études, la durée minimale est de 3 semaines dans l'étude d'Oh *et al.* (2007), et la durée maximale de 38 semaines dans l'étude de Magann *et al*. (2002)

Une durée de 3 semaines dans l'étude d'Oh *et al.* (2007) et de 6-8 semaines dans l'étude de Wedenberg *et al.* (2000) ne donnent pas un effet positif de l'AP sur le soulagement des douleurs. Ainsi, les résultats de ces deux études n'indiquent pas de différence significative entre les deux groupes expérimentaux. Cette absence de différence peut être liée à la période d'intervention trop courte. De même, sur une période de 8 semaines dans le programme de l'étude de Mens *et al.* (2000), aucune différence significative n'est observée entre leurs trois groupes expérimentaux sur les qualités de forces. Les trois groupes étaient respectivement : exercices spécifiques pour augmenter la force des muscles obliques du tronc ; exercices spécifiques pour les muscles longitudinaux du tronc ; et un groupe témoin qui ne fait pas d'exercices 'sédentaire'.

De ce fait, des exercices sur une période de 3 semaines dans l'étude d'Oh *et al.* (2007), de 6-8 semaines dans l'étude de Wedenberg *et al.* (2000) et 8 semaines dans l'étude de Mens *et al.* (2000) sont peut-être trop courtes pour avoir un effet significatif. D'après Lee (1995) la durée de 8-12 semaines de pratique d'AP est recommandée pour soulager les maux de dos (Lee, 1995). Ceci semble se confirmer par les résultats de l'étude de Shim *et al.* (2007), ainsi à 6 semaines de pratique d'AP, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes expérimentaux. Par contre, à 12 semaines, l'intensité des douleurs était significativement réduite chez les participantes qui faisaient les exercices (Shim *et al.* 2007). Cette durée du programme durant la grossesse n'est cependant pas directement indiquée dans

les conseils ou recommandations de la Société Canadienne de physiologie de l'exercice, par contre quelques études conseillent de situer la période d'intervention à la fin de la grossesse voire durant le troisième trimestre (Nahed & Ezmerli 2000 ; Wolfe *et al.* 2003).

I.3.3.2.4. Structure du programme

La structure des programmes de la littérature est elle aussi très variée entre les études collectées. Elle va de programmes qui contiennent de simples exercices localisés sollicitant une seule qualité physique (le tronc dans l'étude de Mens *et al.* 2000 et les hanches dans l'étude d'Elden *et al.* 2005 par exemple), jusqu'à des programmes bien structurés qui contiennent des périodes différenciées et sollicitent des qualités physiques variées (échauffement ; renforcement musculaire retour au calme Backmann & Backmann, 1990).

En effet, Stuge et collaborateurs en 2004 ont utilisé un programme d'exercices de renforcement musculaires centré sur la ceinture abdominale et pelvienne et leurs résultats de fin d'étude montrent des effets favorables de ce type de programme sur la diminution de l'intensité des douleurs de la CP à la fin de la grossesse, avec une meilleure QV chez le groupe entrainé, comparés au groupe sédentaire. Ensuite, Morkved *et al.* (2007) ont recruté des femmes enceintes qui souffrent de douleurs de la CP à partir de 18e semaine de grossesse et sont suivies jusque à trois mois de PP. Ces femmes ont suivi un programme qui contient un échauffement puis des exercices pour renforcer la majorité des grands muscles du corps et fini par un retour au calme. Leurs résultats, à la 36e semaine de grossesse et à 3 mois de PP, indiquent une différence significative entre les deux groupes expérimentaux. Les participantes du groupe d'intervention ont des valeurs très favorables au niveau de la survenue des douleurs de la CP et de l'état fonctionnel comparées aux participantes du groupe témoin. La même structure du programme a été utilisée par Garshasbi & Zadeh (2005) pour les femmes enceintes durant la deuxième moitié de la grossesse. Leur programme qui contient un échauffement, du renforcement musculaire pour le tronc et les jambes et un retour au calme à la fin de la séance a été utile pour lutter contre les douleurs lombaires, mais par contre ne montre pas d'effet favorable sur la SP (la souplesse est diminuée significativement à la fin du programme).

Globalement, toutes les études qui ont utilisé cette dernière structure de programme ou bien qui ont utilisé seulement des exercices de renforcement musculaire pour la zone du tronc,

ont réussi à soulager les douleurs chez leurs participantes. Sauf dans l'étude de Dumas *et al.* (1995) qui n'a pas relevé de différences significatives pour l'intensité des douleurs du dos entre le groupe entrainé et celui-ci sédentaire pendant la période de la grossesse ni en PP. D'après ces auteurs, cela peut être lié au choix des participantes qui n'ont pas été randomisées conduisant à deux groupes expérimentaux qui ne sont pas totalement identiques.

Selon Beresford (1986) le planning du programme des exercices pendant la grossesse doit contenir :

- Premièrement, les exercices d'échauffement qu'il faut faire avant tous les exercices aérobics pour les muscles.
- Deuxièmement, les exercices d'étirement statique pour toutes les principales articulations et les groupes musculaires.
- Troisièmement, les exercices de renforcement musculaire.
- Enfin, les exercices de relaxation et d'inspiration forcée.

En ce qui concerne l'évolution dans le temps et l'individualisation des programmes, les informations des publications croisées avec celles apportées par les auteurs qui ont répondu à notre sollicitation indiquent que la majorité des études ont proposé aux participantes de répéter la même séance sans changer la durée, l'intensité ou encore le type d'exercice ni d'individualiser le travail. Quelques études échappent à cette tendance, telles que celle de Stuge *et al.* (2004) et de Lawani *et al.* (2003). En effet, les exercices dans l'étude de Stuge *et al.* (2004) sont individualisés à 70% durant 1/5 de la période de traitement. Après 4 semaines la charge des exercices est progressivement augmentée de 30 à 60 min. En revanche, les exercices de l'étude de Lawani *et al.* (2003) étaient variés selon les 3 périodes de la grossesse déterminées. Ainsi la durée des exercices est diminuée avec l'évolution de la grossesse (60 min pour 4e-5e mois; 30 min pour 6e-7e mois et 30 min 8e-9e mois). Non seulement la durée de la séance était variée dans cette étude mais aussi l'intensité des exercices avec des exercices plus intenses (renforcement musculaire) au milieu de la grossesse (6e-7e mois de la grossesse). De même, Dumas et al. (1995) augmente le temps de travail aérobie (cycloergomètre) passant progressivement de 14 à 25 min.

I.3.1.2.5. Type de programme

Les types des programmes collectés sont, eux aussi, variés allant d'un programme collectif de type 'gymnastique' avec un coach (Backmann & Backmann, 1990 ; Garshasbi & Zadeh 2005) en passant par de la kinésithérapie traditionnelle (Wedenberg et al. 2000) jusqu'à des exercices simples pratiqués à la maison (Elden *et al.* 2005 ; Oh *et al.* 2007).

Le travail de groupe lors des cours collectifs avec un coach accompagnant semble plus efficace durant la grossesse. En effet, presque toutes les études qui ont utilisé ce type de programme collectif ont des résultats favorables, chez les participantes entrainées, pour le soulagement des douleurs (Garshasbi & Zadeh 2005), la meilleure QV (Stuge *et al.* 2004) et la qualité de l'accouchement (type et durée notamment, Lawani *et al.* 2003). Il en est de même, pour le groupe qui a suivi des exercices avec un kinésithérapeute spécialiste des femmes enceintes dans l'étude de Wedenberg *et al.* (2000), ainsi l'intensité des douleurs chez ce dernier groupe est significativement diminuée.

Ensuite, dans l'étude d'OH *et al.* (2007) les participantes ont effectué un programme d'AP individuel à la maison. Leurs résultats n'indiquent aucune différence significative entre le groupe 'AP' et le groupe 'témoin'. Cela pourrait s'expliquer par la façon dont les instructions d'exercices ont été données aux participantes. Les sujets ont effectué les exercices à la maison et elles étaient surveillées par webcam, sans accompagnement personnel. Ces séances devaient, autant que possible, être encadrées par des éducateurs qui font partie de l'équipe du programme de prévention, ou au minimum répondre à des conditions d'encadrement bien définies, et régulièrement contrôlées par des responsables du programme. Stuge *et al.* (2006) indique que la pratique d'une séance d'AP avec un entraîneur favorise l'améliorer des qualités physiques et la motivation pour les exercices.

En revanche, les séances quotidiennes à la maison pour le groupe d'intervention étaient efficaces dans l'étude d'Elden *et al.* (2005). La comparaison entre le groupe d'intervention et le groupe témoin montre une différence autant pour l'AP que sur la diminution des douleurs de la CP en faveur du groupe entrainé. Cela pourrait s'expliquer par l'objectif de cette étude. Il n'était pas seulement de tester l'efficacité de l'AP sur la survenue des douleurs mais aussi de tester l'efficacité d'un traitement standard (ceinture pour supporter la région pelvienne) sur les douleurs de la CP accompagnée de l'AP pour le groupe d'intervention et par l'acuponcture pour le groupe témoin. Par contre, le type de

programmation est plus difficile voire impossible à identifier pour d'autres études de la littérature.

I.3.3.3. Effets de l'AP sur le déroulement de la grossesse et l'accouchement

L'objectif des études de Beckmann & Beckmann (1990) et Morkved *et al.* (2003) n'était pas de réduire et/ou empêcher la survenue de TMS chez les participantes. Par contre, leurs études s'intéressent à l'efficacité de l'AP pendant la grossesse sur les problèmes de l'accouchement : le travail à l'accouchement pour Beckmann & Beckmann (1990), l'incontinence urinaire pour Morkved *et al.* (2003). Au regard des résultats de fin d'étude, nous pouvons voir que la force des muscles du plancher pelvien dans l'étude de Morkved *et al.* (2003) était significativement plus élevée dans le groupe d'intervention, à 36e semaines de la grossesse et à 3 mois de PP, en comparaison du groupe témoin sédentaire. De plus, la durée du travail à l'accouchement était significativement réduite pour les participantes d'AP comparée aux participantes sédentaires dans l'étude de Beckmann *et al.* (1990). Le renforcement des muscles abdominaux et des muscles du plancher pelvien réalisé dans ces études semble ainsi avoir un effet bénéfique sur la période péri-accouchement.

Ensuite, les exercices du programme de gymnastique prénatale de l'étude de Lawani *et al.* (2003) étaient variés selon la période de la grossesse. Leur programme de 45 min et d'une durée de 15 semaines a été effectué pour tester l'effet de la gymnastique prénatale sur le déroulement de l'accouchement. Ils observent un effet positif des exercices pratiqués sur le type d'accouchement. L'accouchement par voie basse (VB) était alors de 88 % pour les femmes entraînées contre 72 % des femmes non entraînées. De plus, nous voyons leur efficacité sur l'état du périnée puisque 64% des femmes entraînées qui ont accouché par VB ont eu leur périnée intact contre 20% des femmes non entraînées. D'après ces auteurs le nombre de césariennes, significativement plus faible pour un nombre d'accouchements par VB élevé au sein de l'échantillon entraîné, se justifierait par une amélioration de la force musculaire (qualité des poussées). Ainsi, le renforcement des muscles abdominaux et des muscles du plancher pelvien, muscles qui travaillent à l'accouchement a un effet bénéfique sur la qualité de l'accouchement.

En revanche, le travail de Barakat *et al.* (2008), qui avait pour objectif d'étudier l'influence de l'AP sur l'âge gestationnel, l'état du nouveau-né et la santé de la mère n'est pas aussi convaincant. Un programme de 35 min par séance construit avec une fréquence de 3 fois par semaine et pour une période de 6 mois n'influence pas le déroulement de la grossesse (l'âge gestationnel et/ou la santé du nouveau-né). Bien que l'effet d'AP régulière sur le type de l'accouchement ne soit pas l'objectif principale des études précédentes (Sorensen *et al.* 2003 ; Dempsey *et al.* 2004), la pratique de l'AP durant la grossesse facilitait l'accouchement normal dans ces études.

I.4. Conclusion du chapitre 1

Le corps de la femme durant la grossesse peut être perturbé par des modifications physiologiques, biomécaniques et psychologiques ayant notamment pour causes et/ou conséquences des TMS, et plus particulièrement des douleurs sacro-iliaques, de la symphyse pubienne, des lombalgies et des modifications physiologiques telles que des modifications de la densité minérale osseuse. D'autres, telles que la prise de poids, tiennent essentiellement leurs origines dans le placenta et le fœtus pour arriver à la fin de la grossesse avec une 'surcharge' d'environ 12 kg et présente une variabilité inter-individuelle importante (Madelenat *et al.* 1991 ; Artal & O'Toole 2003). La lombalgie, quant à elle, ne serait pas toujours un problème entrainé par la grossesse elle-même, mais plutôt par la conséquence des changements physiologiques (Kelly-Jones & McDonald 1997). Ceci est à rapprocher de leur fréquence élevée puisque Mantle (1977), montre qu'entre 50% et 90% des femmes enceintes souffrent de lombalgie. De même, Wu et collaborateurs relèvent que la moitié des femmes enceintes ont des douleurs de la ceinture pelvienne, 1/3 des douleurs lombaires basses, 1/6 combinant les deux pathologies (Wu *et al.* 2004).

En revanche, les effets bénéfiques de l'AP durant la grossesse sur la santé de la mère sont connus depuis moins longtemps. Ces bénéfices ont été confirmés par les professionnels de la santé et les gynécologues dans différentes études, en particulier pour lutter et soulager les douleurs de dos qui sont assez fréquentes durant la grossesse (Madelenat *et al.* 1991 ; Davies *et al.* 2003 ; Aubard, 2007). En effet, ces derniers chercheurs ont montré que l'AP adaptée et régulière à la fin de la grossesse (3e trimestre), aide la femme à minimiser l'augmentation des amplitudes articulaires (notamment dans le tronc) et les douleurs (Aubard, 2007). De plus, beaucoup de chercheurs (Artal & O'Toole, 2003 ; Davies *et al.* 2003 ;

Weissgerber *et al.* 2006 ; Aubard, 2007) ont montré l'avantage d'une pratique régulière de l'AP durant la grossesse sur les changements du système cardiovasculaire. D'après ces derniers, l'activité dynamique améliore le retour veineux et diminue l'incidence des varices, des thromboses veineuses et des œdèmes des membres inférieurs. En outre, l'avantage de pratiquer une AP durant la grossesse sur la QV a également été montré par plusieurs études comme celle de Stuge *et al.* (2004). Par ailleurs, les bénéfices de l'AP ne se limitent pas à la mère puisque d'autres bienfaits sont également montré dans la littérature sur la qualité de l'accouchement et sur l'état général du bébé lors d'une pratique raisonnée (Beckmann *et al.* 1990 ; Lawani *et al.* 2003 ; Garshasbi & Zadeh, 2005 ; Barakat *et al.* 2008).

Ainsi, en plus des gynécologues qui encouragent les femmes enceintes à pratiquer de l'AP durant la grossesse, de plus en plus de psychologues le font également. En effet, des études comme celles de Poudevigne & O'Connor (2006), montrent clairement que l'AP permet à la femme durant la grossesse de garder son autonomie, de maintenir son bien-être psychologique et d'atténuer les troubles de l'humeur (anxiété, dépression) causées par la grossesse. Une majorité d'études confirment l'intérêt et l'efficacité de l'AP pour la prévention des problèmes liés à la grossesse (Garshasbi & Zadeh, 2005) et/ou au PP (Stuge *et al.* 2004). Mais pour certaines d'études, les résultats de fin de période d'intervention semblent influencés par les caractéristiques du programme appliqué durant l'expérimentation, sa durée, sa structure, mais aussi le type d'exercices choisis et leur intensité et fréquence, extrêmement variables d'une étude à l'autre.

Globalement, les études qui ont réussi à mettre en évidence l'intérêt de pratiquer une AP sur les douleurs ont appliqué des exercices physiques pour renforcer les muscles du tronc, de la hanche, des fessiers et des jambes (Garshasbi & Zadeh, 2005 ; Morkved *et al.* 2007). Nous pouvons ainsi considérer que le renforcement de ces zones anatomiques, les plus affectées durant la grossesse, est capable de réduire la survenues des douleurs et d'améliorer la QV et la SP des femmes pendant et après la grossesse. Concernant la durée d'un programme, 3 (Oh *et al.* 2007) à 8 (Wedenberg *et al.* 2000) semaines ne semblent pas suffisantes pour lutter contre les douleurs, notamment pour celles du dos. Par contre, une durée de 12 semaines semble efficace pour obtenir des résultats favorables pour le soulagement des douleurs (Shim *et al.* 2007). La structure du programme proposé joue également un rôle important sur les résultats, notamment pour le soulagement des douleurs. Par exemple, nous avons vu que les programmes qui contiennent des exercices d'échauffement puis des exercices de travail des groupes musculaires indépendamment, suivi

d'un retour au calme (Wedenberg *et al.* 2000 et Garshasbi & Zadeh, 2005, par exemple), obtiennent les meilleurs résultats. De même, choisir le bon moment d'intervention durant la grossesse semble aussi important pour soulager les douleurs. Les chercheurs qui ont choisi la deuxième moitié de la grossesse (Stuge *et al.* 2004 ; Garshasbi & Zadeh, 2005) ou bien la fin de la grossesse (Wedenberg *et al.* 2000) ont obtenu des résultats plus favorables pour le soulagement des douleurs. Cependant, la question reste largement ouverte à nos yeux, quant aux types d'exercices qu'il est plus particulièrement intéressant de mettre dans les programmes, aux nombre de répétitions pour ces exercices ainsi qu'aux périodes de récupération nécessaires, tant la littérature est relativement variée sur la question et imprécise dans ses conclusions.

Pour conclure, nous pouvons dire que les enjeux de la santé maternelle attachés à la pratique régulière d'une AP sont nombreux. Au regard des travaux analysés sur l'AP durant la grossesse, celle-ci est primordiale en prévention primaire, notamment des changements cardiovasculaires. Elle intervient également dans le traitement des douleurs qui surviennent durant la grossesse, notamment pour celles qui sont situées au niveau du tronc et elle peut améliorer la QV de la femme autour de la grossesse ainsi que lui permettre de garder une bonne SP tout au long de la grossesse et/ou en PP. Par contre, les conséquences du manque d'AP durant la grossesse sur l'apparition des douleurs, la QV ainsi que la SP, et par conséquent sur la continuité des AVQ en peri-partum, restent peu connues, tout comme les conditions précises d'une AP individualisée.

Chapitre II

Grossesse et activité de la vie quotidienne pour les femmes inactives durant la grossesse

II.1. Introduction

En France, l'activité physique péripartum n'est pas encore courante et un certain tabou, voire une certaine réticence, règne encore sur ce sujet. Pourtant, de nombreuses études montrent l'intérêt de l'AP durant la grossesse (Artal & O'Toole, 2003 ; Davies *et al.* 2003 ; Weissgerber *et al.* 2006 ; Aubard, 2007). D'autres pays sont très favorables. Au Canada, par exemple, il existe des directives cliniques conjointes en ce sens, entre les comités de cliniciens obstétriciens et les comités de physiologistes de l'exercice tel que celle de Davis *et al.* (2003) depuis plus de 10 ans maintenant. Dans cette dernière, on y retrouve notamment les recommandations suivantes :

- « Il faut inciter les femmes ne présentant pas de contre-indication, à inclure des exercices de conditionnement aérobie et musculaire à leur mode de vie pendant leur grossesse,
- L'objectif de l'entraînement aérobie durant la grossesse devrait être de maintenir un niveau raisonnable de bonne forme physique pendant cette période, sans chercher à atteindre des sommets ni à s'entraîner pour des compétitions sportives,
- Les femmes enceintes devraient choisir des activités au cours desquelles elles risquent le moins de perdre l'équilibre ou de causer un traumatisme au fœtus,
- Il faut informer les femmes que l'exercice ne fait pas augmenter le risque d'issues de grossesse et néonatales indésirables,
- Les exercices du plancher pelvien, commencés peu de temps après l'accouchement, pourraient réduire le risque futur d'incontinence urinaire,
- Il faut informer les femmes que l'exercice physique modéré pendant la lactation n'affecte pas la quantité ou la composition du lait, ni la croissance de l'enfant. »

En revanche, le manque d'exercice physique pendant la grossesse peut notamment entraîner (Wolfe & Mottola, 2000 ; Noren *et al.* 2002 ; Davies *et al.* 2003) :

- Le déclin de la force musculaire,

- Des troubles cardiovasculaires,
- Un gain pondéral maternel excessif,
- Un risque accru de diabète gestationnel ou d'hypertension artérielle,
- L'apparition de varices et de thromboses veineuses profondes,
- Une incidence plus élevée de problèmes physiques notamment de dyspnée ou de douleur lombaires,
- Une adaptation psychologique défavorable aux changements physiques qu'entraîne la grossesse,
- …

Des programmes et des guides de recommandation génériques sur la pratique physique, durant et après la grossesse, sont même disponibles dans la littérature avec des mises en ligne depuis plusieurs années sur internet (Schuurmans *et al.* 1998 ; Kochann-Vintinner, 1999). De manière plus macroscopique, les travaux de Mens *et al.* (1996) et de Sydsjo *et al.* (1998) montrent que les modifications de l'appareil locomoteur durant la grossesse, et les douleurs qui en résultent, conduisent à une limitation voire une incapacité d'accomplir certaines AVQ amenant à une diminution de la QV (Mens *et al.* 1996 ; Sydsjo *et al.* 1998). En particulier les AVQ qui demandent un effort physique particulier comme à la montée ou à la descente des escaliers et la vitesse de la marche (Sax et Rosenbaum 2006) peuvent être rapidement affectés. La perturbation dans ces deux éléments peut mettre la personne dans un risque véritable lors qu'il s'agit d'une activité à l'extérieur de la maison, comme par exemple la traversée de la rue. En effet, plusieurs études (Holland & Rabbitt, 1992 ; Oxley *et al*. 1997) montrent que les personnes âgées avec une limitation de mobilité liée au développement de l'âge, sous-estiment le temps nécessaire de la traversée et par conséquent se mettent en danger lors de la réalisation physique de celle-ci. Par contre, d'autres études montrent que la pratique régulière d'une AP durant la période de gestation aide la femme à rester en bonne forme physique et à lutter contre les symptômes douloureux entrainés par les modifications du corps lors de la grossesse (Garshasbi & Zadeh, 2005 ; Morkved *et al.* 2007).

De plus, Elils (1991) ou encore Kizilhash & Curtiss (2002) ont montré que l'humeur dépressive durant la grossesse et en PP, peut influencer les tâches sollicitant la mémoire explicite. C'est-à-dire que les informations verbales, imagées, sensitives et gestuelles, peuvent être perturbées par l'humeur dépressive, si l'on part du principe qu'il existe bien des

représentations mentales manipulables par la conscience et l'attention sur lesquelles peuvent porter des décisions. Teichman (1988) a également montré que le changement émotionnel durant la grossesse peut augmenter l'anxiété, qui peut à son tour perturber l'attention chez la femme enceinte (Eysenck, 1982). Or, de nombreuses études montrent que les exercices aérobies contribuent à améliorer la santé mentale en réduisant les traits d'anxiété (Landers *et al.* 1994), de dépression (Babyak *et al.* 2000) et leurs indicateurs physiologiques.

Plus généralement, la grossesse sans AP régulière peut favoriser les douleurs qui sont plus au moins concentrées sur le tronc et les membres inférieurs. Dans ce contexte, ce chapitre s'intéressera plus particulièrement à estimer dans quelle mesure l'absence d'AP durant la grossesse peut provoquer des troubles psychologiques et des changements anatomiques qui pourraient conduire à des douleurs. De même, il contribuera à montrer dans quelles mesures ces changements peuvent influencer la santé physique (SPH), les AVQ et la QV chez les femmes **sédentaires durant leur grossesse**. Pour cela, il présentera successivement deux études portant respectivement sur une AVQ : la traversée d'une rue (Etude 1) et la quantification de la QV, la douleur et la SP durant la grossesse et en PP (Etude 2).

II.2. <u>Etude 1 :</u> Temps réel et imaginé lors d'une traversée de rue

II.2.1. Introduction

Des recherches menées depuis plusieurs années sur la traversée d'une rue montrent la nécessité, pour être en toute sécurité, d'une bonne implication et de bonnes capacités physiques et mentales chez les personnes âgées. En effet, de nombreuses études (Holland & Rabbitt, 1992 ; Oxley *et al*. 1997 ; Lobjois *et al.* 2009 ; Holland & Hill, 2010) ont été réalisées, sur des populations âgées, sur le risque d'être impliqué dans un accident de piétons. Ces études ont montré que le danger lors de la traversée d'une rue peut provenir de la réduction de la perception de ses capacités fonctionnelles et de la réduction de la capacité d'estimation du temps nécessaire pour traverser la rue. De même, les recherches chez la femme enceinte montrent que, durant la période de gestation, celle-ci subit une réduction progressive de sa mobilité comparé à avant de la grossesse. La perturbation des hormones durant la grossesse et les modifications biomécaniques (Östgaard *et al.* 1991) et intellectuelles chez la femme pendant la grossesse (Halbreich, 1997) entrainent également des douleurs importantes durant cette période. Les cliniciens relèvent que la douleur est un problème très

fréquent pendant la grossesse et le PP (Swensson *et al.* 1990 ; Östgaard *et al.* 1991 ; Béraud *et al.* 1995 ; Kristiansson & Svärdsudd 1996).

En deuxième lieu, Holland & Hill (2010) ont montré qu'avec l'avancée en âge, les femmes ont une prise de décisions plus dangereuses lorsqu'elles quittent la bordure du trottoir et lors de la traversée de la rue en elle-même. De plus, elles sont plus faibles lors de l'estimation de leur temps de traversée (sous-estiment ce dernier). La réduction de la mobilité semble être le facteur clé, ce qui les amène à faire des traversées plus dangereux et à retarder le départ de la bordure du trottoir (Holland & Hill, 2010). La réduction de la mobilité durant la grossesse ne vient pas seulement des modifications biomécaniques durant celle-ci, mais aussi d'une perturbation plus globale de la marche. En effet, la marche durant la grossesse montre quelques modifications, notamment dans la coordination entre le thorax et le pelvis (Wu *et al.* 2004). Cette coordination est d'autant plus perturbée en cas de douleurs de la CP (Damen *et al*. 2001 ; Wu *et al*. 2004). De plus, la prévalence et les facteurs influençant la survenue du syndrome douloureux pelvien et des lombalgies au cours de la grossesse, peuvent être responsables d'une gêne fonctionnelle qui modifie la marche durant la grossesse (Timsit, 2004). Par ailleurs, Foti *et al.* (2000) ou encore Lymbery & Gilleard (2005) indiquent que plusieurs modifications anatomiques peuvent altérer l'appareil locomoteur de la femme pendant la grossesse, se traduisant par une adaptation neuromusculaire particulière et l'apparition de douleurs. Ces modifications peuvent être une augmentation de l'activité des muscles abducteur et extenseur de la hanche et des fléchisseurs de la cheville, associée à des modifications des forces appliquées au sol, afin de garantir une meilleure stabilité du pas (Foti *et al.* 2000 ; Lymbery & Gilleard 2005).

En troisième lieu, lors de la comparaison entre le temps réalisé réellement pour la traversée d'une rue et le temps réalisé lors d'estimation de celle-ci, Holland & Hill (2010) ont montré une différence pour le temps estimé entre leurs trois groupes expérimentaux. Ainsi, le groupe âgé (60-74 ans) sous-estime le temps nécessaire pour la traversée, lorsque le groupe des 25-59 ans a tendance à estimer ce temps correctement, mais le groupe très âgé (>74 ans) surestime ce temps. Ainsi, la perturbation d'estimation du temps de la traversée est un facteur prépondérant dans la mise en danger lors de la traversée chez le sujet âgé (Holland & Hill, 2010). Cette perception du temps, dans la littérature, est définie comme la capacité à estimer le temps à l'aide de son « horloge interne », selon par exemple, le modèle d'un 'pacemaker' qui produirait des unités de temps subjectives à intervalle régulier (Zakay & Block, 1996 ; Wearden, 2004; Gil & Droit-Volet 2009). En outre, les personnes présentant une détresse

physiologique ont un ralentissement de leur horloge interne, qui entraine une surestimation dans le jugement des durées proposées. Certains chercheurs suggèrent que la surestimation du temps serait alors le signe indirect de stress (Twenge *et al*. 2003). De même, Wittmann et collaborateurs (2006) ont montré que non seulement l'anxiété peut perturber la perception du temps chez les individus mais aussi le niveau de QV. C'est ainsi que, les patients qui ont jugé que le temps 'passe lentement', ont également déclaré un niveau élevé d'anxiété et un niveau faible de QV. A notre connaissance, aucune étude ne s'est intéressée à la perception du temps chez la femme enceinte pourtant couramment affectée au niveau de certaines habiletés cognitives. Il est montré dans la littérature que la santé mentale chez d'autres populations pourrait également affecter la capacité d'estimation du temps, et par conséquent le jugement correct des durées. Ainsi, plus généralement, le jugement temporel serait lié au changement émotionnel (Grommet *et al.* 2011), à la dépression (Gil & Droit-Volet 2009), à l'anxiété, à l'attention et à la QV (Wittmann *et al.* 2006) ; autant de paramètres potentiellement affectés par la grossesse. Plusieurs auteurs attribuent l'anxiété et l'inquiétude durant la grossesse à la peur de l'accouchement, pour l'intégrité du fœtus et aux changements qui vont survenir durant de la vie maternelle (Burstein *et al*. 1974 ; Standley *et al*. 1979 ; Beck *et al.* 1980 ; Areskog *et al*. 1981; Elliott *et al*. 1983 ; Leifer, 1977; Rizzardo *et al*. 1985 ; Sjogren, 1997). D'un point de vue neuropsychologique, Keyser-Marcus (2010), par exemple, a montré qu'avec la grossesse il y a une augmentation de la taille du corps cellulaire, du nombre et de la longueur des branches dendritiques dans le noyau pré optique médian, qui influencent le contrôle du comportement maternel (Keyser-Marcus *et al*. 2001). Les changements hormonaux complexes, les altérations dans les niveaux d'acides gras et l'augmentation du poids corporel chez la femme enceinte entraînent également des perturbations de la mémoire et de l'attention (Al *et al*. 2000 ; Fraser 2000 ; Brett *et al.* 2001). Une autre étude sur les femmes enceintes entre la 14ème et la 36ème semaine de la grossesse montre une moindre performance de la mémoire de rappel imputée à un faible niveau de cortisol pendant cette période de la grossesse (Glynn 2010). De même, une étude comparée entre des femmes au 3e mois après l'accouchement et des femmes non enceintes montrent que les troubles de la mémoire peuvent continuer dans la période de PP (Glynn 2010). En ce qui concerne la période la plus affectée par ces changements psychologiques durant la grossesse, Johan et collaborateurs ont effectué une étude sur l'anxiété et les troubles cognitifs autour de la grossesse. Ils ont étudié cinq périodes différentes, dont trois durant la grossesse (T1= 1er trimestre; T2= 2^{e} trimestre; T3= 3^{e} trimestre) et deux en PP (T4= 8^{e}-12e semaine; T5= 20^{e}-25^{e}

semaine). Ses résultats indiquent que le niveau d'anxiété durant la grossesse est le plus élevé durant le troisième trimestre.

En résumé, les modifications biomécaniques, les douleurs et la moindre mobilité mais aussi les troubles psychologiques durant la grossesse peuvent soumettre la femme enceinte à un risque supplémentaire lors de certaines AVQ, telles que la traversée d'une rue. Nous émettons alors l'hypothèse que les conséquences des syndromes biomécaniques et psychologiques, qui surviennent durant la grossesse, ne sont pas totalement intégrées par la femme pendant cette période et pourraient perturber sa prise de décision lors de tâches de la vie quotidienne, comme une traversée de rue. Plus précisément, l'estimation du temps nécessaire pour traverser une rue en rapport avec le temps disponible entre deux véhicules pourrait être perturbé, et ainsi ne pas toujours conduire à la bonne décision de traverser, c'est-à-dire en toute sécurité.

L'objective de cette étude 1 est de comparer le temps estimé de traversée au temps réellement réalisé ainsi que d'apprécier une éventuelle perturbation de l'horloge interne (ou perception du temps) chez des femmes sportives et non sportives avant la grossesse mais sédentaires durant la grossesse. De plus, déterminer si l'intensité et la localisation des douleurs influent sur la capacité d'estimation du temps nécessaire pour traverser et donc de ses 'capacités locomotrices'. En d'autres termes, la douleur est-elle un facteur de risque supplémentaire à une éventuelle perturbation de l'estimation du temps et de ses capacités locomotrices ?

II.2.2. Matériels et méthodes

II.2.2.1. Participants

L'étude inclut 36 participants de sexe féminin, âgées de 25 ans à 31 ans. Nos participantes sont de deux catégories : i) Les participantes enceintes critères d'inclusion (33e à 36e semaine) qui sont recrutées à la maternité de Saint Vincent de Lille ; ii) Les participantes du groupe contrôle, âgées de 25 ans à 31 ans, et qui sont des femmes n'ayant pas eu d'enfants. Chaque groupe expérimental contient la moitié de sportives et la moitié de non sportives. Toute participante ayant eu une AP régulière à raison de ≤ 20 min, ≤ 3 fois par semaine, est considérée comme sportive (Horns *et al.* 1996).

Les critères d'exclusion pour les deux groupes sont les suivants :

1- Toutes maladies pathologiques qui peuvent gêner ou faire prendre un risque à la participante durant les expérimentations comme les maladies cardiaques et neurologiques.
2- Tous les troubles locomoteurs qui peuvent gêner la marche spontanée de la participante.

Les participantes sont ensuite réparties en trois groupes qui sont :

1- **G**roupe **I**nactif pendant la grossesse et **A**yant déjà eu un/deux **E**nfant(s) « GIAE » (n=12) ; dont 6 sportives (GISAE) et 6 non sportives (GINSAE) avant la grossesse.
2- **G**roupe **I**nactif pendant la grossesse et **S**ans **E**nfant « GISE » (n=12) ; dont 6 sportives (GISSE) et 6 non sportives (GINSSE) avant la grossesse.
3- **G**roupe **C**ontrol sans enfant « GC » (n=12) ; dont 6 sportives et 6 non sportives.

Il n'y a pas de différence significative entre les trois groupes en matière d'âge, de BMI ou de quantité d'entrainement hebdomadaire des 6 sportives (Tableau II.1).

	n	Age	Valeur du p			BMI	Valeur du p			H de sp / sem (pr les 6 sp)	Valeur du p		
			GISE *vs* GIAE	GISE *vs* *GC*	GIAE *vs* CGSE		GISE *vs* GIAE	GISE *vs* *GC*	GIAE *vs* *GC*		GISE *vs* GIAE	GISE *vs* *GC*	GIAE *vs* *GC*
GIAE	12	28,8±3,9				26,4±3,9				1,7±1,9			
GISE	12	27,6±2,8	0,7	0,1	0,2	26,9±2,6	0,4	0,1	0,1	2,1±2,5	0,7	0,5	0,7
GC	12	29,6±3,7				24,1±2,9				2,7±3,3			

Tableau II.1 : Caractéristiques des participantes avant la grossesse (moyenne ± écart-type). Un *t* test a été appliqué pour comparer les 3 groupes.

GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; n=nombre de participantes.

II.2.2.2. Matériels

Les matériels se composent (Figure II.1a) :

1) D'un revêtement plastifié de type linoleum de couleur noir qui modélise le bitume, sa longueur totale est de 8 m, assurant une largeur de rue modélisée de 7 m.
2) Des structures en bois (100 x 120 x 14 cm) recouvertes d'une moquette grise, situées à

chaque extrémité de la piste modélisant les trottoirs.

3) D'une caméra, permettant d'enregistrer les déplacements de la participante pendant l'expérimentation.
4) D'un système de cellules photo-électriques, installé au niveau de chaque trottoir, afin de mesurer le temps mis par la participante pour réaliser la traversée ainsi que pour mesurer le temps imaginé de traversée la rue par la participante (Dans ce cas, elle fait un mouvement simple de flexion/extension du coude pour couper le faisceau des cellules).
5) De chronomètres manuels pour enregistrer le temps du passage en parallèle avec le système de cellules photo-électriques, (Ergo Timer Globus Inc.).
6) D'un chronomètre manuel de temps de réaction, utilisé pour la tâche de production de durées. Cet appareil se compose d'un chronomètre relié à un boîtier de stimulation/réponse. La stimulation correspond à l'allumage d'une diode rouge. La réponse est fournie par un appui sur un contacteur souple (Figure II.1b).
7) D'une poussette avec une poupée et des masses équivalentes au poids d'un nouveau-né (5 Kg), Figure II.1c).



Figure II.1a: Positionnement général du dispositif expérimental.

L'appareil entouré par des cercles est le système de cellules photo-électriques.



Figure II.1b : Chronomètre manuel pour mesurer l'estimation du temps.



Figure II.1c : Poussette (Graco, Mirage Plus ©) utilisée durant l'expérimentation photo face et profil.

II.2.2.3. Procédures

Les expériences ont été réalisées à la maternité Saint Vincent de Lille (Institut Catholique de Lille) où les dispositifs sont installés dans un couloir calme, situé à côté de la salle d'attente où les femmes enceintes attendent leur tour pour aller consulter leur gynécologue. Le recrutement des participantes a été réalisé auprès des patientes présente dans la salle d'attente avant leur consultation. Après un consentement éclairé signé, celles-ci ont participé aux expérimentations à l'issue de leur consultation, après avis favorable du médecin.

L'expérimentation proprement dite consiste à effectuer la traversée de la «rue» de façon effective ou imaginée pour deux environnements (trottoirs 'T' et plat 'P') et pour deux conditions (avec poussette 'avP' et sans poussette 'saP'). Avant les acquisitions, les participantes réalisent une phase de familiarisation servant à contrôler la bonne compréhension des consignes et à mettre en confiance les participantes afin d'avoir un comportement le plus naturel possible.

- **Les essais de familiarisation**

La phase de familiarisation est constituée de huit essais dont quatre avec une marche réelle 'R' (deux essais saP et deux essais avP) et quatre en situation d'imagination 'I' (deux essais saP et deux essais avP). Ces essais de familiarisation ont toujours été commencés par la traversée R puis l'enchainement est I, R et se finit par I. Lors de cette familiarisation la largeur de la rue était de 5 m afin que les participantes soient en situation sur une distance différente de celle testée pour éviter un éventuel 'effet apprentissage'.

a) Aller R & saP : La participante est positionnée en fonction d'un marquage sur le trottoir à 50 cm de la bordure, elle doit traverser une rue de 5 m à sa vitesse spontanée afin d'atteindre le trottoir d'en face.
b) Retour I & saP : La participante doit s'imaginer traversant la même rue de 5 m de longueur. Elle doit déclencher le système de cellules photo-électriques, installé au niveau de chaque trottoir, par un mouvement simple de flexion/extension du coude, la main coupant le faisceau des cellules, quand elle commence à se déplacer mentalement et l'arrêter, par le même geste de la main, quand elle estime que le temps mis pour se déplacer est écoulé.
c) Retour R & saP : La participante est positionnée en fonction d'un marquage sur le trottoir à 50 cm de la bordure, elle doit à nouveau traverser la même surface en retournant au trottoir de départ.
d) Aller I & saP : La participante doit répéter le même geste de la main lors de l'imagination du retour, elle doit traverser "mentalement" la même distance.

Les essais de familiarisation pour la condition avP sont les mêmes que pour la condition saP :

a) Aller R & avP.
b) Retour I & avP.
c) Retour R & avP.
d) Aller I & avP.

- **Les essais expérimentaux**

Quatre types d'essais expérimentaux sont réalisés dans des conditions de distances à parcourir (8 m dont 7 m pour la rue en elle-même et 2*50 cm sur le trottoir ou son équivalent à plat) et de mesures (temps réel ou simulés) tout à fait similaires.

Traversées effectives avec trottoirs

La participante est positionnée en fonction d'un marquage sur le trottoir à 50 cm de la bordure, elle doit traverser la rue de 7 m à son rythme (vitesse spontanée) afin d'atteindre le trottoir d'en face. Il lui est demandé de se comporter comme elle le ferait habituellement en traversant une rue sans circulation automobile. Nous avons mesuré le temps complet de la traversée (rue de 7 m + descente et montée des trottoirs) manuellement à l'aide d'un chronomètre, en plus des cellules photo-électriques, afin d'être sûr d'avoir une mesure en cas

de défaillance du système automatique.

Traversée effective sans trottoir

La procédure est la même que pour la traversée en marche active avec trottoirs, mais cette fois ci sans les trottoirs. Les trottoirs sont enlevés et une ligne blanche est également tracée à l'emplacement de la bordure sur la place ou la participante doit positionner ses pieds (à 50 cm de la bordure). La participante doit traverser la surface de 8 m à son rythme (vitesse spontanée) afin d'atteindre la ligne simulant le trottoir d'en face.

Traversée simulée avec trottoirs

La participante est positionnée exactement dans les mêmes conditions que pour les traversées effectives. Elle doit s'imaginer traversant la rue. La participante doit déclencher le système de cellules photo-électriques, installé au niveau de chaque trottoir, par un geste de la main, quand elle commence à se déplacer mentalement et l'arrêter, par le même geste de la main, quand elle estime que le temps mis pour se déplacer est écoulé. Les consignes données aux participantes sont de ne pas fermer les yeux lors de l'imagination. De plus, lorsque nous avons une participante qui porte des lunettes, nous lui avons demandé de porter ses lunettes tout au long de l'expérimentation.

Traversée simulée sans trottoir

La participante est positionnée exactement dans les mêmes conditions que pour la traversée effective. La procédure est la même que pour la traversée en marche imaginée, mais sans les trottoirs.

Au final chaque participante réalise 16 passages (Figure II.2.) pour environ 35 min de mesures expérimentales.

- **Ordre des passages**

Pour éviter un effet fatigue ou un effet de contexte, les passages ont été réalisés dans un ordre aléatoire. La méthode de carrés latins de Williams (Williams & Langron 1984) a été choisie pour déterminer l'ordre de chaque groupe expérimental.

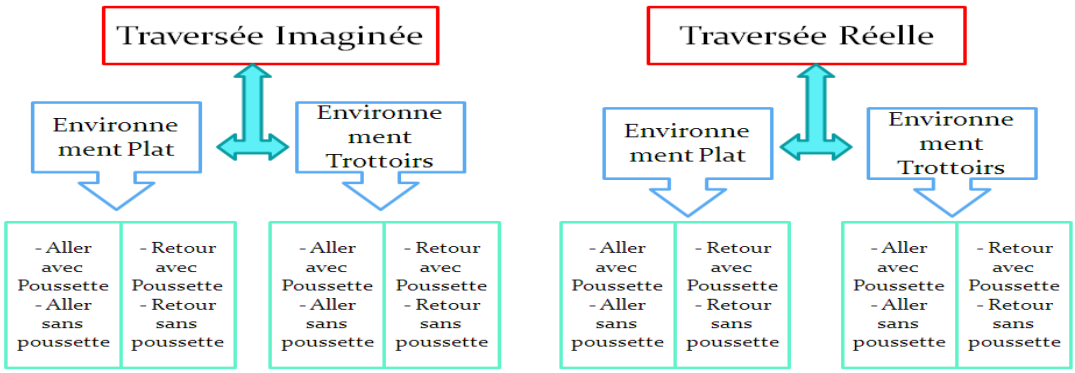


Figure II.2 : Les seize essais de traversée de rue avec et sans trottoirs, avec et sans poussette (réel & imaginé).

- **Evaluation des douleurs**

Une quantification des douleurs et de leur localisation a été faite durant l'expérimentation à partir du questionnaire Brief Pain Inventory (BPI, version française du BPI ; Cleeland & Ryan, 1994). Ce questionnaire a été complété par nos soins. Nous avons remplacé le schéma d'un homme par celui d'une femme et avons ajouté la possibilité de cocher plusieurs zones douloureuses ainsi que de les hiérarchiser. Pour plus de détails sur ce questionnaire voir Annexe 2

- **Vitesse de la marche**

Comme nous avons la distance de marche et le temps de réalisation pour les différents passages, la vitesse moyenne de marche, de chaque passage, pour chaque participante a été calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$V = \frac{\Delta L}{\Delta T}$$

II.2.2.4. Statistiques

Pour faciliter la tâche, les tests statistiques sont réalisés après avoir coupé nos données en quatre parties, selon les environnements P & T et selon les conditions avP et saP. Les quatre parties sont alors les suivantes : P & saP ; P & avP ; T & saP ; T & avP. Les tests statistiques ont été faits à l'aide du logiciel Statistica 9 (Statsoft ©)[1]. Globalement, une

[1] StatSoft, inc. (2012). STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. www.statsoft.com

ANOVA non-paramétrique (test de Kruskal Wallis 'KW') a été choisie pour les données ne suivant pas une loi normales et une ANOVA à un facteur a été appliquée sur les données qui suivent une loi normale. Etant donné que les comparaisons entre les groupes pour une même valeur conduit à deux tests, la valeur de p est baissée et le test est considéré significatif si $p \leq 0{,}025$ (ajustement de Bonferroni)[2]. Ensuite, le calcul du coefficient de corrélation de Spearman a été appliqué sur les données pour rechercher d'éventuelles corrélations entre-elles. De même, l'ajustement de Bonferroni a été appliqué sur le p selon le nombre des zones douloureuses lors de la corrélation (13 zones), la valeur de p est ainsi baissé pour les corrélations et le test considéré significatif si $p \leq 0{,}003$. Enfin, un test t a été appliqué sur les durées utilisées pour tester l'horloge interne.

II.2.3. Résultats

II.2.3.1. Test de l'horloge interne

L'horloge interne chez les participantes enceintes 'GIAE & GISE' et les participantes non enceintes '*GC*' est testée à partir des durées suivantes : 5s, 10s, 20s et 30s ; intervalle de temps déjà utilisées dans les littératures pour tester la perturbation de l'horloge interne (Gibbon *et al.* 1984).

Le test t appliqué sur les durées proposées et estimées par nos participantes enceintes et non enceintes, ne montre aucune différence significative pour tous les groupes expérimentaux (Tableau II.1.a).

Durées	**5 s**	**10 s**	**20 s**	**30 s**
	p	***p***	***p***	***p***
Enceintes (GIAE & GISE)	0,29	0,11	0,22	0,43
Non enceintes (*GC*)	0,84	0,21	0,27	0,62
GIAE	0,31	0,21	0,36	0,81
GC	0,67	0,66	0,68	0,67

Tableau II.1a : Comparaison des durées proposées et durées estimées pour les trois groupes expérimentaux.
s = seconde ;
GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant

[2] http://www.statsoft.fr/concepts-statistiques/glossaire/a/bonferroni.html

Ensuite, aucune différence significative n'est observée lors de la comparaison entre les groupes (enceintes *vs* non enceintes) pour l'estimation des durées proposées. De plus, aucune différence significative n'est trouvée lors de la comparaison entre les groupes (GIAE & *GC* & GISE) en ce qui concerne l'estimation des durées proposées (Tableau II.1b).

Durées	**5 s**		**10 s**		**20 s**		**30 s**	
	F	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***
GIAE *vs* *GC*	0,01	0,97	0,51	0,48	0,05	0,92	0,24	0,62
GISE *vs* GI*AE*	0,38	0,53	0,19	0,66	0,01	0,89	0,05	0,81
GISE *vs* *GC*	0,38	0,53	1,33	0,25	0,05	0,81	0,06	0,82
Enceintes *vs* Non enceintes	0,11	0,74	1,19	0,28	0,03	0,84	0,19	0,65

Tableau II.1b : Comparaison intergroupes des durées estimées (GIAE *vs GC vs* GISE).

s = seconde ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant

II.2.3.2. Traversée : Effet global de la grossesse

Pour étudier l'effet global de la grossesse, nous avons réalisé les comparaisons après avoir regroupé toutes les participantes enceintes « GIAE + GISE » pour les comparer avec le groupe non enceintes « *GC* ».

II.2.3.2.1. Plat et sans poussette (P&saP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, il est observé que les participantes enceintes sous-estiment le temps nécessaire de la traversée ($F= 23,6$; $p<0,0001$). Par contre, les participantes non enceintes ont tendance à surestimer ce temps, la différence entre le temps réel et estimé chez ce dernier groupe était significative avant d'appliquer l'ajustement de Bonferroni ($F=4,6$; $p=0,03$; Figure II.3a).

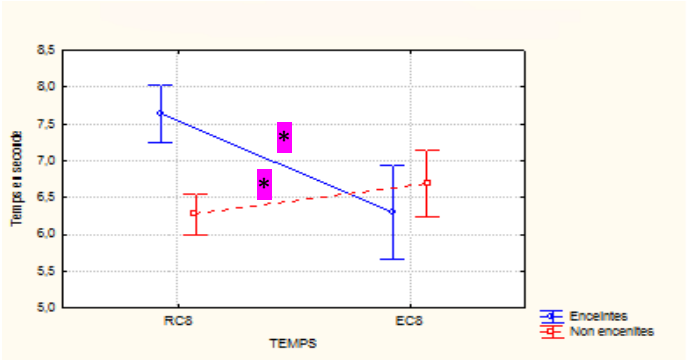


Figure II.3a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage de 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,05.*

En comparant les **vitesses de marche** entre ces deux groupes, il est observé que les participantes non enceintes marchent plus vite que celles enceintes. Ainsi, la différence des vitesses entre les deux groupes est significatives pour les distances de 7 m (F=19,8 ; p<0,0001) et de 8 m *[locomotion de 7 m + monter / descendre les trottoirs sur 50 cm]* (F=28,9 ; p<0,0001 ; Figure II.3b).

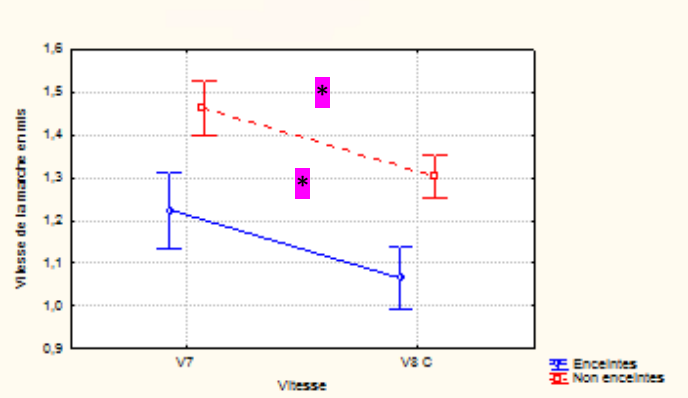


Figure II.3b : Différence entre les vitesses de marche pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et conditionne sans poussette ; V7 : La vitesse de la marche de 7 m ; V8 : La vitesse de la marche de 8 m ; *=p<0,05.*

Ensuite, le calcul du **coefficient de corrélation** de Spearman nous montre une forte corrélation entre la localisation / intensité des douleurs et la diminution de la vitesse de la marche. Ainsi, le ralentissement de la vitesse de marche, chez les participantes enceintes, est corrélé à l'intensité des douleurs du bas du dos et de la zone de 'dos', pour la distance de 7 m dans l'environnement P et pour la condition saP (Tableau II.2a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
V7	-0,16	-0,18	**-0,43***	-0,23	0,24	0,08	0,16	-0,07	-0,05	-0,16	**-0,32***	0,006	-0,17
V8	-0,26	-0,26	**-0,34***	-0,28	-0,06	0,17	0,15	0,04	-0,019	0,05	**-0,26***	-0,36	0,08

Tableau II.2a : Corrélation de Spearman entre les 2 vitesses de marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p≤0,003.*

En outre, les corrélations entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation de temps de la traversée, nous montrent que la sous-estimation du temps de passage chez les participantes enceintes, pour l'environnement P&saP, est corrélée avec l'intensité des douleurs situées dans le haut du dos (Tableau II.2b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&saP	-0,16	-0,18	**-0,43***	-0,23	0,24	0,08	0,16	-0,07	-0,05	-0,16	-0,32	0,05	-0,17

Tableau II.2b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&saP.

*P&aP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; *=p≤0,003.*

II.2.3.2.2. Plat et avec poussette (P&avP)

L'introduction d'un objet à manipuler (poussette) sur la traversée en environnement plat montre également des différences entre le groupe enceinte et le groupe non enceinte. En effet, en ce qui concerne **l'estimation des temps de traversée**, il y a toujours une sous-estimation du temps de passage chez les participantes enceintes (F=29,7 ; p<0,0001) et une surestimation de ce temps par les participantes non enceintes, qui cette fois reste significative après l'ajustement de Bonferroni (F=4,9 ; p= 0,02 ; Figure II.4a).

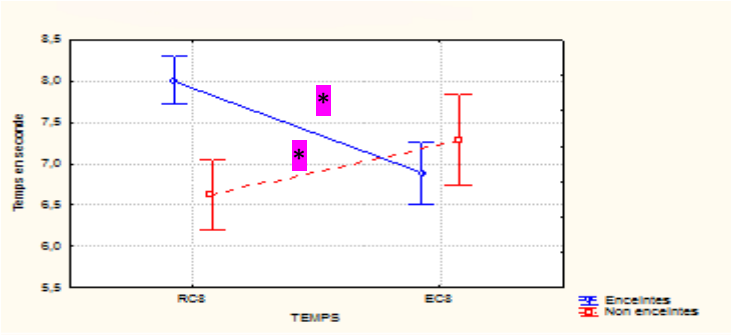


Figure II.4a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&avP.

*P&aP : Environnement plat et condition avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage de 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,025.*

Ensuite, en comparant **les vitesses de marche** chez ces deux groupes, les participantes non enceintes sont plus rapides que les participantes enceintes. La différence entre ces groupes est significative pour le temps de la marche sur 7 m (F=20,1 ; p<0,0001) et pour celui de 8 m (F=30,4 ; p<0,0001 ; Figure II.4b).

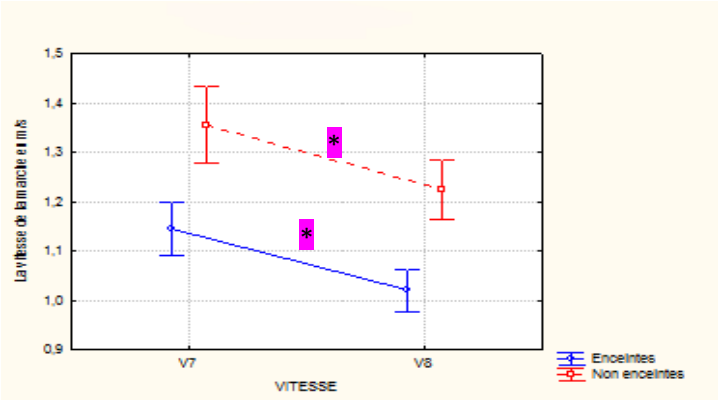


Figure II.4b : Vitesse de marche pour l'environnement P&avP.

*P&aP : Environnement plat et condition avec poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p<0,025.*

De même, les **corrélations** entre les douleurs et la vitesse de marche montrent que la localisation et l'intensité des douleurs, dans la zone du dos et du bas du dos, est significativement liée au ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes enceintes (Tableau II.3a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
V7	-0,26	**-0,47***	-0,25	-0,09	0,13	0,21	-0,07	-0,01	-0,01	-0,26	**-0,47***	0,06	-0,32
V8	-0,28	**-0,47***	-0,17	-0,06	0,21	0,21	0,06	0,08	0,11	-0,28	**-0,43***	0,23	-0,16

Tableau II.3a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

*P&aP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p≤0,003.*

En outre, la **corrélation** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée indique que la sous-estimation du temps de passage chez le groupe enceinte pour l'environnement P&avP, est corrélée à l'intensité des douleurs du haut du dos, ainsi qu'à la localisation de ces douleurs 'dos' (Tableau II.3b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&avP	-0,35	-0,24	**-0,48***	-0,19	-0,06	0,05	0,04	-0,17	-0,13	-0,35	**-0,41***	-0,12	**-0,43***

Tableau II.3b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

*P&aP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; *=p≤0,003.*

II.2.3.2.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP)

L'effet d'avoir deux 'obstacles' trottoirs dans le chemin de la traversée sur **l'estimation du temps de traversée** montre que les participantes enceintes sous-estiment le temps nécessaire de la traversé ($F= 45,3$; $p<0,0001$) mais les participantes non enceintes estiment correctement ce temps ($F= 1,1$; $p=0,29$; Figure II.5a).

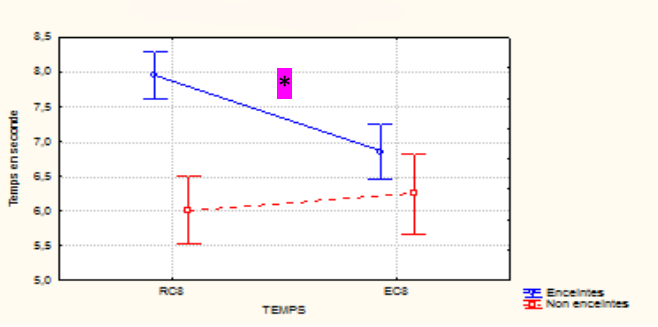


Figure II.5a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,025.*

En comparant **les vitesses de la marche** pour ces deux groupes lors de la traversée, un effet significatif est observé pour le temps de marche sur 7 m 'vitesse de la marche' (F=25,6 ; p<0,0001) et pour le temps de marche sur 8 m (F= 55,8 ; p<0,0001 ; Figure II.5b).

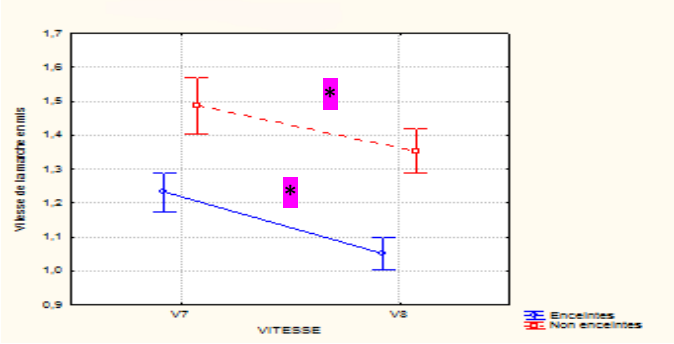


Figure II.5b : Vitesse de marche pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p<0,025.*

De nouveau, les **corrélations de Spearman** montrent que la vitesse de la marche chez les participantes enceintes est fortement corrélée avec la localisation et avec l'intensité des douleurs situées dans le bas du dos et dans la zone 'dos' (Tableau II.4a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
V7	-0,25	**-0,34***	-0,27	-0,04	-0,01	0,19	-0,21	-0,04	0,08	-0,25	**-0,36***	-0,01	-0,29
V8	-0,22	**-0,32***	-0,13	0,07	0,07	0,02	-0,08	0,07	0,21	-0,22	**-0,29***	0,15	-0,09

Tableau II.4a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p≤0,003.*

De même, la **corrélation** de Spearman montre que la sous-estimation du temps de la traversée chez le groupe enceinte est liée à l'intensité et à la localisation des douleurs situées en haut du dos et celles concentrées sur le 'dos' (Tableau II.4b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T&saP	-0,24	-0,20	**-0,55***	-0,29	-0,056	0,23	0,03	-0,12	-0,36	-0,24	-0,39	-0,14	**-0,41***

Tableau II.4b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; T&saP : Trottoir et condition sans poussette ; *=p≤0,003.*

II.2.3.2.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP)

L'effet manipulation d'objet 'poussette' combiné à celui obstacle 'trottoir' montre les même tendances concernant **l'estimation du temps de traversée** chez les participantes enceintes. En effet, ces dernières sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (F=89,7 ; p<0,0001) mais les participantes non enceintes surestiment ce temps (F=3,1 ; p<0,0001 ; Figure II.6a).

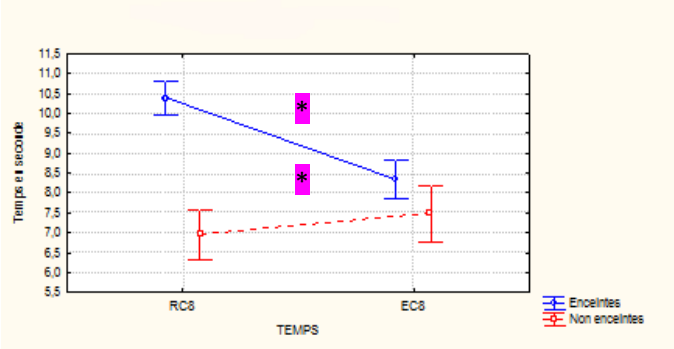


Figure II.6a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&avP.

*T&aP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,025.*

En comparant **les vitesses de marche** chez ces deux groupes, un effet significatif pour le temps de marche sur 7 m (F=36,7 ; p<0,0001) et le temps sur 8 m (F=114,2 ; p<0,0001). Le groupe non enceintes est plus rapide (Figure II.6b).

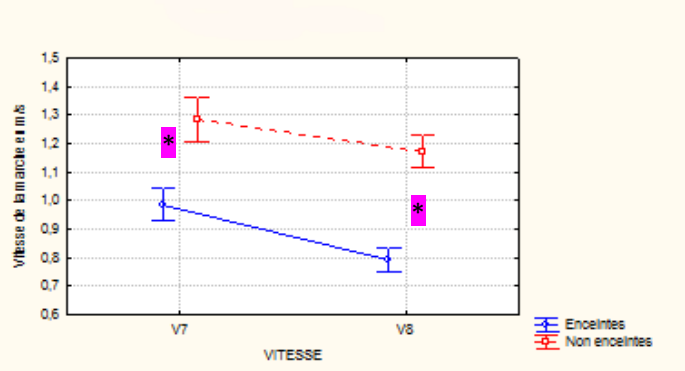


Figure II.6b : Vitesse de marche pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p<0,025.*

Le Tableau II.5a synthétise les **corrélations** entre vitesses et douleurs. Il montre que la diminution de vitesse de marche chez les participantes enceintes est liée la localisation et l'intensité des douleurs, surtout celles concentrées sur le tronc et les membres inférieurs.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
V7	-0,15	-0,15	-0,15	0,01	0,14	0,004	**0,49***	0,05	0,13	-0,15	-0,24	0,04	-0,13
V8	**0,55***	-0,14	-0,19	0,06	0,16	0,15	-0,18	0,03	0,12	**-0,47***	-0,19	0,11	-0,09

Tableau II.5a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

*T&aP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; *=p≤0,003.*

Parallèlement, les **corrélations** de Spearman (Tableau II.5b) nous montrent que la sous-estimation du temps de passage par le groupe enceinte est liée à la localisation et à l'intensité des douleurs concentrées sur le dos et la localisation des douleurs sur le corps entier.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T&avP	-0,34	-0,25	**-0,59***	-0,31	-0,03	0,23	0,01	-0,20	-0,38	-0,34	**-0,44***	-0,22	**-0,52***

Tableau II.5b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

*T&aP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; T&avP : Environnement trottoir et conditionne avec poussette ; *=p≤0,003.*

II.2.3.3. Traversée : Effet spécifique de la grossesse

Pour cette partie, les comparaisons sont faites en deux étapes, la première « GIAE *vs GC* » pour voir l'effet de la grossesse chez des femmes ayant déjà un / des enfant(s), et la deuxième « GISE *vs GC* » pour isoler l'effet primaire de la grossesse.

II.2.3.3.1. Plat et sans poussette (P&saP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, il est observé que les participantes du GIAE et GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (respectivement F=9,2 ; p=0,001 ; F= 7,8 ; p= 0,01) mais les participantes du *GC* surestiment ce temps (F= 23,9 ; p<0,0001 ; Figure II.7a).

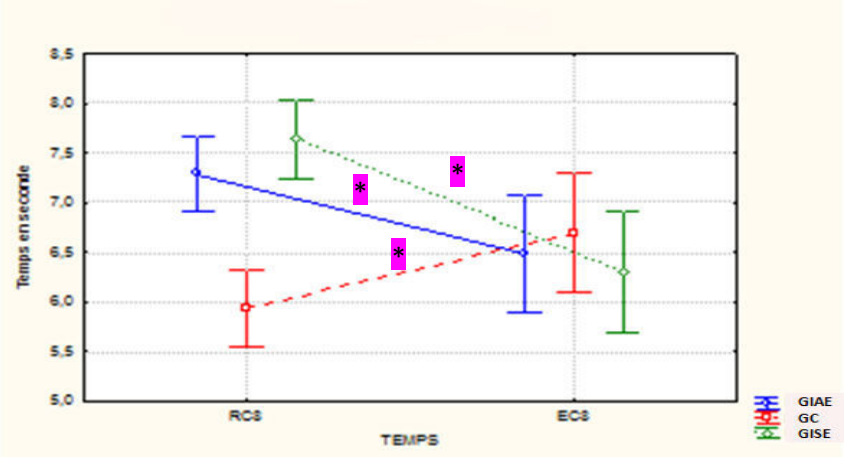


Figure II.7a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage de 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

En comparant les **vitesses de marche** chez ces trois groupes, on observe des différences significatives pour la vitesse de marche sur 7 m (GIAE *vs GC* : F=24,1 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=22,8 ; p<0,0001) ; (GISE *vs* GIAE : F =0,01 ; p=0,96 ; Figure II.7b). Le même phénomène est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (GIAE *vs GC* : F=29,01 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=40,6 ; p<0,0001) ; (*GC vs* GIAE : F=1,2 ; p=0,27 ; Figure II.7b).

La **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée nous montre que le ralentissement de la vitesse de marche chez les participantes des groupes GIAE et GISE tend à être corrélée à l'intensité des douleurs et à ses localisation mais pas de manière significative (après avoir appliqué l'ajustement du Bonferroni même si certaines corrélations se situent en deçà de 0,05 ; Tableau II.6a).

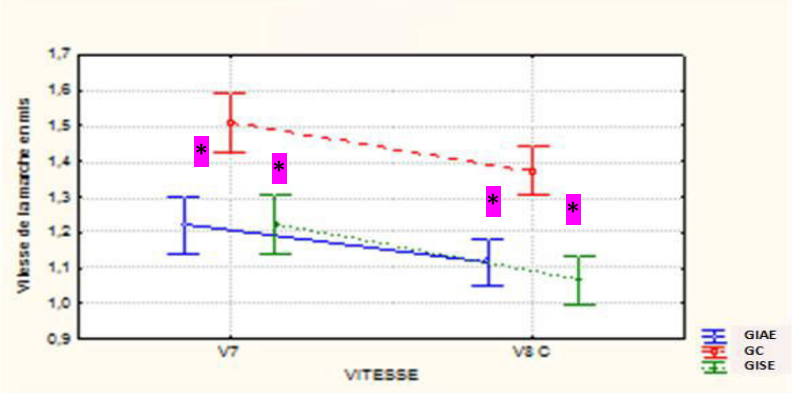


Figure II.7b : Vitesse de marche pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GIAE V7	-0,31	-0,37	-0,33	-0,38	-0,32	-0,34	-0,25	-0,47	-0,34	-0,35	-0,39	-0,45	-0,31
GIAE V8	-0,47	-0,32	-0,41	-0,34	-0,29	-0,24	0,08	0,01	-0,31	-0,45	-0,18	0,02	-0,47
GISE V7	-0,029	-0,39	-0,01	0,09	0,44	0,17	-0,06	-0,21	-0,029	-0,21	0,18	0,12	-0,03
GISE V8	-0,14	-0,35	-0,05	-0,06	0,28	0,37	-0,06	-0,35	-0,14	-0,21	0,1	0,049	-0,13

Tableau II.6a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7m ; V8 : Vitesse de marche sur 8m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

De même, la **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée ne montre aucun effet significatif chez les GIAE et GISE (Tableau II.6b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&saP GIAE	-0,13	-0,07	-0,37	-0,44	0,27	0,11	0,01	0,08	-0,13	-0,32	0,12	-0,33	-0,13
P&saP GISE	-0,31	-0,48	-0,33	-0,07	0,39	0,08	-0,24	-0,40	-0,30	-0,45	-0,11	-0,33	-0,30

Tableau II.6b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnent P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

II.2.3.3.2. Plat et avec poussette (P&avP)

Concernant **l'estimation du temps de traversée**, les participantes GIAE et GISE sous-estiment le temps nécessaire de traversée (respectivement F=11,2 ; p=0,001 et F=18,9 p<0,0001) mais les participantes « *GC* » surestiment ce temps (F=4,9 ; p=0,02 ; Figure II.8a).

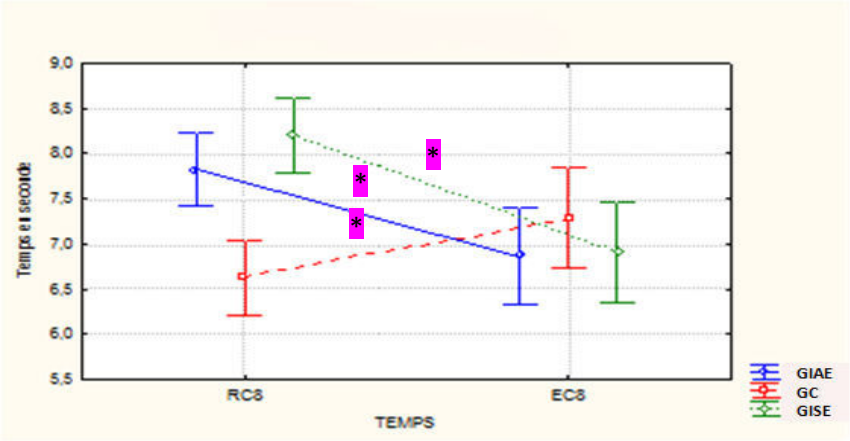


Figure II.8a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

En comparant les **vitesses de marche** chez ces trois groupes, on observe des différences significatives pour la vitesse de marche sur 7 m (GIAE *vs GC* : F=15,9 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=14,01 ; p<0,001) ; (GISE *vs* GIAE : F=0,02 ; p=0,86). Le même effet est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (GIAE *vs GC* : F=18,02 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=29,4 ; p<0,0001) ; (GISE *vs* GIAE : F=1,6 ; p=0,21 ; Figure II.8b).

La **corrélation** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation du temps de la traversée montre que le ralentissement de la vitesse de marche chez les participantes du GIAE est corrélé à l'intensité des douleurs du bas du dos, à l'interférence douloureuse et à la localisation des douleurs sur le corps entier. Par contre, ces tendances disparaissent, après avoir appliqué l'ajustement du Bonferroni, chez les participantes GISE (Tableau II.7a).

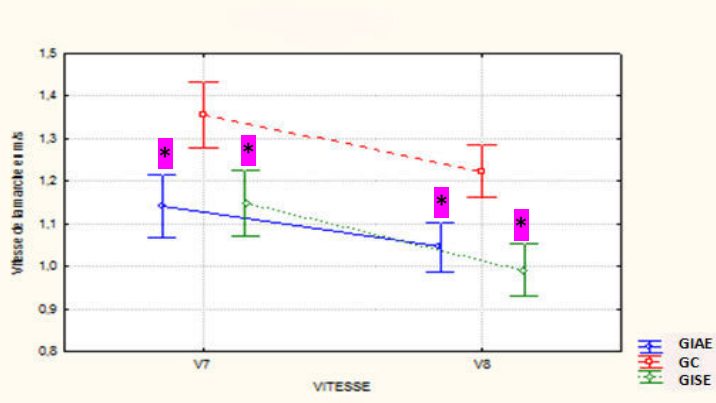


Figure II.8b : Vitesse de marche pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et avec poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GIAE V7	-0,13	-0,18	-0,22	-0,31	-0,17	-0,08	-0,08	-0,15	-0,19	-0,23	-0,11	-0,08	-0,13
GIAE V8	**-0,55***	**-0,54***	-0,36	-0,34	-0,43	-0,31	-0,24	-0,47	**-0,55***	-0,27	-0,41	-0,42	**-0,55***
***GC* V7**	-0,15	-0,44	-0,14	-0,14	0,15	0,22	0,01	-0,41	-0,15	-0,33	0,01	-0,11	-0,15
GISE V8	-0,14	-0,47	-0,03	-0,06	0,21	0,27	0,09	-0,31	-0,14	-0,31	0,16	-0,03	-0,14

Tableau II.7a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

Par contre, la **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation de temps de la traversée montre que la sous-estimation du temps de passage est corrélée avec l'intensité des douleurs de haut de dos pour les deux groupes GIAE et GISE (Tableau II.7b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&avP GIAE	-0,35	-0,09	**-0,55***	0,05	0,18	-0,07	0,02	0,11	-0,35	-0,30	0,36	-0,38	-0,35
P&avP GISE	-0,35	-0,35	**-0,58***	-0,42	-0,022	0,26	-0,35	-0,53	-0,35	-0,47	-0,51	-0,55	-0,35

Tableau II.7b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

II.2.3.3.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les participantes GIAE et GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (respectivement F= 15,2 ; p<0,001 et F= 34,2 ; p<0,0001) mais les participantes « *GC* » estiment correctement ce temps (F=0,5 ; p=0,46 ; Figure II.9a).

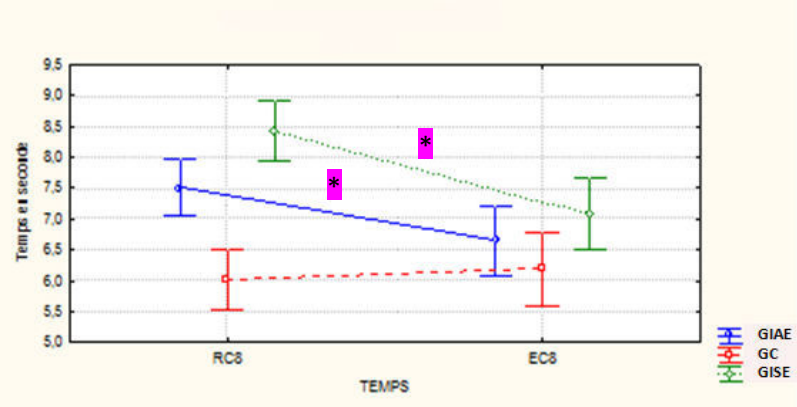


Figure II.9a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage de 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

En comparant **les vitesses de marche** de ces trois groupes, on observe des différences significatives pour la vitesse de marche sur 7 m (GIAE *vs GC* : F=14,3 ; p<0,001) ; (GISE *vs GC* : F=14,1 ; p<0,001) ; (GISE *vs* GIAE : F =0,9 ; p=0,32). Le même phénomène est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (GIAE *vs GC* : F = 31,8 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=

53,1 ; p<0,0001) ; (GISE *vs* GIAE : F=3,1 ; p=0,1). Avec toujours des valeurs plus importantes chez le *GC* comparées aux groupes GIAE & GISE (Figure II.9b).

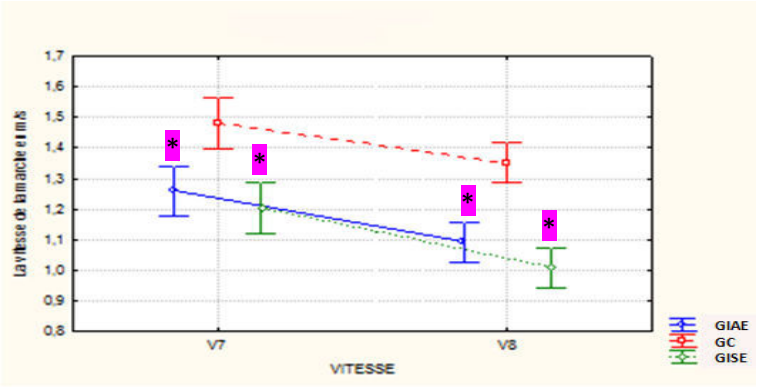


Figure II.9b : Vitesses de marche pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; V7 : Vitesse de marche sur7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

Les **corrélations** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation de temps de la traversée nous montrent que le ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes du GIAE est corrélé à l'intensité des douleurs de l'aine. Or, le ralentissement chez les participantes du GISE est corrélé à l'intensité des douleurs situées au bas de dos (Tableau II.8a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Bassin	CE
GIAE V7	0,31	0,143	0,31	0,30	0,17	0,05	0,12	0,25	0,15	0,34	0,05	0,22	0,31
GIAE V8	-0,15	-0,10	-0,17	-0,06	-0,32	-0,24	**-0,57***	-0,39	-0,057	0,008	-0,25	-0,42	-0,15
GISE V7	-0,14	-0,37	-0,08	-0,05	-0,08	0,11	-0,04	-0,37	-0,14	-0,28	-0,04	-0,12	-0,14
GISE V8	-0,11	**-0,63***	0,11	0,20	0,17	0,19	0,17	-0,25	-0,11	-0,34	0,31	0,01	-0,11

Tableau II.8a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

Par contre, la **corrélation** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation de temps de la traversée montre que la sous-estimation du temps de passage est corrélée avec

l'intensité des douleurs du haut du dos pour les participantes GISE mais aucun effet significatif n'est trouvé chez le GIAE (Tableau II.8b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T&saP GIAE	-0,30	-0,15	-0,36	-0,32	0,39	0,05	0,18	0,08	-0,30	-0,27	0,37	-0,31	-0,30
T&saP GISE	-0,32	-0,36	**-0,61***	-0,13	-0,06	<0,001	-0,32	-0,42	-0,32	-0,46	-0,35	-0,49	-0,32

Tableau II.8b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

II.2.3.3.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les participantes GIAE et GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversé (respectivement F=33,6 ; p<0,0001 ; F=58,7 ; p<0,0001) mais les participantes « *GC* » surestiment ce temps (F=3,1 ; p=0,08 ; Figure II.10a).

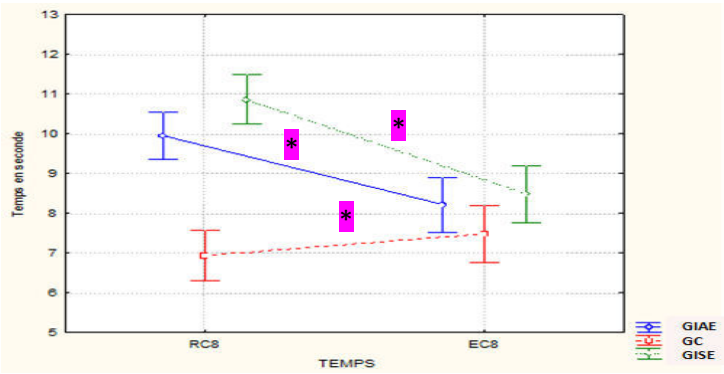


Figure II.10a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement trottoir avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

En comparant les **vitesses de la marche** de chez ces trois groupes, il est observé des différences significatives pour la vitesse de marche sur 7 m (GIAE *vs GC* : F=24,8 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F=26,2 ; p<0,0001) ; (GISE *vs* GIAE : F=0,1 ; p=0,81). Le même

phénomène est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (GIAE *vs GC* : F=72,8 ; p<0,0001) ; (GISE *vs GC* : F= 99,1 ; P<0,0001) ; (GISE *vs* GIAE : F=2,6 ; p=0,11). Avec toujours des valeurs plus importantes pour le *GC* comparées aux groupes GIAE & GISE (Figure II.10b).

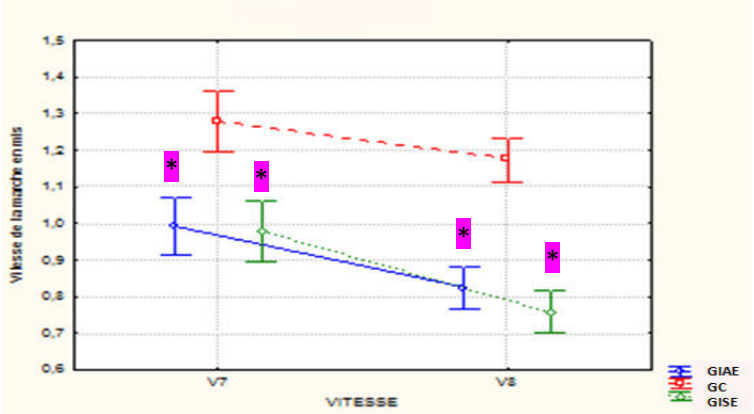


Figure II.10b : Vitesse de marche pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p<0,025.*

La **corrélation** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée montre que le ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes du GIAE est corrélé à l'intensité des douleurs du bas du dos, du haut de dos, des jambes et à la localisation des douleurs sur le corps entier. De plus, le ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes du GISE est corrélé à l'intensité des douleurs situées au bas du dos (Tableau II.9a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GIAE V7	-0,07	0,08	0,03	0,16	-0,03	0,08	-0,16	-0,06	0,01	0,18	0,01	-0,01	-0,07
GIAE V8	**-0,67***	**-0,55***	**-0,55***	-0,48	-0,52	-0,42	-0,25	-0,48	**-0,57***	-0,46	-0,49	-0,43	**-0,67***
GISE V7	-0,06	-0,55	-0,03	0,14	0,15	0,02	0,19	-0,19	-0,06	-0,38	0,22	-0,09	-0,06
GISE V8	-0,18	**-0,56***	0,08	0,25	0,30	-0,021	0,13	-0,26	-0,18	-0,24	0,29	0,01	-0,18

Tableau II.9a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; V7 : Vitesse de marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de marche sur 8 m ;GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

Par contre, les **corrélations** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée montrent que la sous-estimation du temps de passage est corrélée avec l'intensité des douleurs du haut de dos, des fesses et la localisation des douleurs au niveau du bassin pour le GIAE. Par contre, la sous-estimation du temps de passage chez le GISE est corrélée avec les douleurs situées en haut du dos et au pelvis inferieur (Tableau II.9b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Bassin	CE
T&avP GIAE	-0,42	-0,16	**-0,57***	-0,20	**0,54***	-0,03	-0,21	-0,18	-0,42	-0,40	0,04	**-0,69***	-0,42
T&avP GISE	-0,20	-0,45	**-0,61***	-0,50	-0,021	0,06	-0,18	**-0,73***	-0,20	-0,51	-0,42	-0,53	-0,20

Tableau II.9b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0,003.*

II.2.3.4. Effet sportive *vs* non sportive avant la grossesse

Etant donné que nous avons six participantes sportives et six participantes non sportives avant la grossesse pour chaque groupe enceinte (GIAE & GISE), la comparaison pour les deux sous-groupes (sportives *vs* non sportives) a été faite pour chacun des groupes indépendamment (GISAE *vs* GINSAE) et (GISSE *vs* GINSSE). Il permet ainsi de distinguer spécifiquement l'effet d'être sportive ou non avant la grossesse.

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les résultats montrent que les participantes sportives et non sportives avant la grossesse des deux groupes, sous-estiment le temps de la traversée quel que soit l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP) si l'on ne distingue pas les groupes. Par contre, la différence entre le temps mis réellement et celui estimé, chez les participantes GISAE, n'est pas significatives dans l'environnement P quel que soit la condition (saP & avP) (Tableau II.10a).

Gp	GIAE				GISE			
Catégories	**GISAE**		**GINSAE**		**GISSE**		**GINSSE**	
Valeurs	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***
P&saP	1,1	0,31	7,4	**0,01**	13,3	**0,001**	14,8	**0,001**
P&avP	3,2	0,08	4,2	**0,04**	9,1	**0,01**	17,7	**<0,001**
T&saP	6,1	**0,02**	8,8	**0,01**	9,3	**0,01**	17,2	**0,0001**
T&avP	7,9	**0,01**	15,4	**<0,001**	26,6	**<0,0001**	20,8	**0,0001**

Tableau II.10a : Comparaison entre le temps réel et estimé pour les participantes déjà sportives ou non sportives avant la grossesse pour les groupes GIAE & GISE.

GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette.

Bien que les participantes déjà sportives avant la grossesse des deux groupes (GIAE & GISE) aient tendance à marcher plus rapidement que les participantes non sportives avant la grossesse, les tests statistiques ne montrent aucune différence significative entre les sportives et les non sportives quels que soient l'environnement et la condition (Tableau II.10b).

Gp	GISAE *vs* GINSAE				GISSE *vs* GINSSE			
Distance de marche	**7 m**		**8 m**		**7 m**		**8 m**	
Valeurs	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***
P&saP	0,6	0,43	0,5	0,48	0,3	0,57	0,2	0,61
P&avP	0,1	0,78	0,1	0,79	0,2	0,67	1,01	0,31
T&saP	0,1	0,75	0,01	0,82	1,9	0,17	0,9	0,34
T&avP	0,1	0,69	0,1	0,77	0,01	0,96	0,01	0,91

Tableau II.10b : Comparaison des vitesses de marche sur 7 m et 8m entre sportives et non sportives pour chacun des groupes GIAE & GISE.

GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette.

En ce qui concerne **la corrélation** entre la localisation / intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée, les résultats sont variés selon les groupes GIAE & GISE,

mais aussi selon les catégories 'sportives ou non sportives avant la grossesse. Ainsi, le test de Spearman montre que les participantes GINSSE sont plus 'vulnérables' à la sous-estimation du temps de traversé à cause des douleurs, lors de **l'environnement P** quelle que soit la condition (saP & avP). La sous-estimation du temps de passage chez ces dernières participantes est corrélée avec l'intensité des douleurs des membres inférieurs et la localisation des douleurs dans le corps entier pour la condition saP (Tableau II.11a). En outre, la sous-estimation du temps de passage chez ces participantes est corrélée avec l'intensité des douleurs des membres inférieurs, l'interférence douloureuse, la localisation des douleurs dans le bassin et la localisation des douleurs dans le corps entier pour la condition avP (Tableau II.11b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
						P & saP							
GISAE	0,38	0,27	0,36	0,24	0,25	-0,12	0,14	0,37	0,36	0,21	0,16	0,38	0,27
GINSAE	0,23	0,29	0,15	0,13	-0,11	-0,34	-0,39	0,39	0,16	-0,02	-0,41	0,23	0,29
GISSE	-0,33	0,12	-0,32	-0,51		0,12		-0,32	-0,25	-0,33	-0,12	-0,50	-0,58
GINSSE	**-0,91****	-0,51	0,33	0,64	-0,51	0,25	-0,31	-0,76	-0,51	**-0,91****	0,08	-0,51	**-0,91****

Tableau II.11a : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&saP.

*GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. P&saP: Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; **=p≤0,004. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & avP													
GISAE	0,6	0,38	0,62	0,45	0,45	0,12	0,35	0,63	0,57	0,46	0,29	0,61	0,38
GINSAE	0,14	0,32	0,27	0,23	0,39	-0,16	-0,02	0,33	0,21	0,41	0,01	0,14	0,32
GISSE	-0,25	0,34	-0,64	-0,53		0,25		-0,64	-0,01	-0,25	-0,22	-0,66	-0,48
GINSSE	**-0,71***	-0,51	-0,24	0,01	-0,51	0,38	-0,13	-0,81	**-0,52***	-0,72	-0,48	**-0,82***	**-0,72***

Tableau II.11b : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

*GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant.P&avP: Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; *=p≤0.004. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

Par contre, pour **l'environnement T** on observe que les GISSE et GINSSE sont les plus vulnérables à la sous-estimation du temps de passage à cause des douleurs. En effet, le test de Spearman montre que le GISSE sous-estime le temps de passage dans la condition saP associé à des localisations de douleurs aux membres inferieurs (Tableau II.11c). De même, le GINSSE sous-estime le temps de passage dans la condition avP associée à des localisations des douleurs aux membres inferieurs (Tableau II.11d).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & saP													
GISAE	0,39	0,35	0,51	0,41	0,34	0,25	0,32	0,35	0,43	0,39	0,31	0,39	0,35
GINSAE	0,41	-0,08	0,24	0,14	0,04	-0,18	-0,13	0,18	0,29	-0,02	-0,34	0,41	-0,08
GISSE	-0,77	-0,41	-0,58	-0,02		0,19		-0,58	-0,51	**-0,78***	-0,63	-0,27	-0,41
GINSSE	-0,29	-0,64	-0,27	0,12	-0,64	0,19	0,04	-0,32	0,01	-0,43	-0,21	-0,33	-0,29

Tableau II.11c : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. T&saP: Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; *=p≤0,004. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & avP													
GISAE	0,41	0,31	0,45	0,51	0,35	0,25	0,41	0,41	0,47	0,27	0,38	0,41	0,31
GINSAE	0,47	0,22	0,41	0,29	0,06	-0,01	0,06	0,49	0,39	0,11	-0,03	0,47	0,22
GISSE	-0,25	0,73	-0,64	-0,53		0,51		-0,64	-0,27	-0,25	0,01	-0,66	-0,28
GNSSE	-0,73	-0,64	-0,35	0,19	-0,64	0,32	0,31	-0,73	-0,12	**-0,85***	0,02	-0,52	-0,73

Tableau II.11d : Corrélation de Spearman entre la sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

*GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette; Bd: Bas du dos; Hd: Haut du dos; PI: Pelvis inferieur; ID: Interférence douloureuse; MI : Membre inferieur; CE: corps entier; Zone Bassin: Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; *=p≤0,004. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

De même, les **corrélations** entre la localisation/intensité des douleurs et le ralentissement de la vitesse de la marche lors de la condition P&saP montrent une relation chez les participantes non sportives des deux groupes, avec les douleurs localisées dans l'aine, le pelvis inferieur et la localisation des douleurs au bassin chez le GINSAE, et avec les douleurs du bas de dos chez GINSSE (Tableau II.11e). Par contre, le ralentissement de la vitesse de la marche lors de P&avP est corrélé avec les douleurs du haut du dos uniquement chez le GISAE (Tableau II.11f).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & saP													
GISAE 7 m	-0,59	-0,59	-0,46	-0,62	-0,48	-0,56	-0,35	-0,58	-0,62	-0,59	-0,59	-0,56	-0,59
GISAE 8 m	-0,35	-0,03	-0,38	-0,14	-0,31	-0,09	-0,42	-0,19	-0,06	-0,14	-0,04	-0,16	-0,35
GINSAE 7 m	-0,42	-0,17	-0,15	-0,31	-0,24	-0,31	**-0,81***	**-0,77***	0,025	-0,06	-0,35	**-0,81***	-0,42
GINSAE 8 m	-0,18	-0,22	-0,55	-0,32	-0,35	-0,22	0,61	0,35	-0,62	-0,71	-0,15	0,38	-0,18
GISSE 7 m	0,41	0,68	0,25	-0,18		0,64		0,25	0,39	0,41	0,70	-0,01	0,31
GISSE 8 m	0,31	0,64	0,25	-0,18		0,64		0,25	0,37	0,31	0,65	-0,01	0,22
GISE non sp 7 m	-0,38	-0,76	-0,12	0,44	0,647	-0,12	0,25	-0,18	-0,62	-0,38	-0,71	0,45	-0,14
GINSSE 8 m	-0,38	**-0,78****	-0,12	0,02	0,32	-0,12	0,19	0,06	-0,67	-0,38	-0,72	0,25	-0,38

Tableau II.11e : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&saP.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & avP													
GISAE 7 m	-0,67	-0,43	**-0,72***	-0,52	-0,61	-0,48	-0,61	-0,56	-0,44	-0,52	-0,44	-0,54	-0,67
GISAE 8 m	-0,08	-0,52	-0,34	-0,52	-0,34	-0,43	0,01	-0,26	-0,43	-0,52	-0,43	-0,31	-0,08
GINSAE 7 m	-0,42	-0,25	0,07	-0,13	-0,03	0,11	-0,13	-0,11	-0,18	0,11	0,01	-0,09	-0,42
GINSAE 8 m	-0,12	-0,13	0,24	0,03	0,07	0,31	0,18	0,27	0,01	0,03	0,25	0,46	-0,12
GISSE 7 m	0,14	0,58	0,01	-0,21		0,64		0,01	0,23	0,14	0,43	-0,14	0,14
GISSE 8 m	0,17	0,29	0,19	-0,11		0,45		0,19	0,37	0,17	0,38	0,11	0,09
GINSSE 7 m	-0,38	-0,73	-0,12	-0,13	0,19	-0,12	0,32	0,06	-0,73	-0,38	-0,68	0,14	-0,41
GINSSE 8 m	-0,38	-0,76	-0,12	-0,05	0,25	-0,12	0,25	0,06	-0,71	-0,38	-0,71	0,19	-0,39

Tableau II.11f : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement P&avP.

GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. P&avP: Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ;=p≤0,003. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

Lors de la condition avec trottoir, aucune corrélation significative n'est observée entre les intensités / localisations des douleurs et le ralentissement de la vitesse de la marche dans la condition saP (Tableau II.11g). Par contre, une corrélation significative est observée dans la condition avP chez les participantes de la catégorie non sportives des deux groupes. En effet, le ralentissement de la vitesse de marche chez le GINSAE est corrélé avec les douleurs localisées dans l'aine, le pelvis et la localisation des douleurs sur la zone du bassin. De plus, ce ralentissement de la vitesse de marche chez GINSSE est corrélé à la localisation des douleurs du dos (Tableau II.11h).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & saP													
GISAE 7 m	0,61	0,51	0,61	0,61	0,61	0,43	0,45	0,45	0,55	0,55	0,41	0,41	0,61
GISAE 8 m	0,16	-0,12	-0,03	-0,12	-0,19	-0,38	-0,06	-0,12	0,01	0,06	-0,38	-0,12	0,16
GINSAE 7 m	0,16	-0,12	-0,03	-0,12	-0,19	-0,38	-0,06	-0,12	0,01	0,06	-0,38	-0,12	0,16
GINSAE 8 m	0,02	0,03	0,15	0,03	0,05	-0,13	-0,51	-0,43	0,23	0,39	-0,19	-0,55	0,01
GISSE 7 m	-0,17	0,33	-0,25	0,03		0,64		-0,25	0,01	-0,17	0,04	-0,08	0,18
GISSE 8 m	0,27	-0,14	0,58	0,37		0,12		0,58	0,53	0,27	0,28	0,52	0,35
GINSSE 7 m	-0,38	-0,55	0,12	0,01	0,12	0,12	0,25	-0,01	-0,56	-0,38	-0,44	0,16	-0,25
GINSSE 8 m	-0,38	-0,71	-0,12	-0,05	0,25	-0,12	0,38	-0,01	-0,73	-0,38	-0,65	0,16	-0,33

Tableau II.11g : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&saP.

*T&avP: Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant. *=p≤0,003. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquelles aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & avP													
GISAE 7 m	0,25	0,45	0,38	0,38	0,38	0,55	0,58	0,58	0,194	0,45	0,58	0,64	0,25
GISAE 8 m	-0,42	-0,17	-0,15	-0,31	-0,24	-0,31	-0,81	-0,76	0,02	-0,06	-0,35	-0,80	-0,42
GINSAE 7 m	-0,66	-0,43	-0,41	-0,53	-0,46	-0,39	-0,46	-0,56	-0,39	-0,41	-0,45	-0,55	-0,66
GINSAE 8 m	0,06	0,33	0,16	0,36	0,42	0,51	**-0,89****	**-0,78****	0,12	0,25	0,51	**-0,85****	0,06
GISSE 7 m	-0,01	-0,23	0,25	0,16		0,09		0,25	0,28	-0,01	0,02	0,23	0,02
GISSE 8 m	-0,01	0,09	0,45	0,17		0,58		0,45	0,08	-0,01	0,43	0,32	0,26
GINSSE 7 m	-0,25	-0,81	-0,38	0,08	0,45	-0,38	0,12	0,14	-0,63	-0,25	**-0,83****	0,29	-0,38
GINSSE 8 m	-0,32	-0,78	-0,19	0,38	0,64	-0,19	0,12	-0,04	-0,57	-0,32	-0,76	0,49	-0,18

Tableau II.11h : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnement T&avP.

T&avP: Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; Zone Bassin : Toutes douleurs localisées dans la zone de bassin (fesses, pelvis et bassin) ; sp : sportives ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant.=p≤0,003. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquelles aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.*

II.2.3.5. Synthèse des résultats de l'étude 1

Les tableaux suivants résument les résultats de l'étude 1. Le Tableau II.12, présente l'estimation du temps de traversée chez les groupes expérimentaux pour les deux environnements (P & T) et pour les deux conditions (avP & saP) ainsi que pour les sous-groupes (sportives ; non sportives) de chaque groupe enceintes. Ensuite, le Tableau II.13, présente la comparaison de la vitesse de marche entre les groupes expérimentaux et les deux sous-groupes. Enfin, le Tableau II.14, montre la corrélation entre la sous-estimation du temps de passage et les douleurs et/ou le ralentissement de la vitesse de marche.

Environnement	**P**		**T**	
Conditions	**saP**	**avP**	**saP**	**avP**
Enceintes (GIAE+ GISE)				
GC				
GC sportives				
GC non sportive				
GIAE				
GISAE				
GINSAE				
GISE				
GISSE				
GINSSE				

Tableau II.12 : Capacité d'estimation du temps de traversée pour toutes les conditions et tous les groupes.

Surestimation du temps de passage ; Sous-estimation du temps de passage ; Estimation correcte pour le temps de passage ; P : Environnement plat ;T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant.

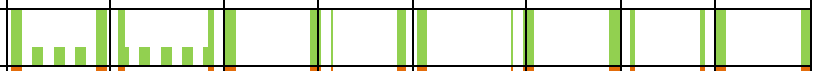
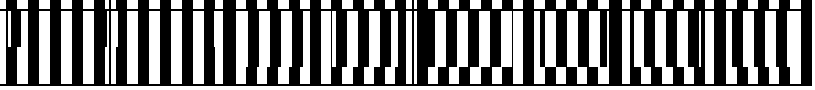
Environnement	P				T			
Conditions	saP		avP		saP		avP	
Vitesse de marche	7 m	8 m	7 m	8 m	7 m	8 m	7 m	8 m
GIAE *vs* *GC*								
CISE *vs* CGSE								
GIAE *vs* GISE								
GISAE *vs* GINSAE								
GISSE *vs* GINSSE								
GC sp *vs* *GC* non sp								

Tableau II.13 : Comparaison des vitesses de marche chez les groupes ‘enceintes’.

Vitesse plus basse chez le GIAE ; Vitesse plus basse chez le GISE ; Pas de différence ; P : Environnement plat ; T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GC = Groupe Control et Sans Enfant ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant.

	P				T			
	saP		avP		saP		avP	
Corrélation	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**
Enceintes	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**
GIAE	Non	Non	Non	**Oui**	**Oui**	Non	**Oui**	**Oui**
GISE	Non	Non	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**
GISAE	Non	Non	**Oui**	Non	Non	Non	Non	Non
GINSAE	**Oui**	Non	Non	Non	Non	Non	**Oui**	Non
GISSE	Non	**Oui**	Non	**Oui**	Non	Non	**Oui**	Non
GINSSE	**Oui**	Non	Non	**Oui**	Non	Non	Non	Non

Tableau II.14 : Corrélations entre la vitesse de marche/douleurs Et la sous-estimation du temps de passage/douleurs pour tous les environnements.

D : Douleurs ; V : Vitesse de marche ; ETP : Estimation du temps de passage ; P : Environnement plat ; T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; sp : sportives ; GIAE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GINSAE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Ayant déjà eu un/des Enfant(s) ; GISSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GINSSE : Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant.

II.2.4. Discussion

L'objectif de cette étude était de tester un des éléments qui entrent en jeu dans la capacité des femmes à la fin de la grossesse à traverser une rue en sécurité : leur capacité à estimer le temps nécessaire pour la traversée. Notre hypothèse principale était que les femmes enceintes peuvent prendre un risque en traversant une rue à cause de leur sous-estimation du temps nécessaire consécutivement à une perturbation de l'horloge interne et/ou à la non intégration de la diminution de sa vitesse de marche à la fin de la grossesse, ou encore plus généralement de leur intégration incomplète des modifications, des douleurs et des capacités fonctionnelles de leur corps. Notre hypothèse secondaire était que les femmes S avant la grossesse auraient une meilleure capacité d'estimation que les participantes NS, la sollicitation motrice facilitant le « recalibrage » nécessaire pour s'adapter aux effets de la grossesse. Les mesures que nous avons faites, durant cette expérimentation, tendent à montrer une sous-estimation du temps de passage chez les participantes enceintes liée à l'intensité des douleurs (BPI) et à la diminution de la vitesse marche à la fin de la grossesse. De plus, les mesures montrent que la diminution de la vitesse de marche est plus particulièrement associée aux douleurs situées au niveau du tronc, la zone la plus influencée par le développement de la grossesse (Nicholls & Grieve, 1992 ; Huang *et al*. 2002 ; Wenhua *et al*. 2004).

II.2.4.1. Limites méthodologiques

Le recrutement s'est réalisé lors de l'attente en consultation médicale. Nous avons rencontré beaucoup de refus qui peuvent être liés à l'état physique (fatigue & douleurs intenses) ou à l'état psychologique (tendance dépressive & anxieuse) de la femme enceinte à la fin de la grossesse ou simplement au manque de temps. Ainsi, il est possible que les participantes qui ont accepté de réaliser les expérimentations soient celles qui sont le moins affectés par la grossesse et le plus disponible. Dans ce cas, ceci aurait pu sous-estimer les phénomènes observés, notamment en influençant le test de l'horloge interne qui est fortement liée à la situation physique (Wittmann *et al.* 2006; Gil & Droit-Volet 2009) et psychologique, la perception du temps étant vraisemblablement perturbée par la détresse physiologique alors qu'aucune différence n'est observée dans notre étude.

Ensuite, l'expérimentation a été menée dans un environnement artificiel et « épuré » qui ne représente donc pas l'environnement réel avec risque accidentogène. Ainsi, l'effet « stress » d'une situation réelle ne se retrouve pas dans notre condition expérimentale permettant de bien isoler nos variables trottoir, poussette ou encore sportive/non sportive mais

limitant la capacité de généralisation aux AVQ. Par contre, il est intéressant de noter que les participantes se sont adaptées très facilement aux conditions expérimentales avec les essais de familiarisation.

II.2.4.2. Effet global de la grossesse

La comparaison entre les groupes 'enceintes' GIAE & GISE et celui non enceintes *GC* nous aide à voir les effets spécifiques de la grossesse pendant la réalisation réelle et estimée de la traversée d'une rue. Le regroupement des participantes enceintes (GIAE & GISE), permet de voir un effet de la grossesse plus évident sur tous les passages expérimentaux. La comparaison entre les groupes enceintes et le groupe non enceintes, nous montre une diminution de la vitesse de la marche chez le groupe 'enceintes' pour tous les passages quel que soit l'environnement (P, T) et quel que soit la condition (avP, saP). Ce qui n'est pas surprenant car le corps de la femme à la fin de la grossesse subit des modifications biomécaniques majeures qui peuvent réduire l'efficience de l'appareil locomoteur et conduire à un ralentissement de la vitesse de la marche. En effet, Falola et collaborateurs (2009) ont montré que l'augmentation de la masse grasse et de la masse corporelle diminue la vitesse de la marche du troisième trimestre de la grossesse. De plus, la fréquence de pas est diminuée dans le quatrième mois et à partir de sixième mois, ces derniers ont également observé une augmentation de la variabilité du pas (Falola *et al.* 2009).

Ensuite, le temps réalisé réellement par le groupe 'enceintes' pour les deux environnements *versus* les deux conditions, est significativement plus faible comparé au temps estimé. Ce phénomène n'est pas retrouvé chez le groupe 'non enceintes' qui surestime ou estime correctement le temps de passage pour tous les environnements et pour toutes les conditions. De surcroît, nous montrons que le ralentissement de la vitesse de marche chez le groupe 'enceintes' est corrélé avec les douleurs qui constituent un paramètre qui peut affecter l'appareil musculo-squelettique et entraîner une diminution de la vitesse de la marche. La diminution de la vitesse de marche chez nos participantes enceintes est plus particulièrement liée aux douleurs localisées au niveau du dos, du bassin et des membres inférieurs. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans d'autres travaux de la littérature. Mens *et al.* 1996 ou encore Östgaard, 1997 ont montré que les femmes enceintes souffrant des douleurs de la ceinture pelvienne ne sont pas capables de marcher aussi vite, ni pour une aussi longue distance que les autres. Des résultats similaires ont été trouvés par Lamoth *et al.* (2002), lors d'une expérimentation de marche, chez des sujets souffrants d'une lombalgie chronique. En

effet, les douleurs concentrées sur le tronc produisent un gêne, notamment en rotation de celui-ci, ce qui peut perturber les coordinations entre le pelvis et le thorax et empêcher les patientes de marcher rapidement (Wu *et al.* 2002).

Par conséquent, nous pouvons dire que les participantes enceintes se mettent en danger lors de la traversée d'une rue quel que soit l'environnement et quelle que soit la condition. La sous-estimation de leur temps de la traversée est l'origine de ce danger. En outre, nous pouvons éliminer un effet de perturbation de l'horloge interne mais plutôt attribuer ces résultats à une dissonance entre les capacités du corps et la perception de ses capacités. En effet, une sous-estimation causée par une perturbation de l'horloge interne a été éliminée puisque nous n'avons trouvé aucune différence significative entre les durées proposées et celles estimées par les participantes enceintes lors du test de leur horloge interne, pas plus qu'entre les groupes. Les douleurs subies par nos participantes enceintes et le ralentissement de la vitesse de marche qui en résulte, semblent être les facteurs clés de cette sous-estimation.

II.2.4.3. Effet spécifique de la grossesse

La comparaison entre le GIAE et le GISE nous permet de constater les effets de la grossesse primipare ou multiple, pendant la réalisation réelle et estimée de la traversée d'une rue.

D'abord, les participantes du GIAE et les participantes du GISE sous-estiment leur temps du passage quel que soit l'environnement et quel que soit la condition, avec toujours un temps du passage réel plus élevé chez ces deux groupes comparé au *GC*. La vitesse de marche chez le *GC* est significativement plus élevée comparée aux deux autres groupes : GIAE & GISE. La corrélation entre le ralentissement de la vitesse de marche et les douleurs, chez les groupes GIAE & GISE, était relativement variée selon les environnements et selon les conditions. Cette corrélation passe d'une corrélation faible (qui perd sa significativité après avoir appliqué l'ajustement de Bonferroni) comme par exemple pour l'environnement P&saP, jusqu'à une corrélation forte comme pour T&avP où nous voyons qu'il y a beaucoup de zones douloureuses qui sont associées à une diminution de la vitesse de marche chez les participantes enceintes surtout sur le bas du dos. Lamoth *et al.* (2005) ont montré que les sujets lombalgiques (non enceintes) ne peuvent pas accélérer la vitesse de la marche à cause d'une raideur du bas du dos entrainée par les douleurs. En effet, leurs résultats indiquent que

les coordinations responsables de l'accélération de la vitesse de la marche, entre le tronc et le pelvis, sont perturbées à cause d'une gêne du fonctionnement des muscles érecteurs spinaux (Lamoth *et al.* 2005).

Ensuite, les résultats statistiques obtenus dans notre étude montrent également que l'intensité et la localisation des **douleurs** affectent, non seulement la vitesse de la marche chez les participantes enceintes, mais aussi leur capacité à **estimer** correctement le temps de traversée, en toute sécurité. La sous-estimation du temps est corrélée à la réduction de mobilité et au ralentissement de la vitesse de marche, entraînés par les douleurs. Ces résultats sont en bonne concordance avec ceux obtenus par Holland & Hill en 2010. Ainsi, ces auteurs montrent que les décisions dangereuses lors de la traversée, prises par les participantes âgées, sont liées à la réduction de mobilité avec l'avancement en âge (Holland & Hill, 2010). En outre, Lobjois et collaborateurs ont trouvé que la réduction de l'accélération et la réduction de la vitesse de la marche qui ne sont pas intégrées par les personnes âgées les mènent à prendre des décisions risquées lors de leur traversée (Lobjois *et al*. 2009).

Par contre, en comparant le GIAE avec le *GC* nous voyons que l'effet de manipulation d'un objet (poussette) pendant la traversée était plus important chez les participantes ayant déjà eu des enfants (GIAE). En fait, le ralentissement de la vitesse de marche lors de P&avP et T&avP, chez ce dernier groupe, est affecté par plusieurs zones douloureuses 'notamment le bas de dos'. Ce phénomène n'est pas aussi marqué chez les participantes primipare (GISE), ainsi le ralentissement de leur vitesse de la marche ne serait pas lié aux douleurs pour le P&avP mais peut être davantage affecté par les modifications corporelles à la fin de la grossesse moins bien intégrées. Loin des douleurs, plusieurs chercheurs (Nicholls & Grieve, 1992 ; Huang *et al*. 2002 ; Wenhua *et al*. 2004) indiquent que l'augmentation de la charge sur la partie antérieure du tronc causée par le développement du poids de fœtus et celui du placenta, perturbent les coordinations entre le pelvis et le tronc, ce qui entraine un ralentissement de la marche. De son côté, Foti *et al.* (2000) indiquent que la perturbation de la marche, dès le deuxième trimestre de la grossesse, est liée à l'augmentation des moments des hanches dans le plan sagittal et frontal (Foti *et al.* 2000). En revanche, une corrélation plus importante est trouvée entre les douleurs du bas du dos et le ralentissement de la vitesse de la marche chez ce dernier groupe (GISE) pendant le passage T&avP. Par conséquence, nous voyons que le risque de se mettre en danger lors de la traversée avec une poussette est beaucoup plus élevé chez les femmes avec une grossesse multipares que chez les femmes

avec une grossesse primipare. Ce qui pourrait s'expliquer par la localisation et l'intensité des douleurs qui sont plus élevées chez les participantes du GIAE.

Parallèlement, nos résultats montrent d'une part des corrélations entre le ralentissement de la vitesse de marche/douleurs, et d'autre part entre la sous-estimation du temps de passage/douleurs. Par contre, nous observons que ce n'est pas toujours les douleurs qui sont associées à une diminution de la vitesse de la marche mais que ce sont les mêmes douleurs qui sont associées à la sous-estimation du temps de traversée. En effet, les douleurs associées à une sous-estimation du temps de traversée sont des douleurs concentrées plus particulièrement dans le dos. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces douleurs gênent plus particulièrement le démarrage de la marche, par conséquent elles provoquent un ralentissement supplémentaire à l'initiation de la marche (Vismara *et al*. 2009) d'autant plus accentué lorsqu'il s'agit de descendre le trottoir en plus d'initier la marche.

Ensuite, la comparaison des sous-groupes pour les catégories **déjà sportives** ou **non sportives** avant la grossesse, nous montre que les participantes non sportives des deux groupes 'enceintes' sous-estiment le temps de passage quels que soient l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP). De même, leGISSE sous-estime le temps du passage quels que soient l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP). Par contre, le GISAE sous-estime le temps du passage seulement pour l'environnement (T) quelle que soit la condition (saP & avP), mais les estimations de temps de celui-ci sont correctes lors de l'environnement (P) quelle que soit la condition (saP & avP). Ceci pourrait s'expliquer par l'expérience avec la grossesse (modifications corporelles ; douleurs et ralentissement de la marche qui peuvent en résulter) ; l'expérience avec la capacité et les mouvements de leur corps (vu qu'elles pratiquaient des activités physiques régulières avant la grossesse) et l'expérience de marcher en manipulant un objet (poussette) du premier enfant. En effet, ce dernier groupe n'a aucune difficulté à estimer sa capacité à marcher avec ou sans engin (poussette) et sans obstacle (trottoir). Par contre, la capacité à bien estimer le temps de passage est diminuée lors de l'introduction d'un obstacle (trottoir) dans le passage chez ces dernières participantes. Ceci nous aide à conforter notre hypothèse de départ, à savoir que la sous-estimation du temps de passage, chez les femmes enceintes, vient de la moindre capacité de connaitre ou intégrer les changements corporels à la fin de la grossesse.

En deuxième lieu, la corrélation entre les douleurs ou le ralentissement de la vitesse de la marche et la sous-estimation du temps de passage, nous montre que la sous-estimation du

temps de passage chez les GISAE et GINSAE est liée spécifiquement au ralentissement de la vitesse de la marche. Par contre, le ralentissement de la vitesse de la marche mais aussi les douleurs qui sont plus ou moins concentrées au niveau de dos, semblent responsables de la sous-estimation du temps de passage chez les GISAE et GINSAE. Ceci pourrait s'expliquer par l'expérience avec les douleurs et l'intégration de leur effet sur la vitesse de la marche, de la grossesse précédente, chez ces participantes.

II.2.5. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que la sous-estimation du temps de passage, chez les femmes à la fin de leur grossesse, conduit à se mettre en danger lors de la traversée d'une rue. Les modifications biomécaniques, les limitations de mobilité qui peuvent apparaître à la fin de la grossesse et le ralentissement de la vitesse de marche qui en résulte semblent être les responsables de cette sous-estimation puisque l'estimation du temps de manière isolée est préservée. Une des perspectives de ce travail est d'investir la relation entre le temps réel et le temps estimé pour la traversée d'une rue chez des femmes enceintes avec ou sans douleurs, confrontées ou non à un entrainement d'entretien physique spécifique pour les douleurs à la fin de la grossesse. L'hypothèse étant que la mobilisation régulière du corps pourrait faciliter la conservation d'une meilleure connaissance effective de ses potentialités tout en diminuant les effets délétères de l'hypoactivité. D'autres travaux peuvent être également réalisés non seulement sur la biomécanique de la marche mais aussi sur l'investigation de l'anxiété ; la dépression et la peur chez les femmes enceintes pour mieux connaitre leurs émotions en tant que piétons et leurs influences sur l'estimation de temps de traversée. En effet, plusieurs études ont montré une forte corrélation entre les douleurs du bas du dos et la dépression (Brown& Lumley, 2000; Lumley *et al.* 2003; Oh & Kim, 2004) qui elle-même affecte la perception du temps (Wallace & Green 1961 ; Baum *et al.* 1984 ; St-Pierre & Dubé 1993). Enfin, il serait intéressant de croiser ces résultats avec l'accidentologie en tant que piéton de la femme enceinte, pour voir si ces résultats sont effectivement concordants avec des accidents plus fréquents ou si, comme c'est parfois observé chez la personne âgée, la femme enceinte se sentant menacée 's'autocensure', se limite dans ses déplacements, pour éviter le risque.

II.3. <u>Etude 2 :</u> QV, douleurs et SP durant la grossesse et en post-partum chez les femmes inactives avant la grossesse

II.3.1. Introduction

Dans une étude sur la survenue des troubles douloureux et leurs impacts sur la vie quotidienne, Mens *et al.* (1996) ont montré que les femmes enceintes souffrant des syndromes douloureux durant leur grossesse ne sont pas capables de réaliser les mêmes AVQ que celles réalisées avant la grossesse ou plus généralement par des femmes non enceintes. En effet, les modifications de l'appareil locomoteur durant la grossesse et les douleurs qui en résultent conduisent à une limitation (montée d'escalier par exemple) voire une incapacité d'accomplir certaines AVQ (port de sac de courses ou de pack d'eau par exemple), amenant à une diminution de la QV (Mens *et al.* 1996).

En ce qui concerne les douleurs, être déjà sportive avant la grossesse ne semble pas totalement protéger la femme des changements biomécaniques et physiologiques voir des douleurs qui en résultent, durant la grossesse. En effet, le travail de Hale & Milne (1996) montre que les changements corporels que l'athlète de haut niveau subit ne sont pas fondamentalement différents de ceux des sédentaires, notamment la laxité ligamentaire, l'augmentation de poids, le changement de posture et donc le déplacement du CDG vers l'avant (Hale & Milne, 1996). Tous ces changements peuvent empêcher les femmes déjà sportives de continuer leur rythme habituel d'entrainement pendant la grossesse et pourraient nuire à la capacité d'atteindre des performances optimales (Villa & O'Reilly 2002) tout en augmentant les risques de survenue de douleurs conduisant également à une diminution de la QV autour de la grossesse.

Bien que les limitations fonctionnelles conduisent à une diminution dans la santé physique chez des sujets non enceintes, très peu d'études ont mesuré cet aspect autour de la grossesse (antepartum/postpartum). Par contre, Choe *et al.* (2001) ont montré une forte corrélation positive entre les douleurs et leurs limitations fonctionnelles et la diminution de la SP. Chez les femmes enceintes ou les femmes en PP, il y a quelques études en physiologie (Pritchard 1965 ; Clapp 1985) qui ont analysé les changements du système respiratoire ou cardiaque chez les femmes à la fin de la grossesse. De tels changements physiologiques, entrainent évidemment une diminution de la SP chez la femme enceinte (Pritchard 1965) même si elle est rarement mesurée en tant que telle.

Les nombreuses modifications subies par l'organisme de la femme enceinte d'ordre physiologique, biomécanique ou psychologique semblent affecter, au moins pour partie, aussi bien les femmes déjà sportives que non sportives avant la grossesse. Cependant, partant d'un niveau de SP plus élevé, la diminution due aux effets de la grossesse pourrait avoir moins de conséquences délétères en termes de SP restante, de conséquences douloureuses et de QV. Nous émettons ainsi comme hypothèse que les femmes non sportives avant la grossesse (et inactives durant la grossesse), sont beaucoup plus sensibles aux modifications anatomiques, biomécaniques et physiologiques. Par ailleurs, avec le développement de la grossesse et surtout à la fin de cette période, les femmes inactives pourraient être susceptibles d'avoir plus de douleurs au niveau du tronc (la zone la plus influencée par la grossesse). Nous faisons également l'hypothèse que les douleurs subies par ces participantes pourraient être associées à une diminution plus importante de la QV et de la SP à la fin de la grossesse et en PP.

L'objectif de cette 2e étude est de mesurer et de comparer les douleurs, la QV et la SP à la 24e semaine de la grossesse, à la fin de la grossesse et à partir du deuxième mois de PP, chez des femmes inactives durant la grossesse, sportive ou non avant celle-ci.

II.3.2. Matériels et méthodes

II.3.2.1. Participantes

Soixantes participantes nullipares ont été recrutées à la maternité de Saint Vincent de Lille (Institut Catholique de Lille), dans des cabinets gynécologies et au centre PMI de Lille durant une période de deux mois. Il s'agissait de femmes enceintes entre les 24e à 36e semaines de grossesse, âgées de 25-35 ans, inactives pendant leur grossesse (le seuil étant de : exercices $\geq$ 20 min, $\geq$ 3 fois par semaine ; Horns *et al.* 1996). Les critères d'exclusion étaient : être fumeuse (Ernst 1993) ou atteinte d'une déficience motrice, cardiovasculaire ou neurologique (Figure II.11). Ce Goupe Inactif (GI) durant la grossesse contient deux sous-groupes qui sont : i) Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse (GIS) ; ii) Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse (GINS).

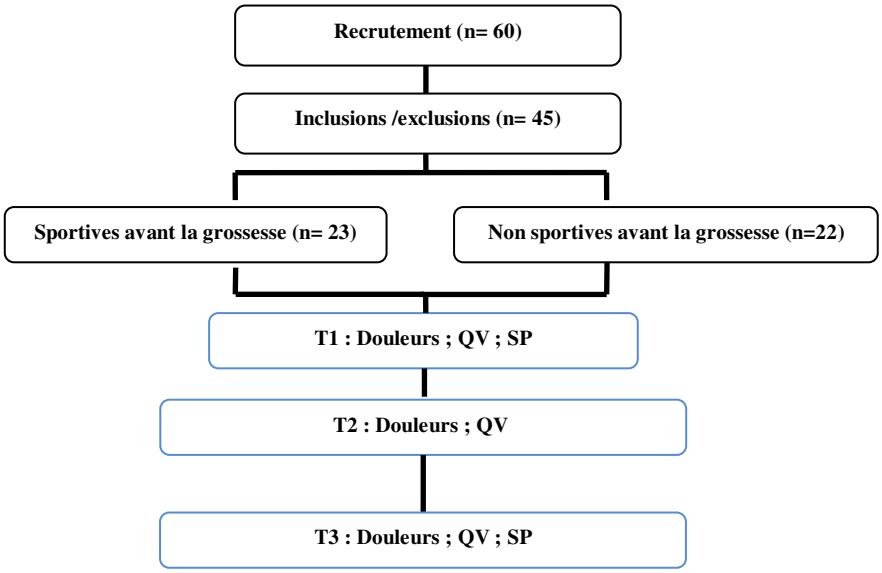


Figure II.11 : Le design de l'étude 2.

T1 : 24e semaine de la grossesse ; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : 2 à 4 mois en post-partum.

II.3.2.2. Procédures

Les mesures ont été réalisées à trois temps différents, T1 (24e semaine de la grossesse) ; T2 (36e semaine de la grossesse) et T3 entre 2 et 4 mois de PP. Trois types de mesures ont été réalisés : Douleurs, QV et SP.

II.3.2.2.1. Quantification des douleurs à partir du Brief Pain Inventory (BPI ; Cleeland & Ryan, 1994 ; version française du BPI)

Le questionnaire de BPI est concis sur les douleurs (version française du BPI : Cleeland & Ryan, 1994). Ce questionnaire est adapté pour l'évaluation rapide de l'intensité globale des douleurs neuropathiques et de leurs impacts. Il est utile pour le suivi thérapeutique. La quantification s'effectue de la façon suivante : Quatre items d'intensité douloureuse sont chacun cotés sur dix, sans score global. Les items A à G sont chacun cotés sur dix, avec un score global sur 70. La question concernant le pourcentage de soulagement est indépendante (Annexe 2).

Ce questionnaire a été complété afin de mieux connaitre les zones douloureuses, par ajout de questions sur les zones douloureuses. Ainsi, un paragraphe a été rajouté après la première question pour permettre aux participantes de déterminer plusieurs zones douloureuses et de les classer de la plus intense à la moins intense. De plus, le schéma

corporel a été changé par un autre plus précis, de corps de femme, avec des flèches qui identifient les principales parties du corps.

L'utilisation de la version courte du BPI nous permet de déterminer les zones douloureuses chez les participantes (les douleurs et leur étendue peuvent être reportées par la participante elle-même sur un schéma corporel), l'intensité de la douleur au cours de la semaine précédente et au moment où la participante passe l'expérimentation ainsi que l'influence de la douleur sur les AVQ. Les questions de soulagement par un (des) médicament(s) nous permettent d'exclure la participante qui prend des médicaments pour soulager les maux causés par des TMS en PP afin de ne pas influencer les mesures.

II.3.2.2.2. Quantification de la Qualité de Vie à partir du questionnaire SF36 (Ware & Sherbourne 1992)

La QV, l'état de santé et la fatigue chez nos participantes ont été évalués à T1, T2 et T3 par le questionnaire généraliste SF36 développée par John Ware aux Etats-Unis dans le cadre de l'étude (Médical Outcome Study ; Ware & Sherbourne 1992) (Annexe 3).

II.3.2.2.3. Quantification de la Santé Physique à partir de 5 tests de la littérature

La SP est mesurée à l'aide de 5 tests dont seulement 2 à T1 pour éviter tout risque à proximité immédiate de la grossesse. Il s'agissait du :

- test de la flexibilité 'Sit and Reach Flexibility Test' (T1 & T3 : Wells & Dillon 1952) ;
- test d'équilibre 'Stork Balance Stand Test' (T3 : Johnson & Nelson 1979) ;
- test de renforcement musculaire 'Eurofit Sit Up Test' (T3 : Oja & Tuxworth 1995) ;
- test de Ruffier Dickson (T3 : Engel 1977) ;
- et du test de marche de six minutes (T1 et T3 : Solway et al. 2001).

Ils vont être présentés successivement dans les parties suivantes.

II.3.2.2.3.1. Teste de flexibilité 'Sit and Reach Flexibility Test' (Wells& Dillon 1952).

Objectif : Ce test a été décrit par Wells & Dillon (1952) et demeure largement utilisé comme un critère général de souplesse. Ce test de flexion maximale du tronc permet de mesurer la flexibilité du tronc et des muscles ischio-jambiers. De plus, il est important dans le cadre de la lombalgie car il permet d'estimer la raideur au niveau de la lordose lombaire lors de l'inclinaison du bassin vers l'avant (Wells & Dillon 1952).

Équipements utilisés : Une boite de bois avec les dimensions suivante, longueur 12 cm, largeur 12 cm, hauteur 10 cm. Par contre, les dimensions de la pièce qui est située en haut de la boite sont de 21 cm x 12 cm (Figure II.12).

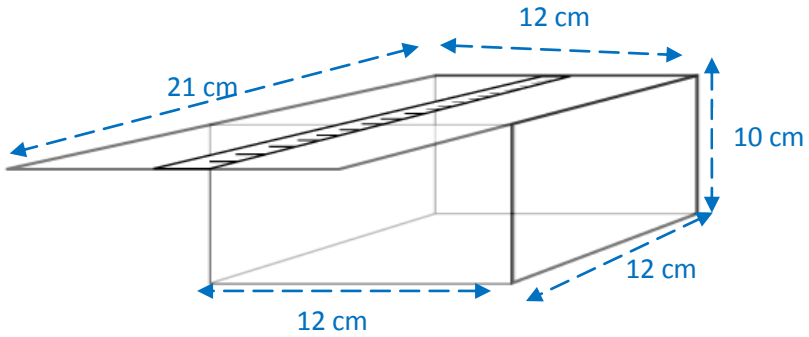


Figure II.12 : La boite de bois utilisée pour le test de flexibilité.

Procédure : La participante doit être assise sur un tapis avec les jambes tendues (genoux verrouillés en extension) et les pieds nus. Elle doit placer les plantes des pieds contre la boite du bois et le bas du dos contre un mur. Elle doit se pencher deux fois vers l'avant le plus loin possible pour faire glisser les mains, qui sont mises l'une sur l'autre, sur la règle située sur la boite, puis elle doit tenir cette position pour la troisième fois pendant 2 secondes minimum pour prendre les mesures (Figure II.13). La passation du test demande 1 à 2 min.

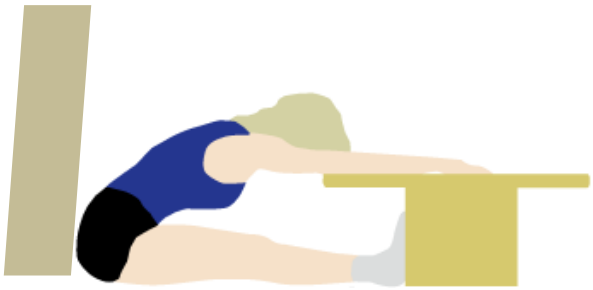


Figure II.13 : Position du corps pendant le teste de flexibilité.

Score : Le score est mesuré au demi-centimètre le plus proche du bout des doigts des mains. Le score zéro doit être enregistré au niveau des métatarses des pieds. Le Tableau II.15 donne un guide général pour les scores attendus (en cm et en pouces). Il est cependant important de garder à l'esprit qu'il s'agit d'un test global et qu'il ne permet donc pas de distinguer spécifiquement la raideur ou la souplesse de telle ou telle zone anatomique mais bien la souplesse globale de l'ensemble de la chaine postérieure.

	Hommes		Femmes	
	cm	**pouces**	**cm**	**pouces**
super	> +27	> +10,5	> +30	> +11,5
excellent	+17 à +27	+6,5 à +10,5	+21 à +30	+8,0 à +11,5
Très bien	+6 à +16	+2,5 à +6,0	+11 à +20	+4,5 à +7,5
Bien	0 à +5	0 à +2,0	+1 à +10	+0,5 à +4,0
Moyen	-8 à -1	-3,0 à -0,5	-7 à 0	-2,5 à 0
Faible	-20 à -9	-7,5 à -3,5	-15 à -8	-6,0 à -3,0
Très faible	< -20	< -7,5	< -15	< -6,0

Tableau II.15: Evaluation de la performance en cm et en pouce pour le test de flexibilité selon Wells & Dillon (1952).

II.3.2.2.3.2. Test d'équilibre 'Stork Balance Stand Test' (Johnson & Nelson 1979)

Objectif : Mesurer la capacité d'équilibre sur la plante des pieds.

Équipements utilisés : Une surface plane antidérapante, un chronomètre.

Procédure : De la position débout, avec les pieds nus, les mains sont placées sur les hanches, le pied non-supporté est placé contre le genou de la jambe de support (Figure II.14). La participante soulève le talon de la jambe d'appui pour effectuer le balancement sur la plante du pied. Le chronomètre est lancé quand le talon est soulevé du sol. Le chronomètre est arrêté et le test se termine dans l'un des cas suivants :

1- Une ou les deux mains se détachent des hanches.
2- Le pied de support pivote ou se déplace dans n'importe quelle direction.
3- Le pied non-supporté perd le contact avec le genou.
4- Le talon du pied supporté touche ou appuie au sol.

La participante dispose de 3 essais et la passation du test demande 2 à 3 min.



Figure II.14 : Position du corps pendant le teste de l'équilibre

Score : Le résultat du test est le meilleur score entre les trois essais. Le Tableau II.16, donne un guide général pour les scores attendus (Johnson & Nelson 1979).

Mentions	Score (seconds)
Excellent	> 50
Bien	40 - 50
Moyen	25- 39
Faible	10 – 24
Très faible	< 10

Tableau II.16 : Evaluation de la performance au test d'équilibre selon (Johnson & Nelson 1979).

II.3.2.2.3.3. Test ESUT 'Eurofit Sit Up Test' (Oja & Tuxworth 1995)

Objectif : Mesurer l'endurance et le renforcement musculaire pour les muscles abdominaux et les muscles fléchisseurs de hanches.

Équipements utilisés : Un tapi, un chronomètre, un papier et un stylo.

Procédure : De la position couchée sur le dos, les genoux bien fléchis, les pieds s'appuient contre le sol, les mais sont placées derrière la tête. La participante doit lever le tronc jusqu'à arriver à la position verticale par rapport au sol, puis elle doit retourner à la position de départ (replacer le dos en contact avec le tapis). L'examinateur doit maintenir les deux pieds au sol avec les mains durant le déroulement de ce test (Figure II.15). La participante n'est pas autorisée à donner des à-coups ni à croiser les doigts derrière la tête pour 'tirer' sur celle-ci avec les bras. La passation du test demande 1 à 2 min.

Score : Le nombre maximal de répétitions correctement effectuées pendant 30 secondes est retenu. Par contre, l'essai ne sera pas compté si au moins un des cas suivants arrive pendant le déroulement du test.

1- Les mains quittent leur position de derrière la tête.
2- Les pieds sont levés du sol.
3- Les fesses sont levées du sol.
4- Le tronc n'arrive pas à la position verticale avec le sol.
5- L'angle des genoux a dépassé les 90°.



Figure II.15 : Test des muscles abdominaux et fléchisseurs de hanches (Oja & Tuxworth 1995).

II.3.2.2.3.4. Test de Ruffier Dickson (Engel 1977)

Le test dit de Ruffier (ou test de Ruffier-Dickson) est un test utilisé classiquement pour estimer l'aptitude d'un sujet à la pratique sportive. Il peut être, par exemple, pratiqué par le médecin avant de délivrer un certificat médical de non contre-indication à une pratique sportive.

Objectif : Estimer l'adaptation et la récupération cardiaque à un effort ou plus généralement déterminer un indice de résistance du cœur à l'effort.

Équipements utilisés : Chronomètre.

Procédures : Il s'agit de mesurer la FC à trois moments importants de l'adaptation du cœur à un effort standardisé (Figure II.16) :

1- *Détermination de la FC de repos « Fc0 »*. Au repos, c'est à dire lorsque la participante entre dans l'endroit où l'on fait les mesures après 5 min d'inactivité. On prend la précaution de maintenir au moins quelques minutes de relaxation et de détente pour

retrouver une FC proche de celle de repos. Le sujet est au repos, allongé. La FC est mesurée manuellement (pouls radial ou pouls carotidien selon celui le plus facilement perceptible). On note à ce moment-là, la FC de repos (Fc0) prise sur 15 s.

2- *Détermination de la FC à l'effort « Fc1 ».* Immédiatement après l'exercice dit de Ruffier Dickson : il faut relever la FC d'effort avant le frein vagal. L'exercice consiste à réaliser 30 flexions des jambes en 45 s (passage de la position 'debout' à la position 'accroupi'). Pour tenir un rythme régulier, il est demandé à la participante d'aligner les flexions sur les battements d'un métronome réglé à 30 battements / 45 s. La participante est en tenue qui permet de réaliser ces flexions en absence de gênes. Les pieds sont écartés l'un de l'autre d'environ 20 cm, les fesses doivent toucher les talons en fin de flexion (flexions talons/fesses). Le buste rester droit en descendant et en remontant et le mouvement se finit jambes tendues. La position des bras est tendues à l'horizontal.
3- *Détermination de la FC de repos après effort « Fc2 ».* La 2e mesure est de nouveau la FC après une minute de repos selon la même méthodologie.

Ces trois FC sont utilisées pour le calcul de l'indice de Ruffier ou l'indice de Ruffier-Dickson qui permettra d'estimer l'aptitude globale. Elles sont mesurées par le même opérateur et le même outil, dans les mêmes conditions. La passation du test demande environ 4 à 5 min.

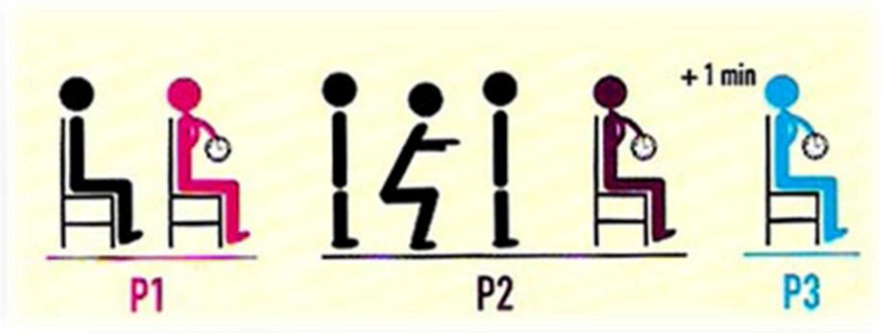


Figure II.16 : Déroulement du test d'évaluation de l'aptitude à l'effort (Engel 1977).

Le score de l'indice de Ruffier Dickson : Il existe deux formules de calcul. Certains auteurs utilisent la formule de l'indice de Ruffier, l'autre de l'indice de Ruffier-Dickson. Il n'est pas aujourd'hui déterminé que l'un ou l'autre des calculs ait un avantage précis.

- (Fc0 + Fc1 + Fc2 – 200) / 10 = indice Ruffier (appliquée dans notre étude).
- [(Fc1 – 70) + 2 x (différences Fc2–Fc0)] / 10 = indice Ruffier-Dickson

L'indice de Ruffier ou l'indice de Ruffier Dickson permettra de définir ce que l'on appelle un 'cœur athlétique' et un 'cœur insuffisant'. On peut également classer les sujets de très bonne adaptation à l'effort jusqu'à mauvaise adaptation (Tableau II.17).

Pour l'adulte	
Mention	**Indice**
Très bon	0-5
Bon	5-10
Moyen	10-15
Faible	15-20

Tableau II.17 : Evaluation de l'indice selon Engel (1977).

II.3.2.2.3.5. Test de marche de six minutes (Solway *et al.* 2001)

Plusieurs tests de la marche sont utilisés par Solway *et al.* (2001), dont le test de marche de 6 et de 2 min. Ces derniers concluent que le test de marche de six minutes est facile à administrer, mieux toléré et se rapproche plus des activités quotidiennes que les autres tests.

Objectif : Evaluation de la capacité fonctionnelle à un niveau sous-maximal qui est celui de la plupart des AVQ.

Équipements utilisés : Un couloir de 30 m et un chronomètre.

Procédures : Ce test consiste réaliser la plus grande distance possible, à vitesse constante, sur une surface plane et en 6 min (Figure II.17). Des aller/retour sont réalisés sur les 30 m.

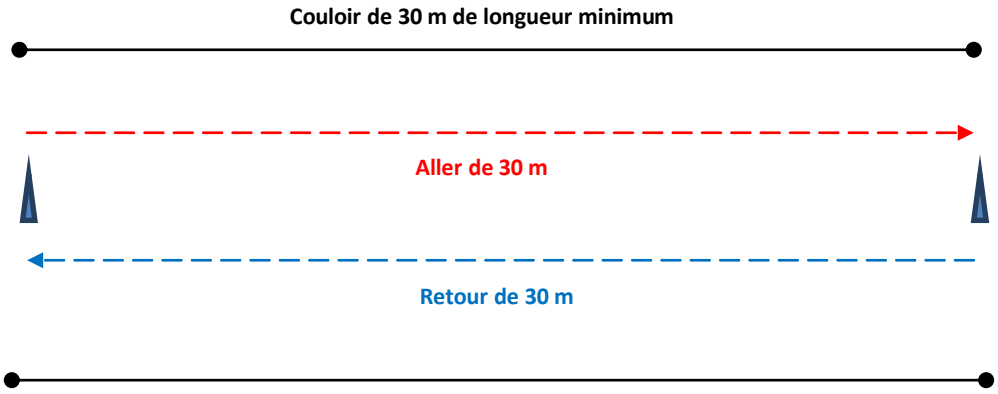


Figure II.17: Procédure du test de marche de six minutes (Solway *et al.* 2001).

II.3.3. Statistiques

La normalité de la distribution des données a été vérifiée par le test de Kolmogorov-Smirnov et le test de Lilliefors. Une ANOVA non-paramétrique (test de Kruskal Wallis 'KW') a été choisie pour les données non-normales et une ANOVA à un facteur a été appliquée sur les données qui suivent une loi normale. Vu que les tests statistiques sont répétés deux fois, le test entre les groupes est considéré significatif si $p \leq 0,025$ (correction de Bonferroni). Les comparaisons intra-groupes ont été réalisées à l'aide du logiciel Statistica 9 (Statsoft ©).

II.3.4. Résultats

II.3.4.1. Caractéristiques générales à T1

A T1, aucune différence significative n'est observée entre les participantes sportives avant la grossesse 'GIS' et les participantes non sportives avant la grossesse 'GINS' concernant les caractéristiques d'âge et de Body Mass Index (BMI) : âge (28 ± 4 *vs* 28 ± 3 ans ; (H=0,47 ; p=0,48) ; BMI (26 ± 4 *vs* 28 ± 4 ; F=0,25 ; p=0,62). Les autres résultats seront présentés dans deux parties, la première pour les comparaisons inter-sessions pour l'ensemble des participantes (T1 *vs* T2 ; T2 *vs* T3 et T1 *vs* T3), et la seconde pour les comparaisons GIS(AE) *vs* GINS(AE) en intra puis en inter-sessions.

II.3.4.2. Comparaisons inter-sessions pour l'ensemble des sujets

II.3.4.2.1. T1 *vs* T2

Pour l'intensité des **douleurs**, (BPI) à T2 comparée à T1, une augmentation significative de l'intensité de douleurs est observée au niveau des jambes (H=7,92 ; p<0,01) ; du bas de dos (H=6,95 ; p<0,01) ; du bassin (H=5,02 ; p=0,02) ; du pelvis inferieur (H=6,94 ; p<0,01) et pour l'interférence douloureuse (H=4,52 ; p=0,02) (Figure II.18a). En outre, les mesures de la **QV** montrent une diminution significative dans tous les items de la SF36 en T2 comparé à T1 (Tableau II.18). Les mesures de la **SP** n'ont pas été faites à T2 pour la sécurité des femmes enceintes et de leur fœtus.

II.3.4.2.2. T2 *vs* T3

Concernant la comparaison de l'intensité des **douleurs** en inter-sessions T2 *vs* T3, l'intensité des douleurs est significativement diminuée en T3 comparée à T2, pour les jambes (H=7,91 ; p<0,01) et pour le pelvis inferieur (H=6,93 ; p<0,01) (Figure II.18a). Par contre, les items de la **QV** ont diminué ou se sont stabilisés en T3 comparé à T2 (Tableau II.18). Les mesures de la **SP** n'ont pas été faites à T2 pour la sécurité des femmes enceintes et leur fœtus.

II.3.4.2.3. T1 *vs* T3

Une intensité des **douleurs** significativement plus élevée en T3 comparé à T1 est observée au niveau du haut du dos avant d'appliquer la correction de Bonferroni mais qui disparait après celle-ci (H=3,92 ; p=0,04), et au niveau de cou (H=6,65 ; p=0,01) (Figure II.18a). Les items de la **QV** ont significativement diminués en T3 comparés à T1 (Tableau II.18). En ce qui concerne la **SP** une diminution significative de la souplesse est observée (H=21,31 ; p<0,0001) et une diminution dans la capacité fonctionnelle pour le test de 6 min de marche (H=33,69 ; p<0,0001) (Figure II.18b).

Items (SF36)	T1 *vs* T2	T2 *vs* T3	T3 *vs* T1
N=45	**Valeur de p et de H** **Diminution dans la QV**	**Valeur de p et de H** **Diminution ou stabilisation dans la QV**	**Valeur de p et de H** **Diminution dans la QV**
Fonctionnement physique	H= 18,68 **p<0,0001**	H= 20,59 **p<0,0001**	H= 67,72 **p<0,0001**
Rôle physique	H= 13,73 **p<0,0001**	H= 18,96 **p<0,0001**	H= 60,17 **p<0,0001**
La douleur du corps	H= 11,01 **p<0,0001**	H= 16,13 **p<0,0001**	H= 47,69 **p<0,0001**
État de santé général	H= 33,24 **p<0,0001**	H= 29,82 **p<0,0001**	H= 57,44 **p<0,0001**
Vitalité	H= 23,23 **p<0,0001**	H=3,89 p=0,04	H= 26,77 **p<0,0001**
Fonctionnement social	H= 13,21 **p<0,0001**	H= 27,01 **p<0,0001**	H= 40,73 **p<0,0001**
Rôle-émotionnel	H= 13,13 **p<0,0001**	H= 2,81 p=0,09	H= 48,37 p<0,0001
Santé mentale	H= 15,92 **p<0,0001**	H= 16,49 **p<0,0001**	H= 33,46 **p<0,0001**
Score global	H= 45,47 **p<0,0001**	H= 48,58 **p<0,0001**	H= 69,83 **p<0,0001**

Tableau II.18 : Comparaison inter-sessions pour l'ensemble des participantes pour la qualité de vie (SF36).

T1 : 24e semaine de la grossesse ; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum.

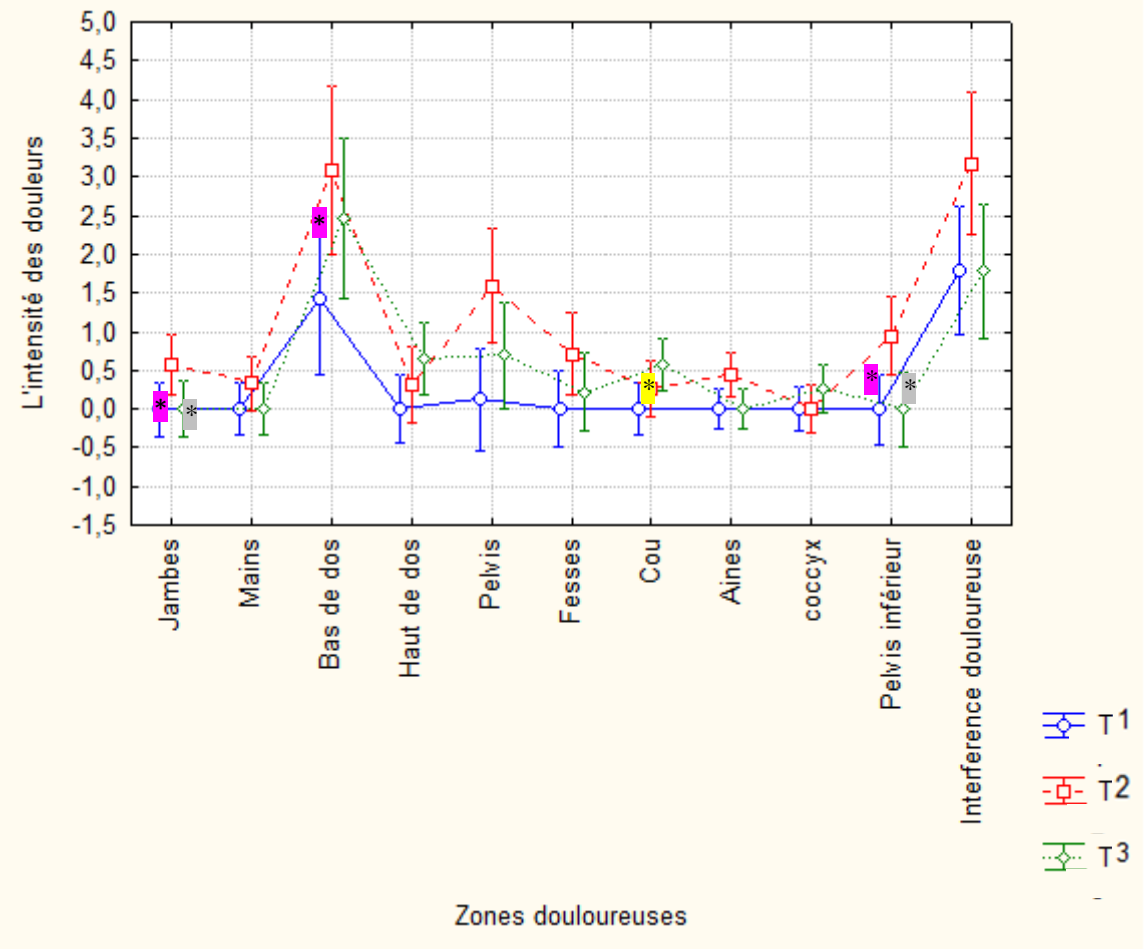


Figure II.18a : Mesures des douleurs pour l'ensemble des participantes en T1 ; T2 et T3.

*T1 : 24e semaine de grossesse ; T2 : 36e semaine de grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; *= p<0,01 pour T1 vs T2 ; *=p<0,01 pour T2 vs T3 ; *=p<0,01 pour T1 vs T3.*

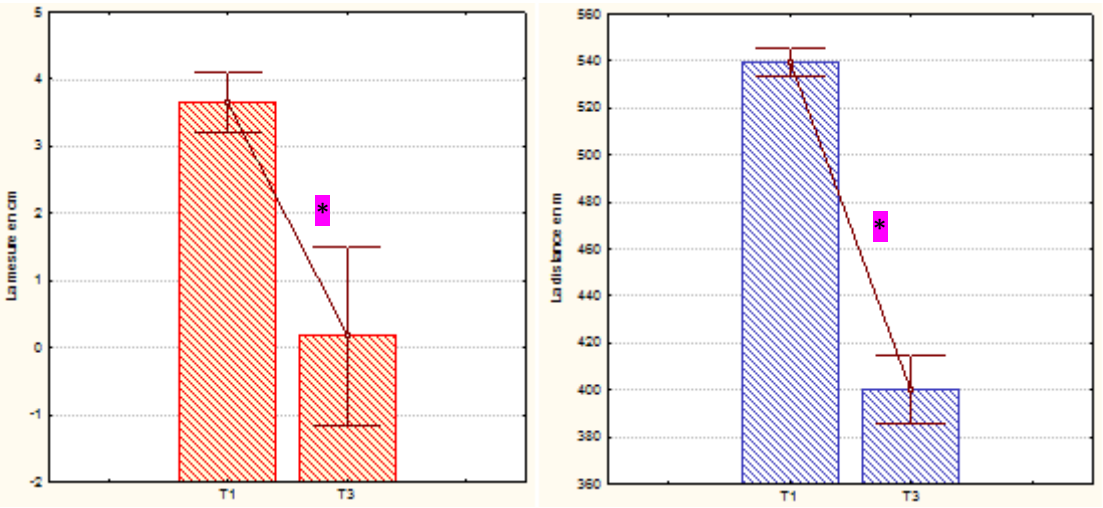


Figure II.18b : Résultats du test de souplesse (gauche) et test des 6 min (droite) pour T1 *vs* T3.

*T1 : 24e semaine de grossesse; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; *= p<0,0001.*

II.3.4.3. Comparaisons sportives *vs* non sportives

Les comparaisons entre S et NS sont faites en intra-sessions pour les trois temps (T1 ; T2 et T3) puis en inter-sessions, donc une correction du Bonferroni a été appliquée et le test statistique est considéré significatif si $p \leq 0,01$.

II.3.4.2.1. Comparaisons intra-session

A T1, aucune différence significative n'est observée entre le GIS et le GINS concernant les **douleurs** (BPI), le test de KW ne montre pas de différences significatives pour toutes les parties de ce questionnaire ni pour l'interférence douloureuse (H=0,86 ; p=0,97) (Figure II.19a). Pour la **QV** (SF36), aucune différence significative n'a été trouvée concernant les 8 items du SF36, ainsi que pour le score final de ce questionnaire (Tableau II.19). Concernant la **SP**, les deux tests physiques conservés pour cette période (six minutes de marche et le test de souplesse) ne montrent pas de différence significative (respectivement H=0,92 ; p=0,33 et H=3,04 ; p=0,08 ; Figure II.19b).

A T2 la comparaison inter groupe concernant l'intensité des **douleurs** (BPI), le test de KW ne montre aucune différence significative entre le GIS et le GINS (sauf pour le bas de dos $p<0,05$ qui n'est significatif qu'avant d'appliquer l'ajustement de Bonferroni), l'interférence douloureuse (H=1,37 ; p=0,24 ; Figure II.19b). En ce qui concerne la **QV** (SF36) aucune différence significative n'a été trouvée concernant les 8 items du SF36, ainsi que pour le score final de ce questionnaire (Tableau II.16). En T2 les mesures de la **SP** n'ont pas été faites pour la sécurité de la mère et du fœtus.

A T3 aucune différence significative n'est observée en inter-groupes (GISAE *vs* GINSAE) en ce qui concerne les **douleurs** (BPI), l'interférence douloureuse (H=1,64 ; p=0,19 ; Figure II.19c). De même, pas de différence significative entre les deux groupes concernant la **QV** (SF36 ; Tableau II.19). Ensuite, concernant les cinq tests physiques de **SP** en T3, aucune différence significative entre les deux groupes n'est obtenue, après correction du p, en ce qui concerne le test de 6 min de marche (H=4,04 ; p=0,04), la souplesse (H=1,78 ; p=0,18), les abdominaux (H=5,35 ; p=0,02) et le test du Ruffier (H=0,01 ; p=0,92). Par contre, une différence significative a été trouvée pour le test de l'équilibre (H=6,43 ; p=0,01 ; Figure II.19d).

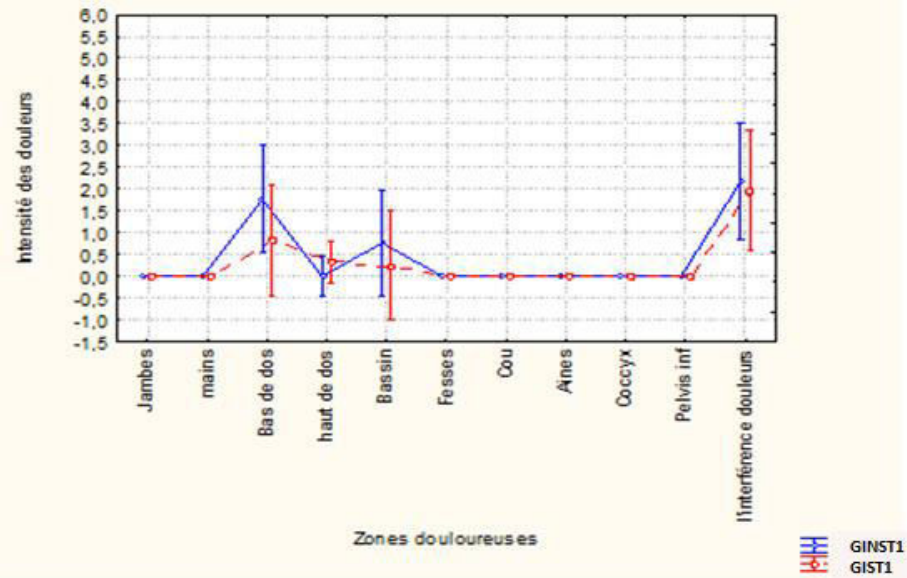


Figure II.19a: Intensité des douleurs chez les groupes GIS et GINS en T1.

T1 : 24e semaine de grossesse; GIST1: Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T1; GINST1 ; Groupe Non Sportives avant la grossesse en T1.

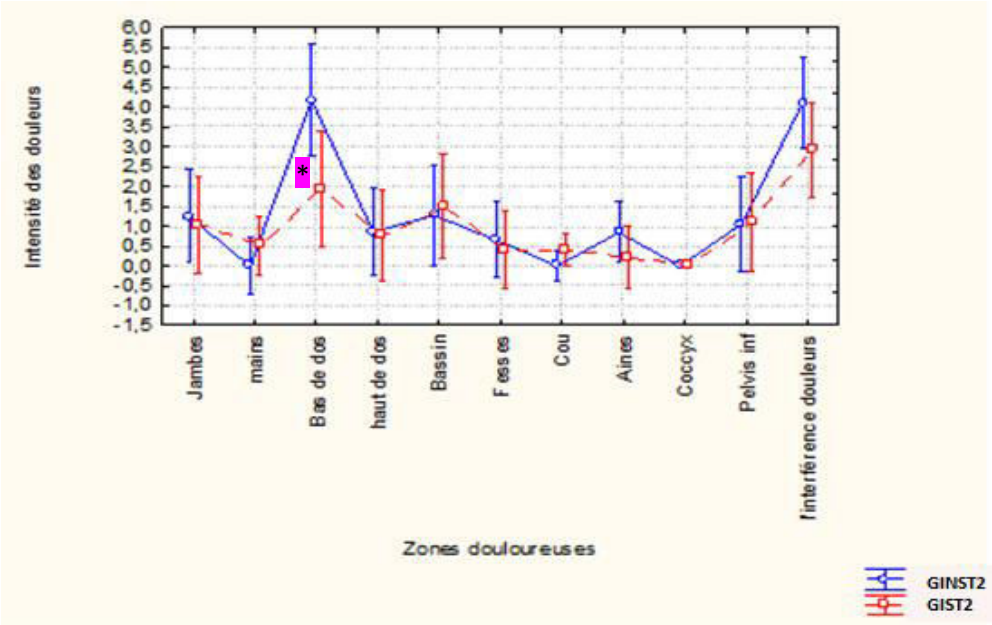


Figure II.19b: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T2.

*T2 : 36e semaine de la grossesse ; GIST2: Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T2; GINST2 ; Groupe Non Sportives avant la grossesse en T2.; * =p<0,05 (différence non significative après avoir appliqué l'ajustement de Bonferroni).*

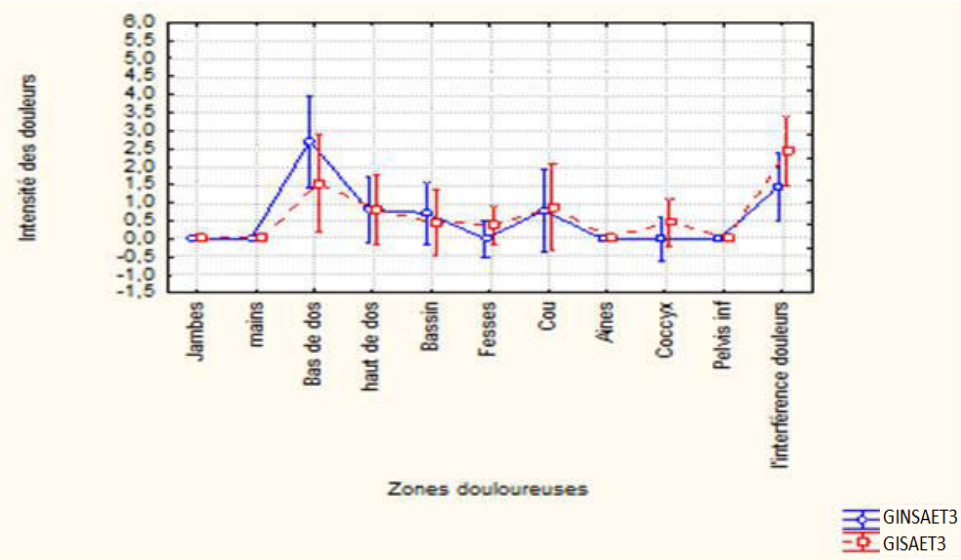


Figure II.19c: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T3.

T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum; GISAET3: Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T3; GINSAET3 ; Groupe Non Sportives avant la grossesse en T3.

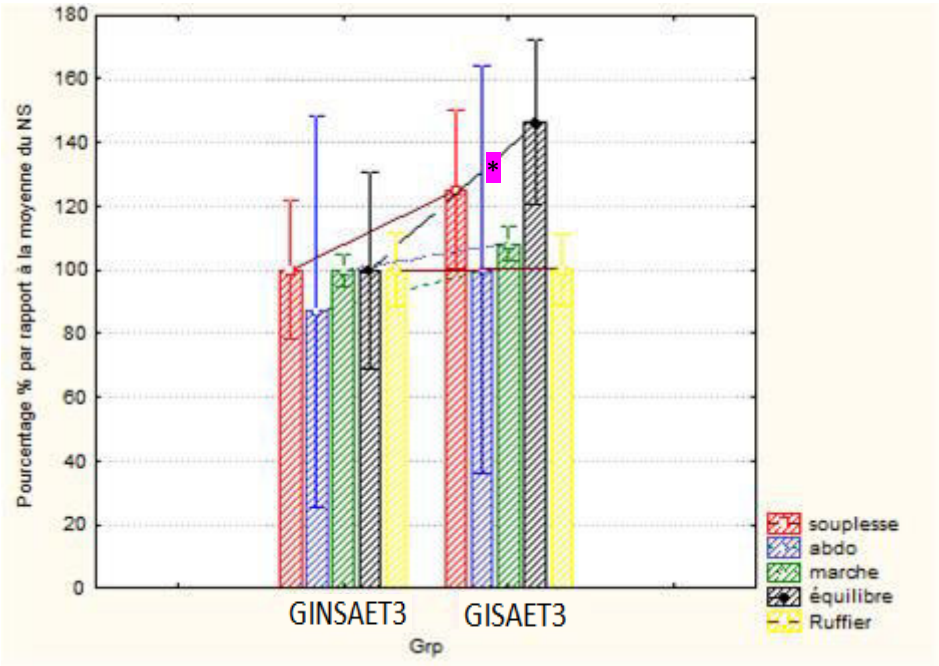


Figure II.19d : Résultats des tests de SP pour les groupes GISAE et GINSAE exprimés pour le S en pourcentage des NS pour la session T3.

*T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GISAET3: Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T3; GINSAET3 ; Groupe Non Sportives avant la grossesse en T3. ; * : p=0,01.*

II.3.4.2.2. Comparaisons inter-sessions

Les tests statistiques faits en intra groupe pour les deux groupes GIS(AE) et GINS(AE) montrent des différences significatives pour les mesures des **douleurs** (T1 *vs* T2) ; (T2 *vs* T3) et (T1 *vs* T3) (Figure II.20a et b). Ainsi, si aucune différence significative n'est trouvée concernant les trois temps des mesures (T1, T2 et T3) pour l'intensité des douleurs chez le groupe S (Figure II.20a) ; pour le groupe NS, l'intensité des douleurs au niveau des jambes et du bas du dos est plus élevée en T2 comparées à T1 ($p<0,05$) mais plus de façon non significative après la correction de la valeur de *p* (Figure II.20b). En T3 une diminution de l'intensité des douleurs des jambes $p<0,05$ (significative avant d'appliquer l'ajustement de Bonferroni) et de l'interférence douloureuse $p<0,01$ ont également été observées chez le GINSAE en T3 comparant au T1 (Figure II.20b). De plus, chez ce dernier groupe (GINSAE) l'intensité des douleurs est augmentée au niveau du cou en T3 comparé à T1 mais pas de façon significative $p>0,05$ (Figure II.20b).

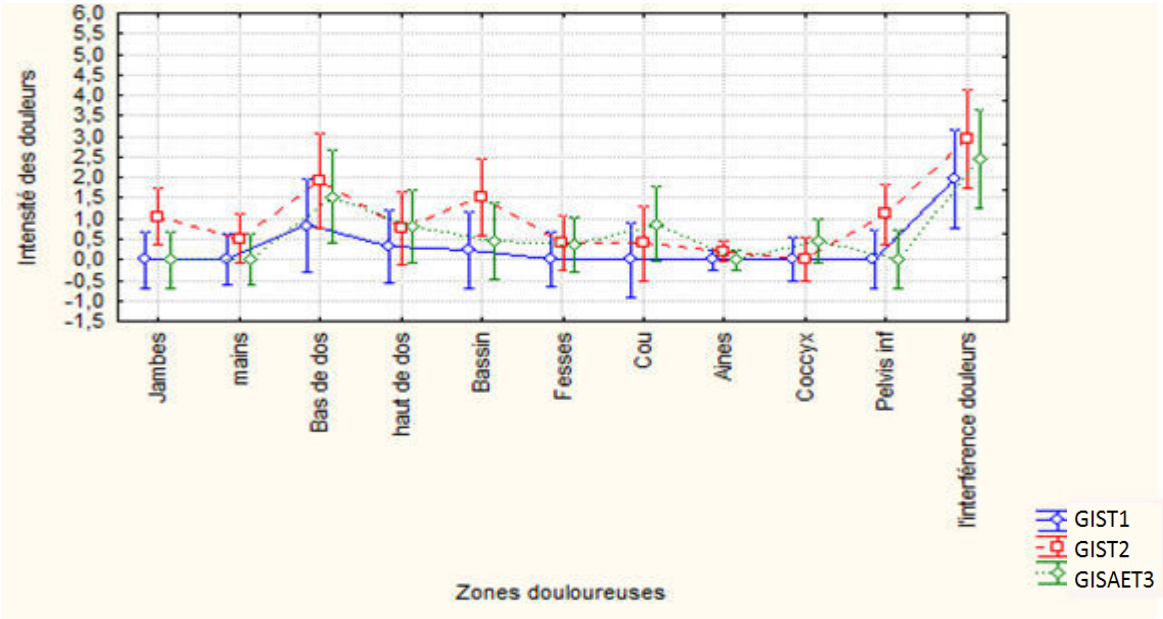


Figure II.20a : Intensité des douleurs pour le groupe S en T1, T2 et T3.

T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GIST1 : Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T1 ; GIST2 : Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T2 ; GISAET3 : Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T3.

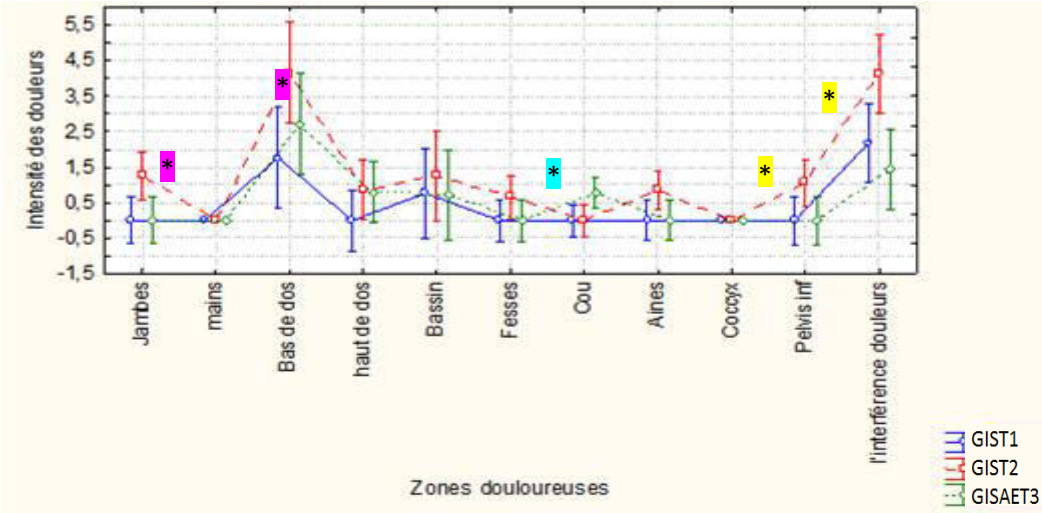


Figure II.20b : Intensité des douleurs pour le groupe NS en T1, T2 et T3.

*T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; NST1: Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1 ; NST2: Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T2 ; NST3 : Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T3 ; *=p<0,05 pour la comparaison T1 vs T2 ; *=p<0,05 pour la comparaison T2 vs T3 ; *=p<0,05pour la comparaison T3 vs T1.*

En ce qui concerne les mesures de QV, elles montrent une stabilisation ou une diminution dans les items du SF 36 avec le temps (T1 *vs* T2) ; (T2 *vs* T3) et (T1 *vs* T3) pour le S et le NS (Tableau II.19).

Temps	**T1**	**T2**	**T3**	**T1 *vs* T2**		**T2 *vs* T3**		**T1 *vs* T3**	
N=45	GIS *vs* GINS *p* value	GIS *vs* GINS *p* value	GISAE *vs* GINSAE *p* value	*p* chez le GIS stab. ou dim.	*p* chez le GINS stab. ou dim.	*p* chez le GIS(AE) stab. ou dim.	*p* chez le GINS(AE) stab. ou dim.	*p* chez le GIS(AE) stab. ou dim.	*p* chez le GINS(AE) stab. ou dim.
Fonct. physique	0,353	0,981	0,672	**0,005**	**<0,0001**	**0,002**	**0,001**	**<0,0001**	**<0,0001**
Rôle physique	0,738	0,290	0.082	**0,060**	**<0,0001**	**<0,0001**	**0,01**	**<0,0001**	**<0,0001**
La douleur du corps	0,972	0,485	0,221	0,04	**0,01**	**0,001**	**0,01**	**<0,0001**	**<0,0001**
État de santé général	0,536	0,9	0,717	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**
Vitalité	0,189	0,139	0,433	**<0,0001**	**<0,0001**	**0,01**	0,768	**<0,0001**	**<0,0001**
Fonctionnement social	0,671	0,468	0,780	**0,01**	**0,01**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**
Rôle-émotionnel	0,367	0,647	0,508	**0,01**	**0,01**	0,154	0,354	**<0,0001**	**<0,0001**
Santé mentale	0,827	0,436	0,606	**0,01**	**<0,0001**	**0,001**	**0,01**	**<0,0001**	**<0,0001**
Score global	0,954	0,846	0,408	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**

Tableau II.19 : Comparaison inter (T1 *vs* T2 *vs* T3) et intra session (GIS(AE) *vs* GINS(AE) des résultats de qualité de vie (SF36).

T1 : 24e semaine de la grossesse ; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GIS(AE) : Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse; GINS(AE) : Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse.

Les comparaisons intra groupe pour les mesures de la SP faites en T1 et T3 nous montrent qu'il y a une diminution significative pour la souplesse (H=5,95 ; p=0,01) et pour la vitesse de la marche (H=28,22 ; p<0,0001) pour le GIS(AE) et pour le GINS(AE) (respectivement H= 16,72; p<0,0001et H=23,93 ; p<0,0001) (Figure II.21).

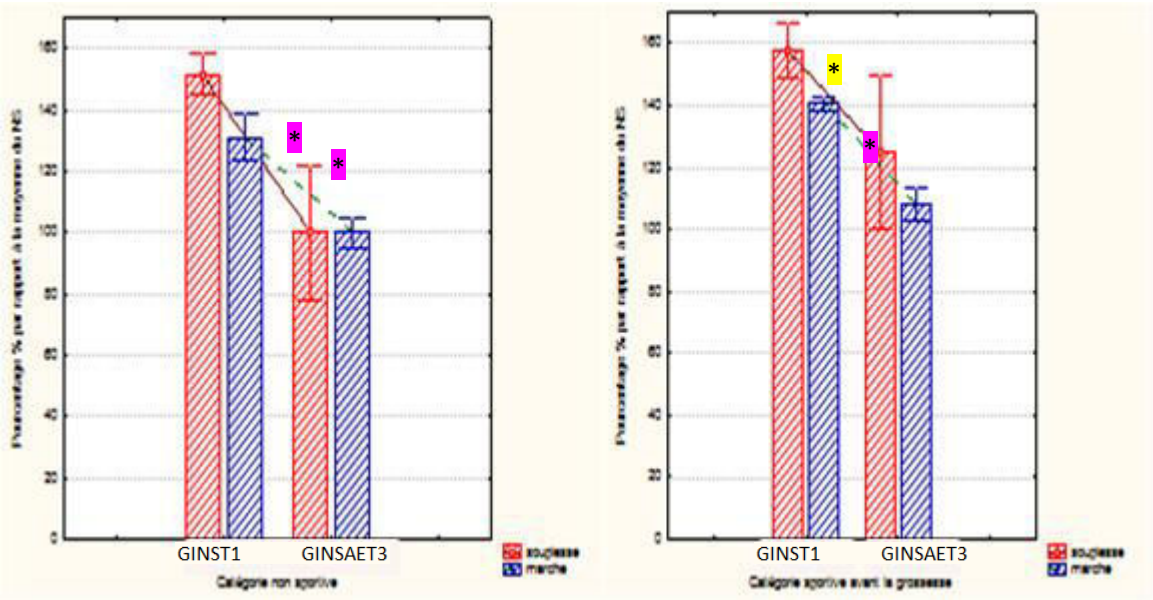


Figure II.21 : Résultats des tests physiques en T1 *vs* T3 pour les participantes déjà sportives et non sportives avant la grossesse.

*T1 : 24e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GINST1 : Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1 ; GINSAET3 : Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1 ; GIST1 : Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T1 ; GISAET3: Groupe Inactif déjà Sportives avant la grossesse en T1 ; * : p=0,01 ; * : p<0,0001.*

II.3.5. Synthèse des résultats de l'étude 2

Les deux tableaux suivants résument les résultats de l'étude 2. Le Tableau II.20a présente l'évolution, la diminution ou de la stabilisation pour les douleurs, la QV et la SP pour les trois périodes des mesures (T1, T2 et T3), pour l'ensemble du groupe et pour chaque sous-groupe indépendamment. Ensuite, le Tableau II.20b présente la différence entre les deux catégories (sportive et non sportive) pour les douleurs, la QV et la SP pour les trois temps des mesures (T1, T2 et T3).

Ensemble du groupe et les catégories	**Ensemble** des participantes			**Sportives** avant la grossesse			**Non sportives** avant la grossesse		
Aspects mesurés	Douleurs	QV	SP	Douleurs	QV	SP	Douleurs	QV	SP
T1 *vs* T2			-			-			-
T2 *vs* T3			-			-			-
T1 *vs* T3									

Tableau II.20a : Synthèse **inter-session** de l'evolution des douleurs, de la QV et de la SP pour les trois temps des mesures (T1, T2 et T3).

T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; : Valeurs stables ou diminués (pour certaines); : Valeurs en augmentation (toutes) ; : Valeurs en diminution (toutes) ; : Valeurs en augmentation (toutes) mais elles ne sont plus significatives après avoir appliqué l'ajustement de Bonferroni ; : Valeurs non significatives (toutes).

Catégories	Sportives *vs* Non sportives		
Aspects mesurés	Douleurs	QV	SP
T1			
T2			-
T3			

Tableau II.20b : Synthèse des différences **intra-session,** entre sportive et non sportives, des douleurs la QV et la SP, pour les trois temps des mesures (T1, T2 et T3)

T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; : Valeurs plus élevées chez les participantes sportives (test de l'équilibre) ; : Valeurs plus élevées chez les participantes non sportives (bas du dos) mais elles ne sont plus significatives après avoir appliqué l'ajustement de Bonferroni ; : Valeurs non significatives.

II.3.6. Discussion

Notre hypothèse dans cette étude était qu'avec les effets de la grossesse (surtout en fin de période), les femmes inactives durant la grossesse et non sportives avant celle-ci sont davantage susceptibles d'avoir des douleurs que les sportives et plus particulièrement au niveau du tronc. La seconde hypothèse est que ces douleurs pourraient être associées à une diminution de la QV et de la SP à la fin de la grossesse et en PP.

II.3.6.1. Limites méthodologiques

D'un point de vue méthodologique, cette étude comporte une limitation en ce qui concerne le recueil des mesures de la SP en T2 (à la fin de la grossesse), limitée pour des raisons de sécurité pour la femme ou son enfant. Ainsi, cette mesure n'a pas été faite à cette période pour éviter tout risque que pourraient entrainer les tests physiques correspondants. Ensuite, concernant les mesures de la SP, nous avons dû nous limiter à un nombre réduit de tests pour des raisons évidentes de sécurité. Nous avons donc privilégié des tests validés et à risque pratiquement nul pour les participantes tout en balayant un large éventail de qualités physiques. En effet, les tests choisis sont tout à fait réalisables par les participantes et surtout validés et largement utilisés dans la littérature scientifique (Mac Donncha *et al.* 1999) comme dans la pratique clinique et/ou sportive. Concernant l'utilisation du questionnaire BPI, celui-ci a déjà été testé et comparé avec d'autres échelles de douleurs dans la littérature (Keller *et al.* 2004). Même si les corrélations entre les questions du BPI et les échelles de douleurs dans la littérature sont généralement faibles à moyennes (r =0,34 à 0,81), le choix de ce questionnaire a été motivé par sa capacité à mesurer les zones douloureuses chez les participantes, mais aussi l'intensité des douleurs, les limitations fonctionnelles et l'influence des douleurs sur la vie quotidienne (Cleeland & Ryan 1994). Concernant le choix du SF36, même si plusieurs études ont monté que ses items n'incluent pas tous les éléments de la QV en général (Laupacis *et al*. 1989), cet instrument, très largement utilisé dans la littérature, demeure un indicateur fiable et statistiquement éprouvé de l'état fonctionnel, du bien-être, et de la perception de la santé générale (Ware & Sherbourne 1992). En définitive le choix des mesures 'questionnaires et tests physiques' a été fait avec prudence et rigueur afin de concilier la quasi absence de risque pour les participantes et le recueil des informations nécessaires à cette étude. Enfin, la dernière limite méthodologique majeure identifiée concerne le nombre de participantes réduit par sous-groupe (S [n=6] *vs* NS [n=6]) pour les GIAE comme pour les GISE. Cependant la lourdeur expérimentale et les difficultés de recrutement de participantes

volontaires ne nous ont pas permis de constituer des effectifs plus importants. Ainsi des différences ont pu être 'masquées' par la taille réduite de l'effectif associée à la correction du *p* pour tests multiples.

II.3.6.2. La douleur

Nous observons une augmentation significative de l'intensité des douleurs à la fin de la grossesse (T2) chez nos participantes sédentaires durant leur grossesse. Ces douleurs sont concentrées surtout au niveau des jambes, du bassin, du pelvis inférieur et du bas du dos. Ces résultats sont en accord avec les résultats obtenus par d'autres études qui mesurent le développement des douleurs à la fin de la grossesse chez des sujets sédentaires (Stuge *et al.* 2003). Ensuite, l'évaluation des douleurs en PP (T3) nous montrent que les douleurs au niveau du tronc qui surviennent à la fin de la grossesse, continuent après l'accouchement, avec un soulagement des douleurs des jambes et du pelvis inférieur de façon comparable à la littérature (Stuge *et al.* 2004). Ces auteurs montrent qu'en PP, les femmes sédentaires durant la grossesse ont une grande intensité de douleurs pour 47% d'entre-elles, avec une incapacité modérée. Les résultats montrent également que les participantes S avant la grossesse tendent à avoir des valeurs plus favorables pour l'intensité et la localisation des douleurs par rapport aux participantes NS avant la grossesse, mais les différences obtenues ne sont pas significatives. En effet, après avoir appliqué l'ajustement du Bonferroni sur les valeurs de p ($p \leq 0{,}01$) les différences 'perdent' quelques fois leur significativité, comme par exemple pour l'intensité des douleurs situées dans le bas de dos qui est plus élevée chez le NS comparé au S en T2. Ainsi, aucune différence entre ces deux catégories pour les trois temps des mesures (T1 ; T2 et T3) ne concerne l'intensité des douleurs subies par ce groupe sédentaire. Ceci pourrait s'expliquer, d'un côté, par les modifications physiologiques et biomécaniques, durant la grossesse, qui sont les mêmes chez les femmes athlètes et les non athlètes Clapp & Litde (1995). En effet, ces derniers chercheurs ont montré que la prise du poids à la 37e semaine de la grossesse était peu différente entre les athlètes et les non athlètes, avec une moyenne chez les athlètes de 13±0,5 kg et de 16,3±0.7 kg chez les non athlètes (Clapp & Litde, 1995). De plus, dès le 5e ou 6e mois de la grossesse, la lordose lombaire augmente progressivement chez les athlètes sportives Clapp & Litde (1995). Cette augmentation est associée à une inclinaison du bassin vers l'avant. Il en résulte un changement dans le centre de gravité et une tendance au tangage vers l'avant (Hale & Milne, 1996). Plusieurs chercheurs (Swensson *et al.* 1990 ; Östgaard *et al.* 1991 ; Béraud *et al.* 1995 ; Kristiansson & Svärdsudd 1996) ont indiqué que les modifications physiologiques et biomécaniques subie par les femmes durant la grossesse

sont responsables des douleurs qui apparaîtraient durant cette période. D'un autre côté, cette absence de différence entre nos participantes S et NS pourrait peut-être s'expliquer, au moins pour partie, par le type de sport pratiqué par nos S avant la grossesse. En effet, il y a certains types de sport qui entrainent une fatigue mécanique de l'appareil locomoteur, ou microtraumatismes, conduisant à des douleurs masquées durant la pratique régulière par une musculature puissante, comme les sports qui sollicitent le dos dans la réalisation de leurs mouvements (gymnastique, tennis...). L'arrêt de ces activités physiques régulières, voire de ce type de sport pour une longue période, chez les sportives, comme durant la grossesse, entraine une baisse de cette puissance musculaire ou condition physique générale, ne permettant plus de 'masquer' ces douleurs. Bien que très peu documenté dans la littérature, ce phénomène de survenue de douleurs lors de l'arrêt pour une certaine période d'une activité physique régulière est couramment rapporté par les sportifs, ou ancien sportifs, avançant en âge.

II.3.6.3. La qualité de vie

En ce qui concerne la QV, nous obtenons des valeurs qui se dégradent avec le développement de la grossesse (T2) pour arriver aux valeurs les plus basses en PP (T3). A notre connaissance, il y a très peu d'études qui visent à mesurer la QV chez les femmes durant la grossesse et/ou de façon très rapprochée après l'accouchement surtout chez les femmes sédentaires durant leur grossesse. Cependant, les résultats obtenus par notre étude sont en concordances avec ceux obtenus dans une autre étude qui visait à mesurer la QV chez deux groupes enceintes (actives et inactives) durant la grossesse (Stuge *et al.* 2003). Les résultats de ces chercheurs montrent une diminution significative dans les items de la QV chez le groupe sédentaire en PP (Stuge *et al.* 2003).

De plus, notre étude montre une diminution significative pour tous les items du SF36 en T2 comme parfois reporté dans la littérature (Brown *et al.* 2003). Ces derniers chercheurs ont trouvé que le fonctionnement physique, la santé générale, la vitalité, le fonctionnement social, la santé mentale sont fortement corrélés avec le niveau d'activité physique des femmes. Cependant, il semblerait important de réaliser des mesures plus précises de la 'quantité', de la 'qualité' et du type d'exercices d'activités physiques réalisés en PP pour tenter d'expliquer plus précisément la diminution des valeurs du SF36 chez nos participantes.

De même, la comparaison entre nos participantes déjà sportives et celles non sportives avant la grossesse, ne nous montre aucune différence significative entre les participantes de

ces deux sous-catégories, concernant tous les items de la QV. Ceci pourrait s'expliquer par l'intensité des douleurs qui est plus ou moins similaire chez les participantes de ces deux catégories. En effet, la diminution de la QV est corrélée avec les intensités des douleurs et du fonctionnement physique (Brown *et al.* 2000, Ramirez-Velez 2007, Tessier *et al.* 2007).

II.3.6.4. La santé physique

A notre connaissance, notre étude est la première à mesurer aussi largement les éléments de la SP des femmes autour de la grossesse à l'aide des tests physiques de terrain déjà validés dans la littérature scientifique, contrairement à un certain nombre de mesures de paramètres physiologiques de laboratoire plus largement utilisés (Augustsson 2009).

Dans l'ensemble, les scores de nos participantes sont similaires à ceux obtenus par les autres études sur des femmes non enceintes (Enright *et al.* 2003), pour le test de six minutes de marche tant à T1 qu'à T3 concernant la distance de **marche**.

Ensuite, concernant la **souplesse** de la chaine dorsale nous avons obtenu des valeurs significativement plus faibles en T3 comparé à T1 chez nos participantes sédentaires durant la grossesse. Les valeurs obtenues en T1 (3 ± 1 cm) sont dans la plage des scores moyens (-7 cm à 0 cm) selon le 'guide général' de ce test (Wells & Dillon 1952) mais les scores de la souplesse en T3 ont diminué significativement (0,17 ± 4) ce qui tend à montrer qu'entre 2 et 4 mois de PP la femme sans activité physique spécifique durant la grossesse reste « plus raide » et aurait probablement besoin d'un travail spécifique dans ce domaine.

Globalement nos résultats sur la SP montrent que la sédentarité durant la grossesse et surtout à la fin de celle-ci entraine des douleurs plus ou moins concentrées dans le tronc, qui entrainent à leur tour une limitation dans les AVQ et donc pourraient contribuer à la diminution de la QV. La relation entre ces deux éléments a déjà été montrée par plusieurs études. Une corrélation positive entre les limitations fonctionnelles chez leurs sujets et la diminution de la SP a déjà été reportée (Choe *et al.* 2001).

Ensuite, les résultats statistiques entre le **S et le NS** montrent qu'il y a une tendance à avoir une différence pour le test de six minutes de la marche et le test des abdominaux, avec des valeurs plus favorables pour le S, mais ces différences perdent leur significativité en appliquant l'ajustement du Bonferroni ($p \leq 0,05$ mais pas à 0,01). L'absence de différence est observée entre les participantes déjà S et les participantes NS avant la grossesse pour presque

tous les tests physiques en T3 (sauf le test d'équilibre que nous traiterons à part). Ainsi, l'intensité des douleurs, mesurées par le BPI, pour toutes les zones corporelles est similaire chez les deux groupes S & NS même pour l'interférence douloureuse de ce questionnaire en T3. Par contre, le test statique nous a montré une différence significative entre le S et le NS concernant le test de l'équilibre, avec des valeurs plus importantes chez le S comparé au NS traduisant un meilleur équilibre. Ceci pourrait s'expliquer par le BMI qui est significativement plus élevé chez le NS comparé au S (23±2 chez le S *vs* 27±4 chez le NS ; H=14,07 ; p<0,001) en T3. En effet, la corrélation positive a déjà été montrée dans la littérature scientifique, entre un faible BMI et le bon équilibre postural (Greve *et al.* 2007). Il pourrait aussi s'expliquer par une meilleure capacité d'utilisation des informations sensorielles en situation perturbée stimulée par l'entrainement sportif.

II.3.6.5. Approche globale

A notre connaissance, il s'agit de la première étude s'intéressant simultanément aux douleurs, à la QV et à la SP, autour de la grossesse chez des participantes sédentaires en distinguant S et NS avant la grossesse. Les résultats obtenus laissent supposer que les douleurs qui arrivent à la fin de la grossesse sont à l'origine de la limitation fonctionnelle chez les femmes enceintes. Par ailleurs, ces douleurs nuisent à la SP chez les femmes autour de la grossesse et elles pourraient ensuite diminuer la QV. En effet, la relation douleurs-SP a déjà été montrée dans la littérature (Rippentrop *et al.* 2005) et indique une corrélation négative entre la SP et les douleurs chez leurs participants souffrant de TMS. Ensuite, la relation douleurs-QV a une corrélation négative d'après plusieurs études (Stuge *et al.* 2003 par exemple). L'intensité des douleurs et le disfonctionnement, chez leurs participantes enceintes souffrant de douleurs lombopelviennes, sont diminuées sur l'échelle d'Oswestry avec une augmentation de la QV (mesurée à l'aide du SF36 ; Stuge 2003). En outre, la corrélation SP-QV a déjà été montrée (Häkkinen *et al.* 2010), et indique que les participants qui ont des scores élevés sur les tests physiques, ont en parallèle des scores très favorables sur les items du SF36.

Globalement la sédentarité durant la grossesse semble avoir sensiblement le même effet chez les participantes S et NS avant la grossesse. Probablement, ces participantes ont eu les mêmes modifications biomécaniques, physiologiques et corporelles durant la grossesse

comme cela a déjà été monté par plusieurs études (Östgaard & Anderson 1991 ; Clapp *et al.* 1992). C'est probablement pour cela également que les douleurs et leurs intensités ne se différencient pas entre les S et NS autour de la grossesse les amenant à un même niveau de la QV et plus ou moins aux mêmes scores de SP. Il serait cependant intéressant de réaliser un suivi longitudinal PP de plus longue durée pour vérifier ces observations à relativement court terme.

II.3.7. Conclusion

Nos résultats montrent que la sédentarité durant la grossesse est associée à des douleurs qui peuvent affecter la SP chez les femmes, ce qui peut contribuer à la diminution de la QV autour de la grossesse. Un moyen de lutter contre ces douleurs semble nécessaire pour éviter la détérioration de la SP et de la QV. Les AP pour les femmes enceintes présentent un intérêt croissant ces dernières années au regard du nombre d'études scientifiques publiées. Une majorité d'études confirment l'avantage et l'efficacité de l'AP pour la prévention des problèmes liés à la grossesse et/ou au PP (comme les douleurs par exemple). Il semblerait donc intéressant d'évaluer l'impact d'un programme de gymnastique d'entretien chez des participantes enceintes sur les différents paramètres mesurés.

II.4. Synthèse des deux études comparant sportives et non sportives

Les principaux résultats de nos deux premières études montrent que la sédentarité durant la grossesse provoque des douleurs qui sont plus ou moins concentrées au niveau du tronc. Ces résultats sont cohérents avec ce qui est déjà montré dans la littérature scientifique concernant le manque d'activité physique adapté durant la grossesse (Stuge *et al.* 2003 ; Elden *et al.* 2005 ; Garshasbi & Zadeh 2005). Ensuite, concernant les douleurs évaluées dans ces deux études par le questionnaire BPI, elles atteignent leur maximum à la fin de la grossesse (à la 36e semaine). De plus, nous avons montré que ces douleurs et leur intensité élevée, à la fin de la grossesse, sont associées à des réductions des capacités fonctionnelles chez nos participantes enceintes. Ces résultats sont en accord avec ceux de la littérature (voire par exemple Larsen *et al.* 1999). Ces réductions fonctionnelles entrainent notamment une diminution de la vitesse de la marche qui ne semble pas être intégrée par les participantes qui sous-estiment le temps de traversée et se mettent ainsi en danger (Holland & Hill, 2009). Ces réductions fonctionnelles seraient également responsables, au moins pour partie, de la

diminution de la QV (Choe *et al.* 2001) et la SP (Brown *et al.* 2003) à la fin de la grossesse et en PP observée dans la deuxième étude.

Ensuite, être déjà S ou NS avant la grossesse ne semble pas donner beaucoup d'avantage lorsqu'il y a sédentarité durant la grossesse, même si des tendances semblent se dégager, probablement amoindrie par les effectifs faibles. Ces résultats nous semblent devoir être confirmés sur des effectifs plus importants. Cependant, les participantes primipares et déjà S dans la première étude (temps de traversée de rue) sous-estiment toujours leurs temps de passage, vraisemblablement à cause des douleurs qui gênent la perception de son corps (capacité fonctionnelle). Par contre, malgré la diminution de la vitesse de la marche entrainée par les douleurs, nous avons observé que les participantes de la même catégorie (S) et non primipares estiment correctement leur temps de traversée sans trottoirs. Ceci pourrait s'expliquer par la meilleur perception de leur capacité fonctionnelle durant la grossesse (expérience avec la grossesse). En outre, la catégorie S ne donne pas d'avantage évident non plus sur la QV et la SP durant la grossesse ou en PP comme nous avons vu dans les mesures de la deuxième étude, probablement à cause des douleurs provoquées par la sédentarité et le développement rapide de la grossesse.

Globalement, nous pouvons dire que les femmes, déjà S ou NS avant la grossesse, et inactives pendant la grossesse sont susceptibles des changements physiologiques, biomécaniques et psychologiques durant la grossesse et/ou en PP relativement similaires. Ainsi, une approche globale des résultats montre que les femmes de ces deux catégories sont en relative égalité par rapport à l'intensité des douleurs et leurs effets sur la réalisation d'AVQ (au moins pour la traversée d'une rue), la diminution de la QV et de la SP. Ces résultats restent cependant à confirmer également sur une plus longue période de PP (2 à 4 mois dans notre cas), il est en effet possible que les S récupèrent plus vite après l'accouchement que les NS.

Nous allons maintenant passer au chapitre trois qui va étudier les effets d'un programme d'activités physiques adaptées durant la grossesse, ciblé prioritairement sur le tronc, dont le rôle central a largement été mis en évidence dans ces deux études comme dans la littérature.

CHAPITRE III

Activités physiques durant la grossesse et activités sportive post-partum : l'exemple du tennis

III.1. Introduction générale

Le nombre d'athlètes féminines a montré une progression significative ces dernières olympiades. Ainsi, les athlètes féminines représentaient 18% à Séoul en 1988, alors qu'elles représentent 38% des athlètes à Sydney en 2000. Un peu plus d'un siècle après les premiers jeux modernes, aux JO de Londres, les femmes ont, pour la première fois, accès à toutes les disciplines disputées par les hommes, parmi lesquelles la boxe. Cependant, les hommes disposent encore de près de 90 chances de médailles supplémentaires. C'est aussi aux JO de Londres que pour la première fois, toutes les délégations présentent des femmes pour un total de 44% des athlètes. Ainsi, il n'est ainsi plus rare que des athlètes d'élites aient une, voire plusieurs grossesses, durant leur carrière de haut niveau. Cependant, il est bien évident que durant toute la grossesse, elles ne peuvent pas continuer leur rythme d'entrainement comme avant la grossesse (Clapp, 2000), du fait des multiples modifications morphologiques et physiologiques que le corps de la femme subit durant cette période.

Cependant, Clapp *et al.* (1989) ont reporté que les athlètes d'élites qui continuent à pratiquer leurs entraînements et qui essaient de maintenir leur niveau sportif pendant la grossesse ne souffrent pas autant de ces changements. Toutefois, il faut réduire le travail d'endurance et la sollicitation de forces maximales durant les entraînements, particulièrement au cinquième et sixième mois de la grossesse, notamment à cause de l'accentuation de la lordose lombaire (bas du dos creusé) et pour limiter les chocs ou secousses pour le fœtus. Dans certains cas, les changements physiologiques et anatomiques interdisent rapidement à l'athlète d'élite de continuer leurs entraînements de haut niveau. Par exemple, l'augmentation progressive du poids (Clapp *et al.* 1989) rend dangereux de faire les exercices au même niveau d'intensité notamment à cause des perturbations de l'équilibre entrainée par celui-ci. En effet, lors d'une étude portant sur l'équilibre mesurée à l'aide d'une plate-forme de forces, Erin et collaborateurs (2006) ont montré que les femmes enceintes et celles en PP sont plus susceptibles de tomber comparées aux sujets contrôles non enceintes. Les résultats de cette étude montrent que la moyenne de la distance parcourue par le centre de CDP en statique (durant 30 s) est significativement plus importante chez les femmes enceintes et les femmes

en PP comparée aux sujets contrôles non enceintes (Erin *et al.* 2006). Ensuite, la femme enceinte subit d'autres changements tels que le relâchement des ligaments des articulations sous l'effet hormonal (surtout au niveau du pelvis) qui se produit plus tard dans la grossesse (Clapp *et al.* 1989).

Par conséquent, ces changements peuvent influencer leur capacité physique et diminuer leur performance sportive après l'accouchement. Ceci n'empêche pas des championnes comme la française Laure Manaudou en natation, de revenir à très haut niveau après deux ans de 'retraite' liée à une grossesse. Cette reprise lui a permis d'attendre une qualification pour les JO de Londres sur le 100 m et 200 m dos. Pour aider les athlètes de haut niveau à garder un bon niveau physique durant la grossesse et à retourner sur terrain le plus tôt possible après l'accouchement, des guides ont même été édités tels que le guide d'EDITO – sous la coordination de Vincent JACQUET, sous l'égide du Ministère des sports, de la jeunesse et de l'éducation populaire et de la vie associative. Il comprend des conseils spécifiques pour les athlètes enceintes. D'après ce guide, les sports de substitution durant la grossesse devraient être, le plus souvent, le footing dans les 4-5 premiers mois de la grossesse, sur terrain souple, à 70% de la FC maximale. Le vélo, la natation, ainsi que des exercices de renforcement musculaire peuvent être planifiés entre des séances de footing et peuvent être maintenus jusqu'au dernier trimestre.

A notre connaissance, très peu d'études scientifiques s'intéressent aux changements de SP ou aux modifications biomécaniques subies par le corps des athlètes en PP. Parmi elles, (Morton *et al.* 1985 ; South-Paul *et al.* 1988) ont étudié l'effet d'un entrainement spécifique durant la grossesse, les résultats de leur entrainement montrent un effet favorable sur la réaugmentation de la VO2max jusqu'à un an en PP. On retrouve des résultats similaires, sur l'effet d'un entraînement intensif pendant la grossesse sur le retour rapide à la compétition en PP dans l'étude de Kardel en 2005. Ce chercheur a proposé aux athlètes deux types de séance de fractionné sur vélo, en running ou en ski de fond : Soit 45s/15s, c'est-à-dire 45 secondes à 80-85% de la FC théorique puis 15 s à vitesse lente ; Soit 15s/15s. Ces séries sont répétées 2 fois 10 min pour le groupe « moyenne intensité », et 2 fois 15 min pour le groupe « haute intensité » avec 5 min de repos entre chaque. Cet entraînement n'est proposé qu'une fois par semaine de la 19ème semaine de la grossesse jusqu'à terme. Les résultats de cette étude indiquent également que ce type d'entrainement aide les athlètes à réaugmenter leur VO2max en PP comparé au péripartum (Kardel 2005).

Néanmoins, la majorité des études sur les athlètes en PP ont comme objectifs la possibilité de retourner à la compétition après la naissance de leur enfant, tout en prenant en compte l'état psychologique de la femme sportive en PP, sans oublier le rôle social et l'encouragement de l'entourage (Beilock *et al.* 2001 ; Emonts 2001).

Beilok et collaborateurs en 2001 indiquent que, même si la maternité en cours de carrière n'est pas toujours bien acceptée par l'entourage sportif de l'athlète, les études montrent que la majorité des athlètes enceintes veulent garder leur niveau physique le plus longtemps possible durant la gestation (Beilock *et al.* 2001). De plus, ces chercheurs montrent également que le maintien d'un certain niveau de sollicitation 'cardiovasculaire' et de 'force musculaire' durant la grossesse aide les athlètes à revenir plus rapidement à la compétition après la naissance de leur enfant et confirment l'importance du rôle social (encouragement de l'entourage de la femme en PP pour qu'elle reprenne la compétition).

Par contre, il y a certains types de sports qui conduisent à des mouvements répétés du tronc avec des contraintes importantes comme la gymnastique, la lutte, le football et le tennis. Les athlètes de ces derniers types de sports ont une fréquence de blessures plus élevées et davantage situées au niveau du dos, et conduisent même parfois à des douleurs chroniques comme la lombalgie (Goff, 2007). En effet, selon ce dernier auteur, la survenue d'une lombalgie chez les sportifs peut résulter de facteurs liés spécifiquement au sport pratiqué. Par exemple, la répétition de gestes stéréotypes conduisant à la reproduction d'un mouvement de contre-rotation lors du lancer de la boule au criquet est à l'origine d'un nombre de lombalgie accru (Goff, 2007). Le tennis a également été classé comme un sport qui a une caractéristique traumatisante du tronc hors de la grossesse. La fréquence de la lombalgie chez les joueurs de tennis (16 à 25 ans) est deux fois plus élevée que la population générale d'une même tranche d'âge (Sward *et al.* 1990) mais aussi plus fréquente chez les footballeurs américains (Ferguson *et al.* 1974) ; les gymnastes (Jackson *et al*. 1976) ou encore les athlètes faisant de la musculation (Brady *et al*.1982).

III.2. <u>Etude 3 :</u> Analyse du mouvement du geste de coup droit au tennis

III.2.1. Introduction

Le tennis est un sport qui a un caractère répétitif, les mouvements de frappes et les gestes de base du tennis étant exécutés de très nombreuses fois durant l'entrainement et/ou

durant les matchs. Le tennis est un sport qui sollicite de manière importante le tronc pour produire ces mouvements (Roetert & Groppel 2002). En effet, le transfert de l'énergie cinétique des membres inférieurs jusqu'à la raquette durant les gestes, dépend essentiellement de la 'bonne' rotation du tronc. Ainsi, le tronc est la partie 'charnière' dans la chaine cinétique pour développer et transférer la puissance des membres inférieurs vers la raquette durant la frappe (Ellenbecker & Davies 2001 ; Roetert & Groppel 2002).

Fort de ce constat, la fédération américaine de tennis (USTA) a mis au point une série de tests appelée High Performance Profile, dans le but d'identifier les déséquilibres musculaires les plus fréquents chez le joueur de tennis. Ces tests sont conçus pour fournir des informations pouvant servir à élaborer des programmes de préparation physique adaptés afin d'éviter les blessures potentielles, avant qu'elles ne surviennent. La faiblesse musculaire au niveau du tronc semble un facteur très important susceptible de provoquer des blessures et de limiter les performances. Ainsi, il est insisté sur la nécessité de développer la force musculaire et la souplesse du tronc, au même titre qu'il l'est, plus classiquement, pour les autres qualités physiques ainsi que pour les membres inférieurs et supérieurs (ITF 2005).

Ce rôle important du tronc explique, au moins pour partie, pourquoi les joueurs de tennis sont plus touchés par les douleurs des muscles posturaux que la population générale (sportif ou non). Les blessures du bas de dos sont considérées comme des blessures caractéristiques pour les joueurs de tennis d'élite. En effet, une étude menée sur la prévalence des douleurs du dos chez les joueurs du tennis montre qu'il y a une fréquence de 50 % de lombalgie et une fréquence de 47 % des douleurs dorsolombaires (Sward, 1992). De même, Roetert et collaborateurs (1996) montrent que la force des muscles posturaux, est souvent perturbée chez les joueurs du tennis. Ainsi, il est montré que la force des muscles abdominaux, responsables de la flexion du tronc, est largement supérieure à celles des muscles extenseurs. Il est probable que cela soit notamment dû au fait que ces joueurs se servent de manière importante des abdominaux pour produire la flexion du tronc qui accompagne chaque service exécuté (Roetert *et al.* 1996). Ils recommandent ainsi de rééquilibrer ces forces pour un bon fonctionnement de la chaine cinétique. Deux études transversales menées sur 1700 sujets, chez des sportifs pratiquant en compétition, indiquent que la prévalence de la lombalgie a un risque relatif de 1,73 pour les joueurs de tennis comparé à la population générale (Balague *et al.* 1988 ; Balague *et al.* 1994).

Plus communément, les douleurs du bas du dos sont un phénomène très fréquent durant la grossesse chez les femmes déjà sportives comme non sportives avant la période de gestation (Östgaard & Anderson 1991 ; Clapp *et al.* 1992). Les indices montrent que la lombalgie de la grossesse touche environ 50% voire plus des femmes enceintes selon Dumas *et al.* (1995). Mantle indique que 50% et 90% des femmes souffrent, à un moment ou à un autre, de lombalgie durant leur grossesse (Mantle, 1977). Plus largement, on trouve dans la littérature (Swensson *et al.* 1990 ; Östgaard *et al.* 1991 ; Béraud *et al.* 1995 ; Kristiansson & Svärdsudd 1996) que la grossesse s'accompagne de manière très fréquente de douleurs du dos (notamment les lombalgies) qui varient entre 24 et 56 %. Swensson *et al.* (1990) ont également montré que les lombalgies débutent parfois au tout début de la grossesse, alors que le gain de poids est encore insignifiant, ne pouvant donc vraisemblablement en être à l'origine.

Il semble ainsi d'autant plus important de corriger ces déséquilibres musculaires, chez les joueuses du tennis, dans la mesure où la faiblesse des muscles du bas du dos est d'autant plus fréquente durant la grossesse. Autrement dit, nous pouvons **formuler l'hypothèse** que l'élaboration de programmes d'entretien, basés sur le renforcement musculaire du tronc et adaptés à la grossesse, pourrait permettre de contribuer à réduire les complications potentielles de ce problème chez la femme enceintes en général et la joueuses de tennis en particulier.

Plus spécifiquement, lors de la pratique du tennis, le coup droit est le deuxième coup le plus fréquent et constitue un élément fondamental lors des rencontres (Landlinger *et al.* 2010a). Ce geste technique, assez commun, nécessite une 'bonne' rotation du tronc pour sa réalisation complète (Johnson, 2006). L'angle de rotation du tronc, à la fin de la phase de préparation du coup droit est quantifiée jusqu'à 104° (ligne des épaules par rapport à la ligne de fond de cour lors d'un déplacement vers l'avant ; Kibele, *et al.* 2009). La capacité d'accélérer la raquette (et donc la vitesse transmise à la balle) lors du coup droit, dépend surtout de la capacité à produire cette rotation des épaules par rapport au pelvis, suivi d'un blocage des épaules donnant un point d'appui au membre porteur de la raquette, à qui la vitesse et alors transmise (la zone torse-pelvis : Welch *et al.* 1995). Ce mouvement de torsion/détorsion constitue justement un des mouvements notablement perturbés chez les sujets lombalgiques (Ferguson *et al*. 2000).

Par conséquent, **la question suivante se pose** : Est-ce que le chevauchement des syndromes douloureux du bas du dos, avant et durant la grossesse chez la joueuse du tennis perturbe sa capacité, en PP, à réaliser un geste qui sollicite de manière spécifique la cinématique et la force des muscles posturaux comme le coup droit ?

Nous **émettons comme hypothèse principale** que les douleurs du bas du dos qui peuvent arriver durant la grossesse et qui peuvent continuer en PP limitent les joueuses de tennis dans la réalisation correcte du coup droit après l'accouchement. Nous émettons également comme **hypothèse secondaire** que la pratique maintenue d'un programme de renforcement musculaire ciblé sur le dos, pendant la grossesse, contribuerait à contrecarrer, au moins pour partie, ces modifications biomécaniques. Elle pourrait ainsi contribuer à réduire les postures potentiellement traumatogènes ainsi que les désordres musculaires et les douleurs du bas de dos qui pourraient en résulter. Les participantes qui suivraient ce type de programme de renforcement musculaire durant la grossesse seraient alors capables d'exécuter un coup droit avec une meilleure coordination musculaire du tronc comparée aux participantes inactives durant la grossesse.

L'objectif de cette étude est donc de tester l'efficacité d'un entrainement de renforcement musculaire durant la grossesse, ciblé sur le dos, sur l'exécution du coup droit en tennis en PP.

III.2.2. Protocole et méthode

III.2.2.1. Participantes

Les participantes sont des joueuses de tennis (n=20) ayant en commun les critères d'inclusion et d'exclusion suivants (Tableau III.1.).

Critères d'inclusion :

- Droitières,
- Agées de 25 à 31 ans.
- Pratiquant le tennis depuis au moins 5 ans, à raison d'au moins une fois par semaine, et participant à plusieurs compétitions par saison

Critères d'exclusion :

- Antécédent de blessure grave au niveau musculo-squelettique.

- Atteinte, neurologique, cardio-respiratoire, et de l'appareil locomoteur ayant un retentissement possible sur la locomotion.
- Fumeuse.

- **Les groupes expérimentaux**

1- Un Groupe (n=6) de joueuses Actives pendant la grossesse (GASAE). Ces participantes ont en commun :

- Nombre d'enfant = 1.
- Etre en PP (de 11 à 12 mois).
- Pratiquer une activité physique durant la grossesse (exercices de renforcement musculaires plus particulièrement ciblés sur le tronc pendant 12 semaines, 2 fois par semaine : *Cf. Chapitre* IV *partie* IV.4.2. *pour plus de détail sur le programme*).

2- Un Groupe (n=6) de joueuses Inactives pendant la grossesse (GISAE). Ces participantes ont en commun :

- Nombre d'enfant = 1.
- Etre en PP (de 11 à 12 mois).
- Sédentaire durant la grossesse.

3- Un Groupe Contrôle de joueuses (GC ; n=8), n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse. Ces femmes ont en commun de ne jamais avoir commencé ou mené à terme une grossesse.

	Groupes			**Comparaison (valeur du *p*) ‡**		
Caractéristiques	GASAE	GC	GISAE	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE
Participantes	6	8	6	-	-	-
Âge	29±1,5	27±1,6	28±2,7	0,29	0,81	0,08
Nombre d'enfants	1	0	1	-	-	-
Nombre de grossesses	1	0	1	-	-	-
Nombre de joueuses classés en tennis*	-5/6	-6/8	4/6-		0,68	
BMI	20,4±2,22	23±1	23±3,5	0,99	0,17	0,18
Expérience moyenne du tennis en année	8,6±3,7	6,8±3,3	7,1±3,4	0,84	0,29	0,25
Nombre d'h d'ent / semaine	6,5±1,9	6,2±2,4	5±0,7	0,31	0,06	0,58
Reprise du tennis en PP (semaine)	20,5±1,3	-	21±1,2		0,44	

Tableau III.1. : Caractéristiques des participantes (moyenne ± écart-type).

*BMI : Body Mass Index ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse ; h d'ent : heures d'entrainement ; PP : Post partum ; * la comparaison du nombre de joueuses classé a été réalisée à l'aide du chi² ; ‡ les comparaisons intergroupes ont été réalisées à l'aide d'un t de student.*

Plan expérimental résultant

Le plan expérimental est le suivant : **P**20 <**G**3>***E**9 <3*3>***T**6, Avec **P** = participants ; **G** = Groupes incluant 3 degrés (GASAE, GISAE et GC) ; **E** = Essais ou nombre de répétitions (3 vitesses de balle 'V1=0,8 m/s ; V2= 3,5 m/s ; V3=6,4 m/s' et 3 essais par vitesse de balle) ; le facteur **T** concerne le traitement des données (découpage en deux instants sur la plate-forme de forces et quatre phases durant le geste). Ceci représente donc 54 séquences par participantes soit 1080 séquences à analyser. Les effets testés selon les comparaisons réalisées entre les trois groupes sont présentés dans le Tableau suivant (Tableau III.2.).

	GASAE	**GISAE**	**GC**
GASAE			
GISAE	Effet **programme** chez la prégnante		
GC	Effet **programme** + **grossesse**	Effet **grossesse**	

Tableau III.2. : Les effets testés par les comparaisons des groupes expérimentaux.

GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse.

III.2.2.2. Conditions d'échauffement et de mesures expérimentales

Les expérimentations ont été réalisées au LAMIH dans la salle d'analyse du mouvement avec le système Vicon Nexus1.4.114 (Oxford Metrics)[3]. La salle est équipée d'un véritable filet du tennis et d'un filet pour arrêter les balles afin de protéger le matériel de mesure (largeur 6 m, longueur 6 m). Une partie du court de tennis est dessiné en blanc sur le sol de la salle, avec du scotch, afin de réaliser l'activité dans des conditions les plus réalistes possible (Figure III.1a et b).

L'échauffement est standardisé (avant la pose des capteurs décrite ci-dessous). Il est composé de 5 min de footing puis d'échanges de balles sur le terrain du tennis du SUAPS tout proche pendant 10 min : 5 min en jouant à mi-court, (frappe souple) puis 5 min à jouer en fond de court avec service et coups droits. Les joueuses réalisent ensuite une série de coups

[3] Vicon Nexus est le logiciel de capture de mouvement et de mesures scientifiques de ces caractéristiques cinématiques et cinétiques du système d'analyse du mouvement Vicon.

droits constituée de deux à trois répétitions pour différentes vitesses de balles. Les coups sont réalisés à intervalle de trente secondes afin de laisser suffisamment de temps à la joueuse pour se replacer et se préparer pour le coup suivant sans fatigue. Deux minutes de récupération sont allouées entre les séries de 3 essais.

Dans les conditions expérimentales, la frappe est réalisée en direction d'une zone cible fictive, placée sur le côté revers de la partie opposée du court, matérialisée par des plots au sol (Figure III.1a). Les balles sont envoyées de façon standardisée et régulière à 1 m devant le filet par une gouttière (angle gouttière - sol de 15°). Pour augmenter la vitesse d'envoi des balles, on augmente la hauteur de lâchée de celle-ci dans la gouttière (respectivement 1, 2 et 3 m). C'est-à-dire pour la première série, l'envoi des balles et le déplacement de la joueuse qui en résultent sont lents (V1) ; pour la deuxième, ils sont moyens (V2) ; pour la troisième, ils sont les plus rapides (V3) tout en permettant à tout joueur pratiquant régulièrement le tennis de les jouer.

Avant de se déplacer et de frapper la balle, la joueuse adopte une position d'attente standardisée. Elle se place sur la plateforme de forces (PFF) de type Kistler (référence 9286AA)[4] de dimension 600 x 400 mm correspondant à un placement au milieu du terrain. Après un signal sonore, la joueuse avance vers le filet par quelques pas pour frapper la balle. La balle est frappée après avoir touché le sol (un rebond ; Figure III.1a). Après la réalisation de la première frappe, la joueuse revient à la position d'attente pour réaliser la frappe suivante de la même manière que la première. L'essai est conservé si la balle est correctement renvoyée sans mouvement inhabituel de la participante.

[4]L'utilisation de la plate de forme (Kistler 9286AA) sert à mesurer les forces et les moments pour en déduire les CDP http://www.technovolt.ro/cataloage/kistler/BIOMECANICA.pdf

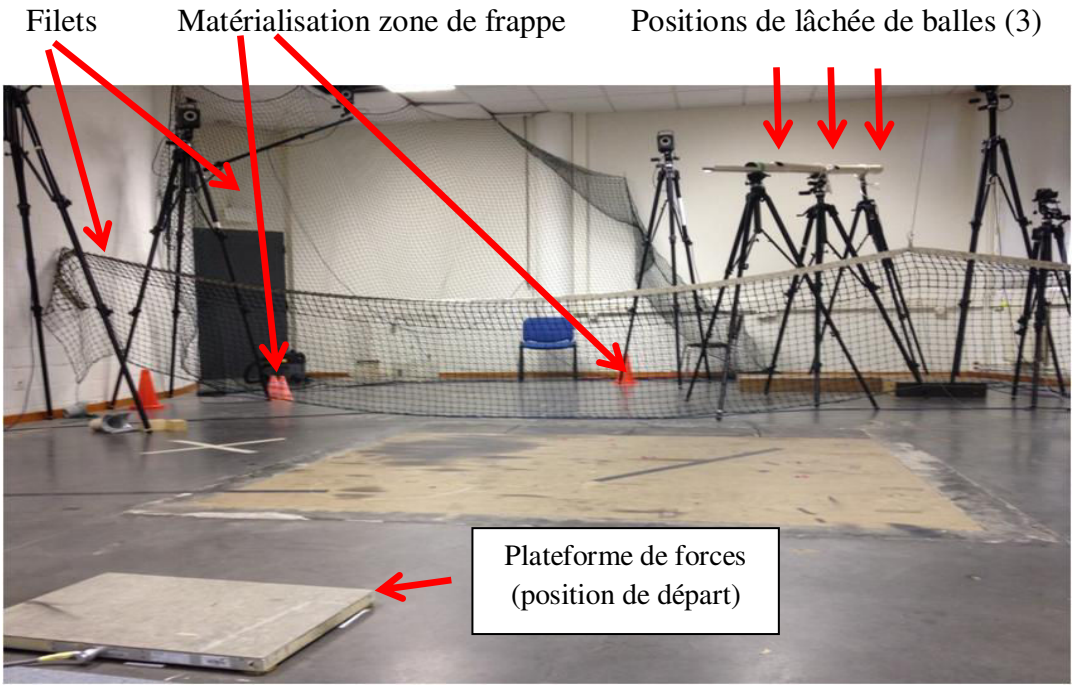


Figure III.1a : La salle d'expérimentation.

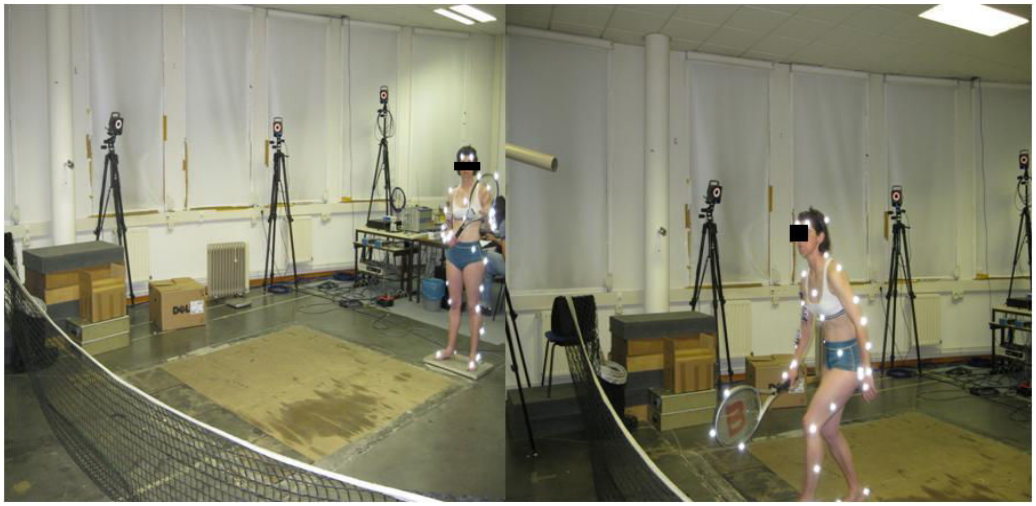


Figure III.1b : Position d'attente (gauche) et position finale (droite) d'un essai de coup droit durant l'expérimentation.

III.2.2.3. Instrumentation des participantes : marqueurs passifs et électrodes EMG

III.2.2.3.1. Marqueurs passifs

Après l'échauffement, les expérimentations débutent par la pose des marqueurs sur les participants ainsi que leur raquette. Le protocole de pose des marqueurs sur les participantes est celui défini par le modèle Plug in gait (PIG)[5] du système Nexus de VICON. Nous avons complété ce modèle en rajoutant un marqueur sur la zone lombaire (L3) et l'avons intégré dans le modèle PIG pour pouvoir mesurer l'angle de lordose lombaire durant le geste. Des marqueurs ont également été ajoutés sur la raquette et la balle (Figure III.2a et b).



Figure III.2a : Marqueurs réfléchissants, électrodes EMG et petits matériels de pose des capteurs et mesures anthropométriques.

Au total trente-six marqueurs sont ainsi utilisés durant l'expérimentation. Trente-trois marqueurs sont collés sur le corps de la participante et trois marqueurs sur la raquette :

- Les participantes (33 marqueurs) :
  - Quatre marqueurs sur la tête.
  - Dix marqueurs sur les membres supérieurs, cinq pour chaque membre supérieur.
  - Deux marqueurs sur le thorax.
  - Quatre marqueurs sur le dos.
  - Trois marqueurs sur la zone iliaque.
  - Dix marqueurs sur les membres inférieurs cinq pour chaque membre inférieur.
- La raquette (3 marqueurs) et la balle :

[5] Le Plug-in Gait est le modèle biomécanique du Vicon Nexus permettant de calculer les principaux paramètres de cinématiques et de cinétiques.

- Deux marqueurs sont placés à mi-hauteur de chaque côté du tamis et un marqueur sur la tête de la raquette, en son sommet.
- Du scotchlit a été placé directement sur la balle afin de pouvoir la visualiser lors du travail sur les fichiers c3d mais aucun calcul n'a été réalisé à partir ce de ces derniers.

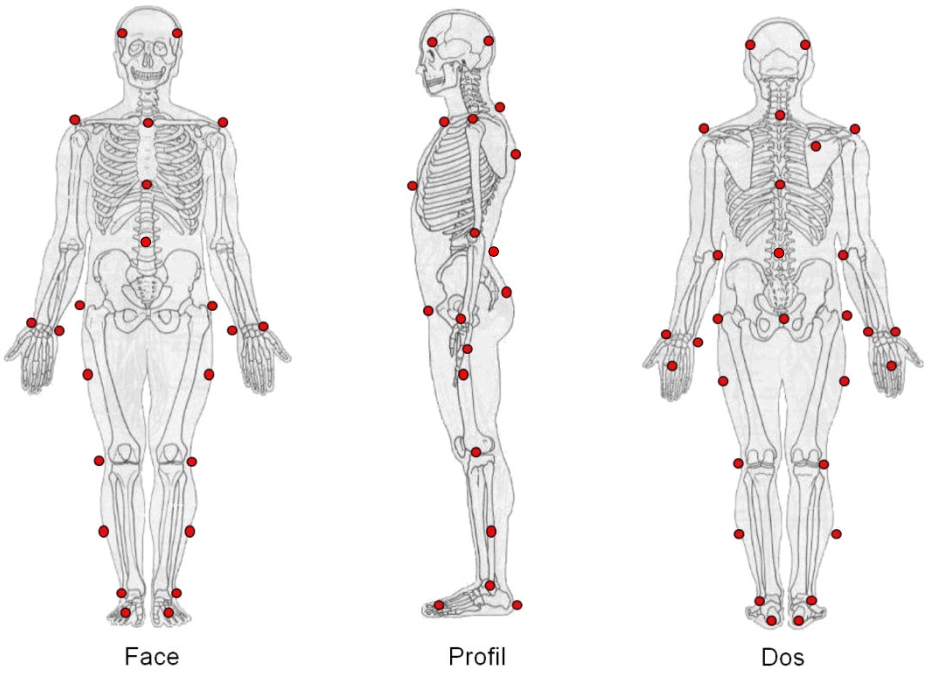


Figure III.2b : Positionnement des marqueurs selon le PlugInGait FullBody Sacrum de Vicon Nexus auxquels s'ajoute le marqueur lombaire (L3).

III.2.2.3.2. Electrodes EMG

Huit électrodes EMG (wifi) de surface ont été collées sur les muscles suivants après un rasage et un nettoyage énergique de la peau avec un coton et de l'alcool. Quatre électrodes sont collées sur le dos et quatre électrodes sont collées sur le membre supérieur, qui tient la raquette. Les quatre électrodes dorsales sont positionnées sur les muscles suivants : Trapézoide, Erecteurs spinaux (2) et Latissimus dorsi.

1- Trapézoïde

L'électrode est collée directement sur la courbe musculaire en recherchant par palpation la partie la plus charnue du muscle, ce qui permet de se placer proche du point moteur (Panchoa de Sèze & Cazalets, 2008 ; Figure III.3a).

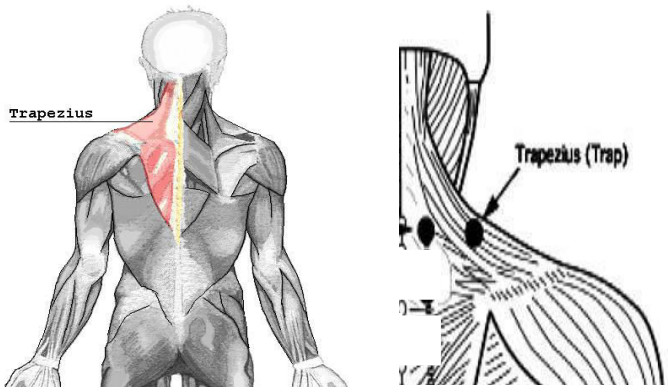


Figure III.3a : Placement de l'électrode sur le Trapézoïde (Panchoa de Sèze *et al.* 2008).

2- Erecteurs spinaux

Deux électrodes sont collées, respectivement à 2 cm pour l'érecteur spinal dorsal au niveau de T12 et 4 cm pour l'érecteur spinal lombaire, latéralement par rapport à la colonne vertébrale au niveau de L4 (Panchoa de Sèze *et al.* 2008 ; Figure III.3b).

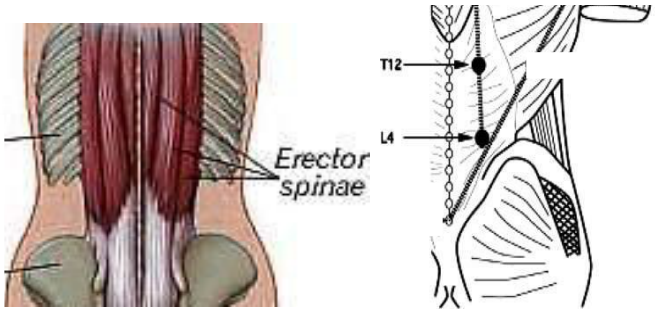


Figure III.3b: Placement des électrodes sur les érecteurs spinaux (Panchoa de Sèze *et al.* 2008).

3- Latissimus dorsi

Le placement de l'électrode est au niveau de T12 sur la ligne qui joint l'épine postérieur de S2 et la pointe postérieure de l'axillaire (Panchoa de Sèze *et al.* 2008 ; Figure III.3c).

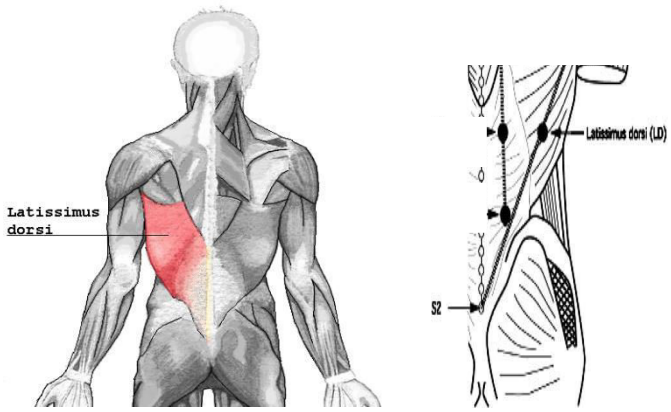


Figure III.3c : Placement de l'électrode sur le Latissimus dorsi (Panchoa de Sèze *et al.* 2008).

4- Le membre supérieur

Quatre électrodes sont placées sur le membre supérieur qui tient la raquette (droit), sur la partie charnue de chacun des muscles suivant : deltoïde moyen, biceps brachial, triceps brachial et extenseur carpi radialis, parallèlement à l'orientation des fibres musculaires (Rouffet *et al.* 2009 ; Figure III.3d).

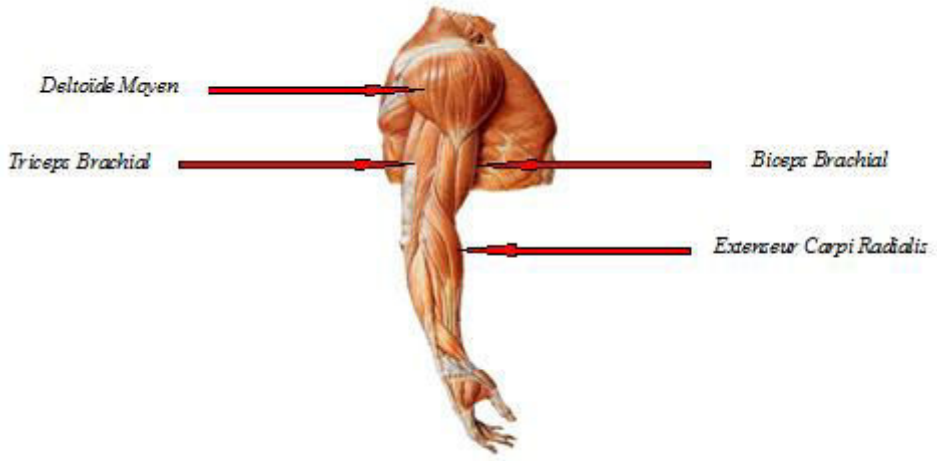


Figure III.3d : Placement de l'électrode sur les muscles du bras (Rouffet *et al.* 2009).

III.2.2.4. Traitement des données et paramètres retenus

III.2.2.4.1. Découpage en phases

Pour faciliter le traitement des données, nous avons découpé chaque passage de participante en **trois instants** reprenant les limites des phases de découpage classique de la

marche normale (position d'attente ; début du décollage du pied et début du double appui ; Darmana, 2004) et **quatre phases** lors de l'attaque de la balle (préparation ; accélération ; frappe de la balle et l'accompagnement ; Morris *et al.* 1989).

Les trois instants sur la Plateforme de forces (PFF)

1- Instant de la position d'attente

La position d'attente correspondant au début du geste, juste avant le moment où la balle est lâchée dans la gouttière, les pieds de la participante sont sur la PFF (Figure III.4a).

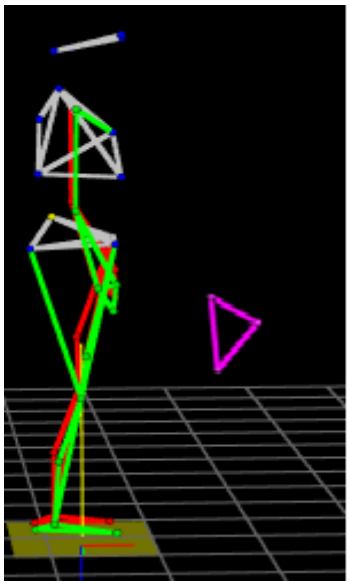


Figure III.4a: La position d'attente, après modélisation avec le PIG.

La raquette en mauve, les membres inférieur et supérieur droits en vert, membres inférieur et supérieur gauches en rouge, tête et tronc en bleu et blanc, colonne vertébrale en orange, quadrillage pour le sol et carré en saumon pour la plateforme de forces.

2- L'instant de décollage du pied

Cette instant correspond au moment du décollage du talon pour quitter la PFF (Figure III.4b) en direction du 1er double appui. Il est associé au transfert du poids et au déséquilibre mediolatéral.

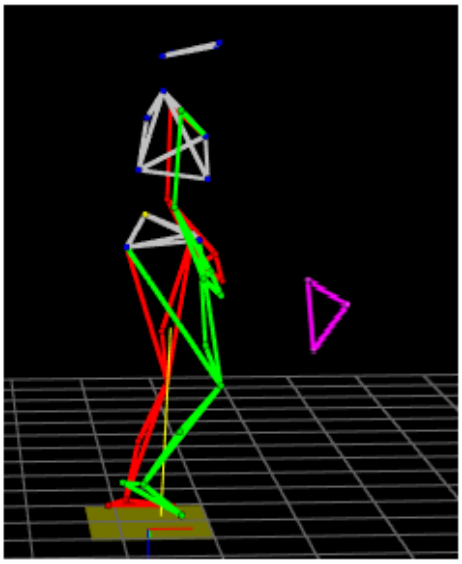


Figure III.4b : Représentation de l'instant de décollage du pied.

3- L'instant de double appui

Cette phase correspond au moment du contact du talon avec le sol alors que l'autre pied est toujours en appui sur la PFF par la pointe (Figure III.4c). Cet instant correspond au déséquilibre antéro-postérieur maximal et à une accélération vers l'avant de la participante.

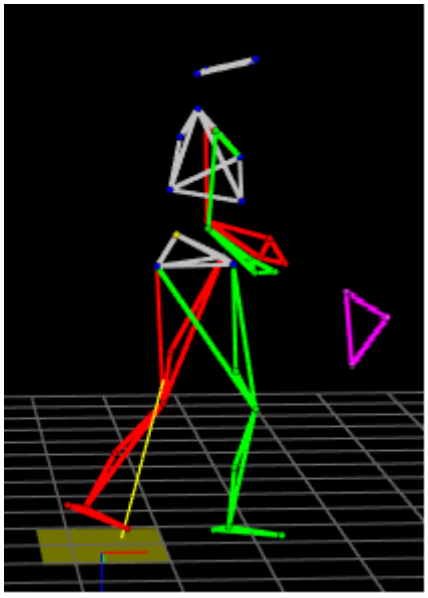


Figure III.4c: Représentation de l'instant de double appui.

Les quatre phases de l'attaque de la balle

1- La phase de préparation

La première phase, la préparation, commence avec le recul de la raquette vers le haut et se termine avec la fin de la descente et de l'avancement de la raquette vers l'avant (Morris *et al.* 1989 ; Figure III.4d). La participante va alors faire 'prendre de l'élan' à la raquette pour réaliser un mouvement en amplitude avant la phase d'accélération importante de la raquette pour la frappe de la balle.

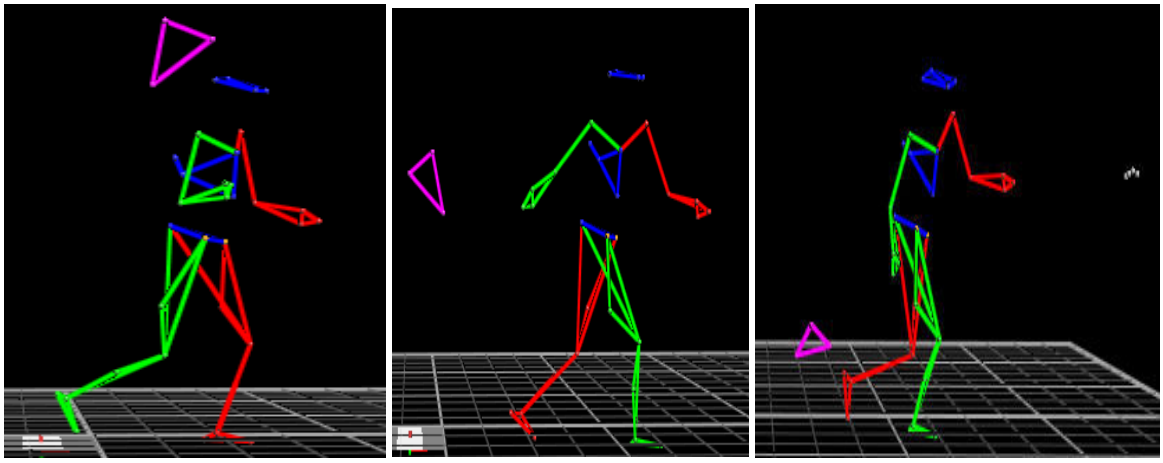


Figure III.4d : Représentation du début, du milieu et de la fin de la phase de préparation.

2- La phase d'accélération

La deuxième phase, l'accélération, commence avec le mouvement de raquette accéléré vers l'avant et se termine par le contact de la balle et de la raquette (Morris *et al.* 1989 ; Figure III.4e). Cette phase permettra de donner sa vitesse et sa trajectoire à la balle.

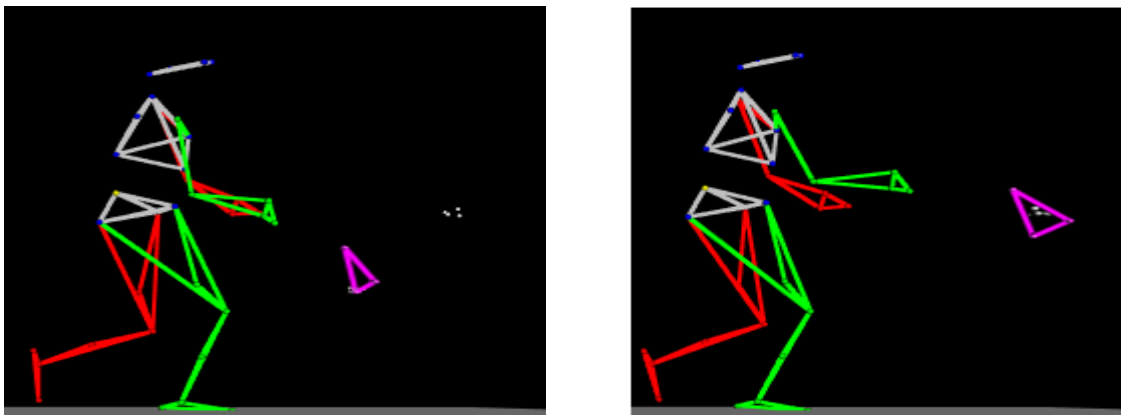


Figure III.4e : Représentation du début et de la fin de la phase d'accélération.

3- La phase de frappe de la balle

Cette troisième phase correspond au moment du contact entre la raquette et la balle (Figure III.4f) et dure donc très peu de temps, correspondant à une déformation de la balle et du cordage induisant une absorption d'énergie suivie d'une restitution rapide. Phase de transfert d'énergie entre la raquette et la balle, c'est elle qui va effectivement donner sa vitesse et sa trajectoire à la balle.

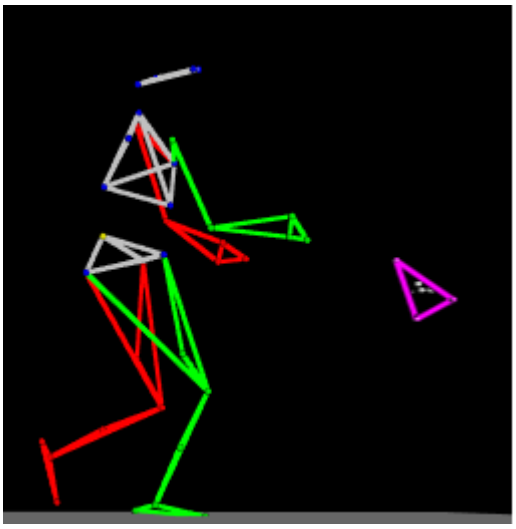


Figure III.4f: Représentation de la phase de frappe de la balle.

4- La phase d'accompagnement

La quatrième phase, l'accompagnement, commence par la fin du contact de balle et continue jusqu'à la fin du coup c'est-à-dire la fin de la progression vers l'avant de la raquette (Morris *et al.* 1989 ; Figure III.4g). La participante n'intervient plus sur la balle mais continue son mouvement, 'emportée' par les phases précédentes et freine progressivement le mouvement à moindre coût, avant de revenir en arrière pour le geste suivant.

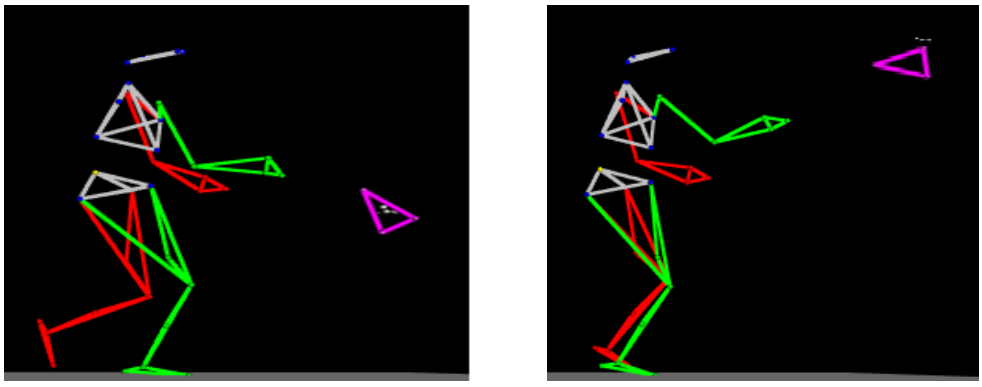


Figure III.4g : Représentation du début et de la fin de la phase d'accompagnement.

III.2.2.4.2. Traitement du signal EMG : moyennage & normalisation en amplitude

Afin de pouvoir comparer les intensités relatives de chaque contraction musculaire à partir de l'EMG, une normalisation de ces derniers a été réalisée en pourcentage d'une contraction maximale isométrique (CMI) du même muscle. Les données individuelles des différents passages sont ensuite moyennées par sujet puis par groupe.

1. Conditions de réalisation des efforts maximaux isométriques

L'objectif de cette étape est de rapporter le niveau d'activité EMG durant le geste au plateau maximal du signal EMG quantifié lors d'une CMI[6]. Les principaux avantages de cette technique sont de permettre de comparer l'activité EMG relative de différents muscles entre eux pour une même participante ou entre différentes participantes, ce qui n'est pas possible à partir d'EMG brutes.

Avant le début du geste, il est demandé aux participantes de faire une CMI, pour les huit muscles mesurés, afin de déterminer le niveau d'activité EMG maximal pour chaque muscle.

Pour le **Biceps Brachial**, la participante est assise et tente de fléchir le bras contre une résistance insurmontable (mais demeure statique) appliquée sur le bras par l'expérimentateur (Peterson Kendall *et al.* 1995 ; Figure III.5a).

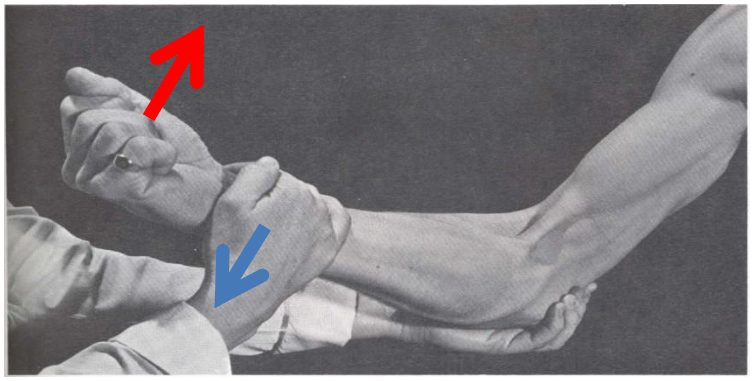


Figure III.5a : Condition de réalisation du test de contraction maximal isométrique du Biceps Brachial (Peterson Kendall *et al.* 1995).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche Bleu = action du testeur

[6] Le test statique isométrique est un exercice maximal d'évaluation où le sujet maintient une contraction musculaire contre une résistance fixe et insurmontable. Il est réalisé 3 fois selon les standards de détermination de ce niveau de contraction.

Pour le **Triceps Brachial**, la participante est en décubitus ventral, le tronc est stable, le coude doit être légèrement fléchi, le bras et l'avant-bras sont parallèles avec le sol, l'action est l'extension du coude, l'opposition du testeur se fait sur l'avant-bras dans le sens de la flexion alors que le sujet réalise une extension (Peterson Kendall *et al.* 1995 ; Figure III.5.b)

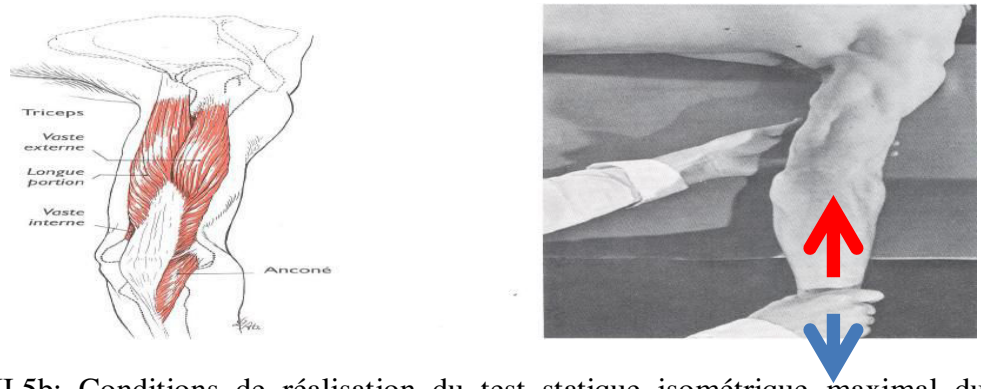


Figure III.5b: Conditions de réalisation du test statique isométrique maximal du Triceps Brachial (Peterson Kendall *et al.* 1995).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche Bleu = action du testeur

Pour le **Deltoïde Moyen**, la participante est assise, le tronc est stable et vertical, le coude doit être fléchi pour éviter toute rotation au niveau de l'épaule, le sujet doit lever le bras à partir de l'horizontal, l'opposition du testeur est réalisée sur la face supérieure de la partie inférieure du bras en appliquant une force vers le bas alors que le sujet essaye d'élever le coude vers le haut (Peterson Kendall *et al.* 1995 ; Figure III.5c).

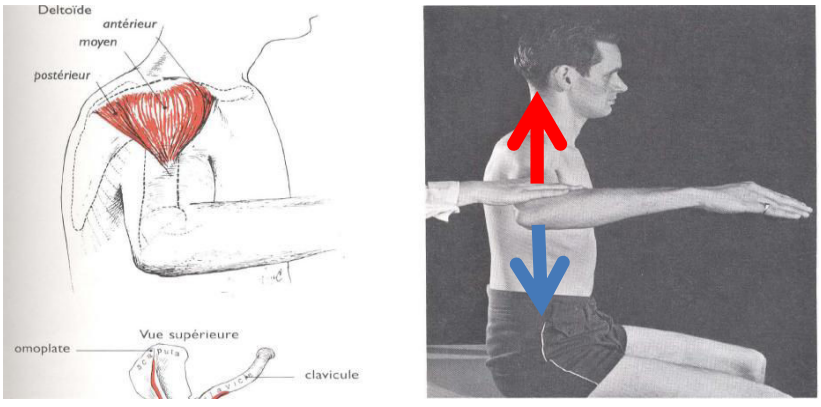


Figure III.5c: Condition de réalisation du test statique isométrique maximal du Deltoïde Moyen (Peterson Kendall *et al.* 1995).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche Bleu = action du testeur

Pour **l'Extenseur Carpi Radialis**, la participante est assise, le coude est fléchi l'avant-bras installé sur une table, il lui faut réaliser une extension du poignet contre une opposition du testeur qui est réalisée sur la face supérieure de la main pour ramener celle-ci dans l'alignement de l'avant-bras (Figure III.5d).



Figure III.5d: Condition de réalisation du test statique isométrique maximal de l'Extenseur Carpi Radialis (Marmor *et al.* 1967).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche verte = action du testeur

Pour le **Trapézoïde**, la participante est en décubitus ventral, coude fléchi, bras le long du corps en légère rétropulsion et rotation externe ; le bras est utilisé comme levier pour s'opposer au mouvement. L'opposition du testeur attire le bras en abduction cherchant à écarter le bord spinal de l'omoplate du rachis, l'autre main étant appliquée sur l'épaule pour tenter de l'abaisser et l'amener en dedans, c'est-à-dire pour entraîner la rotation de l'angle inférieur de l'omoplate en dehors (Peterson Kendall *et al.* 1995 ; Figure III.5e).

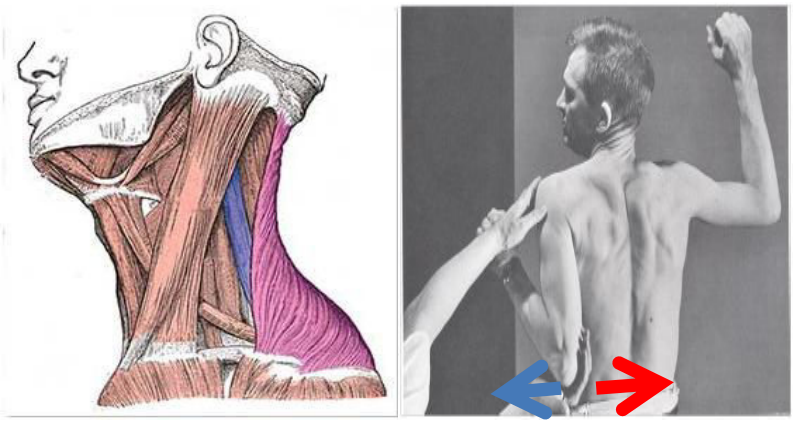


Figure III.5e: Condition de réalisation du test statique isométrique maximal du Trapézoïde (Peterson Kendall *et al.* 1995).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche bleu = action du testeur

Pour le **Latissimus Dorsi** et l'**érecteur Spinale**, la participante est en décubitus ventral, les jambes sont fixées, les mains sont croisées devant le thorax, elle doit surélever les épaules par rapport au bassin du bas vers le haut, c'est-à-dire lever le tronc vers le haut. L'opposition du testeur se fait sur les épaules et dans le sens haut-bas (Figure III.5f).



Figure III.5f : Condition de réalisation des tests statiques isométriques maximaux des Latissimus Dorsi et érecteurs spinaux (Peterson Kendall *et al.* 1995).

Flèche rouge = action du sujet ; Flèche bleu = action du testeur

2. Traitement du signal EMG

Pour obtenir l'amplitude de la contraction des différents muscles en fonction du temps, il est nécessaire de traiter les signaux EMG. Ces traitements ont été réalisés avec le logiciel Matlab (Matrix Laboratory from mathworks Inc.) suivant la méthode de Clancy *et al.* (2002) adaptée aux besoins de l'étude. Le traitement consiste à éliminer les artefacts, redresser et lisser les signaux EMG, et enfin à normaliser en amplitude par rapport à leur niveau d'activation lors des CMI réalisées dans les conditions ci-dessus. L'ensemble du traitement est résumé dans la Figure 6a.

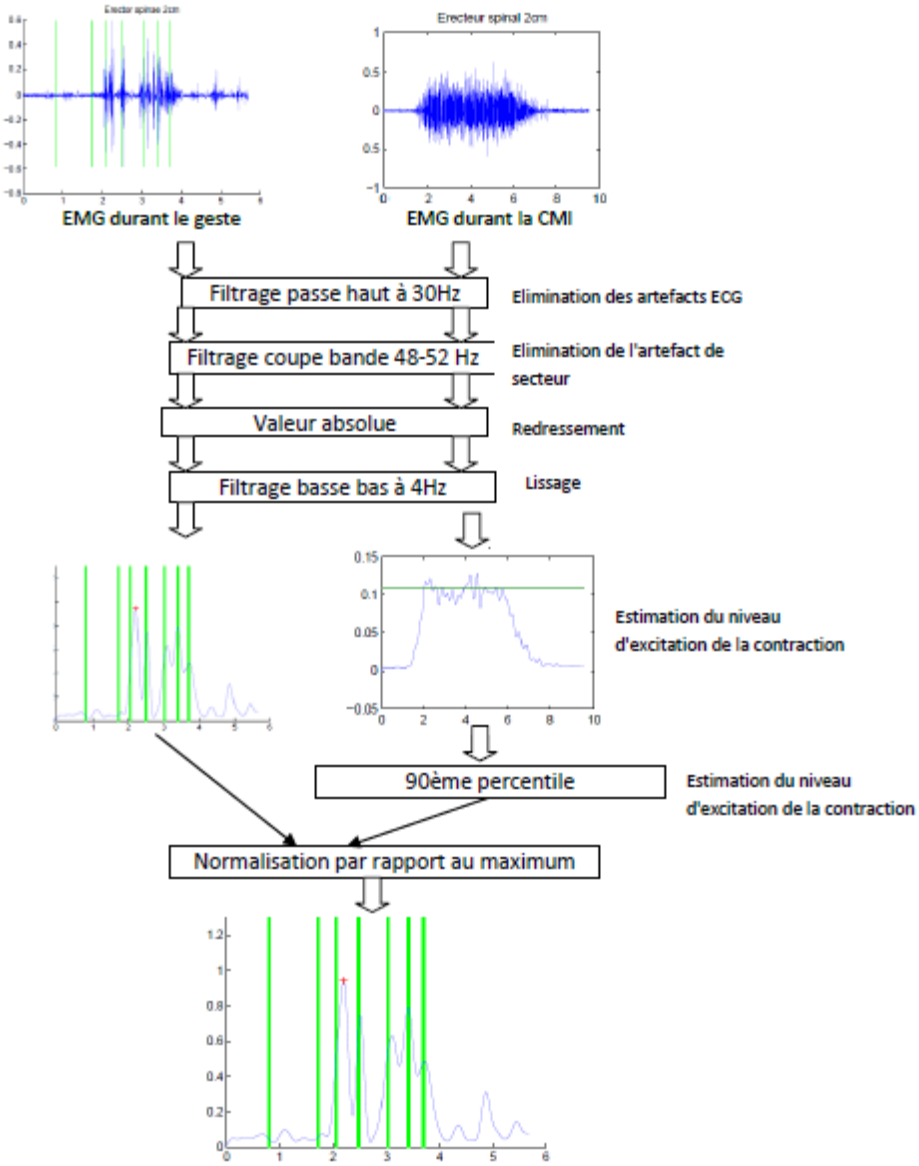


Figure 6a : Résumé du traitement pour estimer le niveau d'excitation normalisé d'un muscle pendant le geste à partir de l'EMG.

A partir du signal échantillonné à 1000 Hz, un premier filtre passe haut à 30 Hz a été appliqué pour supprimer les artefacts ECG parfois très importants (butterworth ordre 4, forward-backward process). Puis, un deuxième filtre coupe bande entre 48 et 52 Hz (butterworth ordre 8, forward-backward process) a été appliqué pour éliminer les artefacts dus au secteur.

Le niveau d'excitation de la contraction est alors estimé en effectuant un redressement. Celui-ci consiste à prendre la valeur absolue de l'EMG et à effectuer filtrage passe-bas à 4 Hz (butterworth ordre 4, forward-backward process) afin d'éliminer les oscillations et lisser le signal. La Figure 6b illustre le résultat de ce procédé.

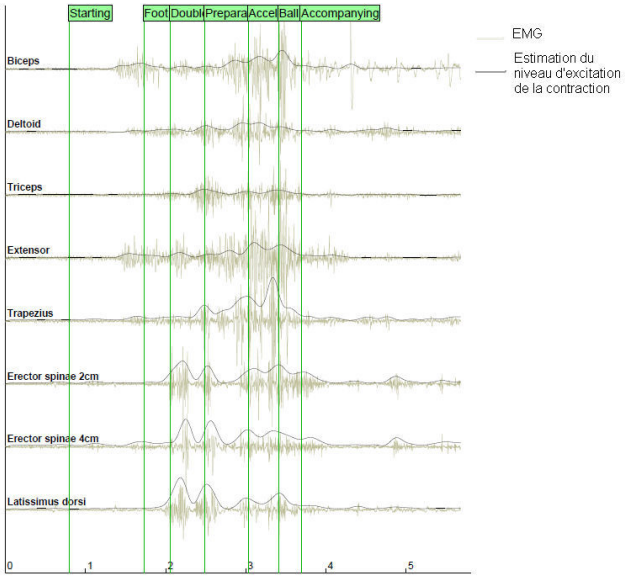


Figure 6b : Exemple de résultat de l'estimation du niveau d'excitation de la contraction pour les différents muscles lors du geste.

Le niveau d'excitation lors des CMI a été calculé sur un intervalle de temps fixé (5 s) pour chacun des muscles à partir du fichier du maximum EMG de chaque muscle étudié. L'amplitude maximale de l'excitation EMG est alors estimée en prenant le 90e percentile de ce niveau d'excitation, enlevant ainsi les pics de brèves durées non révélateurs d'un niveau d'activation maximal moyen sur la durée des 5 s. Cette amplitude maximale est utilisée pour normaliser le niveau d'excitation du muscle durant le geste.

Nous nous intéresserons par la suite aux valeurs à chaque événements (position d'attente ; décollage de pied et le double appui) et à la moyenne pour chaque phase (la préparation ; l'accélération ; la frappe et l'accompagnement).

III.2.2.4.3. Les mesures cinématiques et cinétiques

1. Centre de masse et centre de pression

La PFF utilisée durant l'expérimentation sert à l'étude de caractéristiques biomécaniques de la posture et de l'initiation du mouvement. Elle mesure 3 forces et 3 moments dans les trois plans (sagittale, frontale et transversale) de l'espace, à l'interface pied(s)/sol. Le logiciel d'analyse du Vicon Nexus traite également les données des PFF brutes pour pouvoir les éditer et notamment calculer et étudier la comparaison entre le CDP et le CDM selon l'axe X (antéro-postérieur : A-P) et Y (médio-latéral : M-L). Lors de cette expérimentation, les PFF sont utilisées essentiellement pour déterminer la distance entre le

CDP donné par la PFF elle-même et le CDM des participantes calculé à partir de sa cinématique segmentaire [Comparaison des coordinations du CDP (X_{CDP} sur l'axe A-P et Y_{CDP} sur l'axe M-L) avec celles du CDM du sujet (X_{CDM}, Y_{CDM}) données par le modèle PiG utilisé].

La comparaison entre le CDP et le CDM est faite lors du premier instant du geste où les membres inferieurs touchent la PFF (position d'attente) jusqu'au contact du pied avec le sol (attaque du talon), puisque nous n'avons utilisé qu'une seule PFF, et pour les trois vitesses d'avancée vers le filet (V1, V2 et V3). Cette phase correspond au début de geste. Elle commence au moment où l'expérimentateur lâche la balle de la gouttière.

A partir de la distance entre le CDM et le CDP huit points caractéristiques ont été calculés (Figure III.7) :

1- Décollage du pied ;
2- Double appuis ;
3- Maximum de la distance CDM / CDP en 2 dimensions ;
4- Amplitude minimum sur l'axe A-P ;
5- Amplitude maximum sur l'axe A-P ;
6- Maximum sur l'axe M-L ;
7- Point sur l'axe M-L au moment de double appui ;
8- Distance moyenne tout au long de la phase.

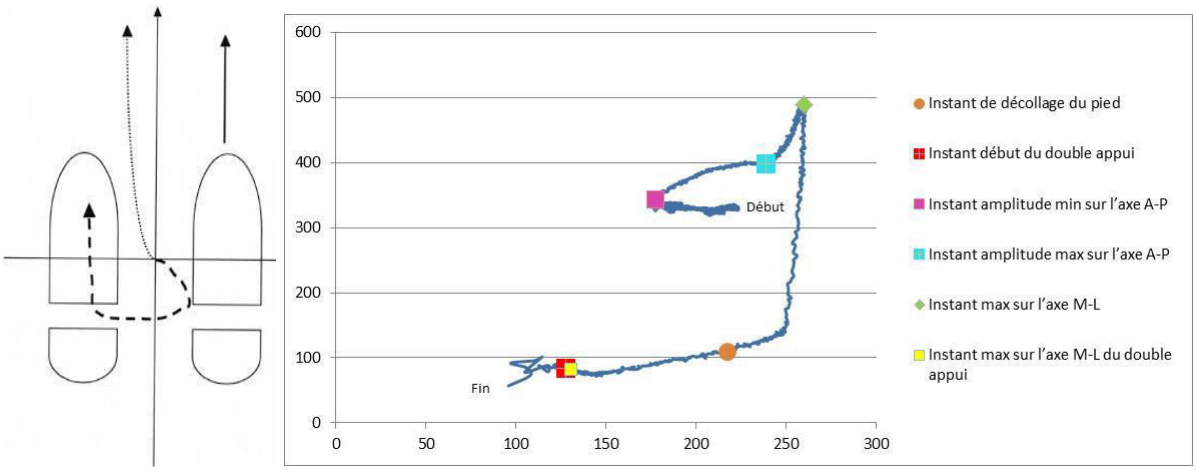


Figure III.7 : Schématisation du déplacement du CDM (gauche pointillé) et du CDP (tiret à gauche et tracé à droite) avec à droite, les 6 points caractéristiques retenus pour étudier l'équilibre du sujet lors de l'initiation du mouvement *(Les points 3 et 8 ne peuvent être visualisés sur ce tracé)*

2. La cinématique articulaire

La visualisation des courbes et l'identification des points caractéristiques de la cinématique articulaire ont été réalisés à l'aide de logiciel Mokka 0.6.0.0[7], pour chaque groupe expérimental, pour les trois vitesses de balle, pour les trois instants sur la PFF et pour les quatre phases du geste. Le travail s'est focalisé sur la cinématique articulaire dans le plan sagittale soit, selon le modèle PIG, sur la flexion et l'extension des articulations, siège des amplitudes les plus importantes. Si toutes les cinématiques articulaires dans les trois plans sont disponibles, nous nous intéresserons plus particulièrement dans ce travail aux angles de lordose lombaire, de flexion/extension du dos et du thorax en lien avec la partie du corps ciblée de manière privilégiée pour l'entrainement.

L'angle de la lordose lombaire

L'angle de lordose lombaire (Figure III.8a) n'est pas calculé par le modèle PIG utilisé. Il a été estimé dans un second temps par le calcul de l'angle entre les marqueurs de la 10e dorsale (D10), de la 3e lombaire (L3) et du Sacrum (S). Cet angle a été calculé sur Excel. Les calculs sont réalisés lors de la position d'attente où la participante se tient debout immobile, puis lors des instants et des phases du geste. Il est calculé à partir des trajectoires (X, Y et Z) enregistrées par Vicon nexus, à l'aide de l'équation suivante[8]:

$$\text{Cos}\ (_{D10\,L3\,S}) = \text{ProdSca} \,/\, (\|U_{(D10\,;\,L3)}\|*\|U_{(L3\,;\,S)}\|)$$

---

[7] Mokka est un logiciel pour analyser la motion cinématique et cinétique à partir des fichiers brutes des principaux systèmes d'analyse du mouvement : d'extension C3D dans le cas de cette étude. http://ucamm-boislarris.megrot.com/MOKKA-BTK

[8] D10 (X_{D10},Y_{D10},z D10) ; L3(X_{L3},Y_{L3},Z_{L3}) ; S (X_S,Y_S,Z_S)

Calcule les vecteurs:

$U\ x_{(D10\,;\,L3)} = X_{L3} - X_{D10}$; $U_{(D10\,;\,L3)}\ Y = Y_{L3} - Y_{D10}$; $U_{(D10\,;\,L3)}Z = Z_{L3}$-$Z_{D10}$

Pour obtenir les coordonnées de (D10 ; L3) ($X_{D10\,L3}$, $Y_{D10\,L3}$, $Z_{D10\,L3}$)

$U\ x_{(L3\,;\,S)} = X_S - X_{L3}$; $U_{(L3\,;\,S)}\ Y = Y_S - Y_{L3}$; $U_{(L3\,;\,S)}\ Z = Z_S - Z_{L3}$

Pour obtenir les coordonnées de (L3 ; S) ($X_{L3\,S}$, $Y_{L3\,S}$, $Z_{L3\,S}$)

Calcule le produit scalaire:

$U_{(L3\,;\,S)}*U_{(L3\,;\,S)} = X_{D10}*X_{L3}*X_S + Y_{D10}*Y_{L3}*Y_S + Z_{D10}*Z_{L3}*Z_S$ =ProdSca

Calcule les normes:

$\|U_{D10\,;\,L3}\|$ = racine carrée [$(X_{D10\,L3})^2 + (Y_{D10\,L3})^2 + (Z_{D10\,L3})^2$]

$\|U_{L3\,;\,S}\|$ = racine carrée [$(X_{L3\,S})^2 + (Y_{L3\,S})^2 + (Z_{L3\,S})^2$]

$\|U_{D10\,;\,L3}-U_{L3\,;\,S}\|$ = racine carré [$(X_{D10\,L3} + X_{L3\,S})^2 + (Y_{D10\,L3} + Y_{L3\,S})^2 + (Z_{D10\,L3} + Z_{L3\,S})^2$]

Calcule le cosinus entre 3 points en B

$\text{Cos}\ (_{D10\,L3\,S}) = \text{ProdSca} \,/\, (\|U_{(D10\,;\,L3)}\|*\|U_{(L3\,;\,S)}\|)$

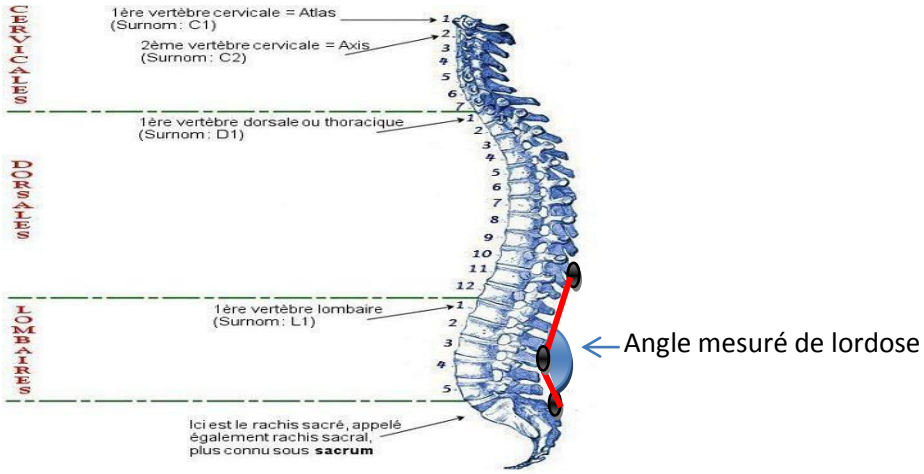


Figure III.8a : Mesure de l'angle de lordose lombaire.

Il est important de préciser que l'évolution de l'angle mesuré est inverse à la lordose réelle (creusement du dos). Ainsi, plus l'angle mesuré augmente et plus le bas du dos est 'plat'.

L'angle du dos et du thorax

L'angle de dos est mesure par le logiciel du Vicon avec le modèle du PIG et constitue l'angle entre le thorax et les cuisses. Ensuite, l'angle du thorax est l'angle entre le thorax et la verticale de la salle d'expérimentation (Figure III. 8b).

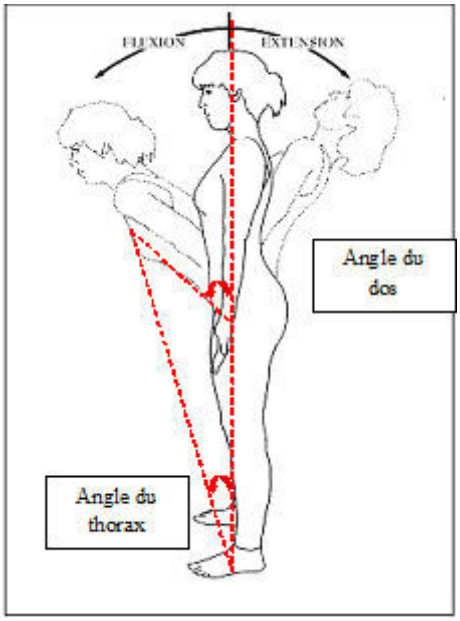


Figure III.8b : La mesure de l'angle du dos et du thorax.

La raquette du tennis

La raquette des participantes (raquette personnelle) est également équipée de trois marqueurs pour pouvoir créer un segment supplémentaire sur le modèle PIG et pour visualiser ses trajectoires à partir du fichier c3d du Vicon Nexus (Figure III. 8c) afin de faciliter le découpage du mouvement.



Figure III.8c : Le placement des marqueurs sur la raquette personnelle des participantes.

III.2.2.4.4. Les mesures de la douleur

La quantification des douleurs a été réalisée selon la même méthodologie que celle présentée dans le chapitre II, partie *II.3.2.2.1. Quantification des douleurs à partir du Brief Pain Inventory*.

III.2.2.4.5. Statistiques

Les tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistica 9 (Statsoft ©)[9] sur les données cinématiques et cinétiques (CDP & CDM, angle du tronc, EMG). Par contre, les tests statistiques n'ont pas été appliqués sur l'ensemble des points des courbes de tout le passage mais sur les points caractéristiques tels que décrit ci-dessus. Pour cela, une ANOVA non-paramétrique (test de KW) a été choisie pour les données non-normales et une ANOVA à un facteur a été appliquée sur les données qui suivent une loi normale. Lorsque la comparaison entre les groupes, pour une même valeur, est utilisée deux fois, la valeur de *p* est baissée de moitié. Dans ce cas, le test est considéré significatif si $p \leq 0{,}025$ (ajustement de Bonferroni)[10].

[9] StatSoft, inc. (2012). STATISTICA (data analysis software system), version 9.0. www.statsoft.com
[10] http://www.statsoft.fr/concepts-statistiques/glossaire/a/bonferroni.html

III.2.3. Résultats

III.2.3.1. Paramètres cinétiques issus des PFF et de l'A3D

Les comparaisons entre les trois groupes expérimentaux (GISAE *vs* GC ; GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC) sont faites pour les huit points caractéristiques de l'étude du CDM et CDP (*Cf* partie III.2.2.4.3.).

En premier lieu, la comparaison GISAE *vs* GC (effet grossesse) montre une différence importante entre ces deux groupes concernant l'amplitude maximum sur l'axe A-P et la distance moyenne, mais uniquement lors du déplacement à la vitesse lente (V1). Cette élément n'est pas retrouvé lors de la comparaison GISAE *vs* GC durant le déplacement à la vitesse moyenne (V2) ni durant le déplacement à la vitesse rapide (V3) sur la PFF. Ceci révèle que le GISAE présente un déséquilibre plus important que le GC seulement pour la V1 (Tableau III.3 ; pour un exemple de tracé voir la Figure III.9a pour le GISAE et la Figure III.10c pour le GC).

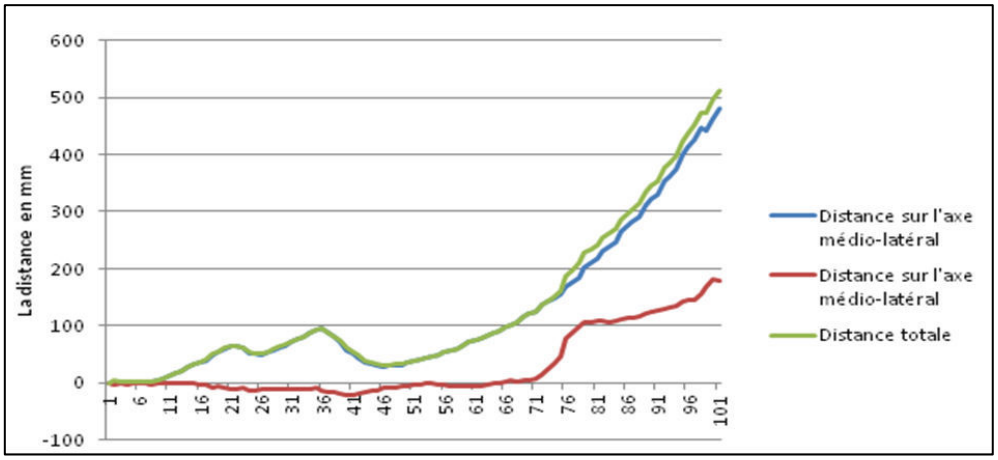


Figure III.9a : Exemple représentatif de la distances entre le centre de pression et le centre de masse en pourcentage du cycle pour un sujet du groupe non actif durant la grossesse 'GISAE' lors de la vitesse lente d'avancée vers le filet 'V1'.

PFF : Plateforme de forces.

Dans un deuxième temps, la comparaison GASAE *vs* GISAE (effet entrainement), présente des différences importantes durant le déplacement à la vitesse V1 et durant le déplacement à la vitesse V2 sur l'axe A-P comme sur l'axe M-L. Ainsi, les résultats statistiques pour cette comparaison (GASAE *vs* GISAE) montrent une tendance à une amplitude minimum sur l'axe A-P (V1) et un point maximum sur l'axe M-L plus importante (V1 et V2 significatifs avant l'application de l'ajustement de Bonferroni) chez le GISAE comparés au GASAE (Tableau III.3). Ces éléments vont dans le sens d'un déséquilibre plus important chez le GISAE comparé au GASAE qui ne se produit que pour les vitesses V1 et

V2 (Tableau III.3 ; pour un exemple voire la Figure III.8a pour le GISAE et la Figure III.9b pour le GASAE).

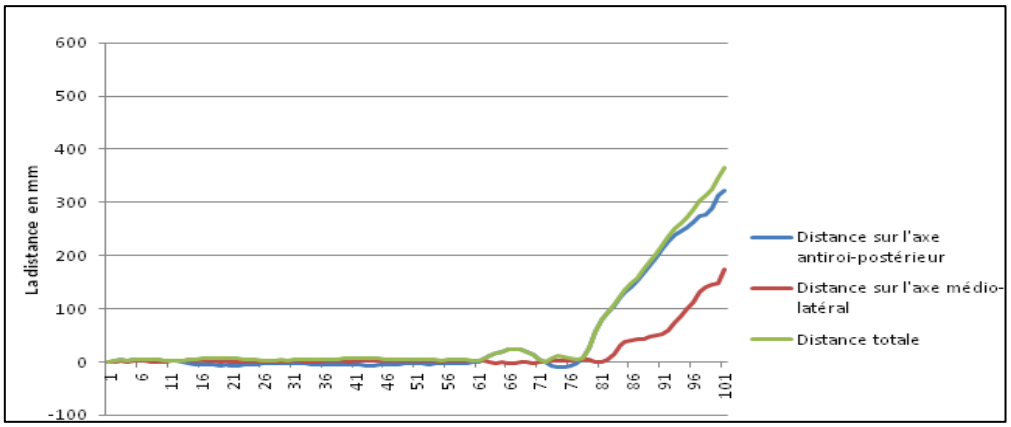


Figure III.9b : Exemple représentatif de la différence entre le centre de pression et le centre de masse en pourcentage du cycle pour un sujet du groupe actif durant la grossesse 'GASAE' lors de la vitesse lente d'avancée vers le filet 'V1'.

PFF : La plateforme de forces.

En outre, la comparaison GC *vs* GASAE (effet grossesse + entrainement) montre une différence significative pour l'amplitude minimum sur l'axe A-P durant le déplacement à la vitesse V2 et pour le point maximum sur l'axe M-L durant le déplacement à la vitesse V3, avec des valeurs plus favorables chez le GASAE comparées au GC (Tableau III.3). Ceci reflète également un meilleur équilibre chez le GASAE comparé au GC lors de l'initiation du déplacement (Tableau III.3 ; pour un exemple voire la Figure III.8c pour le GC et la Figure III.9b pour le GASAE).

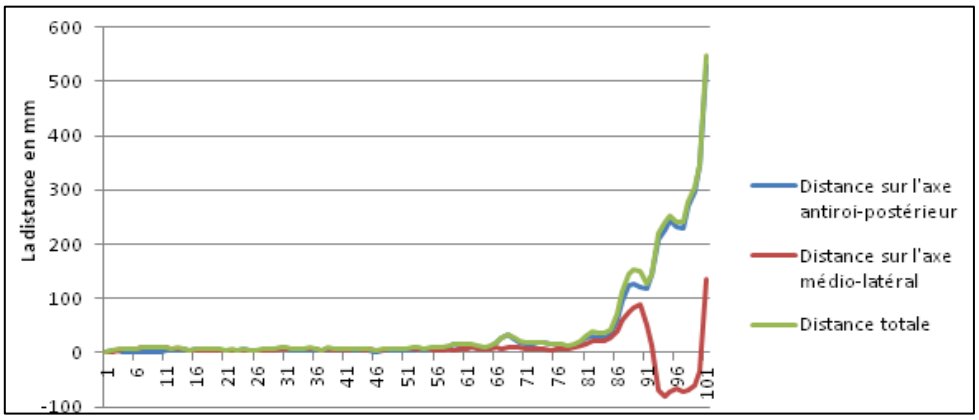


Figure III.9c : Exemple représentatif de la différence entre le centre de pression et le centre de masse en pourcentage du cycle chez un sujet du groupe contrôle sans enfants 'GC' lors de la vitesse lente d'avancée vers le filet 'V1'.

PFF : La plateforme de forces.

Globalement, les résultats statistiques des comparaisons entre les trois groupes expérimentaux pour les huit points caractéristiques choisis montrent davantage de différences lors de la vitesse V3, comparés aux deux autres vitesses et plus particulièrement pour l'effet entrainement. Les différences entre les groupes en matière de déséquilibre lors de l'initiation du mouvement semblent cependant relativement réduites mais malgré tout identifiables.

De plus, ces résultats, mettent également en avant que la grossesse sans entrainement a un effet défavorable sur l'équilibre (GISAE *vs* GC & GASAE) comparé à l'effet favorable de l'entrainement durant la grossesse sur l'équilibre chez le GASAE comparé aux deux autres groupes (GISAE & GC). Généralement les valeurs du GASAE se situent davantage entre celles des deux autres groupes (Tableau III.3).

	Paramètres mesurées	Unités des mesures	Vitesse	GC *vs* GISAE			GC *vs* GASAE			GASAE *vs* GISAE		
				F ou H	*p*	sens	F ou H	*p*	sens	F ou H	*p*	sens
1	Valeur au décollage du pied	Dist CDM & CDP mm	**V1**	1,81	0,17	GISAE	0,46	0,49	GASAE	0,51	0,47	GISAE
			V2	0,85	0,36	GC	1,227	0,27	GC	0,01	0,99	égalité
			V3	0,79	0,38	GISAE	2,08	0,15	GC	**4,21***	**0,04***	GISAE
2	Valeur au Double Appui	Dist CDM & CDP mm	**V1**	0,62	0,42	GISAE	0,38	0,53	GASAE	0,17	0,67	GISAE
			V2	0,45	0,51	GISAE	0,51	0,47	GC	1,48	0,23	GISAE
			V3	3,28	0,08	GISAE	2,02	0,16	GC	**8,43****	**0,01****	GISAE
3	Valeur maximale de la distance totale	Dist CDM & CDP mm	**V1**	2,90	0,09	GISAE	2,05	0,16	GASAE	0,01	0,9	GISAE
			V2	2,3	0,12	GISAE	0,00	0,96	GASAE	3,15	0,08	GISAE
			V3	2,87	0,11	GISAE	0,65	0,42	GC	**4,96***	**0,03***	GISAE
4	Amplitude minimum sur l'axe A-P	Valeur en mm	**V1**	**4,44***	**0,03***	GISAE	0,01	0,89	GASAE	**3,84***	**0,04***	GISAE
			V2	0,02	0,86	GC	**6,95****	**0,01****	GASAE	**4,72***	**0,031***	GASAE
			V3	0,06	0,79	GISAE	1,27	0,26	GASAE	1,41	0,24	GISAE
5	Amplitude maximale sur l'axe A-P	Valeur en mm	**V1**	3,087	0,08	GISAE	0,03	0,85	GASAE	1,85	0,18	GISAE
			V2	1,47	0,23	GISAE	0,36	0,55	GC	2,64	0,11	GISAE
			V3	0,81	0,37	GISAE	1,11	0,29	GC	2,98	0,09	GISAE
6	Valeur maximale sur l'axe M-L	Valeur en mm	**V1**	2,07	0,15	GISAE	0,14	1	GC	**4,25***	**0,03***	GISAE
			V2	1,99	0,16	GISAE	0,36	0,55	GASAE	0,75	0,39	GISAE
			V3	0,01	0,99	GISAE	**5,98****	**0,02****	GC	**4,59***	**0,04***	GISAE
7	Valeur sur l'axe M-L au moment de Double Appui	Valeur en mm	**V1**	1,14	0,28	GISAE	0,21	0,65	GASAE	0,99	0,31	GISAE
			V2	0,15	0,71	GISAE	0,09	0,77	GASAE	0,03	0,84	GISAE
			V3	0,35	0,55	GISAE	0,05	0,82	GC	0,53	0,46	GISAE
8	Distance moyenne durant l'ensemble du geste	Dist CDM & CDP mm	**V1**	**5,31***	**0,02***	GISAE	1,06	0,31	GASAE	1,11	0,31	GISAE
			V2	0,49	0,48	GISAE	0,03	0,86	GC	0,91	0,34	GISAE
			V3	2,04	0,16	GISAE	0,46	0,51	GC	3,45	0,07	GISAE

Tableau III.3. : Résultats statistiques des paramètres cinétiques (données issues de la plateforme de forces CDP et de l'analyse 3D, COM). Le code couleur utilisé est rouge pour des valeurs plus importantes pour le **GISAE**, vert pour le **GC** et bleu pour le **GASAE.**

**= p<0,05 ; **=p<0,025 ; M-L : Médio-latéral ; A-P : Antéro-postérieur ; DA : Double appuis ; V1 : Vitesse lente de la balle ; V2 : Vitesse moyenne de la balle ; V3 : Vitesse rapide de la balle ; GASAE: Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE: Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC: Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

III.2.3.2. Paramètres électromyographiques (EMG)

III.2.3.2.1. Exemple de signaux

Les activités EMG des huit muscles ont été enregistrées deux fois, la première lors d'une CMI pour la normalisation (avant l'exécution du geste, exemple en Figure III.10a), la seconde lors des différentes phases du geste (Figure III.10b).

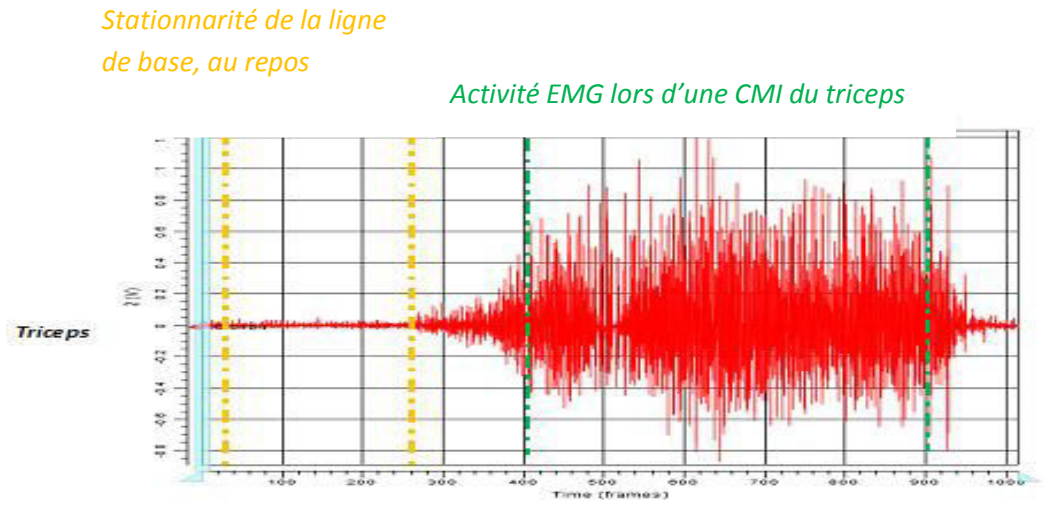


Figure III.10a : Illustration de l'activité électromyographique du triceps pendant une contraction maximale isométrique de la participante.

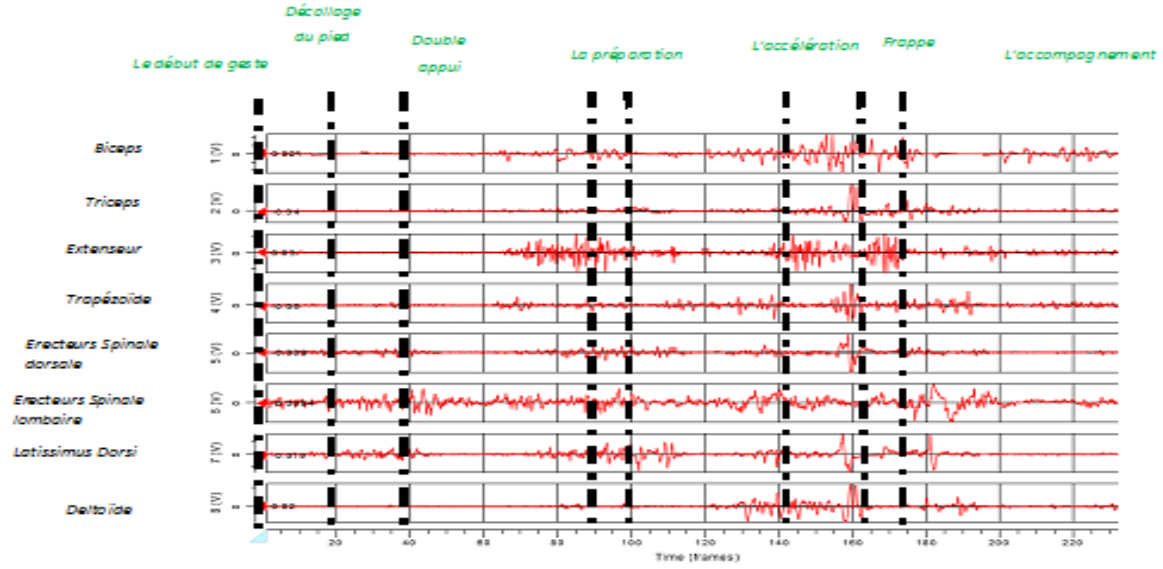


Figure III.10b : Illustration des activités électromyographiques typiques des huit muscles pendant les instants et phases caractéristiques du geste pour une participante.

III.2.3.2.2. Activités EMG lors des différents évènements du geste

- **L'instant de la position d'attente**

Durant la position d'attente (le tout début du geste) aucun effet significatif n'a été observé entre les groupes concernant les muscles latissimus dorsi et le trapézoïde quelle que soit la vitesse de la balle. Par contre, nous observons des activités EMG, pour les érecteurs spinaux 'dorsale et lombaire' plus importantes chez le GISAE comparé aux deux autres groupes. Concernant l'érecteur spinal dorsal, la comparaison entre le GISAE et le GC nous montre qu'il y a une activité EMG relativement plus élevée chez le GISAE comparé au GC et qui devient plus importante avec l'augmentation de la vitesse (V3 F=4,7 ; p=0,02' ; Figure III.11a). Par contre, pour l'érecteur spinal lombaire, il y a toujours des activités EMG plus importantes chez le GISAE comparé au GC, plus évidente lors de la V3 (F=7,3 ; p=0,01) ; Figure III.11a).

Ensuite, la comparaison entre le GISAE et le GASAE montre qu'il y a toujours des activités EMG plus élevées, pour les érecteurs spinaux 'dorsal' et 'lombaire', chez les GISAE comparé au GASAE quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12a). Pour la V1 (dorsal H=9,6 ; p=0,001 ; lombaire H=7,5 ; p=0,001) ; V2 (dorsal F=8,3 ; p=0,003' : lombaire F=6,4 ; p=0,01) et V3 (dorsal F=9,3 ; p=0,002' : lombaire F=7,2 ; p=0,01') (Figure III.11a).

En outre, la comparaison entre le GASAE et le GC concernant l'activité des érecteurs spinaux (dorsal et lombaire) ne nous montre aucun effet significatif entre ces deux groupes pour la V2 et la V3. Par contre, une tendance (significative avant d'appliquer l'ajustement de Bonferroni) lors de la V1 a été observée (dorsal F=4,1 ; p=0,04' : lombaire F=4,6 ; p=0,03) avec une activité EMG plus élevées chez le GC comparant au GASAE (Figure III.11a).

En absence d'activité des membres supérieurs lors de cette position d'attente, les activités EMG n'ont pas été étudiées.

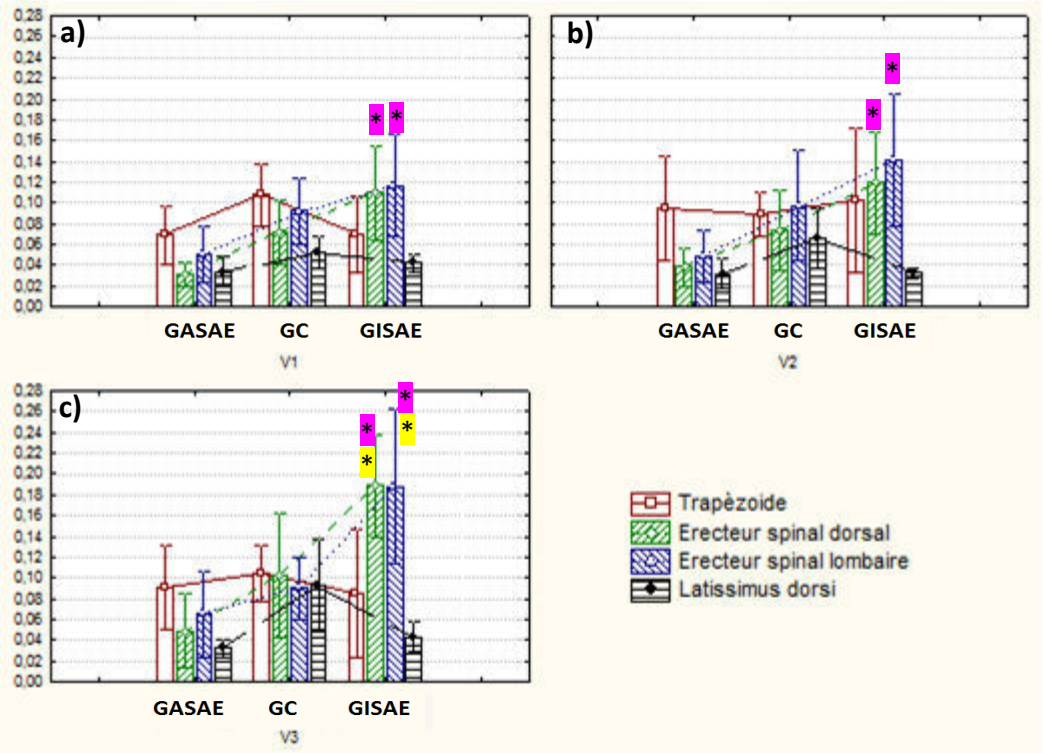


Figure III.11a : Activités EMG relatives (en pourcentage de la CMI) des muscles du dos lors de la position d'attente pour les trois vitesses de balles [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

L'instant du décollage du pied

Durant le décollage du pied aucun effet significatif n'a été observé entre les groupes concernant les muscles latissimus dorsi et le trapézoïde quelle que soit la vitesse de la balle. Concernant l'érecteur spinal dorsal, la comparaison entre le GISAE et le GC nous montre qu'il y a une activité EMG significativement plus élevée chez le GISAE comparé au GC pour la V1 et la V2 (respectivement F=5,3 ; p=0,02 : F=6,7 ; p=0,01) mais cette différence significative n'a pas été observée lors de la V3 (F=3,6 ; p=0,05) (Figure III.12b). En ce qui concerne l'érecteur spinal lombaire une différence significative est observée entre le GISAE et le GC lors des trois vitesses de la balle avec une activité EMG plus importante chez le GISAE comparé au GC (V1 F=9,2 ; p=0,01 : V2 F=5,8 ; p=0,01 et V3 F=4,9 ; p=0,02) (Figure III.11b).

Ensuite, la comparaison entre le GISAE et le GASAE montre que le GISAE a toujours une activité EMG plus importante pour l'érecteur spinal dorsal et que cette différence est

significative seulement lors de la V1 (F=5,3 ; p=0,02) et la V2 (F=5,1 ; p=0,02) (Figure III.11b). Concernant l'érecteur spinal lombaire, une différence significative a été observée entre ces deux groupes lors des trois vitesses de la balle (V1 F=9,4 ; p=0,009 : V2 F=9,1 ; p=0,002 et V3 F=6,3 ; p=0,01) (Figure III.11b).

Par contre, aucun effet significatif n'a été observé entre le GC et le GASAE pour les activités EMG des érecteurs spinaux dorsal et lombaire, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11b).

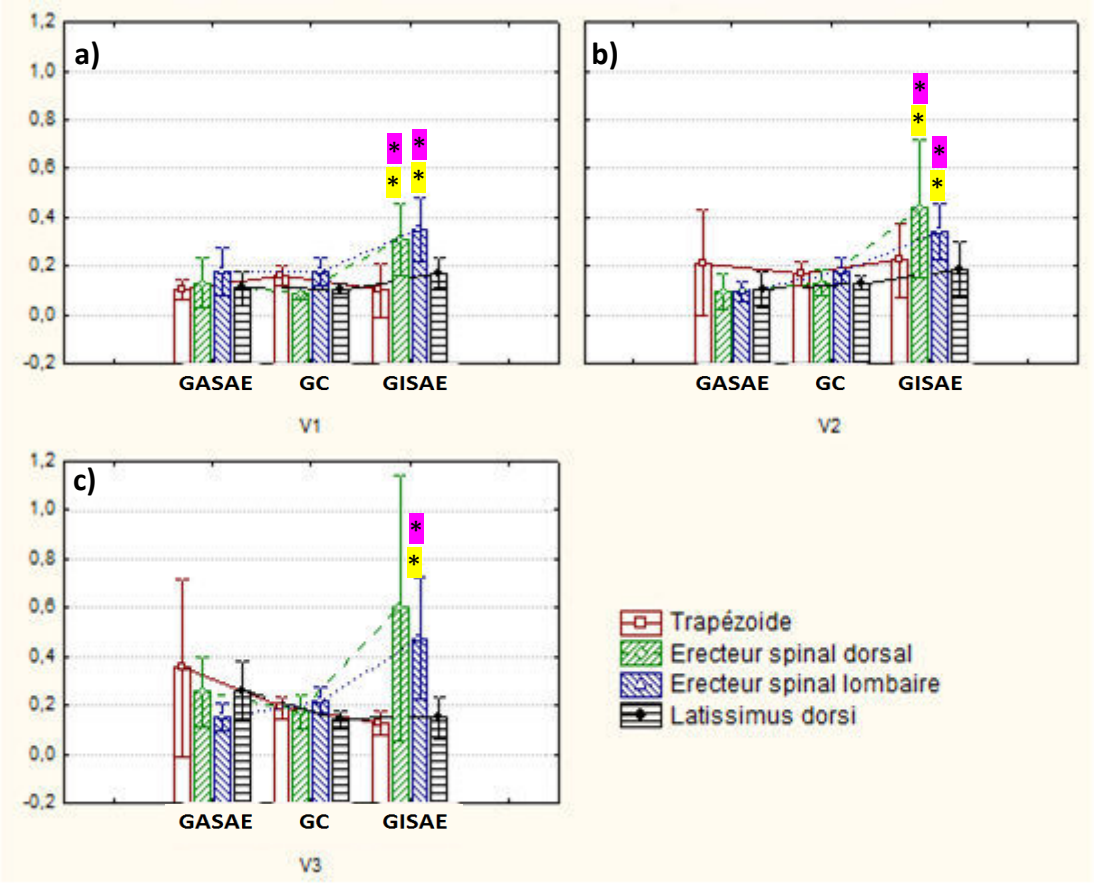


Figure III.11b : Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles de dos lors du décollage du pied [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

En absence d'activité des membres supérieurs durant cet instant du décollage du pied, les activités EMG n'ont pas été étudiées.

- **L'instant du double appui**

Durant le double appui aucun effet significatif n'a été observé entre les groupes concernant les muscles latissimus dorsi et trapézoïde quelle que soit la vitesse de la balle. Concernant les érecteurs spinaux dorsaux et lombaires, une différence significative a été observée entre le GISAE et le GC lors de la V1 (dorsal F=10,1 ; p=0,01 : lombaire F=7,5 ; p=0,01) (Figure III.11c).

Ensuite, la comparaison entre le GISAE et le GASAE montre une différence significative concernant l'érecteur spinal dorsal avec une activité EMG plus élevée chez le GISAE comparant au GASAE lors de la V2 (F=5,1 ; p=0,02) (Figure III.11c). Par contre, aucun effet significatif n'a été observé entre le GC et le GASAE pour les activités EMG des érecteurs spinaux 'dorsal et lombaire', quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11c).

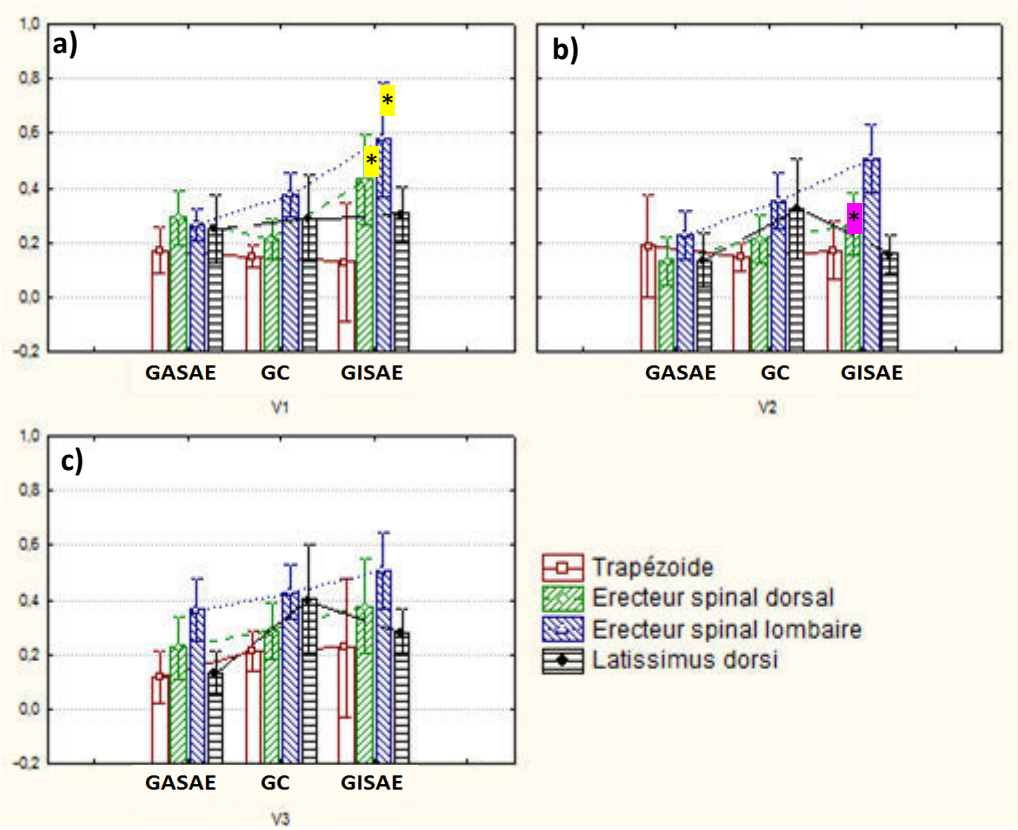


Figure III.11c : Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du dos lors du double appui [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= Différence significative GISAE *vs* GC ; *= Différence significative GISAE *vs* GASAE ; *V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

En absence d'activité des membres supérieurs lors du double appui, les activités EMG n'ont pas été étudiées.

- **La phase de préparation**

En ce qui concerne **les muscles du bras** (biceps et extenseur) aucun effet significatif n'est observé sur l'activité EMG entre les groupes, quelle que soit la vitesse de la balle. Concernant le triceps nous observons une différence significative entre le GC et le GISAE avec des activités EMG plus élevées chez le GC pour la V2 et la V3 (respectivement F=11,5 ; p=0,001 : F=13,6 ; p=0,001 ; Figure III.11d). Pour le deltoïde, nous observons également une différence significative entre ces deux groupes avec des activités EMG plus élevées chez le GC (V1 F=10,6 ; p=0,001 : V2 F=13,2 ; p<0,0001 et V3 F=10,1 ; p=0,001) (Figure III.11d).

Aucun effet significatif n'est observé pour le triceps entre le GISAE et le GASAE quelle que soit la vitesse de la balle. Par contre, un effet significatif est observé entre ces deux groupes pour le deltoïde lors des trois vitesses de la balle (V1 F=8,1 ; p=0,01 : V2 F=6,4 ; p=0,01 : V3 F=8,7 ; p=0,01) avec des valeurs plus élevées chez le GASAE comparées au GISAE (Figure III.11d).

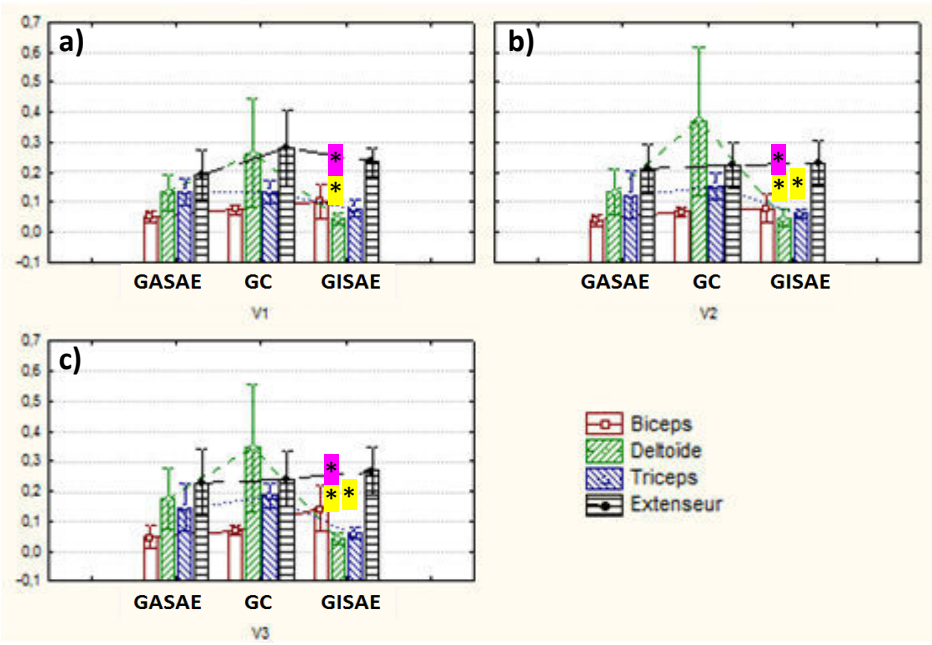


Figure III.11d : Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du bras lors de la préparation [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

Pour **les muscles du dos**, aucune différence significative n'est observée entre les groupes pour les activités EMG du latissimus dorsi ni pour la trapézoïde quelle que soit la vitesse de la balle. La comparaison entre le GISAE et le GC montre qu'il y a une différence significative pour l'activité des érecteurs spinaux avec toujours une activité plus élevées chez le GISAE comparé au GC (dorsal V1 F=5,9 ; p=0,01 : V2 F=4,1 ; p=0,001 : V3 F=12,1 ; p<0,0001 et lombaire V1 F=5,2 ; p=0,02 ; V2 F=8,2 ; p=0,01 et V3 F=11,2 ; p<0,0001) (Figure III.11e).

Ensuite, la comparaison entre le GISAE et le GASAE nous montre qu'il y a une tendance (non significative) pour l'érecteur spinal dorsal (V1 F=4,1 ; p=0,04 : V2 H=3,1 ; p=0,08 et V3 F=4,4 ; p=0,03). Mais une différence significative pour l'érecteur spinal lombaire (V1 F=11,7 ; p<0,0001 ; V2 F=14,3 ; p=0,0001 et V3 F=6,7 ; p=0,001) avec une activité EMG plus élevée chez le GISAE comparée au GASAE (Figure III.11e). La comparaison entre le GASAE et le GC ne nous montre aucune différence significative entre ces deux groupes concernant les activités EMG des érecteurs spinaux (Figure III.11e).

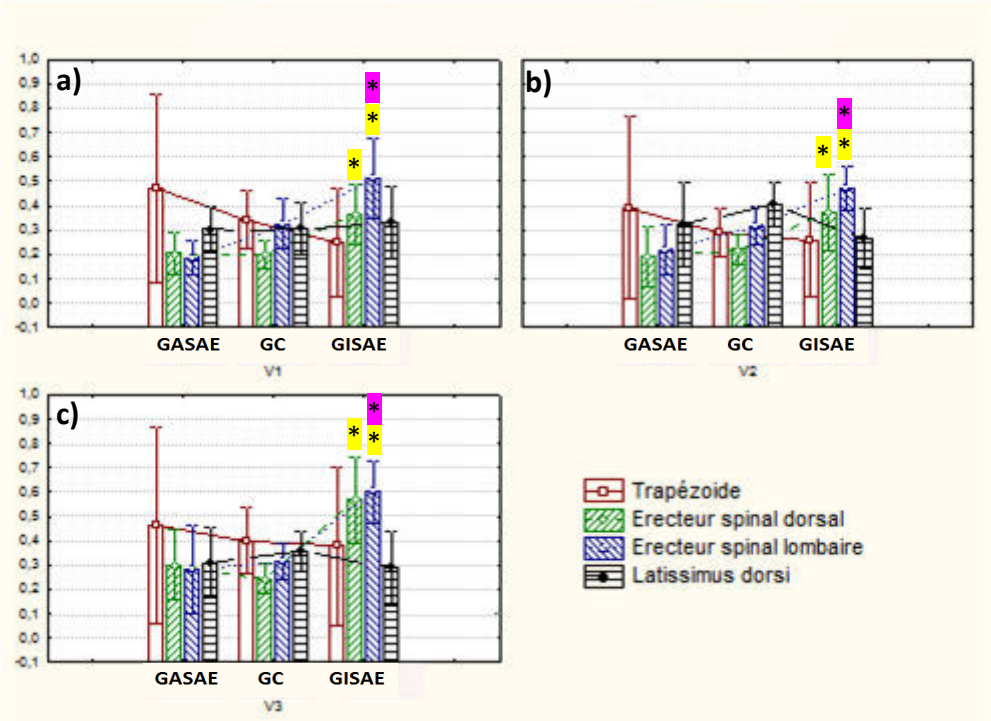


Figure III.11e : Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du dos lors de la préparation [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative* GISAE *vs* GASAE *V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

- **La phase d'accélération**

En ce qui concerne **les muscles du bras**, il n'y a pas d'effet significatif entre les trois groupes pour les activités EMG du triceps, quelle que soit la vitesse de la balle. Par contre, il est observé une augmentation de l'activité EMG du biceps chez le GISAE avec l'augmentation de la vitesse de la balle. Ainsi, il y a une différence significative entre le GISAE et le GC lors de la V3 ($F=7,2$; $p=0,01$). De même, une différence identique est observée concernant le biceps lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE pour la V3 ($F=5,7$; $p=0,01$). Il n'est pas observé de différence entre le GASAE et le GC concernant l'activité EMG de ce dernier muscle (Figure III.11f).

Parallèlement, l'activité EMG est significativement plus élevées chez le GISAE comparé au GC concernant l'extenseur à V3 ($F=6,4$; $p=0,01$). Cette différence n'a pas été observée lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE quelle que soit la vitesse de la balle. Une différence significative a été observée entre le GASAE et le GC à V3 ($F=6,9$; $p=0,01$) avec des activités EMG plus élevées chez le GASAE concernant l'extenseur (Figure III.11f).

En revanche, pour le deltoïde la comparaison GISAE *vs* GC montre une différence significative lors de la V2 ($F=8,1$; $p=0,01$) avec des activités plus importantes chez le GISAE. Aucun effet significatif n'a été observé entre le GASAE et le GISAE, concernant ce muscle, pour les trois vitesses de la balle. Par contre, une différence significative est observée entre le GASAE et le GC lors de la V2 ($H=5,8$; $p=0,01$) avec des activités EMG plus importantes chez le GASAE (Figure III.11f).

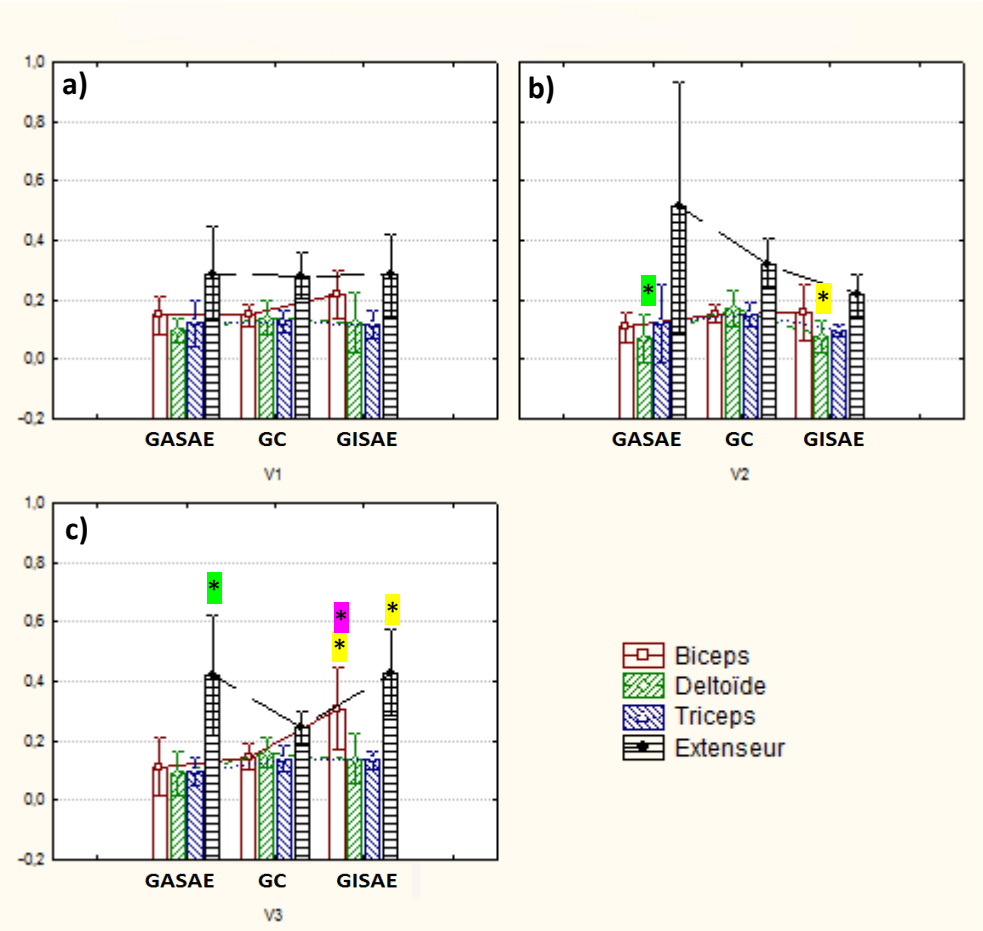


Figure III.11f : Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du bras lors de l'accélération [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

Concernant **les muscles de dos**, nous avons observé une activité EMG du trapézoïde relativement plus élevée chez le GISAE qui est significative lors de la vitesse lente de la balle V1 comparée aux deux autres groupes (GISAE *vs* GC F=5,3 ; p=0,02 : GISAE *vs* GASAE F=4,8 ; p=0,02). Par contre, aucun effet significatif n'est observé entre le GC et le GASAE, concernant l'activité EMG de ce muscle, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11g).

Aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GISAE *vs* GC concernant le latissimus dorsi. Une seule différence significative est relevée concernant ce muscle lors de la comparaison GASAE *vs* GC lors de la V2 (F=5,5 ; p=0,01 ; Figure III.11g).

Concernant l'érecteur spinal dorsal les tests statistiques indiquent une différence significative pour la V1 lors de la comparaison GISAE *vs* GC (F=6,1 ; p=0,01) et pour la V3 lors de la comparaison GASAE *vs* GISAE (F=6,2 ; p=0,01) avec une activité EMG plus élevée chez le GISAE comparée aux deux autres groupes (Figure III.11g). Par contre, aucun effet significatif n'est observé concernant ce muscle lors de la comparaison GASAE *vs* GC.

Parallèlement, concernant l'érecteur spinal lombaire, les tests statistiques montrent une différence significative pour la V1 lors de la comparaison GISAE *vs* GC (F=10,62 ; p=0,001) avec des activités EMG plus importantes chez le GISAE. Par contre, la différence est toujours significative pour toutes les vitesses de la balle lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE (V1 F=12,6 ; p<0,0001 : V2 F=5,4 ; p=0,01 ; V3 F=6,7 ; p=0,01) avec des activités EMG plus importantes chez le GISAE comparées au GASAE. De plus, la comparaison GASAE *vs* GC montre une différence significative lors de la V3 (F=5,5 ; p=0,01) avec des activités plus élevées chez le GC comparé au GASAE (Figure III.11g).

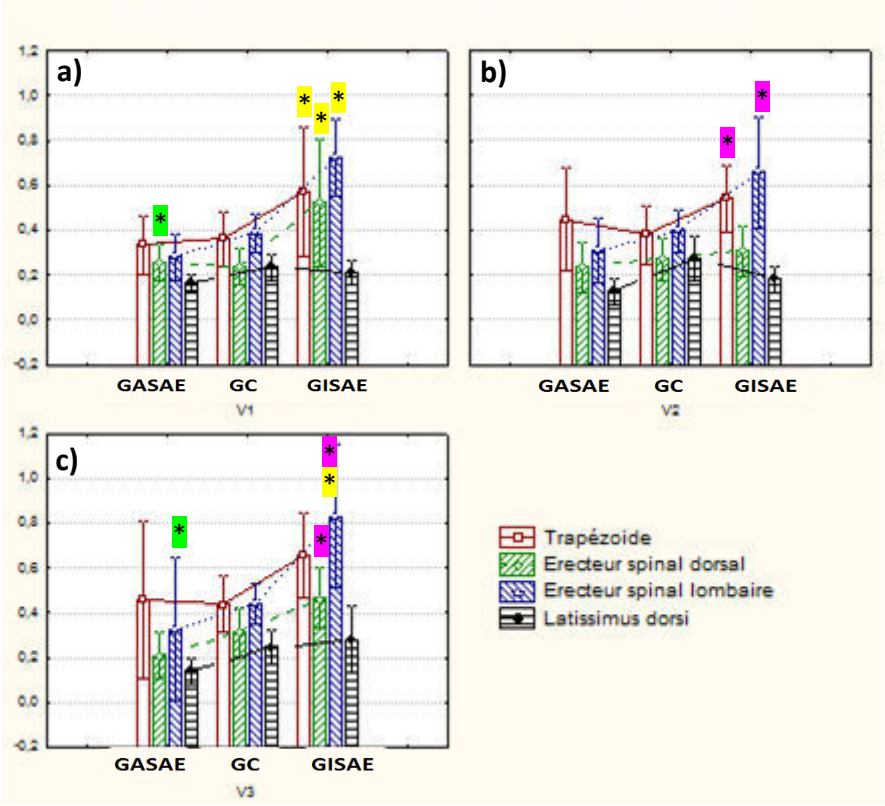


Figure III.11g: Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du dos lors de l'accélération [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

- **La phase de frappe de balle**

Pour **les muscles du bras** les tests statiques ne montrent aucun effet significatif entre les trois groupes expérimentaux concernant les activités EMG du triceps quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11h).

Concernant le biceps, des activités EMG plus élevées sont observées chez le GISAE comparées aux deux autres groupes concernant la V2 lors de la comparaison GISAE *vs* GC ($F=6,7$; $p=0,01$) et lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE ($F=6,8$; $p=0,01$). Durant la V3 une différence significative est observée lors de la comparaison GASAE *vs* GC ($F=9,5$; $p=0,01$) avec des activités EMG plus importantes chez le GC (Figure III.11h).

Ensuite, pour l'extenseur, une seule différence significative est observée lors de la V3 pour la comparaison GISAE *vs* GC ($F=6,2$; $p=0,01$) avec des activités EMG plus élevées chez le GISAE. Les comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC, pour ce muscle, ne montrent aucune différence significative pour les trois vitesses de la balle (Figure III.11h).

En outre, pour le deltoïde des différences significatives ont été observées lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour toutes les vitesses de balle (V1 $H=8,7$; $p=0,001$: V2 $F=10,7$; $p=0,001$: V3 $F=10,7$; $p=0,001$). La comparaison GISAE *vs* GASAE, pour ce muscle, ne montrent aucune différence significative pour les trois vitesses de la balle ; Alors qu'une différence significative entre le GASAE et le GC est observée ($F=5,4$; $p=0,01$) concernant ce muscle avec des activités EMG plus importantes chez le GC (Figure III.11h).

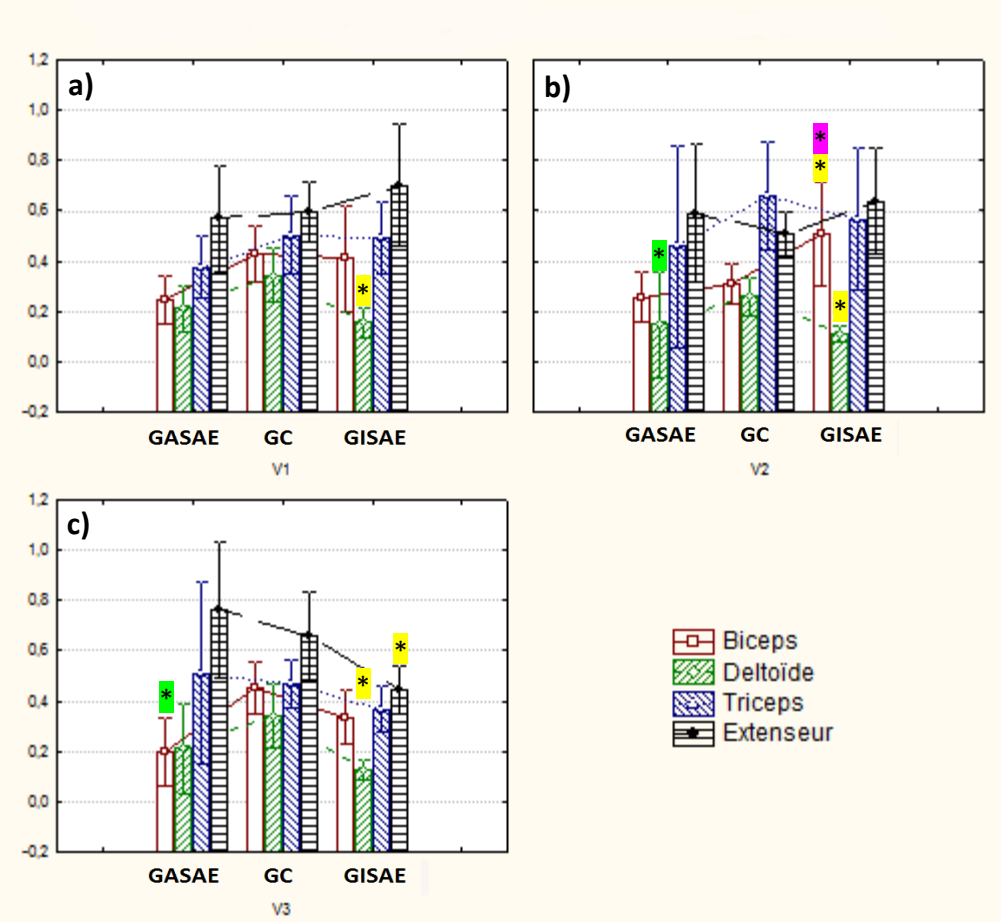


Figure III.11h: Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du bras lors de la frappe [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

En ce qui concerne les **muscles du dos**, les résultats statistiques ne montrent pas de différences significatives entre les trois groupes expérimentaux concernant les activités EMG de trapézoïde et de l'érecteur spinal dorsal (Figure III.11i).

De même, il n'est observé aucune différence significative entre le GISAE et le GC concernant le latissimus dorsi. Par contre, une différence significative, concernant ce muscle, est trouvée lors de la comparaison GASAE *vs* GISAE pour la V2 (F=5,3 ; p=0,02) avec des activités EMG plus élevées chez le GISAE. De plus, lors de la comparaison GASAE *vs* GC, nous obtenons une différence significative concernant ce muscle, pour toutes les vitesses de

balle (V1 F=11,1 ; p<0,0001 : V2 F=6,1 ; p=0,01 : V3 F=7,5 ; p=0,001) avec des activités EMG plus élevées chez le GC (Figure III.11i).

En outre, pour l'érecteur spinal lombaire, la comparaison GISAE *vs* GC montre une différence significative entre ces deux groupes pour la V1 (F=7,1 ; p=0,01) avec des activités EMG plus élevées chez le GISAE. De même, les comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC montrent une différence significative, concernant ce muscle, pour toutes les vitesses de la balle respectivement (V1 F=22,4 ; p<0,0001 : V2 F=3,8 ; p=0,05 : V3 F=7,5 ; p=0,01) et (V1 F=6,9 ; p=0,01 : V2 F=5,1 ; p=0,02 et V3 F=11,4 : p=0,001) (Figure III.11i).

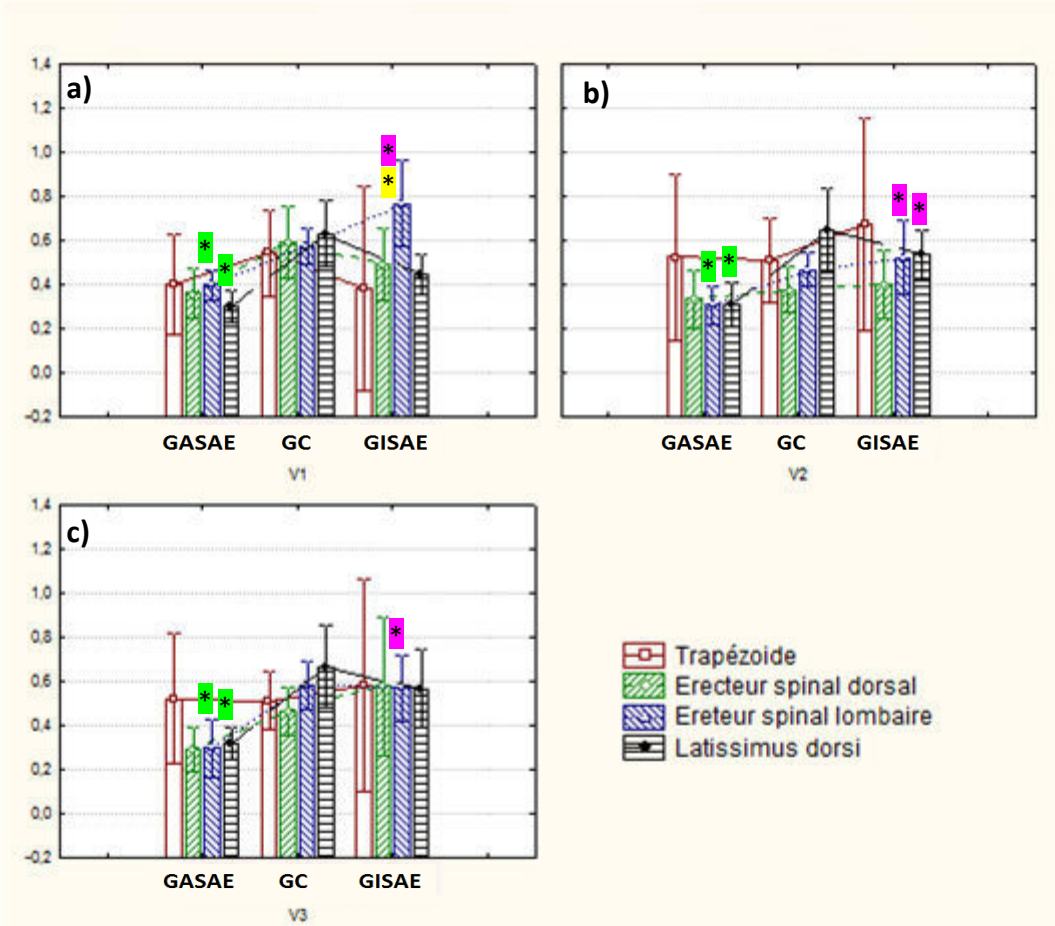


Figure III.11i: Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du dos lors de la frappe de balle [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

- **La phase d'accompagnement**

Concernant les **muscles du bras**, aucune différence significative n'est observée entre les trois groupes concernant les activités EMG du triceps et de l'extenseur (Figure II.10j). De même, pour le biceps, la comparaison GISAE *vs* GC et GASAE *vs* GISAE ne montrent pas d'effet significatif quelle que soit la vitesse de la balle. Une seule différence est trouvée concernant ce muscle lors de la comparaison GASAE *vs* GC (F=8,3 ; p=0,01) pour la V3 avec des activités EMG plus élevées chez le GC (Figure III.11j).

Par contre, pour le deltoïde la comparaison GISAE *vs* GC montre une différence significative pour les trois vitesses de balle (V1 F=9,7 ; p=0,001 : V2 F= 15,2 ; p=0,001 : V3 F=9,7 ; p=0,001) avec des activités EMG plus élevées chez le GISAE. De même, la comparaison GASAE *vs* GISAE montre des activités EMG plus élevées chez le GISAE lors de la V2 (F=15,1 ; p=0,001). Par contre, aucun effet significatif n'est observé entre le GASAE et le GC quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11j).

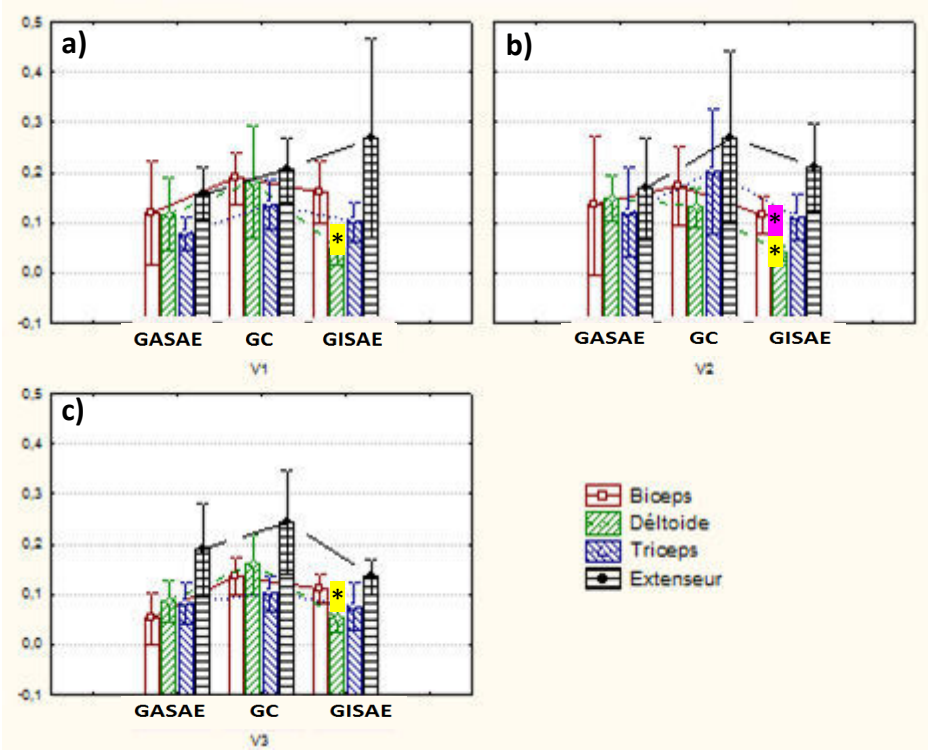


Figure III.11j: Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du bras lors de la phase d'accompagnement [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

En ce qui concerne **les muscles de dos**, pour le trapézoïde les comparaisons GISAE *vs* GC et GASAE *vs* GISAE montrent une différence significative lors de la V3 respectivement (F=7,7 ; p=0,01 et F=6,1 ; p=0,01) avec des activités EMG plus élevées chez le GISAE. Par contre, la comparaison GASAE *vs* GC ne montre aucune différence entre ces deux groupes, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11h).

Pour le latissimus dorsi une seule différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour la V1 (F=15,1 ; p=0,001). Par contre, les comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC ne montrent aucun effet significatif, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11k).

De même, pour l'érecteur spinal dorsal, une différence significative est observée entre le GISAE et le GC lors de la V2 (F=6,7 ; p=0,01) et de la V3 (F=5,84 ; p=0,02). La comparaison GISAE *vs* GASAE indique une différence significative lors de la V2 (F=7,1 ; p=0,01) et la V3 (F=9,6 ; p=0,01) avec des valeurs plus élevées chez le GISAE. Par contre, aucun effet significatif n'est observé lors des comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11k).

Enfin, pour l'érecteur spinal lombaire, la comparaison GISAE *vs* GC montre qu'il y a une différence significative lors de la V2 (F=7,2 ; p=0,01) avec des valeurs plus importantes de l'activité EMG chez le GISAE. De plus, la comparaison GISAE *vs* GASAE montre qu'il y a une différence significative pour toutes les vitesses de la balle (V1 F=7,8 ; p=0,01 : V2 F=10,3 ; p=0,001 : V3 F=11,9 ; p=0,001) avec des valeurs plus importantes chez le GISAE. Par contre, aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GASAE *vs* GC, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.11k).

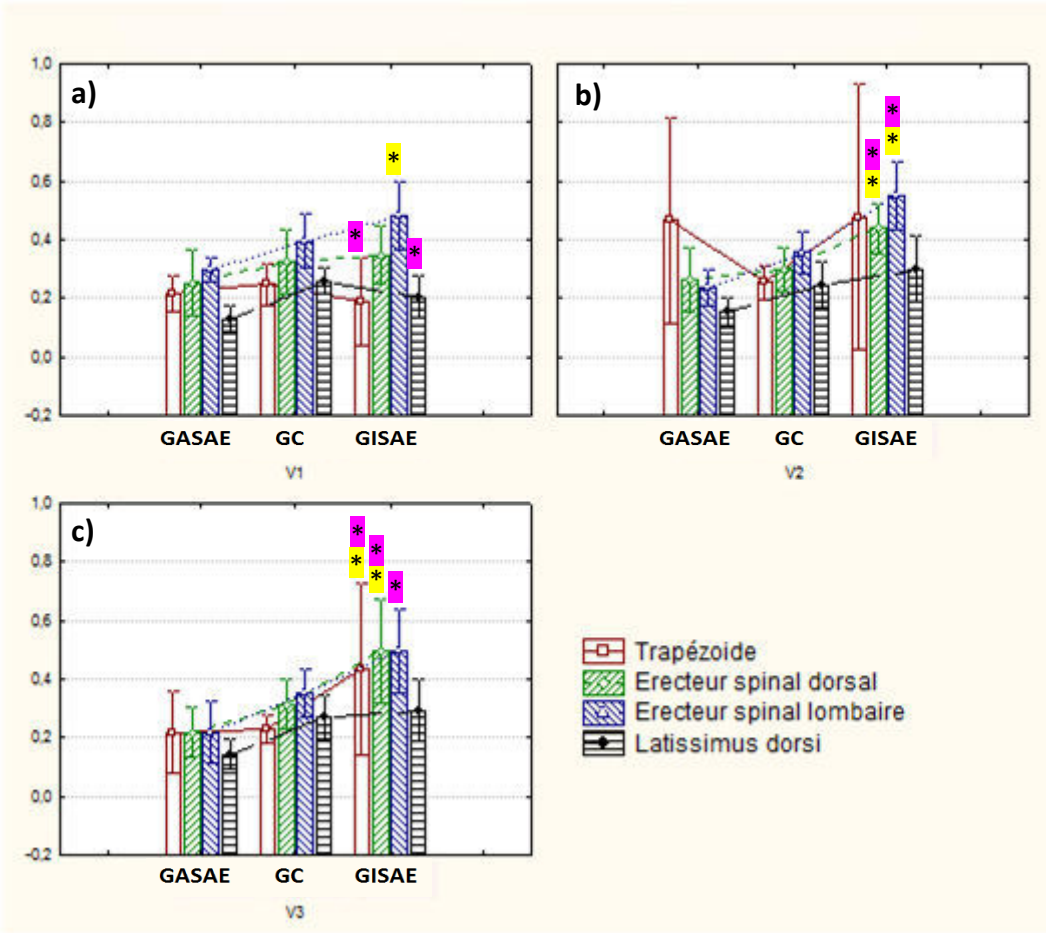


Figure III.11k: Activités EMG relatives (en pourcentage d'une CMI) des muscles du dos lors de l'accompagnement [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ; *= Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

- **Synthèse des comparaisons intergroupes par phase et par vitesse**

L'ensemble des différences significatives d'activités EMG entre les trois groupes est synthétisé dans le Tableau III.4. D'une manière générale, ce Tableau montre que le GISAE a des activités des muscles du dos et surtout des érecteurs spinaux, plus élevées comparé aux deux autres groupes (GASAE et GC). Ces différences entre le GISAE et les deux autres groupes sont plus importantes lors de la phase d'accélération et de la phase d'accompagnement.

Moments étudiées	Vitesse 1			Vitesse 2			Vitesse 3			
	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	Nb de différences ds la phase
Instant de la position d'attente		ESD ESL			ESD ESL		ESD ESL	ESD ESL		**8**
Instant de décollage du pied	ESD ESL	ESD ESL		ESD ESL	ESD ESL		ESL	ESL		**10**
Instant de double appui	ESD ESL				ESD					**3**
Phase de préparation	DM ESD ESL	DM ESL		Tr DM ESD ESL	DM ESL		Tr DM ESD ESL	DM ESL		**17**
Phase d'accélération	TRA ESD ESL	TRA ESL		DM	LD		EX BB ESD	BB ESD ESL	ESL	**13**
Phase de la frappe de la balle	DM ESL	ESL	LD ESL	BB DM	BB ESL	DM LD ESL	EX DM	ESL	BB LD ESL	**18**
Phase d'accompagnement	DM LD	ESD ESL		DM ESD ESL	DM ESD ESL	TRP	DM TRP ESD	ESL		**15**
Synthèse : Nombre de différences dans la colonne	**14**	**11**	**2**	**12**	**13**	**4**	**15**	**10**	**4**	
Synthèse : Nombre de différences pour la vitesse		**V1 = 27**			**V2 = 29**			**V3 = 29**		

Tableau III.4 : Synthèse des différences significatives d'activités EMG entre les trois groupes et pour les trois vitesses. Le code couleur utilisé est rouge pour des valeurs plus importantes pour le **GISAE**, vert pour le **GC** et bleu pour le **GASAE.**

GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse ; BB : Biceps Brachii ; TR : Triceps brachii ; DM : Deltoïde moyen ; EX : Extenseur Carpis Radialis ; TRA : Trapézoide ; LD : Latissimus Dorsi ; ESD : Erecteurs Spinaux Dorsaux ; ESL : Erecteurs Spinaux Lombaire

III.2.3.3. Les paramètres de cinématique articulaire

L'angle de lordose lombaire

La Figure III.12a montre les mesures de l'angle de lordose lombaire, en position d'attente, pour les trois groupes expérimentaux avec pour moyennes respectives : 141,9±7,6° chez le GISAE, 144,4±11,2° chez le GASAE et 144,1±5,6° chez le GC. De cette figure, il se dégage une tendance à des valeurs plus proches pour les participantes du GASAE de celles du GC que celles du GISAE, avec cependant une variabilité beaucoup plus importante pour le GASAE comparé au GC. Aucun effet significatif n'est toutefois relevé lors de la comparaison entre ces trois groupes en position statique.

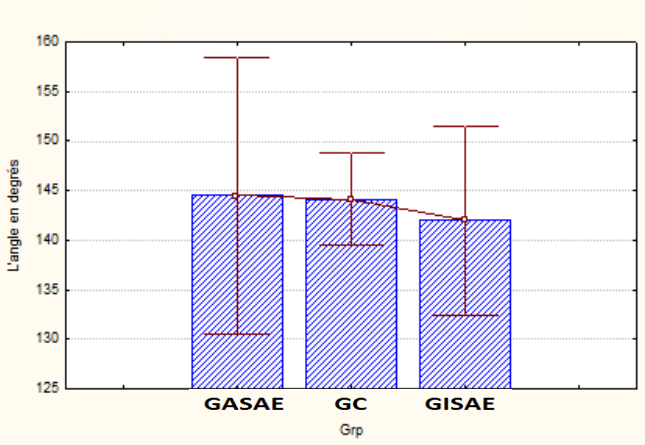


Figure III.12a : Angle de lordose lombaire en position statique.

GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse

De même, lors de la dynamique et durant les trois instants sur la PFF, aucune différence significative n'est observée entre les trois groupes expérimentaux pour la vitesseV1 et V2. Par contre, lors de la vitesse rapide de la balle (V3) la lordose est significativement plus importante chez le GASAE et le GC comparées au GISAE. Ainsi, une différence significative est observée pour la comparaison GISAE *vs* GASAE pour le double appui (F=6,1 ; p=0,01) et la comparaison GASAE *vs* GC pour le décollage du pied et le double appui (respectivement F=5,8 ; p=0,02 : F=9,8 p=0,003 ; Figure III.12b).

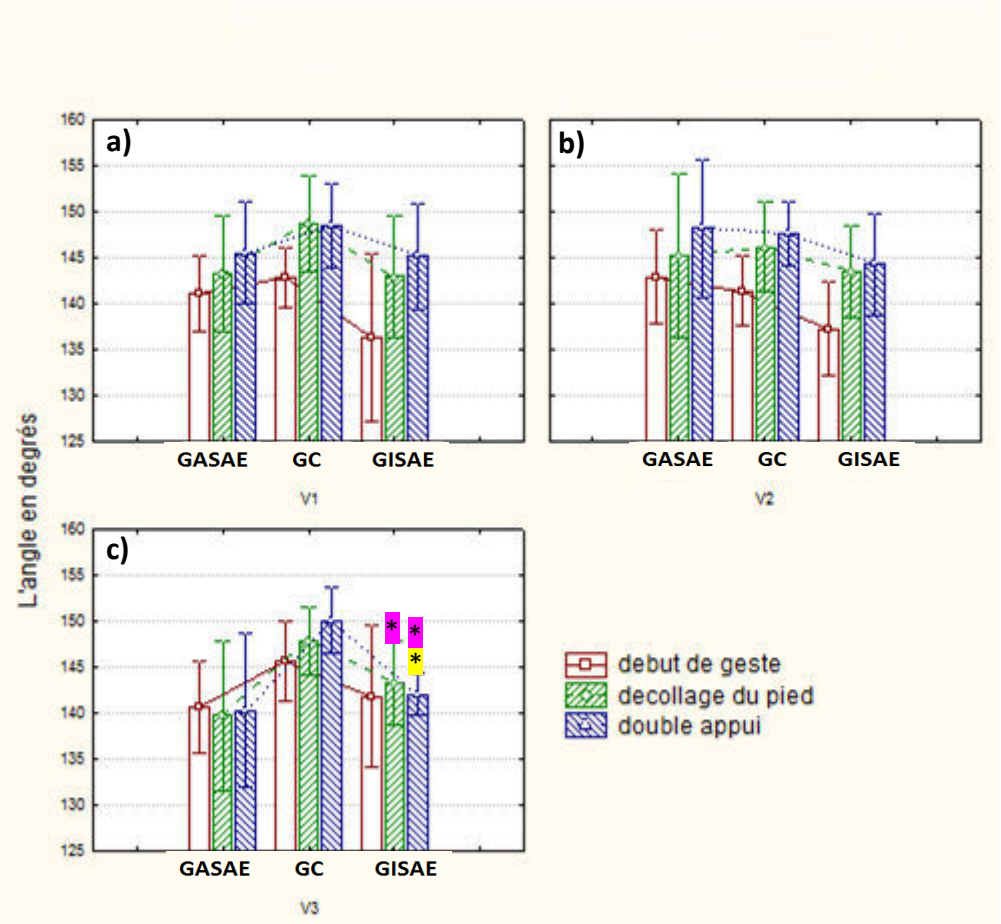


Figure III.12b: Angle de lordose lombaire lors des 3 instants sur la plateforme de forces [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

Ensuite, lors de l'attaque de la balle et durant la préparation, aucun effet significatif n'est observé entre les groupes quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.13c).

Durant l'accélération, une seule différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour la V1 (F=8,1 ; p=0,01) avec un angle de lordose plus importante chez le GC (Figure III.12c).

Par contre, pour phase de frappe de la balle, lors de la comparaison GISAE *vs* GC, une différence significative est observée pour toutes les vitesses de la balle (V1 F=5,8 ; p=0,02 : V2 F=9,4 ; p=0,001 : V3 F=9,4 ; p=0,002) avec toujours un angle de lordose plus important chez le GC (Figure III.12c). La comparaison GISAE *vs* GASAE ne montre aucune différence

significative, quelle que soit la vitesse de la balle. Par contre, une différence significative est observée entre le GASAE et le GC pour la V1 (F=5,9 ; p=0,01) et la V2 (F=6,2 ; p=0,01) lors de la frappe de la balle avec une lordose plus importante chez le GC (Figure III.12c).

Enfin, concernant l'accompagnement, aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GISAE *vs* GC. Par contre, une seule différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE pour la V2 (F=11,5 ; p=0,001) avec un angle de lordose plus importante chez le GISAE. Lors de la comparaison GASAE *vs* GC aucun effet significatif n'est observé, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12c).

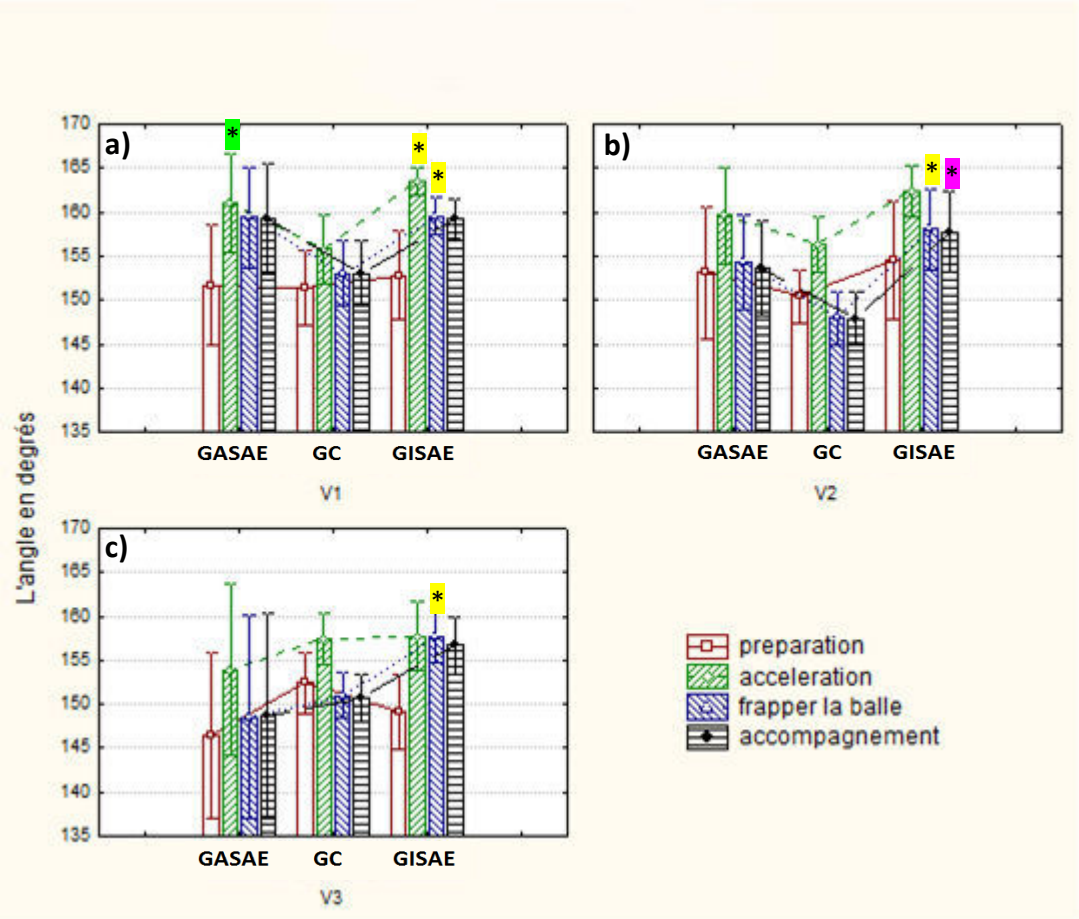


Figure III.12c: Angles moyens de lordose lombaire de la phase de préparation à la phase d'accompagnement [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

L'angle de flexion/extension du dos

L'angle de flexion/extension du dos n'est pas mesuré en position d'attente car les participantes à cet instant sont en position verticale sans flexion/extension concernant l'angle du dos.

Lors du décollage du pied et du double appui (instants sur la PFF), aucun effet significatif n'est observé entre les trois groupes expérimentaux quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12d).

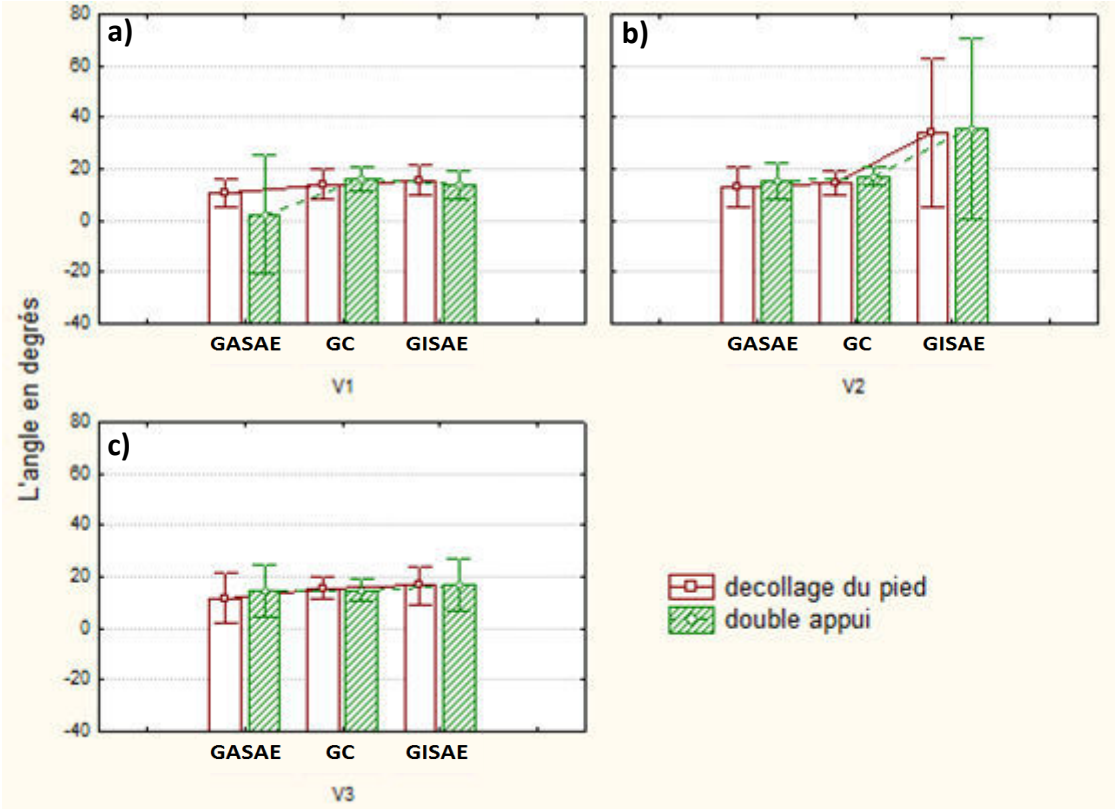


Figure III.12d: Angles moyens du dos lors du décollage du pied et du double appui [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse

En ce qui concerne l'attaque de la balle, aucun effet significatif n'a été trouvé entre les trois groupes expérimentaux lors de la préparation (Figure III.11e).

Par contre, durant l'accélération, des différences significatives sont observées lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour toutes les vitesses de la balle (V1 F=9,7 ; p=0,0001 : V2 F=7,3 ; p=0,01 : V3 F=9,2 ; p=0,0001) avec une flexion plus importante chez le GISAE. De

plus, une différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE pour la V2 (F=6,9 ; p=0,01) avec une flexion plus importante chez le GISAE. Par contre, aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GASAE *vs* GC (Figure III.12e).

Ensuite, concernant la frappe de la balle, des différences significatives ont été observées lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour toutes les vitesses de balle (V1 F=7,5 ; p=0,01 : V2 F=11,1 ; p=0,002 : V3 F=7,1 ; p=0,01) avec une flexion plus importante chez le GISAE. Par contre, aucun effet significatif n'est observé durant les comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC (Figure III.12e).

De plus, lors de l'accompagnement, un effet significatif est observé entre le GISAE et le GC pour la V1 (F=6,6 ; p=0,01) et la V2 (F=8,9 ; p=0,002) avec une flexion plus importante chez le GISAE. En revanche, aucun effet significatif n'est observé durant les comparaisons GISAE *vs* GASAE et GASAE *vs* GC quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12e).

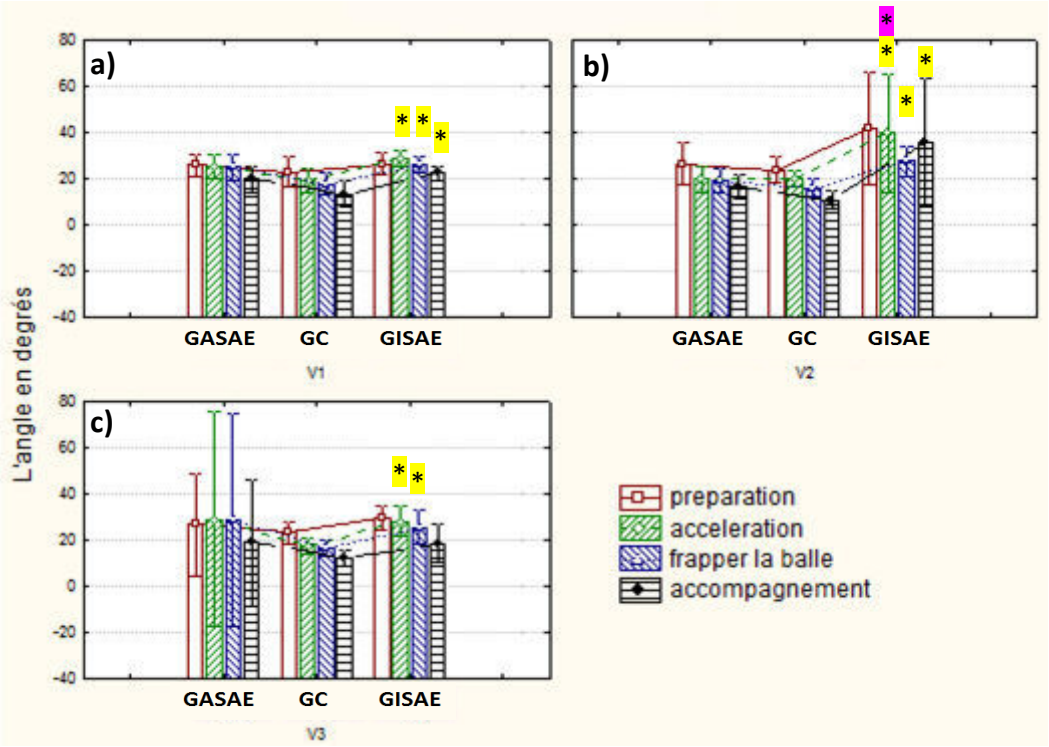


Figure III.12e: Angles moyens de F/E du dos de la phase de préparation à la phase d'accompagnement [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

L'angle de Flexion/extension du thorax

L'angle de flexion/extension du thorax n'a pas été mesuré en position d'attente car les participantes à cet instant sont en position verticale donc il n'y a pas de flexion/extension de l'angle du thorax.

Lors des deux instants sur la PFF, une différence significative est observée pour la comparaison GISAE *vs* GC à la V2 (décollage du pied H=5,1 ; p=0,02 : double appui F=5,2 ; p=0,02) avec des valeurs plus importantes chez le GISAE pour l'angle du thorax. Les résultats ont également montré une flexion significativement plus importante chez le GISAE, lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE concernant le décollage du pied et le double appui pour V1 (respectivement F=8,4 ; p=0,01 : F=9,5 ; p=0,001) et à la V2 (respectivement H=6,6 ; p=0,01 ; H=8,4, p=0,01), mais uniquement pour le décollage du pied à la V3 (F=7,8 ; p=0,01). Une flexion plus importante est observée chez le GC lors de la comparaison GASAE *vs* GC à la V1 (décollage du pied F=8,1 ; p=0,01 : double appui F=8,4 ; p=0,01) (Figure III.12f).

Lors de l'attaque de la balle et durant la préparation, une flexion plus importante est observée chez le GISAE comparée aux deux autres groupes expérimentaux (GASAE & GC) pour toutes les vitesses de la balle. Ainsi, la comparaison GISAE *vs* GC montre une différence significative pour les trois vitesses de la balle V1 (F=13,1 ; p=0,001 : V2 H=7,8 ; p=0,01 et V3 F=17,1 ; p<0,0001). De même, la comparaison GISAE *vs* GASAE indique une différence significative pour la V1 (F=8,5, p=0,01), la V2 (H=9,1 ; p<0,0001) et la V3 (F=6,5 ; p=0,01). Par contre, la comparaison GASAE *vs* GC n'indique pas d'effet significatif quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12g).

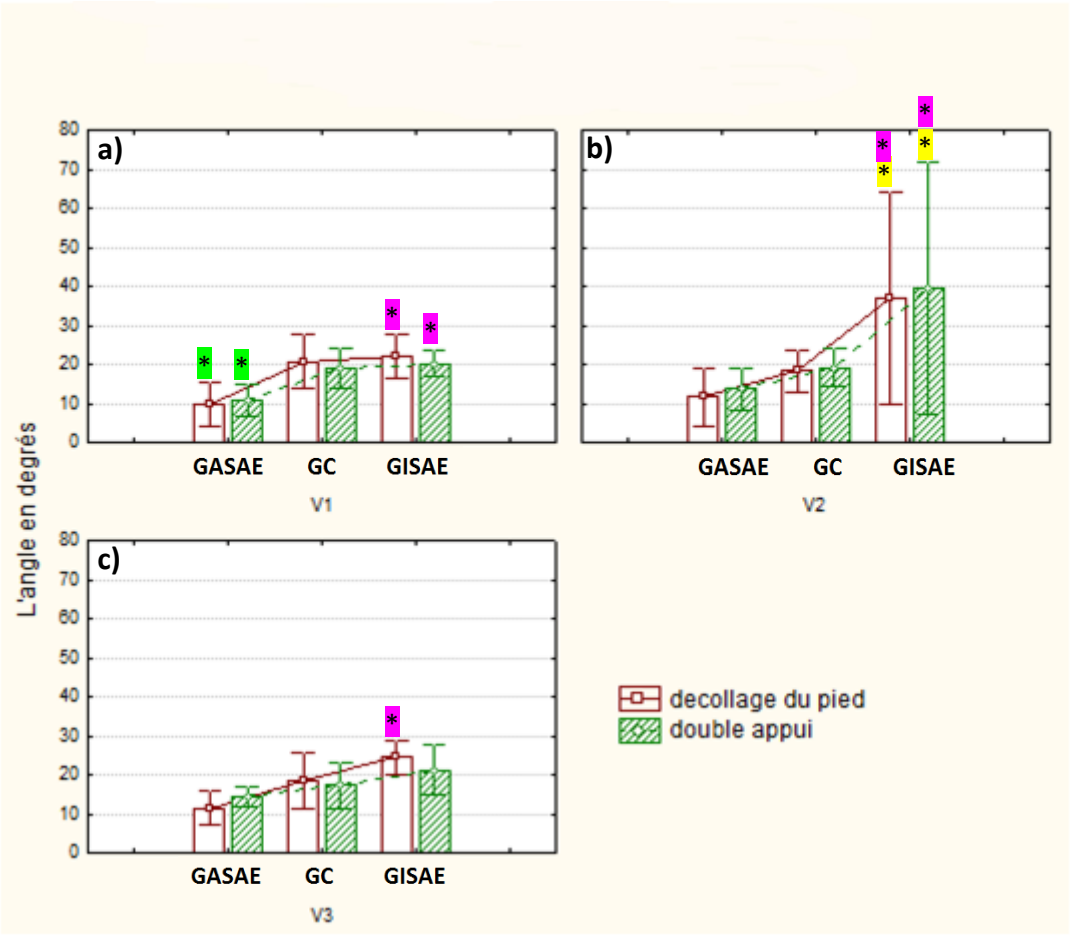


Figure III.12f: Angle moyens du thorax lors du décollage du pied et du double appui [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ;* *= *Différence significative GASAE vs GC ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

En ce qui concerne l'accélération, la comparaison GISAE *vs* GC révèle une différence significative lors de la V2 (F= 14,6 ; p=0,0001) et la V3 (F= 8,2 ; p<0,0001) avec une flexion plus importante chez le GISAE comparé au GC. De même, une différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GASAE pour la V2 (F= 17,3 ; p=0,0001) avec une valeur de flexion plus importante chez le GISAE comparé au GC. Par contre, aucun effet significatif n'est observé entre le GASAE et le GC (Figure III.12g).

En outre, lors de la frappe de la balle nous avons observé une flexion du thorax plus importante chez le GISAE comparé aux deux autres groupes. Ainsi, une différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour la V2 (F=10,4 ; p<0,0001) et la V3 (F=7,8 ; p=0,01). De même, la comparaison GISAE *vs* GASAE révèle une

différence significative pour la V2 (F=13,3 ; p=0,001) avec des valeurs plus importantes chez le GISAE. Par contre, aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GASAE *vs* GC, quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12g).

De même, pour l'accompagnement, une flexion de thorax plus importante est observée chez le GISAE comparé aux deux autres groupes. Ainsi, une différence significative est observée lors de la comparaison GISAE *vs* GC pour la V2 (F=16,7 ; p=0,0001) et la V3 (F=5,7 ; p=0,02). De même, la comparaison GISAE *vs* GASAE indique une différence significative pour la V1 (F=7,9 ; p=0,01) et la V2 (F=18,1 ; p=0,0001). Par contre, aucun effet significatif n'est observé lors de la comparaison GASAE *vs* GC quelle que soit la vitesse de la balle (Figure III.12g).

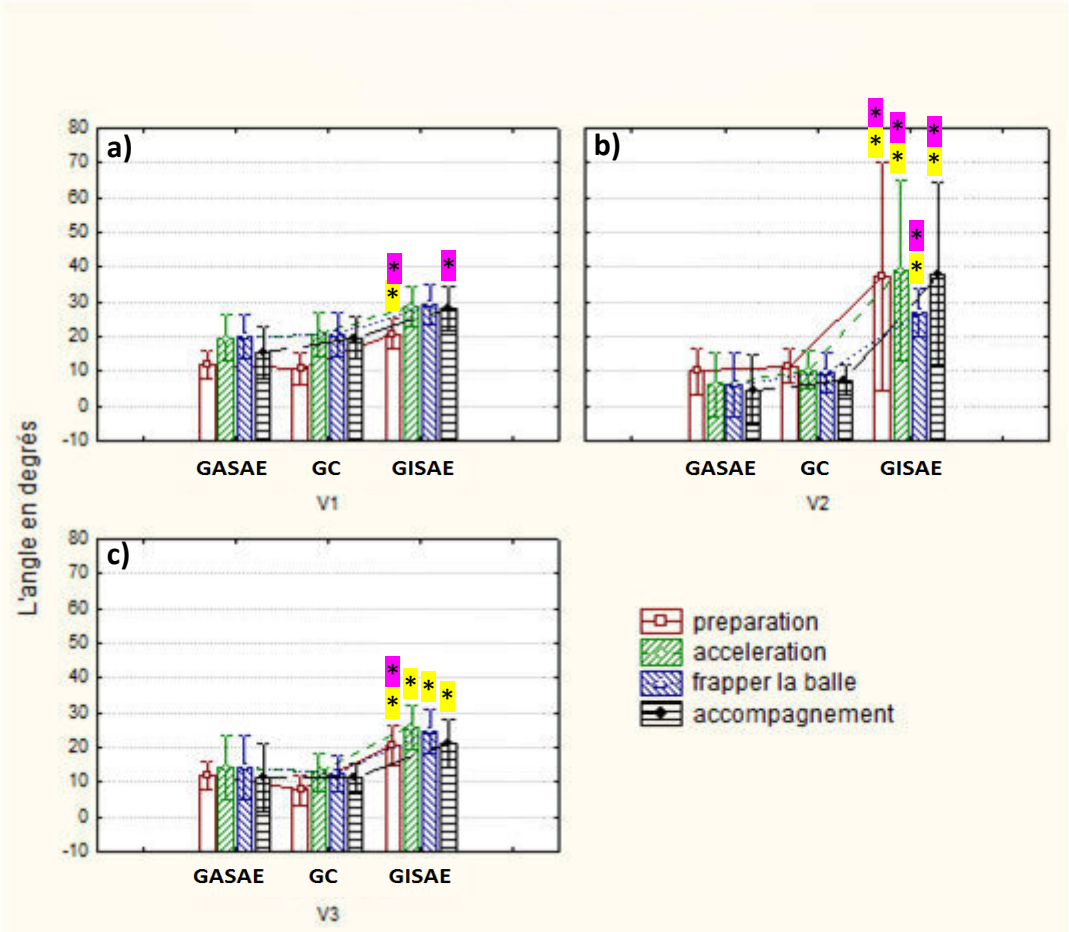


Figure III. 12g : Angle moyen de Flexion/extension du thorax de la phase de préparation à la phase d'accompagnement [a) V1 ; b) V2 ; c) V3].

*= *Différence significative GISAE vs GC ;* *= *Différence significative GISAE vs GASAE ; V1 : vitesse lente de la balle ; V2 : vitesse moyenne de la balle ; V3 : vitesse rapide de la balle ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse*

- **Synthèse des comparaisons intergroupes par phase et par vitesse**

L'ensemble des différences significatives de la cinématique articulaire du tronc entre les trois groupes est synthétisé dans le Tableau III.5. Ce Tableau montre que le GISAE a très souvent des flexions du tronc (thorax, dos et angle de lordose lombaire) plus importantes comparé aux deux autres groupes (GASAE & GC) quelle que soit la vitesse de la balle. La phase de la frappe de la balle est celle qui présente le plus de différences entre les groupes. Les comparaisons entre le GC et GASAE représentent moins de 5% des différences significatives observées alors que celles entre GISAE *vs* GC représentent 63% des 43 différences significatives observées sur les 162 calculées (6 évènements, 3 vitesses, 3 groupes, 3 variables cinématiques).

Moments étudiées	Vitesse 1			Vitesse 2			Vitesse 3			
	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	GC *vs* GISAE	GASAE *vs* GISAE	GC *vs* GASAE	Nb de diff ds la phase
Instant de décollage du pied	T	T	T	T	T		T	L		7
Instant de double appui	T		T	T	T		L	L		6
Phase de la préparation	T	T		T	T		T	T		5
Phase de l'accélération	L D			D T	D		D T	T		8
Phase de la frappe de la balle	L D	L		L D T	L T		L D T			11
Phase de l'accompagnement	D	T		D T	T		T			6
Synthèse Nb de différences dans la colonne	8	4	2	10	7	0	9	4	0	
Nombre de différences pour la vitesse	V1 = 14			V2 = 17			V3 = 13			

Tableau III.5 : Synthèse des différences significatives de cinématique de flexion/extension du tronc entre les 3 groupes et pour les 3 vitesses. Le code couleur utilisé est rouge pour des valeurs **plus importantes** pour le GISAE, vert pour le GC et bleu pour le **GASAE.**

GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse ; L = Angle de la lordose lombaire ; T= Angle du thorax ; D= Angle du dos

III.2.3.4. La douleur

La comparaison GISAE *vs* GC indique une différence significative concernant l'intensité des douleurs, avec des valeurs plus importantes pour le GISAE comparé au GC, pour le bas de dos (H=6,7 ; p=0,01), pour l'interférence douloureuse (H=6,6 ; p=0,01) et pour la localisation des douleurs (au niveau du dos H=6,9 ; p=0,01). Ensuite, la comparaison GISAE *vs* GASAE indique que les intensités des douleurs du bas du dos et de l'interférence douloureuse, chez le GISAE sont plus importantes que chez le GASAE et que ces différences sont significatives avant d'appliquer l'ajustement de Bonferroni mais plus après (respectivement H=3,8 ; p=0,04 : H=3,8 ; p=0,04). Par contre, aucun effet significatif n'est trouvé lors de la comparaison GASAE *vs* GC (Figure III.13).

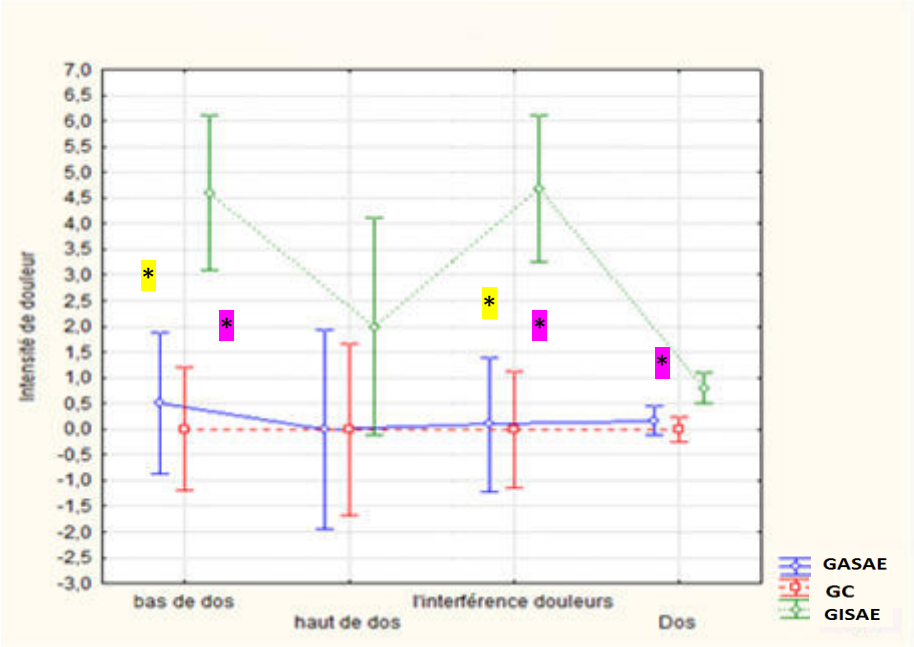


Figure III.13: Intensité des douleurs du dos chez les participantes des trois groupes.

**= p<0,025 pour la comparaison GISAE vs GC ; *= p<0,05 pour la comparaison GISAE vs GASAE ; GASAE : Joueuses de tennis actives pendant la grossesse ; GISAE : Joueuses de tennis inactives pendant la grossesse ; GC : Joueuses de tennis n'ayant pas eu d'accouchement ni de grossesse.*

En générale le GASAE a pratiquement les mêmes valeurs que le GC pour l'intensité des douleurs et l'interférence douloureuse alors que le GISAE présente des valeurs significativement plus importantes surtout pour le bas du dos et l'interférence douloureuse.

III.2.4. Discussion

L'objectif de cette étude était, dans un premier temps, de comparer l'exécution du geste du coup droit en tennis en PP chez des femmes ayant ou non suivi un programme d'activité physique ciblé sur le tronc durant la grossesse. Dans un second temps, il s'agissait de relier cette exécution aux douleurs. Nos résultats montrent notamment qu'il y a un changement de tactique d'attaque de la balle chez les femmes inactives pendant la grossesse. Elles attaquent la balle avec le dos davantage penché vers l'avant, associé à une activité EMG plus importante, ce qui pourrait être lié à la lombalgie de la grossesse compte tenu des douleurs également plus importantes pour ce groupe. La discussion de cette étude se fera en quatre parties. La première concerne les **limites méthodologiques** de ce travail, qui sera suivi d'une approche globale du **coup droit** puis d'une discussion plus centrée sur les **effets spécifiques de la grossesse** et de l'**activité physique durant la grossesse**, pour terminer sur les effets plus généraux de la **vitesse de la balle**.

III.2.4.1. Limites méthodologiques

La principale limite méthodologique est la reproduction en laboratoire, sur un terrain de taille réduit, d'un geste sportif classiquement réalisé en extérieur, qui peut influencer l'exécution du mouvement. Cependant, nous avons étudié de bonnes joueuses de tennis, pratiquant la compétition sportive, qui se sont adaptées très facilement aux conditions expérimentales (une période de familiarisation a également été réalisée au préalable). La discussion réalisée avec elles, après l'expérimentation, tout comme l'observation, ne révèlent pas de problème au niveau de la production du mouvement ni d'inconfort particulier. Par contre, au niveau de la frappe de la balle, notre consigne était de frapper la balle plus ou moins vite mais de ne pas frapper de plus en plus fort (notamment pour limiter les risques de dégradation des caméras du système). Cependant, les joueuses sont habituées à augmenter la force de frappe avec l'augmentation de sa vitesse. Sur ce point, certaines joueuses ont exprimé une petite difficulté passagère à dissocier la force et la vitesse de la frappe, tant les automatismes sont parfois difficiles à contrôler, mais après les quelques essais de familiarisations et avec trois répétitions pour chaque vitesse de frappe, nous avons permit aux joueuses de s'adapter sans difficulté. La variabilité intra-sujet et intra-condition (3 répétitions), relativement faible, semblent confirmer que cette difficulté passagèrement ressentie a eu très peu d'effet sur les résultats. De plus, nous avons reproduit au maximum

l'environnement habituel et demandé la reproduction stricte de la technique de frappe de la balle habituelle chez la joueuse. Enfin, tous les groupes sont dans la même situation et nous nous intéressons essentiellement à une comparaison inter-groupe, davantage qu'a une description absolue du geste idéal en lui-même, ce qui minimise encore les conséquences éventuelles des limites présentées ci-dessus.

Ensuite, concernant les mesures faites durant cette étude, nous n'avons pas présenté les changements dans la cinématique des articulations (membres, pelvis et hanche) pour simplifier la présentation et la centrer sur la zone travaillée durant le protocole d'entrainement. Ces données sont cependant disponibles et seront traitées ultérieurement. Une difficulté supplémentaire s'ajoute cependant puisque le pied de démarrage était assez varié, non seulement entre les groupes, mais aussi entre les essais et l'on ne connait pas véritablement l'effet que pourrait avoir le démarrage sur le pied dominant comparé au pied non dominant...

La seconde limite méthodologique dominante dans ce travail concerne la taille de l'échantillon, relativement réduite dans cette étude, surtout pour les participantes en PP (GASAE et GISAE). Il n'y a en effet que six participantes par groupe. La relative lourdeur expérimentale et les critères d'inclusion / exclusion stricts n'ont pas facilité le recrutement et ont rendu très difficile un recrutement plus large dans les temps impartis de disponibilités de la salle d'expérimentation.

III.2.4.2. Le coup droit

Les études portant sur la cinématique du coup droit en tennis sont peu nombreuses et essentiellement limitées à la coordination musculaire durant ce geste (Elliott *et al.* 1989 ; Takahashi *et al.* 1996). A notre connaissance, c'est la première étude qui s'intéresse à l'équilibre des joueuses de tennis à partir du CDP et du CDM lors de l'initiation du geste. Ensuite, les mesures de cinématiques articulaires faites durant notre étude ont mis en évidence des mouvements de flexion/extension du tronc différents chez nos participantes inactives pendant la grossesse (GISAE). Nos résultats tendent à montrer que les participantes de ce GISAE, attaquent la balle avec le tronc plus penché vers l'avant. On peut supposer qu'elles n'étaient pas capables, ou en difficulté, dans la réalisation de la rotation du tronc pour donner de la vitesse à la balle et finaliser le coup avec le dos bien droit. Nous testerons cette hypothèse dans des études ultérieures que nos résultats nous permettent de réaliser. Ng et

collaborateur (2003) ont montré que la réalisation d'un coup droit en tennis demande une puissance de contraction des muscles du tronc (abdominale et bas de dos) conséquente pour pouvoir le redresser et réaliser la rotation du tronc sur la gauche. En fait, ce mouvement n'est pas observé chez le GISAE ce qui peut être lié aux douleurs situées dans le bas de dos qui limiteraient la mobilité du tronc.

Ensuite, lors de la comparaison du GISAE avec les deux autres groupes expérimentaux (GISAE & GASAE), la flexion thoracique observée est plus importante que celle au niveau lombaire chez les participantes du GISAE, probablement lié aux douleurs lombaires chez ce dernier groupe. Ces résultats ont également été trouvés par Larivière *et al.* (2000). Ainsi ces chercheurs ont observé que les sujets lombalgiques ont une flexion thoracique plus importante que celle lombaire lors d'une flexion maximale du tronc pour porter une charge, probablement pour pouvoir compenser le manque de mobilité lombaire (Larivière *et al.* 2000).

De plus, les mesures EMG des érecteurs spinaux au niveau dorsal et lombaire permettent de visualiser les activités musculaires chez les participantes dans ces deux zones du dos. Ces résultats EMG montrent que les participantes du GISAE ont des activations musculaires EMG plus importantes comparées aux deux autres groupes expérimentaux (GC & GASAE), notamment durant l'attaque de la balle. Ceci serait lié, selon Hirsch *et al.* 1991 ou encore Flores *et al.* 1997, à la perte de stabilité du dos à cause des douleurs entraînées par la lombalgie. En fait, ces derniers ont montré que les mesures de la force et de l'endurance des muscles du dos, en dynamique, chez des sujets lombalgiques, présentent des activations musculaires très élevées (Hirsch *et al.* 1991 ; Flores *et al.* 1997). De surcroît, selon Panjabi (1992) ces activations musculaires importantes chez les lombalgiques seraient dues au manque de stabilité de la colonne vertébrale dans la zone lombaire (Panjabi 1992).

En outre, la comparaison entre le GISAE et le GASAE montre que les participantes qui ont suivi un programme de renforcement musculaire du dos durant la grossesse (GASAE) ont des activités EMG significativement moins importantes que les participantes du GISAE, en particulier pour l'érecteur spinal lombaire. Ces résultats sont en concordance avec ceux de Larivière *et al* (2000). En effet, ces derniers ont testé l'efficacité d'un programme de renforcement musculaire du dos, chez des joueurs de tennis lombalgiques, sur les activations des érecteurs spinaux au niveau L2 et L4. Leurs résultats indiquent une diminution significative de l'activité EMG des muscles lombaires, après le suivi de leur programme, avec

une stabilisation importante dans la région lombaire (Larivière *et al.* 2000). Ces résultats sont également cohérents avec les effets généraux de l'entrainement, car en augmentant la capacité totale de ces muscles par l'entrainement, un même mouvement devrait bien conduire à un niveau d'activation relatif plus faible, sauf si la douleur ou d'autres paramètres viennent perturber cette logique.

III.2.4.3. Effet de la grossesse et de l'activité physique pendant la grossesse

La comparaison entre les groupes GISAE et GASAE aide à voir les effets du programme d'APA pendant la grossesse, et en comparant ces deux groupes au GC de voir respectivement l'effet de la grossesse ou de la grossesse associée à de l'APA, sur les mesures effectuées.

D'après Huse *et al.* 2007 et Pillet *et al.* 2009 plus le CDM et le CDP sont alignés verticalement, plus le corps est en position stable pour initier le mouvement. La comparaison entre ces deux points montre si nos participantes étaient en équilibre dans la position d'attente sur la PFF ainsi que lors de l'initiation du geste. L'alignement verticale entre le CDM et le CDP sur l'axe M-L est considéré comme un paramètre permettant de quantifier le déséquilibre accepté ou généré par les sujets lors du transfert du poids (Chou *et al.* 2003 ; Chou & Lee 2006). Celui sur l'axe A-P nous permet de quantifier le déséquilibre accepté lors du 1er pas et nécessitera d'autant plus de force du membre inférieur pour 'redresser' le sportif, qu'il sera important. Sur la PFF, nos participantes du GISAE sont moins stables (en déséquilibre), ainsi la distance entre la trajectoire du CDM et du CDP augmente sur l'axe M-L et l'axe A-P, en fonction du temps, comparé aux deux autres groupes (GASAE & GC). Cette distance, chez le GISAE, atteint son maximum à l'instant du double appui où les participantes se préparent à quitter complètement la PFF (l'instant qui correspond à l'inclinaison la plus importante vers l'avant pour continuer le geste). L'augmentation de la distance entre le CDM et le CDP chez le GISAE est associée à une flexion du tronc, une lordose moins importante et des activités EMG plus élevées au niveau des érecteurs spinaux comparé aux deux autres groupes (GC & GASAE). Le déséquilibre chez les participantes du GISAE est entrainé par une flexion importante du dos qui nécessite alors d'avoir une activité EMG des extenseurs du tronc plus importante pour tenir l'équilibre et ne pas 'tomber' vers l'avant (phénomène probablement lié aux douleurs du bas du dos). Cela indique, d'un côté, l'effet de la grossesse sur le travail des muscles qui contrôlent l'équilibre de la posture, et d'un autre côté, l'incapacité des muscles de tronc qui participent à l'équilibre chez le GISAE conduisant

inévitablement à une sollicitation plus importante de la hanche et du membre inférieur en générale.

Le point précédent, (distance CDM et CDP) semble lié aux résultats des mesures de l'angle de lordose lombaire et des activités EMG des muscles de tronc. En effet, lors de la position d'attente, le GASAE présente un angle de lordose lombaire plus proche du GC que le GISAE, associé à une activité EMG plus importante, surtout des érecteurs spinaux, pour ce dernier groupe. Le GISAE présente un angle plus important, donc une lordose lombaire plus faible, le dos est plus plats, plus 'rigide' par une activité EMG plus importante. Les activations musculaires importantes chez ce dernier groupe peuvent s'expliquer par la nécessité de tenir la stabilité de la colonne lobaire mais aussi tenir l'équilibre pour réduire le déplacement du CDM. Cette action peut être également accompagnée par une activation du muscle transverse abdominal qui est la responsable de la stabilité de la région lombo-pelvienne (Allison *et al.* 2008 ; Hebert *et al.* 2010). Le fonctionnement du transverse abdominal est également perturbé chez les sujets lombalgiques. En effet, il entre dans le cadre 'non impliqués dans le mouvement volontaire' pour réduire les perturbations posturales liées au mouvement lui-même (réduire le déplacement du CDM) (Bouisset *et al.* 1981 ; Bouisset *et al.* 1987). De plus, ce mécanisme chez le GISAE pourrait indiquer d'un côté, des microtraumatismes des tissus conjonctifs des muscles extenseurs du tronc entrainés par la grossesse chez les sujets GISAE (Mc Gill *et al.* 1987). D'un autre côté, l'hyper mobilité lombaire au début de l'extension du tronc chez le GISAE et certainement à rapprocher des douleurs lombalgiques (Parker *et al.* 1987) et d'un probable déficit d'abdominaux.

Lors de l'attaque de la balle (les quatre phases de geste 'préparation', 'accélération', 'frappe de balle' et 'accompagnement'), le GC et le GASAE utilisent leur membre supérieur, avec une activité EMG plus élevée pour le deltoïde (muscle agissant sur l'élévation du bras) et pour le triceps (muscle agissant sur l'extension de coude), avec le tronc plus droit et une lordose plus importante comparé au GISAE. Par contre, pour le GISAE, les mesures de l'angle de lordose lombaire et la courbe de cinématique de flexion/extension du dos indiquent que les participantes de ce dernier groupe utilisent de façon plus importante leur dos et moins leur membre supérieur, lors de l'attaque de la balle. Les résultats montrent également une activité EMG plus légère pour le triceps et le deltoïde et une activité EMG très élevée pour les érecteurs spinaux et pour le latissimus dorsi associées à une flexion importante du tronc, surtout à l'accélération chez le GISAE. Cela signifie que ce dernier groupe 'attaque' la balle

avec le dos plus penché vers l'avant et avec le bras plus crispé, alors que les deux autres groupes le GC et le GASAE réalisent le geste avec le dos plus droit et le bras plus relâché.

Tout ceci semble refléter leurs difficultés à coordonner cette chaîne musculaire pour attaquer la balle après la grossesse, notamment par leurs difficultés à attaquer la balle avec le tronc plus droit. Cela est probablement à rapprocher des douleurs entrainées par la grossesse qui influencent les mouvements des muscles extenseurs du dos et un déficit d'abdominaux. En cas de présence de douleurs du dos le système neuromusculaire fournit aux muscles des activités plus importantes pour stabiliser les vertèbres et les protéger des blessures probables (Sihvonen *et al.* 1991). De plus, Paquet *et al.* en 1994 ont montré que pendant la fin de l'extension du dos et le début de la flexion, les sujets lombalgiques ont des activités EMG des érecteurs spinaux plus importantes comparé aux sujets sains, ce qui est le cas chez nos participantes du GISAE. Autrement dit, le dos de nos participantes non entrainées durant la grossesse serait davantage 'bloqué' entre la fin de l'extension et le début de la flexion lors de l'attaque de la balle, au moins pour partie, à cause des douleurs du bas du dos. C'est probablement pour cette raison qu'elles réalisent l'attaque de la balle avec le dos davantage penché vers l'avant privilégiant une sollicitation plus importante des extenseur de hanche en excentriques par une rotation du tronc autour de l'axe frontal.

III.2.4.4. Effet de la vitesse de la balle

L'étude des différentes vitesses permet de montrer à la fois le caractère stable ou non des phénomènes observés mais également d'éventuelles stratégies vitesses dépendantes.

Lors de la position d'attente, les comparaisons entre nos trois groupes expérimentaux montrent un effet de vitesse pour le GISAE mais pas pour le GASAE et le GC qui ont des valeurs (distance entre le CDM et le CDP) plus proches les unes des autres. La vitesse rapide influence la stabilité de nos participantes du GISAE, surtout au décollage du pied et au moment du double appui, où le corps est plus déséquilibré. Ainsi, la différence entre ce dernier groupe et les deux autres groupes expérimentaux (GC & GASAE) est quantitativement plus évidente avec l'augmentation de la vitesse de la balle et surtout pour la vitesse la plus rapide (V3). Cette augmentation du déséquilibre chez le GISAE avec l'augmentation de la vitesse est associée avec des activités EMG plus importantes, une flexion du dos plus importante et avec une lordose moins importante pendant la position d'attente.

Ces phénomènes observés, sont probablement provoqués par les douleurs du bas du dos chez ce GISAE. Ces résultats sont en accord avec ceux de Sihvonen *et al.* en 1991. Ainsi, d'après cette étude, les sujets lombalgiques ont une hyper mobilité de la zone lombaire (lordose plus importante) au début de la flexion de tronc (Sihvonen *et al.* 1991).

Durant la phase de préparation, un effet vitesse plus évident est également observé chez le GISAE avec une activité EMG plus élevées pour l'érecteur spinale lombaire associée à une flexion importante du tronc, surtout au niveau thoracique, alors que la phase de préparation doit être réalisée avec le tronc droit et avec des activités des muscles du tronc relativement modérées (Ryu *et al.* 1988). De plus, pendant la préparation, les participantes de GISAE ont des activités EMG moins importantes des biceps & triceps (bras), du deltoïde (épaule) et du trapézoïde (muscle agissant sur la tête et sur l'épaule) que les deux autres groupes (GC & GASAE). Cela signifie qu'elles sollicitent moins le bras pour 'préparer' l'attaque de la balle (mouvement essentiel lors de la préparation (Wysocki, 2005) probablement davantage focalisé sur la stabilité du tronc en position infra douloureuse, qui s'en trouve alors davantage sollicité. De plus, ce dernier groupe penche davantage le thorax vers l'avant pendant la préparation, à la place de le redresser, pour donner de la liberté au bras pour 'préparer' l'attaque de la balle et pour donner de la vitesse à la raquette. Cette courbure du tronc est probablement associée aux douleurs des érecteurs spinaux qui sont les muscles responsables du maintien de la posture droite du dos (Bogduk 1991 ; Bogduk *et al.* 1992).

Lors de l'accélération, un effet vitesse plus évident est observé chez le GISAE avec toujours des activités EMG plus élevées pour l'érecteur spinale lombaire et avec une diminution de l'angle de la lordose lombaire. Cela signifie que les participantes de ce groupe accélèrent avec le dos plus penché vers l'avant, alors que cette phase doit être réalisée avec le dos droit pour pouvoir faciliter la rotation des épaules vers le filet (mouvement essentiel dans la phase d'accélération de la frappe ; Bahamonde 2001). De plus, un effet vitesse est observé chez ce dernier groupe avec une augmentation des activités EMG du biceps et du triceps indiquant une augmentation de la co-contraction. Celle-ci est peut-être à mettre en relation avec le besoin de maintien plus important de la raquette durant le déplacement plus rapide et dans l'optique d'une frappe elle-aussi plus rapide. Ceci peut un frein à la technique prescrite dans la phase d'accélération où l'avant-bras doit être en pleine extension pour augmenter la longueur du levier, qui est une condition pour obtenir plus de vitesse (Bahamonde 2001). Ce point pourra être vérifié ultérieurement par l'étude de l'angle du coude et de la vitesse de la raquette. Ensuite, il est observé qu'avec l'augmentation de la vitesse d'attaque de la balle

pendant l'accélération, le GISAE a des activités EMG plus importantes au niveau de l'érecteur spinal dorsal comparé au GC. Autrement dit, les participantes du GISAE ont moins d'activité EMG pour l'érecteur spinal dorsal avec l'augmentation de la vitesse (phénomène qui n'est pas observé pour l'érecteur spinal lombaire). Ceci pourrait s'expliquer par une diminution du contrôle du tronc, conséquence des contractions de stabilisation plus importante des muscles extenseurs du dos (érecteurs spinaux) durant l'accélération chez le GISAE, ce qui pourrait être à l'origine d'une fatigue accrue de l'érecteur dorsal. Ainsi, plusieurs études (Roy *et al.* 1995 ; Sung, 2004) ont identifié une association entre la lombalgie et la fatigue des muscles de dos. Dans ce sens, Paul *et al.* en 2009 ont trouvé que la partie thoracique de la colonne vertébrale est moins stable chez les sujets lombalgiques à cause de la fatigue musculaire. En effet, ces auteurs ont montré qu'il y a une diminution de la fréquence médiane de l'EMG pour l'érecteur spinal dorsal et une augmentation de celle-ci pour l'érecteur spinal lombaire lors d'un test d'endurance chez les sujets lombalgiques (Paul *et al.* 2009).

L'accompagnement, est une phase qui demande à la joueuse 'd'allonger loin devant' pour contrôler / corriger la trajectoire de la balle le plus longtemps possible afin de gagner en précision (Bahamonde 2001). Les participantes du GISAE réalisent cette phase avec un dos moins fléchi lors de l'augmentation de la vitesse de la balle mais avec toujours des activités EMG plus importantes pour les érecteurs spinaux et pour le trapézoïde. Par contre, un effet vitesse est plus évident sur la partie thoracique de la colonne vertébrale (flexion plus importante comparée aux deux autres groupes avec la vitesse). Ceci nous indique que les participantes du GISAE courbent plus leur thorax vers l'avant pour donner de la vitesse à la balle plutôt que d'utiliser leur bras (ce qui expliquerait l'activité EMG plus faible discutée précédemment), alors qu'elles devraient allonger le dos pour contrôler / corriger l'endroit de la frappe voire ajuster le plus longtemps possible la trajectoire. Ce changement du mouvement d'accompagnement de la balle peut être lié à la perturbation dans la réalisation de la phase précédente, 'l'accélération', qui est la phase la plus importante pour donner de la vitesse à la balle. En effet, l'amplitude de la phase finale du bras est associée à la vitesse acquise par la raquette lors de l'accélération (Bahamonde 2001).

III.3. Conclusion

Les résultats de cette étude montrent des différences de coordination musculaire et de contrôle cinématique, notamment au niveau de l'angulation du bas du dos et de l'équilibre à l'initiation du mouvement entre les trois groupes expérimentaux. Un effet positif d'un programme de renforcement musculaire centré sur le tronc chez les participantes actives durant la grossesse, est également montré sur la réalisation du coup droit en PP dans des conditions qui restent infra maximale. En effet, la sollicitation relative des muscles, situés en particulier au niveau du dos, montre un bénéfice direct sur l'équilibre et sur la réalisation du geste lui-même, surtout lors de l'attaque de la balle. On peut s'interroger sur de probables bénéfices plus importants encore sur des mouvements plus proches des intensités maximales comme tend à le montrer l'effet vitesse de la balle discuté précédemment.

Nos résultats montrent que le GASAE se situe, presque toujours, beaucoup plus proche du GC que le GISAE pour tous les paramètres étudiés. Les résultats ont également montré que le changement de la technique d'attaque de la balle chez les participantes inactives durant la grossesse (attaques avec le tronc davantage penché vers l'avant) est associée à des douleurs lombalgiques autour de la grossesse et perdurant en PP. Ces résultats sont cohérents avec l'hypothèse d'un lien fort avec les douleurs formulé dans la littérature (Hirsch *et al.* 1991 ; Flores *et al.* 1997 ; Larivière *et al.* 2000). Par conséquent, un programme de renforcement musculaire chez les joueuses de tennis en particulier semble indispensable durant la grossesse pour lutter contre les douleurs qui peuvent continuer et influencer la technique de la réalisation du coup droit en PP et probablement plus généralement l'ensemble des techniques sportives.

Nos participantes du GASAE ont pratiqué des exercices de renforcement musculaire deux fois par semaine : 60 min pour chaque séance et pour une durée de 12 semaines située à la fin de la grossesse. De futurs travaux peuvent être menés pour tester l'efficacité d'autres types d'exercices et/ou programme de renforcement musculaire durant la grossesse, ou encore avec une fréquence plus élevée, sur la motricité en PP chez les joueuses de tennis notamment. Il pourrait, par exemple, être réalisé avec plus de travail de l'équilibre qui semble, certes moins perturbé chez le groupe entrainé, mais pas toujours similaire au GC pour autant. De plus, cette première approche de cette énorme masse de données s'est limité au plan sagittal pour la cinématique articulaire, il serait également intéressant de la compléter par l'étude des mouvements du tronc dans le plan transversal pour pouvoir visualiser la rotation de tronc ;

mouvement très important durant le coup droit pour pouvoir réaliser les coordinations nécessaires pour donner à la balle plus de vitesse lors de la frappe (Knudson, 1990 ; Elliott *et al.* 2009), et mouvement limité chez les sujets lombalgiques (Lamoth *et al.* 2002).

Pour finir, les résultats de cette étude vont dans le sens de l'hypothèse de modifications du mouvement en PP, en lien avec l'activité physique durant la grossesse ainsi qu'avec les douleurs PP. Des investigations supplémentaires, sur un effectif plus important et avec un suivi longitudinal compléteraient avantageusement cette approche.

Chapitre IV
Effet d'un programme d'activités physiques adaptées spécifiques centré sur le tronc

IV.1. Introduction

Durant la grossesse, de multiples changements (*Cf Chapitre 1 pour plus de détails*) surviennent sur le corps de la femme, notamment une prise du poids de 12 à 16 kg qui présente de 16% à 23% d'augmentation de la masse corporelle (IMCNSPL 1990). C'est la partie inférieure du tronc qui est la plus influencée par la prise du poids comparativement aux autres segments du corps, notamment durant le 2e et le 3e trimestre de la grossesse (Jensen *et al.* 1996). Ainsi, le développement du fœtus et l'augmentation du diamètre sagittal de l'abdomen, de 55 % entre la 12e et la 36e semaine de gestation, entraine un déplacement significatif du CDM de la mère vers l'avant (Fries *et al.* 1943 ; Bullock *et al*. 1987).

En conséquence, l'augmentation de la charge fœtale produit une charge supplémentaire sur le rachis lombaire et les muscles abdominaux de la femme enceinte (Ireland & Ott, 2000). Ces changements de la partie inférieure du tronc entrainent forcément des changements posturaux comme, par exemple, l'élévation de la tête et l'hyper extension du rachis cervical et lombaire (Fries *et al.* 1943). En effet, une analyse quantitative de la posture statique chez les femmes enceintes montre une position de tête plus postérieure, une augmentation de la lordose lombaire et une inclinaison antérieure du pelvien (Franklin & Conner-Kerr, 1998).

Ces changements anatomiques et physiologiques peuvent contribuer à une instabilité posturale pendant la grossesse (Dunning *et al.* 2003). Conséquemment, cette instabilité posturale peut conduire, avec la laxité ligamentaire et l'allongement important des muscles grand droits de l'abdomen, à des microtraumatismes des tissus conjonctifs des muscles extenseurs du tronc, lesquels peuvent à leur tour causer des douleurs plus ou moins dominantes sur le tronc, comme la lombalgie et la dorsalgie de la grossesse (Mc Gill, 1987). Le tronc, 'zone charnière' entre les membres inférieurs et supérieurs ainsi que la tête, outre son rôle pivot, est ainsi le siège central de nombreuses problématiques liées à la grossesse.

IV.2. <u>Etude 4 :</u> Effets d'un programme d'activités physiques adaptées centré sur le tronc sur la qualité de vie ; la santé physique et les douleurs

IV.2.1. Introduction

Les résultats des études 1 et 2 (Chapitre 2) chez les participantes inactives durant la grossesse montrent que celles-ci souffrent de douleurs parfois intenses et souvent centrées sur le tronc. Ces douleurs influencent négativement leur QV et leur SP et peuvent conduire à une réduction de la capacité, voire une impossibilité, à réaliser correctement certaines AVQ. De même, une majorité d'études de la littérature montre que l'absence d'exercice durant la grossesse favorise les douleurs, ces douleurs étant plus ou moins centrées dans le tronc (Stuge *et al.* 2004 ; Garshasbi & Zadeh 2005). Les douleurs entrainées par la sédentarité durant la grossesse conduisent également à une QV plus faible (Stuge *et al.* 2004) durant la grossesse, influencée par les difficultés dans la réalisation de certaines AVQ. Enfin, les douleurs ont aussi un effet évident sur les mesures de la SP comme il a été montré par Garshasbi & Zadeh (2005) où les douleurs du bas du dos sont corrélées négativement avec la souplesse musculaire dans cette zone.

En revanche, l'effet d'un programme ciblé sur le tronc a déjà été investigué par plusieurs études (Stuge *et al.* 2004 ; Garshasbi & Zadeh 2005 ; *Cf* chapitre 1 pour plus de détails). En effet, les études sur les effets des exercices focalisés sur la majorité des muscles du tronc durant la grossesse montrent des résultats plus positifs que les études ayant porté sur une seule qualité physique générale (Mens *et al.* 2000 ; Elden *et al.* 2005). Ainsi, les exercices spécifiques pour renforcer les muscles 'abdominaux, ischio-jambiers, psoas iliaque, para vertébraux' ont eu un effet positif sur le soulagement des douleurs lombalgiques dans l'étude de Garshasbi & Zadeh (2005). Il en est de même dans les deux études de Stuge et collaborateurs (2004) : les exercices visent à entraîner la plupart des groupes musculaires du tronc et donnent un effet positif non seulement sur le soulagement des douleurs mais aussi sur la QV chez les femmes en PP. Par contre, les exercices sur deux groupes musculaires (par exemple : les obliques et muscles longitudinaux du tronc) dans l'étude de Mens *et al.* (2000) ne donnent pas un effet aussi efficace sur le soulagement des douleurs dans le groupe entrainé durant la grossesse. De même, les exercices centrés sur les hanches dans l'étude d'Elden *et al.* 2005 ne donnent pas un effet évident pour le soulagement des douleurs comparé aux deux autres groupes expérimentaux.

Ainsi, l'objectif de ce travail est de tester l'effet d'une pratique régulière d'exercices physiques variés visant plus particulièrement à renforcer, assouplir et mobiliser les muscles du dos, de la ceinture pelvienne, des abdominaux, des fessiers mais aussi, dans une moindre mesure, les membres inferieurs ; ces exercices sont associés à quelques exercices d'équilibre avec une intensité moyenne à modérée, pour aider la femme à mieux supporter les modifications variées pendant la grossesse. Nous faisons l'hypothèse que cette association originale d'exercices, centrés sur les zones les plus affectées pendant la grossesse, contribueront de manière significative à réduire les douleurs, notamment la lombalgie de la grossesse qui pourraient en résulter, mais aussi à améliorer la QV et la SP autour de la grossesse, sans induire d'effet délétères.

IV.2.2. Protocole et méthode

IV.2.2.1. Participantes

Cinquante participantes nullipares ont été recrutées à la maternité de Saint Vincent de Lille (Institut Catholique de Lille), dans des cabinets de gynécologie et au centre Permanences Maternelle et Infantile de Lille, durant une période de deux mois. Il s'agissait de femmes enceintes, entre les 24e et 36e semaines de grossesse avec les caractéristiques suivantes : âgées de 25-35 ans ; motivées pour participer bénévolement à notre programme, donc des participantes différentes de l'étude 2. Les critères d'exclusion sont : fausse couche ; accouchements prématurés (Clapp, 2000) ; au moins une contre-indication à l'activité physique pendant la grossesse par la passation du questionnaire le X-AAP pour les femmes enceintes (X-AAP for Pregnant, 2002); être fumeuse (Ernst, 1993) ou atteinte d'une déficience motrice, cardiovasculaire, neurologique ou intellectuelle et, plus généralement, toute contre-indication majeure à l'activité physique et sportive. L'application des critères d'inclusion/exclusion a été réalisée par un seul et même médecin gynécologue ayant une expérience de plus de 20 ans. Au final, 45 participantes ont intégré ce programme. Ce Goupe Actif (GA) durant la grossesse contient deux sous-groupes qui sont : i) Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse (GAS) ; ii) Groupe actif Non Sportives avant la grossesse (GANS). Ainsi, toute participantes a eu une AP régulière en raison de ≤ 20 min, ≤ 3 fois par semaine, est considérée comme sportive Horns *et al.* 1996.

Il n'y a pas de différence significative entre les deux sous-groupes en matière d'âge et de BMI. (Tableau IV.1)

Groupe (nombre de sujets)	Age	Valeur du p	BMI	Valeur du *p*	h de sp / sem (pr les sp)	Semaine du début de programme	Valeur du *p*	Semaine de la fin de programme	Valeur du *p*
Sportives (23)	28,1±2,6	0,07	25,7±4,3	0,4	2,4±1,2	23,4±1,5	0,9	35,4±1,5	0,9
Non sportives (22)	29,3±2,7		26,2±2,6		-	23,6±1,3		35,6±1,3	

Tableau IV.1 : Caractéristiques des participantes à la 24e semaine de la grossesse (moyenne ± écart-type). Un t test a été appliqué pour comparer les 2 groupes.

h : heure ; sp : sportive ; sem : semai ne

IV.2.2.2. Le programme d'APA centré sur le tronc

Le programme d'activité physique développé contient des exercices spécifiques pour renforcer les différents groupes musculaires avec une proportion plus importante pour les muscles du tronc, et plus particulièrement le bas du dos, mais également quelques exercices d'équilibre et de souplesse. La durée du programme est de 12 semaines, à raison de 2 fois par semaine, pour une durée de séance de 60 min, d'intensité moyenne à modérée.

La structure type de la séance est la suivante :

- Chaque séance débute par un échauffement (10 min), d'une intensité légère, telle que de la marche à vitesse spontanée et des exercices de mobilisation articulaire analytiques avec, puis sans appuis.
- La seconde partie comporte des exercices d'étirement (10 min) dans un ordre céphalo-caudale.
- La troisième partie comporte des exercices de renforcement musculaire (20 min) qui étaient réalisés à raison de 8-12 répétitions sous maximales, pour une période inter exercices de récupération de 1 à 2 min selon les recommandations de l'ACSM (Kraemer *et al.* 2002).
- La dernière partie de la séance (20 min) est une phase de récupération et de retour au calme avec des exercices de marche, respiratoire et d'exercices s'apparentant à de la relaxation.

IV.2.2.3. Les mesures

Les expérimentations ont été réalisées conformément à la convention d'Helsinki. Les mesures ont été réalisées à trois temps différents, avant de commencer le programme (T1 : 24e semaine de la grossesse), après l'application du programme (T2 : 36e semaine de la grossesse) et entre 2 et 4 mois de PP (T3 ; Figure VI.1).

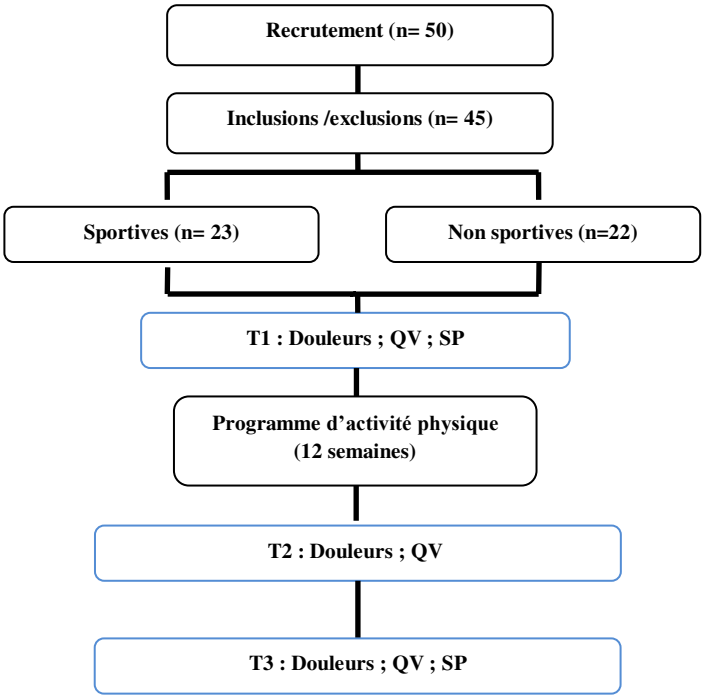


Figure IV.1: Le design de l'étude

T1 : 24e semaine de la grossesse avant le programme ; T2 : 36e semaine de la grossesse après le programme ; T3 : 2 à 4 mois en post-partum.

Trois types de mesures ont été réalisés : 1) douleurs ; 2) QV ; 3) SP aux trois temps T1, T2 et T3, de manière tout à fait identique à celle de l'étude 2 (*Cf* chapitre II partie II.3.2.2.3).

IV.2.2.4. Statistiques

La normalité de la distribution des données a été vérifiée par le test de Kolmogorov-Smirnov et le test de Lilliefors. Les données de cette étude ne suivant pas une loi normale, une ANOVA non-paramétrique (test de Kruskal Wallis 'KW') a été choisie pour les comparer. Le test entre les sessions est considéré significatif si $p<0,05$. Une correction de Bonferroni était

appliquée pour les comparaisons a posteriori (T1 *vs* T2 ; T2 *vs* T3 ; T1 *vs* T3 ; p≤0,025). Les comparaisons entre S et NS sont faites en intra-sessions pour les trois temps (T1 ; T2 et T3) puis en inter-sessions, une correction a été appliquée et le test statistique est considéré significatif si p≤0,01. L'ensemble des comparaisons a été réalisé à l'aide du logiciel Statistica 9 (Statsoft ©).

IV.2.3. Résultats

Les résultats sont présentés de manière similaire à l'étude 2 pour faciliter la compréhension et la lecture.

IV.2.3.1. Caractéristiques générales à T1

A T1, aucune différence significative n'est observée entre les participantes sportives avant la grossesse 'S' et les participantes non sportives avant la grossesse 'NS' concernant les caractéristiques d'âge et de BMI : âge (28±2 *vs* 30±2 ans ; H=3,49 ; p=0,61) ; BMI (24±3 *vs* 26±5 ; F=1,56 ; p=0,22). Les autres résultats seront présentés en 2 parties : les comparaisons inter-sessions pour l'ensemble des participantes (T1 *vs* T2 ; T2 *vs* T3 et T1 *vs* T3) ; les comparaisons S *vs* NS en intra puis en inter-session.

IV.2.3.2. Comparaisons inter-session pour l'ensemble des participantes

IV.2.3.2.1. T1 *vs* T2

Pour l'intensité des **douleurs**, (BPI) à T2 comparée à T1, une diminution significative de l'intensité des douleurs est observée au niveau du bas du dos (H=14,89 ; p<0,0001) et pour l'interférence douloureuse (H=17,21 ; p<0,0001) (Figure IV.2a). De plus, les mesures de la **QV** montrent une augmentation significative dans tous les items de la SF36 en T2 comparativement à T1 (Tableau IV.2). Les mesures de la **SP** n'ont pas été faites à T2 pour la sécurité des femmes enceintes et de leur fœtus.

IV.2.3.2.2. T2 *vs* T3

Concernant la comparaison de l'intensité des **douleurs** en inter-session T2 *vs* T3, l'intensité des douleurs est stabilisée ou diminuée en T3 comparée au T2, mais aucun effet significatif n'a été relevé pour cette comparaison (Figure IV.2a). Par contre, les items de la **QV** ont augmenté significativement ou se sont stabilisés en T3 comparativement à T2 (Tableau IV.2). Les mesures de la **SP** n'ont pas été faites à T2 pour la sécurité des femmes enceintes et leur fœtus.

IV.2.3.2.3. T1 *vs* T3

Une intensité des **douleurs** significativement plus basse en T3 comparée à T1 est observée au niveau du bas du dos (H=16,52 ; p<0,0001), et pour l'interférence douloureuse (H=21,03 ; p<0,0001) (Figure IV.2a). Les valeurs des items de la **QV** ont significativement augmenté en T3 comparativement à T1 (Tableau IV.2). En ce qui concerne la **SP,** une tendance à l'augmentation de la souplesse a été observée en T3 comparée à T1 mais pas de façon significative (H=1,19 ; p=0,27). Par contre, une augmentation dans la capacité fonctionnelle pour le test de 6 min de marche est observée (H=31,41 ; p<0,0001) (Figure IV.2b).

Items (SF36)	**T1 *vs* T2**	**T2 *vs* T3**	**T3 *vs* T1**
N=45	Valeur de *p* et de H Augmentation de la QV	Valeur de *p* et de H Augmentation ou stabilisation de la QV	Valeur de *p* et de H Augmentation de la QV
Fonctionnement physique	**H= 13,07** **p<0,0001**	**H= 63,13** **p<0,0001**	**H= 68,61** **p<0,0001**
Rôle physique	**H= 43,27** **p<0,0001**	**H= 29,95** **p<0,0001**	**H= 43,51** **p<0,0001**
La douleur du corps	**H= 17,14** **p<0,0001**	H= 0,04 p=0,82	**H= 11,95** **p<0,0001**
État de santé général	**H= 12,87** **p<0,0001**	H= 2,71 p=0,09	**H= 21** **p<0,0001**
Vitalité	**H= 19,98** **p<0,0001**	H= 3,96 p=0,04	**H= 33,54** **p<0,0001**
Fonctionnement social	**H= 12,39** **p<0,0001**	**H= 11,85** **p<0,0001**	**H= 25,14** **p<0,0001**
Rôle-émotionnel	**H= 33,08** **p<0,0001**	**H= 33,17** **p<0,0001**	**H= 51,38** **p<0,0001**
Santé mentale	**H=13,77** **p<0,0001**	H=2,36 p=0,12	**H= 4,97** **p=0,001**
Score global	**H= 56,34** **p<0,0001**	**H= 18,9** **p<0,0001**	**H= 56,06** **p<0,0001**

Tableau IV.2 : Comparaison inter-session de la qualité de vie (SF36) pour l'ensemble des participantes.

T1 : 24e semaine de la grossesse ; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum.

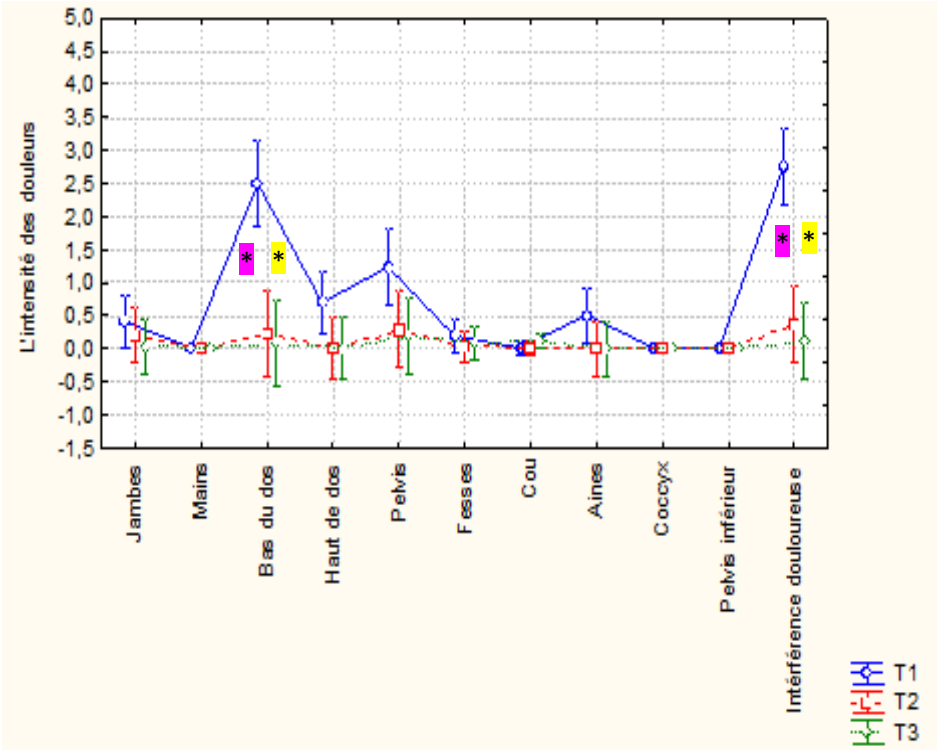


Figure IV.2a : Mesures des douleurs pour l'ensemble des participantes en T1, T2 et T3.

*T1 : 24e semaine de grossesse ; T2 : 36e semaine de grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois en post-partum ; *= p<0,0001 pour T1 vs T2 ; *=p<0,0001 pour T1 vs T3.*

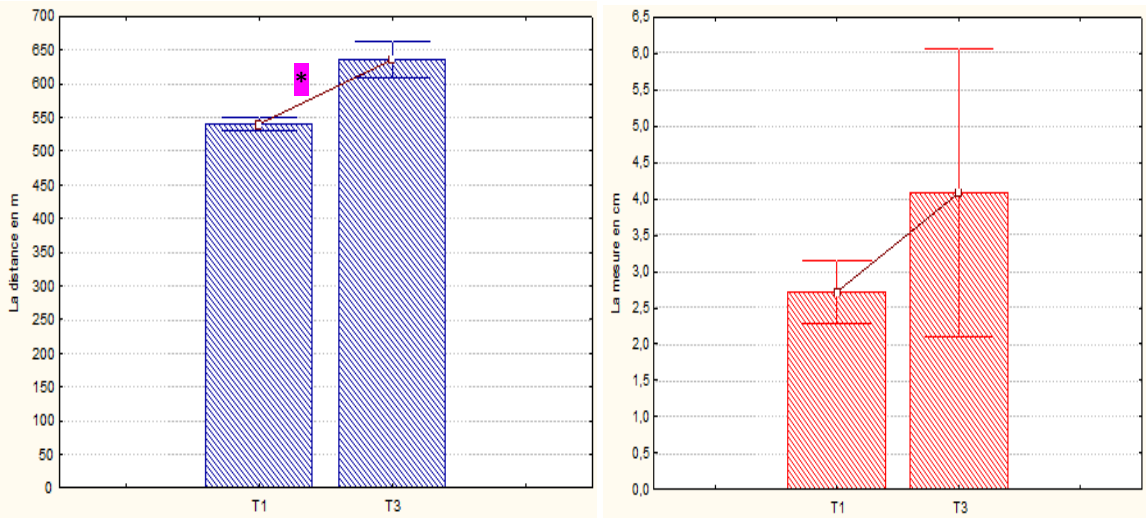


Figure IV.2b: Résultats du test des 6 min (gauche) et du test de souplesse (droite) pour T1 *vs* T3.

*T1 : 24e semaine de grossesse; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; *= p<0,0001.*

IV.2.3.3. Comparaisons sportives *vs* non sportives

IV.2.3.3.1. Comparaisons intra-session

A T1, aucune différence significative n'est observée entre le GAS et le GANS concernant les **douleurs** (BPI), le test de KW montre une seule tendance entre ces deux catégories pour le pelvis (H=4,52 ; p=0,03). Aucune différence significative n'est observée pour l'interférence douloureuse (H=0,21 ; p=0,64) (Figure IV.3a). Pour la **QV** (SF 36), aucune différence significative n'a été observée concernant les 8 items du SF36, ainsi que pour le score final de ce questionnaire (Tableau IV.3). Concernant la **SP**, les deux tests physiques conservés pour cette période (six minutes de marche et test de souplesse) ne montrent que des tendances (respectivement H=1,24 ; p=0,26 et H=0,71 ; p=0,41 ; Figure IV.4a).

A T2, la comparaison inter groupe concernant l'intensité des **douleurs** (BPI) ne montre aucune différence significative entre le GAS et le GANS pour l'interférence douloureuse (H=0,12 ; p=0,72 ; Figure IV.3b). En ce qui concerne la **QV** (SF 36), aucune différence significative n'a été observée concernant les 8 items du SF36, ainsi que pour le score final de ce questionnaire (Tableau IV.3). A T2, les mesures de la **SP** n'ont pas été faites pour la sécurité de la mère et du fœtus.

A T3, seule une tendance est observée en inter groupe en ce qui concerne les **douleurs** (BPI), l'interférence douloureuse (H=1,91 ; p=0,16 ; Figure IV.3c). Par contre, des différences significatives inter groupe concernant la **QV** pour la santé générale et la santé mentale sont observées avec des valeurs plus favorables chez les GAS comparées aux GANS (SF 36 ; Tableau IV.3). Ensuite, concernant les cinq tests physiques de **SP** en T3, seules quelques tendances sont observées entre les deux groupes en ce qui concerne le test de 6 min de marche (H=1,14 ; p=0,28), la souplesse (H=0,67 ; p=0,41), les abdominaux (H=0,75 ; p=0,38), le test du Ruffier (H=0,58 ; p=0,44) et le test de l'équilibre (H=0,08 ; p=0,76 ; Figure IV.4b).

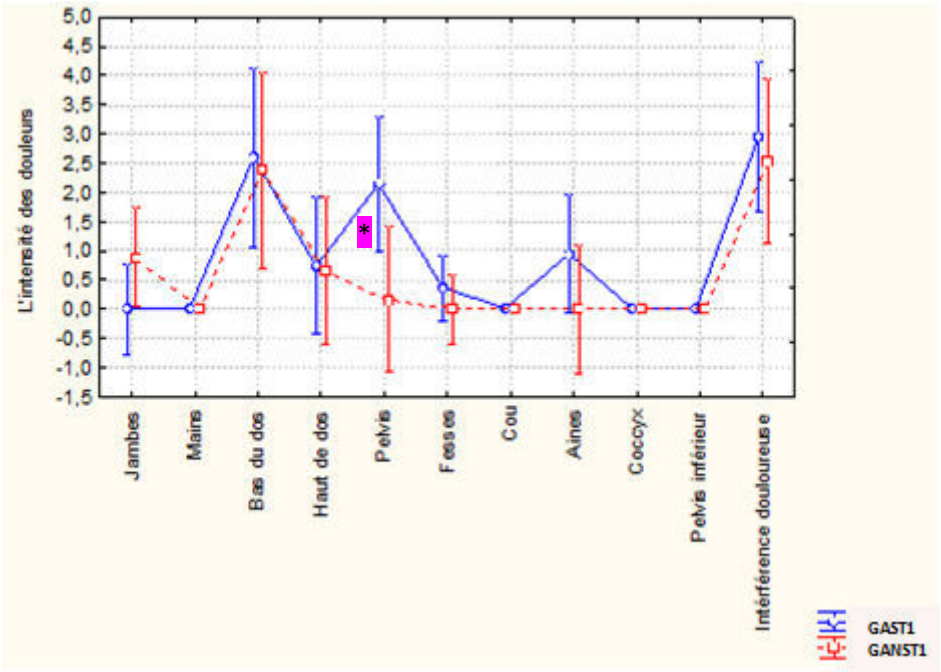


Figure IV.3a: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T1.

T1 : 24e semaine de grossesse; GAST1: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T1; GANST1 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1. * *=p<0,05 (différence non significative après avoir appliqué l'ajustement de Bonferroni).*

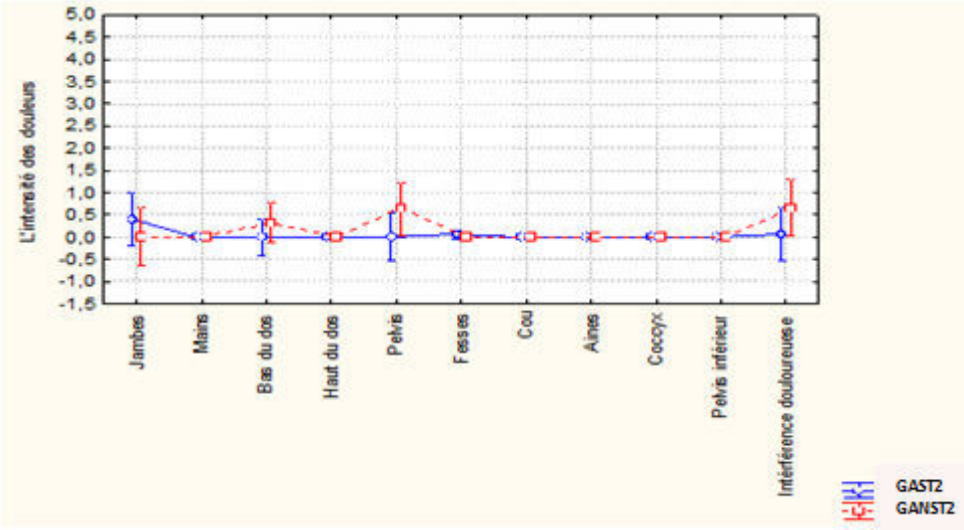


Figure IV.3b: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T2.

T2 : 36e semaine de la grossesse ; GAST2: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T2; GANST2 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T2.

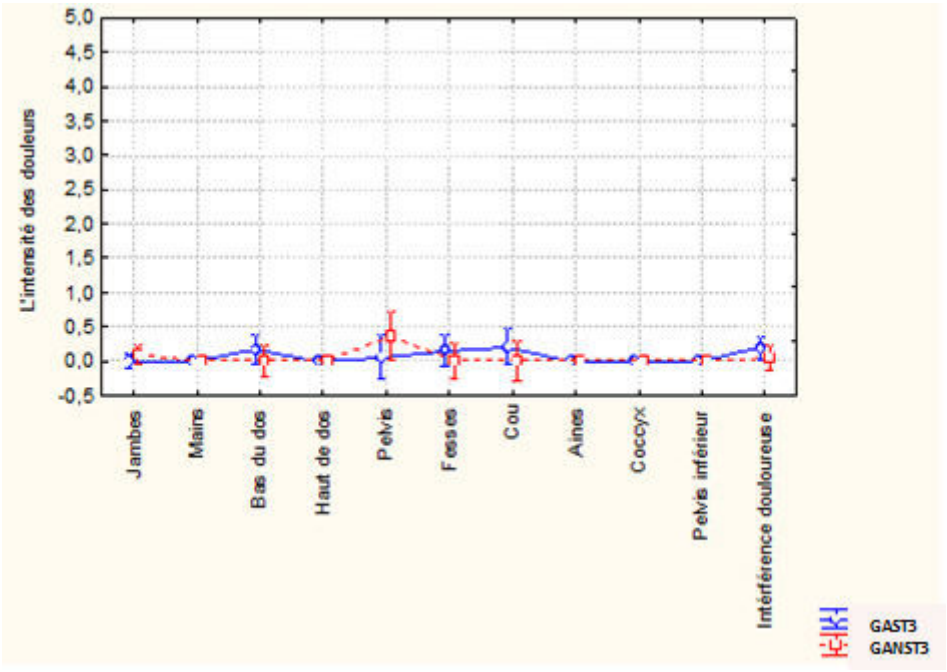


Figure IV.3c: Intensité des douleurs chez les groupes S et NS en T3.

T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum GAST3: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T3; GANST3 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T3.

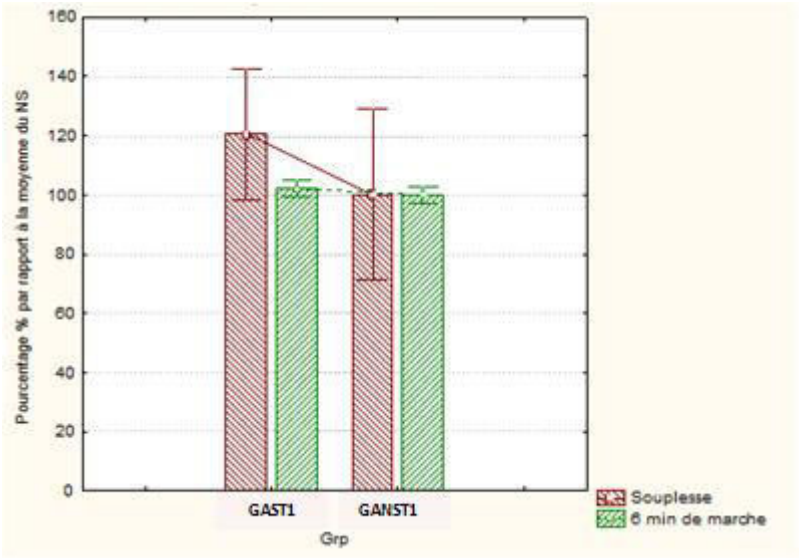


Figure IV.4a : Résultats des tests de Santé Physique (Souplesse et 6 min) pour les groupes S et NS exprimés pour le S en pourcentage des NS pour la session T1.

T2 : 36e semaine de la grossesse ; GAST2: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T2; GANST2 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T2.

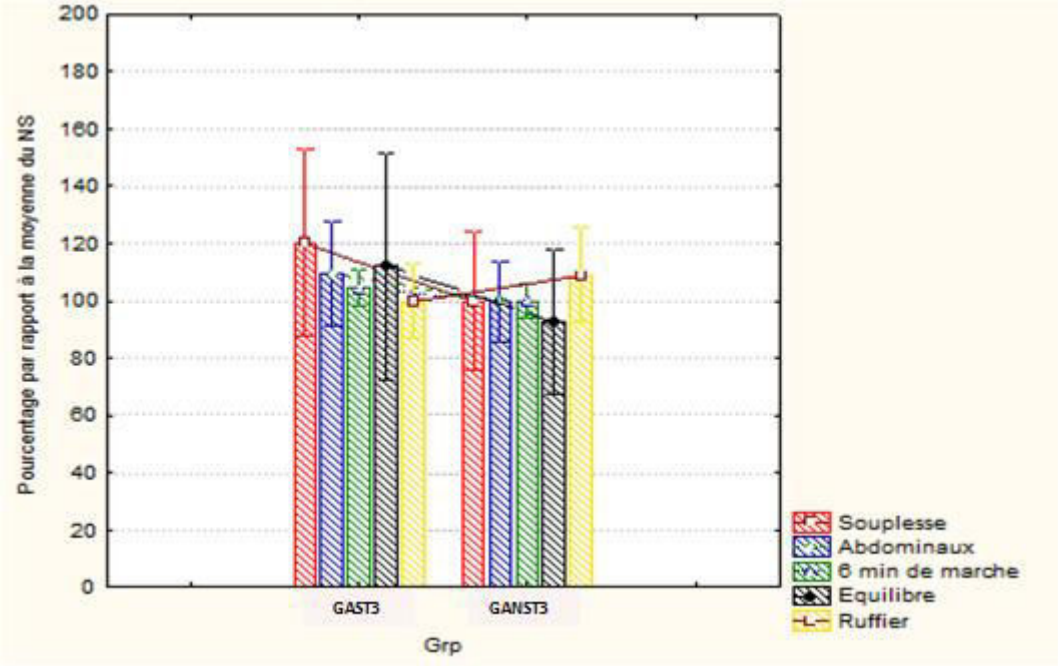


Figure IV.4b : Résultats des tests de SP pour les groupes S et NS exprimés pour le S en pourcentage des NS pour la session T3.

T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GAST3: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T3; GANST3 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T3.

IV.2.3.3.2. Comparaisons inter-session

Les tests statistiques faits en intra groupe (entrainés) pour les deux sous-groupes S et NS montrent des différences significatives pour les mesures des **douleurs** (T1 *vs* T2) ; (T2 *vs* T3) et (T1 *vs* T3) (Figure IV.5a et IV.5b). La comparaison (T1 *vs* T2) montre une amélioration significative pour l'intensité des douleurs au niveau du bas du dos (H=7,11 ; p=0,01) et du pelvis (H=7,33 ; p=0,01) ainsi que pour l'interférence douloureuse (H=9,66 ; p=0,01) chez le S. Pareillement, une amélioration significative pour l'intensité des douleurs chez le NS a été relevée en T2 comparée à T1 pour le bas du dos (H=7,23 ; p=0,01) et pour l'interférence douloureuse (H=6,21 ; p=0,01).

En T3, une diminution de l'intensité des **douleurs** a été observée chez les deux sous-groupes (GAS & GANS) mais pas de façon significative. Par contre, les mesures des douleurs en T3 montrent une diminution significative de l'intensité des douleurs chez les deux sous-groupes par rapport à T1. Ainsi, chez les GAS, l'amélioration a été pour le bas du dos (H=8,92 ; p=0,002), pour le pelvis (H=5,43 ; p=0,01) et pour l'interférence douloureuse (H=10,93 ; p<0,0001) (Figure IV.5a). De même, chez les GANS, l'amélioration de l'intensité des douleurs a été observée pour le bas du dos (H=7,63; p=0,01) et pour l'interférence douloureuse (H=10,28 ; p=0,001) (Figure IV.5b).

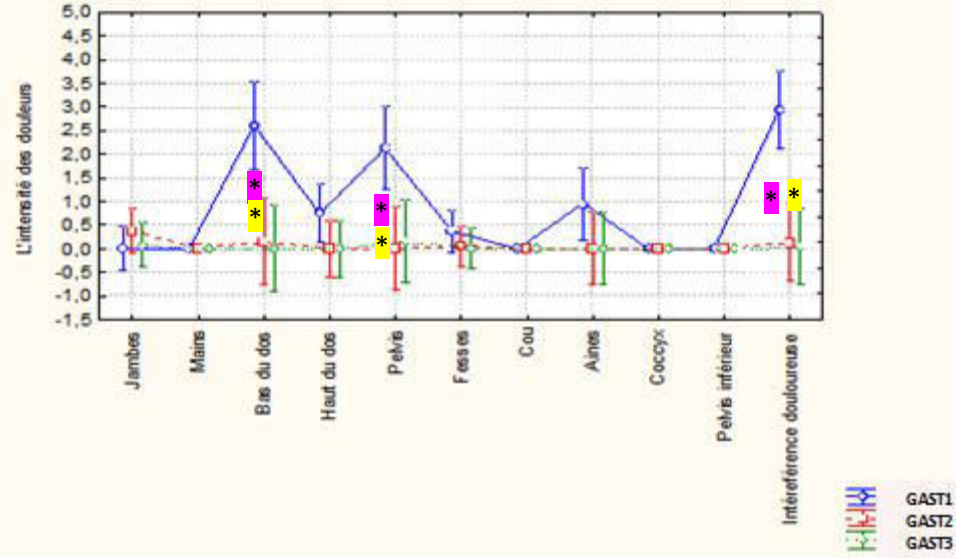


Figure IV.5a : Intensité des douleurs pour le groupe S en T1, T2 et T3.

*T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GAST1: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T1;; GAST2: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T2; ; GAST3: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse en T3; ; * =p ≤ 0,01 pour la comparaison T1 vs T2 ; * =p ≤ 0,01 pour la comparaison T1 vs T3*

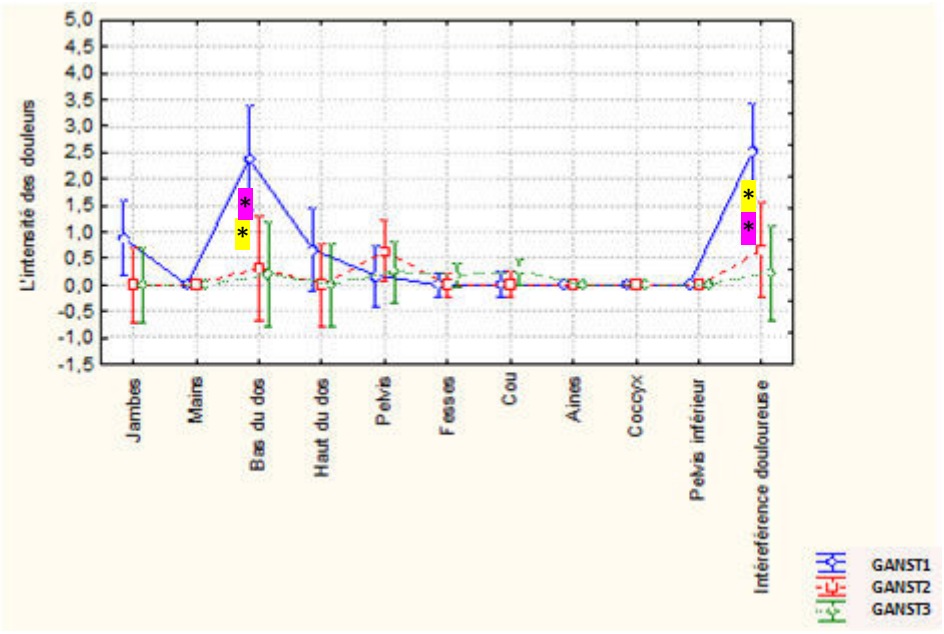


Figure IV.5b: Intensité des douleurs pour le groupe NS en T1, T2 et T3.

*T1 : 24e semaine de la grossesse; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GANST1 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1.; GANST2 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T2.; GANST3 ; Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse en T3.; *= p ≤ 0,01 pour la comparaison T1 vs T2 ; *= p ≤ 0,01 pour la comparaison T1 vs T3.*

En ce qui concerne les mesures de QV, elles montrent une stabilisation ou une augmentation dans les items du SF 36 avec le temps (T1 *vs* T2) ; (T2 *vs* T3) et (T1 *vs* T3) pour le S et le NS (Tableau IV.3).

Temps	T1	T2	T3	T1 *vs* T2		T2 *vs* T3		T1 *vs* T3	
N=45	S *vs* NS *p* value	S *vs* NS *p* value	S *vs* NS *p* value	*p* chez le S stab. ou augm.	*p* chez le NS stab. ou augm.	*p* chez le S stab. ou augm.	*p* chez le NS stab. ou augm.	*p* chez le S augmentation.	*p* chez le NS stab. ou augm.
Fonct. Physique	0,06	0,98	0,71	**0,001**	0,04	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**
Rôle physique	0,95	0,96	0,81	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**
La douleur du corps	0,85	0,92	0,31	**0,001**	**0,001**	0,54	0,37	**0,001**	0,11
État de santé général	0,32	0,65	**0,01**	0,07	**0,001**	**0,001**	0,58	**<0,0001**	0,04
Vitalité	0,46	0,76	0,62	**0,001**	**0,001**	0,19	0,13	**<0,0001**	**<0,0001**
Fonctionnement social	0,61	0,92	0,48	**0,01**	**0,01**	**0,001**	0,03	**<0,0001**	**0,001**
Rôle-émotionnel	0,74	0,73	0,95	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**
Santé mentale	0,66	0,92	**0,001**	**0,01**	**0,001**	0,89	0,02	**0,001**	0,92
Score global	0,25	0,78	0,18	**<0,0001**	**<0,0001**	**<0,0001**	**0,01**	**<0,0001**	**<0,0001**

Tableau IV.3: Comparaison inter (T1 *vs* T2 *vs* T3) et intra session (GAS *vs* GANS) des résultats de qualité de vie (SF36).

T1 : 24e semaine de la grossesse ; T2 : 36e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GAS: Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse ; GANS : Groupe Inactif déjà Non Sportives avant la grossesse

Les comparaisons intra groupe pour les mesures de la **SP** faites en T1 et T3 montrent qu'il y a une stabilisation pour la souplesse (H=0,71 ; p=0,41) mais une augmentation significative pour la vitesse de la marche (H=17,36 ; p<0,0001) pour le sous-groupe GAS. De même, pour le sous-groupe GANS il y a une stabilisation pour la souplesse (H=0,52; p=0,46) mais une amélioration pour la vitesse de la marche (H=17,36 ; p=0,001) (Figure IV.6).

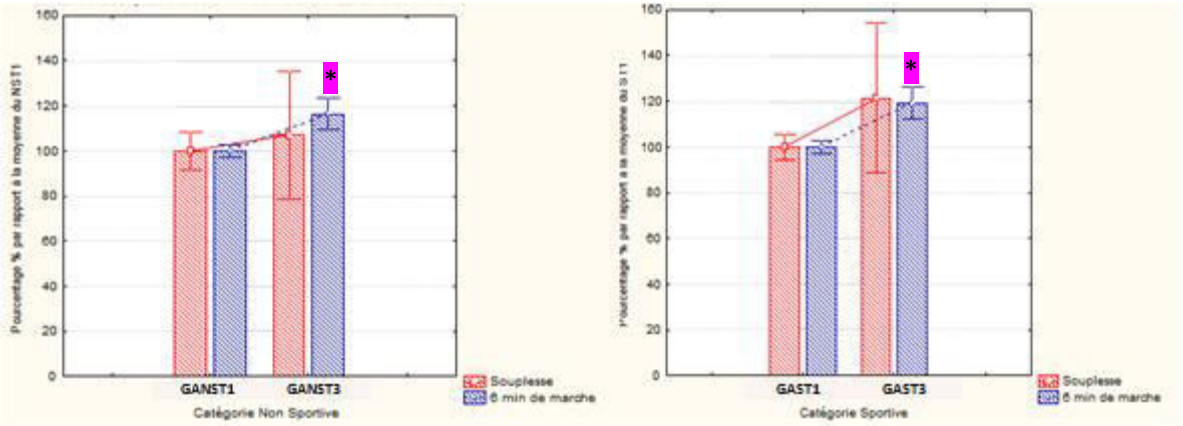


Figure IV.6: Résultats des tests physiques en T1 *vs* T3 pour les participantes déjà sportives et non sportives avant la grossesse.
*T1 : 24e semaine de la grossesse ; T3 : Entre 2 et 4 mois de post-partum ; GANST1 : Groupe Actif déjà Non Sportives avant la grossesse enT1 ; GANST3 : Groupe Actif déjà Non Sportives avant la grossesse enT1 ; ST1 : Groupe Actif déjà Sportives avant la grossesse enT1 ; ST3: Groupe Actif déjà Non Sportives avant la grossesse en T1 ; * = p≤0,01.*

IV.2.4. Discussion

L'objectif de cette étude était de tester l'effet d'un programme spécifique de renforcement musculaire, plus particulièrement centré sur le tronc, sur les douleurs, la QV et la SP à la fin de la grossesse et en PP. Les mesures réalisées durant ce suivi longitudinal montrent une diminution de l'intensité et une réduction de la localisation des douleurs, une amélioration de la QV et une progression de la SP chez nos participantes entrainées durant la grossesse quelle que soit leur catégorie, GAS ou GANS. Par contre, les résultats statistiques ne montrent aucun effet significatif lors de la comparaison (GAS *vs* GANS) pour tous les aspects mesurés à T1 et à T2. Cependant, les valeurs de certains items de la QV sont plus favorables chez les GAS comparativement au GANS en T3.

IV.2.4.1. Limites méthodologiques

Pour plus de détails sur les limites méthodologiques sur le choix et l'application des mesures (questionnaires et tests) de cette étude, voir le chapitre II partie (II.3.5.1).

En ce qui concerne le recrutement des participantes réalisé au sein d'une maternité et aux centres PMI, des cours de 'gymnastiques' ont été proposés à presque toutes les femmes lors de l'attente en consultation gynécologique dans cadre du suivi normal de leur grossesse.

Cependant, seules 50 femmes motivées à s'engager pour une période de 12 semaines de gymnastique ont accepté de participer, soit un taux d'acceptation d'environ une femme sur trois. Recrutées au sein d'établissements privés, comparativement aux autres femmes de la population française, nos participantes sont probablement des femmes qui ont plus de temps et/ou moins des soucis financiers et plutôt un regard déjà bienveillant vis à vis de l'APA . Il est ainsi nécessaire d'être prudent lors de la généralisation des résultats à la femme enceinte. De plus, nous n'avons pas pu tester l'impact de notre programme sur des femmes ayant déjà eu un (des) enfant(s) ; en effet, devant les difficultés de recrutement rencontrées, les participantes de cette étude ont été limitées aux primipares. Ceci peut aussi avoir contribué à davantage de disponibilité et de condition physique chez nos participantes comparativement à la population des femmes enceintes en général. Ceci limite surtout la généralisation des résultats aux primipares. Cependant, on peut supposer qu'en cas de grossesse multipare, la SP et les douleurs seraient plus importantes et un programme d'entrainement comme celui développé serait ainsi d'autant plus recommandé. Cette hypothèse reste cependant à valider.

IV.2.4.2. La douleur

La comparaison de l'intensité des douleurs de nos participantes à T1 avec celles mesurées dans les autres études à la même période de la grossesse est difficile. Cette difficulté vient d'une différence liée aux échelles utilisées pour mesurer l'intensité des douleurs entre notre étude et les autres. En effet, dans l'étude de Dumas *et al.* 1995, l'intensité des douleurs est indiquée en pourcentage par rapport au nombre total de participantes dans le groupe entrainé durant la grossesse. Par conséquent, il n'y a pas de comparaison directe possible avec nos résultats. Cependant, si on part du principe d'une proportionnalité et d'une linéarité de ces différentes échelles (respectivement un facteur 0,5 et un facteur 10). Nous voyons que l'intensité des douleurs subites par les participantes de Stuge *et al.* 2004 (4 ± 6) et celles obtenues par Garshasbi & Zadeh (2005) (2,3 ± 1,8) avant le programme, sont proches de l'intensité des douleurs obtenue par nos participantes GAS et GANS avant de commencer le programme (respectivement 3±0,7 ; 2,5±1,4). Concernant la douleur, à T2 (36e semaine) l'intensité des douleurs de notre groupe entrainé est significativement réduite comparé à T1 (avant le programme), tant concernant l'intensité que la localisation des douleurs, surtout celles du bas du dos. Nos résultats sur le soulagement des douleurs par l'APA sont en accord avec d'autres travaux (par exemple Shim *et al.* 2007). Leur programme visant à réduire les

douleurs du dos chez les femmes enceintes montre une diminution significative de l'intensité des douleurs après 12 semaines d'entrainement chez les participantes entraînées durant la grossesse. Nos résultats montrent également un maintien de l'effet de notre programme sur nos participantes en PP. Ainsi, l'évaluation des douleurs à T3 souligne une différence significative entre le T1 et le T3 concernant l'intensité des douleurs, surtout au niveau du bas du dos et du haut du dos, de façon comparable à la littérature (Stuge *et al.* 2004). Ces auteurs montrent qu'en PP, les femmes du groupe entrainé durant la grossesse présentent 85% moins de douleurs et d'incapacité fonctionnelle comparées au groupe témoin sédentaire durant la grossesse. Toutefois, les femmes sédentaires durant la grossesse ont montré une grande intensité de douleurs 47%, avec une incapacité modérée (Stuge *et al.* 2004). Par contre, nos résultats en PP ne sont pas en accord avec ceux d'autres travaux (Mens *et al.* 2000 par exemple) sur des femmes enceintes souffrant de douleurs de la ceinture pelvienne après l'accouchement. Ces auteurs n'indiquent pas de différence significative entre leurs trois groupes expérimentaux qui sont respectivement : 1) groupe réalisant des exercices spécifiques pour renforcer les muscles du tronc ; 2) groupe réalisant des exercices pour les groupes musculaires du tronc ;et (3) groupe témoin sédentaire. Cette différence pourrait être liée :

- à la durée de leur programme (8 semaines contre 12 dans notre cas) (Lee, 1995),
- à la durée du suivi en PP, puisque leurs participantes sont évaluées plus tardivement (4,1±2,2 mois [1,7–5,6]),
- mais aussi au manque de prise en charge globale des différentes qualités physiques de leur programme comparé à celui de cette étude (Mens *et al.* 2000).

Les résultats de la comparaison entre les participantes GAS et GANS à T1 ne montrent aucun effet significatif pour tous les aspects mesurés durant cette étude. Ceci pourrait s'expliquer par l'effet similaire de la grossesse sur la femme GAS et la femme GANS (Östgaard & Anderson 1991 ; Clapp *et al.* 1992). D'un autre côté, cela peut être également justifié par la période d'application du programme ; ainsi à la 24e semaine, l'effet de la grossesse n'est pas toujours déjà visible sur certains aspects comme, par exemple, les douleurs de la lombalgie (Swensson *et al.* 1990). Ensuite, l'effet du programme de cette étude sur le soulagement des douleurs pour les catégories 'GAS et GANS' avant la grossesse a été relativement similaire. Ainsi, la comparaison entre les participantes de ces deux sous-groupes ne montre aucune différence significative après le programme à T2 et après l'accouchement à T3 concernant l'intensité des douleurs subites par ce groupe entrainé durant la grossesse. Ceci pourrait s'expliquer par le soulagement des douleurs chez les deux catégories (GAS &

GANS) par la pratique régulière des APA centrées sur le tronc. En effet, l'intensité des douleurs chez les GAS et les GANS a commencé progressivement à diminuer durant le programme pour arriver à son minimum à la fin du programme (moyenne sur l'échelle du BPI 1 pour le GAS et 1,5 pour le GANS pour l'ensemble des zones douloureuses). De plus, le maintien de l'effet du programme est lui aussi similaire sur les GAS et les GANS en PP à T3 où la comparaison GAS *vs* GANS ne donne aucune différence significative (la baisse de l'intensité des douleurs est maintenue). Cela pourrait ainsi être lié à la susceptibilité des douleurs chez nos participantes GAS et GANS hors de la grossesse.

IV.2.4.3. La qualité de vie

A notre connaissance, il y a très peu d'études qui visent à mesurer l'effet sur la QV d'un programme d'AP durant la grossesse et/ou de façon très rapprochée après l'accouchement. Un programme d'exercices de renforcement musculaire durant la grossesse sur la QV des participantes à 1 an de PP a déjà été reporté dans l'étude de Stuge et collaborateurs (2004). Les scores de la QV obtenus par nos participantes avant le programme sont plus proches de ceux obtenus par les participantes de Stuge *et al. (2004)* avant le programme et à presque la même période de la grossesse. Leurs résultats à la fin du programme indiquent que le groupe entrainé durant la grossesse montre une meilleur QV comparé au groupe témoin non-entrainé durant la grossesse (Stuge *et al.* 2003). Ensuite, le suivi de notre programme permet à nos participantes d'améliorer tous les items de la QV du SF36 à la fin de la grossesse (T2) et les places donc dans de meilleures conditions pour bien vivre leur grossesse et réaliser un bon accouchement. Les valeurs atteintes par nos participantes sont plus importantes que celles obtenues par d'autres études de la littérature qui visent à mesurer l'impact d'un programme d'activité physique durant la grossesse sur la QV (par exemple Montoya Arizabaleta *et al.* 2010). Cela est peut être lié à la différence de type d'exercices choisis (aérobie) *vs* renforcement musculaire générale dans la nôtre, ainsi qu'à la période d'intervention (16e à 20e semaine de la grossesse *vs* 24e à 36e semaine dans la nôtre). De plus, cette étude ne montre pas d'effet sur les douleurs du bas du dos. Les scores de QV de nos participantes semblent en effet plus proches de ceux obtenus par les participantes qui ont suivi un programme de renforcement musculaire simple de Stuge *et al.* 2004.

Ensuite, la comparaison entre le GAS et le GANS, avant le programme à T1 et à la fin du programme à T2 ne montre aucune différence significative entre les deux catégories

concernant tous les items du SF36 ainsi que pour le score globale. En effet, l'absence de différence entre ces deux catégories à T2 pourrait s'expliquer par le soulagement similaire des douleurs chez ces deux groupes. En effet, la QV est corrélée avec l'intensité des douleurs et du fonctionnement physique (Brown *et al.* 2000, Ramirez-Velez 2007, Tessier *et al.* 2007). Par contre, la comparaison entre les GAS et les GANS à T3 montre une différence significative entre ces deux catégories pour la santé mentale et la santé générale avec des valeurs plus favorables chez les GAS. Brown *et al.* (2003) montrent également que la santé mentale et la santé générale sont fortement corrélées avec le niveau d'AP des patientes. Il semblerait cependant important de réaliser des mesures plus précises de la 'quantité', de la 'qualité' d'activités physiques en PP pour tenter d'expliquer plus précisément la différence entre ce deux groupes en PP. On peut cependant noter cet effet cumulatif positif, sportif avant - couplé à APA pendant la grossesse - sur ces deux éléments de la QV.

IV.2.4.4. La santé physique

A notre connaissance, cette étude est la première à mesurer aussi largement les éléments de la SP des femmes autours de la grossesse à l'aide de tests physiques déjà validés dans la littérature scientifique, contrairement aux mesures de paramètres physiologiques largement utilisés (Wolfe *et al.* 1989). Dans l'ensemble, les scores de nos participantes à T1 sont similaires à ceux obtenus par les autres études sur des femmes non enceintes (Enright *et al.* 2003).

Par contre, la distance de **marche** chez nos participantes a augmenté en T3 par rapport au T1, la moyenne obtenue étant de 649±89 m, soit une valeur plus élevée comparée aux moyennes relevées dans la littérature (Enright *et al.* 2003). Bien que notre programme ne vise pas spécifiquement à développer l'endurance, les participantes en ont tiré un bénéfice évident pour se trouver à T3 avec des valeurs légèrement supérieures aux sujets sains loin de l'accouchement.

Concernant la **souplesse**, nous n'avons pas trouvé d'étude qui mesure cet aspect, autour de la grossesse, avec le même test utilisé dans notre étude pour qu'on puisse comparer les valeurs à T1 et T3 avec les valeurs obtenues. Par exemple dans l'étude de Garshasbi & Zadeh (2005), la souplesse a été mesurée par une inclinaison de tronc. En effet, ces derniers chercheurs ont observé une diminution dans la souplesse, après le programme, chez leurs

participantes entrainées durant la grossesse. Ensuite, on observe une augmentation de la souplesse à T3 comparée à T1 mais pas de façon significative. Les valeurs obtenues en T1 (2±1 cm) est dans la plage des scores biens (+1 cm à +10 cm) selon le 'guide général' de ce test (Wells & Dillon 1952). Par contre, les scores ont monté (4±7 cm) à T3 mais ils restent dans les scores biens de ce test. La souplesse, travaillée durant notre programme, sans être une priorité, a donc également été améliorée, sans pour autant sortir des valeurs normales.

Les scores obtenus pour **l'équilibre** par nos participantes correspondent à des scores très faibles selon le guide de ce test (8±6). Ceci n'a rien de surprenant compte tenu des modifications biomécaniques importantes subies par le corps de la femme en fin de grossesse (bascule du bassin vers l'avant, masse supplémentaire, allongement musculaire…). Sans être non plus spécifiquement travaillé, l'équilibre a cependant été également sollicité par certains exercices, ce qui a probablement contribué à ne pas trop dégrader cette qualité physique.

La moyenne du test de force musculaire des '**abdominaux'** montre que le nombre de répétitions réalisés en T3 par nos participantes est de 9±3 répétitions. En effet, pour ce dernier test il n'y a pas de score global mais les valeurs obtenues par nos participantes sont plus proches de celles obtenues par d'autres études sur des femmes non enceintes (parfois 14 répétions en 30 s pour l'étude de Augustsson, 2009). Les exercices de gainage et de renforcement musculaire du dos réalisés durant le programme ont donc eu un effet bénéfique également sur les fléchisseurs du tronc permettant de réduire considérablement les pertes fonctionnelles liées à la grossesse.

En ce qui concerne **l'adaptation de la FC** à l'exercice (test de Ruffier & Dickson), les résultats montrent une bonne récupération de nos participantes entrainées durant la grossesse. Ainsi, les valeurs obtenues (7,2±2,4) correspondent au score de 'bien'. Ces résultats de la récupération cardiaque sont en accord avec ceux obtenus par Morton et ses collaborateurs en PP pour des participantes entrainées durant la grossesse. En effet, les résultats de ces derniers indiquent une diminution de la FC chez le groupe entrainé durant la grossesse comparativement au groupe contrôle sédentaire durant la grossesse (Morton *et al.* 1985).

En ce qui concerne l'effet d'être GAS ou non avant la grossesse, même si les participantes GAS ont des valeurs plus importantes comparées à celles du GANS pour les tests physiques après l'accouchement à T3, la comparaison (GAS *vs* GANS) ne montre aucune différence significative dans ce temps T3, seules des tendances semblent se dégager. Ceci tend à montrer un effet similaire du programme sur l'ensemble de nos participantes après

l'accouchement. Ainsi, l'effet du programme est similaire sur les deux groupes expérimentaux en PP. En effet, la relation douleurs-SP a déjà été montrée dans la littérature (Rippentrop *et al.* 2005). Ces derniers chercheurs indiquent une corrélation négative entre la SP et les douleurs chez leurs participants souffrants de TMS.

Globalement, nos résultats sur la SP montrent que nos participantes ont de bons scores de souplesse, de force des abdominaux, une bonne capacité fonctionnelle, un bon équilibre et une récupération cardiaque plus importante avec notre programme, permettant probablement une meilleure mobilité dans les AVQ et donc contribuant à une meilleur QV. La relation entre ces deux éléments a déjà été montrée par plusieurs études. Une corrélation positive entre les limitations fonctionnelles chez leurs sujets et la diminution de la QV a déjà été reportée par Choe *et al.* (2001).

IV.2.4.5. Approche globale

Les résultats de cette étude montrent une relation étroite entre douleur, SP et QV mais aussi que la SP et la QV chez nos participantes entrainées sont significativement améliorées avec le développement de la grossesse et en PP. De même, les douleurs (intensité et localisation) sont significativement soulagées à la fin de la grossesse et en PP. Ensuite, il est observé que le soulagement des douleurs était plus favorable dans notre étude comparé aux autres études (par exemple Grashasbi & Zadeah, 2005), ce qui pourrait s'expliquer par la concentration des exercices sur le tronc dans notre étude, mais aussi par la diversité des ressources sollicitées. De même, les seuils d'amélioration de la QV chez nos participantes semblent beaucoup plus élevés que ceux obtenus précédemment (Montoya Arizabaleta *et al.* 2010), ce qui pourrait être lié aux choix des types d'exercices (aérobie *vs* renforcement musculaire général) ainsi que la diversité de l'approche motrice (séances structurées avec échauffement, travail méthodique, récupération et retour au calme). Enfin, l'amélioration de la souplesse après le programme n'est pas souvent reportée dans les autres études, contrairement, par exemple, à celle de Grashasbiet & Zadeah (2005) où la souplesse a diminué significativement chez leurs participantes après le programme. Ces auteurs ont montré une forte corrélation entre les douleurs situées au bas du dos et la diminution de la souplesse après le programme. Ceci donne également l'avantage à notre programme dans lequel les exercices centrés sur le tronc aident les participantes entrainées à soulager les douleurs du bas du dos et, par conséquent, contribuent à améliorer leur souplesse en plus de l'amélioration induite par les exercices spécifiques eux-mêmes.

IV.2.5. Conclusion de l'étude 4

Le programme d'entrainement centré sur le tronc a conduit à une diminution de l'intensité et une réduction de la localisation des douleurs, une amélioration de la QV et des progrès dans la SP chez nos participantes. Ce type de programme d'entrainement, au dernier semestre de la grossesse, semble ainsi prometteur. Il aide à lutter contre les modifications corporelles chez la femme sans trouble particulier. De plus, ce programme varié, à intensité modérée à moyenne, aide les participantes entrainées à réduire les perturbations liées à la grossesse, qui devrait les aide à accomplir leurs AVQ, impactant de façon bénéfique leur QV. Par contre, il semblerait intéressant d'évaluer l'impact de la 'quantité' et la 'qualité' de l'activité physique et sportive en PP pour pouvoir mieux identifier les origines possibles des différences entre les participantes GAS et GANS pour certaines items de la qualité de vie (SF36).

IV.3. <u>Etude 5 :</u> Effet du programme d'Activités Physiques Adaptées centré sur le tronc sur la traversée de rue

IV.3.1. Introduction

Considérant les aspects psychologiques, des chercheurs ont confirmé que la période de gestation est fréquemment accompagnée par une tendance plus ou moins importante à une humeur dépressive (Evans *et al.* 2001). D'ailleurs, il est considéré que 10% des femmes sont sujettes à de la dépression, tandis que 25% des femmes à une humeur dépressive durant leur grossesse. Par ailleurs, il est montré dans la littérature que les troubles psychologiques conduisent à un ralentissement de l'horloge interne qui pourrait conduit à se mettre en danger lors de la traversée d'un rue par une sous-estimation du temps nécessaire pour réaliser la traversée (Wallace & Green 1961 ; Baum *et al.* 1984 ; St-Pierre & Dubé 1993). Par contre, la pratique régulière d'une activité physique paraît avoir des effets positifs dans la prévention et sur l'évolution de la détresse psychologique (Oman et *al.* 2003 ; Annesi et *al.* 2005). De même, Etnier et ses collaborateurs ont montré que l'entraînement régulier améliore les capacités cognitives, le temps de réaction et la mémoire (Etnier *et al.* 1997).

Par contre, le manque ou l'absence d'exercices durant la grossesse peut entrainer des douleurs centrées plus couramment sur le tronc et qui entrainent à leur tour une perturbation de la marche (Foti *et al.* 2000). Les modifications biomécaniques déstabilisent l'appareil locomoteur et conduisent à un ralentissement de la vitesse de la marche issue d'une sous-

utilisation du tronc et de la ceinture pelvienne donnant l'impression d'une marche 'en canard' (Thoulon, 1994 ; Ollier, 2001). La réduction de la mobilité et l'incapacité de marcher vite est un élément important de la mise en danger, lors de l'estimation de la capacité à réaliser une traversée sécuritaire chez les personnes âgées, selon Hollans & Hill (2010).

Dans l'étude 1 de ce travail, le même geste de la vie quotidienne a été étudié : la traversée d'une rue réelle ou imaginée. Les résultats montrent que, ce geste de la vie quotidienne est perturbé, voire plus risqué chez les participantes enceintes inactives durant la grossesse, un peu comme cela est montré sur d'autres populations, notamment chez les personnes âgées, par Holland & Hill (2010). Ainsi, le risque durant la réalisation de cette AVQ pour nos participantes vient d'une sous-estimation du temps de la traversée qui est corrélée avec le ralentissement de la vitesse de la marche et avec les douleurs centrées sur le tronc. En revanche, le suivi d'une AP régulière durant la grossesse aide les femmes à diminuer l'intensité des douleurs qui perturbe la marche. En effet, une majorité d'études sur la marche chez la femme enceinte s'intéresse à étudier chez des sujets souffrants de douleurs (ceinture pelvienne et lombalgie) les conséquences sur la locomotion et montrent souvent un ralentissent de la vitesse de la marche (Lamoth *et al.* 2002). Par contre, il y a peu d'étude sur la marche chez des enceintes sans douleur ou après une période de rééducation et de soulagement des douleurs entrainées par la grossesse. Néanmoins, une majorité d'études confirment qu'une APA durant la grossesse peut réduire les douleurs comme la lombalgie (Larsen *et al.* 1999) ou les douleurs de la ceinture pelvienne (Elden *et al.* 2005).

L'objectif de cette étude est de comparer le temps estimé de traversée d'une rue au temps réellement réalisé ainsi que d'apprécier une éventuelle perturbation de l'horloge interne (ou perception du temps) chez des femmes S et NS avant la grossesse, mais actives durant la grossesse. L'objectif secondaire est de déterminer si l'intensité et la localisation des douleurs influent sur la capacité d'estimation du temps nécessaire pour traverser et donc de ses propres capacités locomotrices. En d'autres termes, la douleur est-elle, malgré le programme d'APA, un facteur de risque supplémentaire à une éventuelle perturbation de l'estimation du temps et de ses capacités locomotrices ? Nous émettons l'hypothèse que le suivi d'un programme d'APA centré sur le tronc lors de la grossesse, est capable de réduire les effets négatifs observés dans l'étude 1 et de limiter les réductions de performance observées chez les femmes enceintes, réduisant ainsi leur mise en danger lors d'une telle AVQ. En d'autres termes, les femmes entraînées pendant la grossesse estimeraient mieux leur temps nécessaire pour traverser la rue.

IV.3.2. Protocole et méthode

IV.3.2.1. Participantes

L'étude inclut 36 participantes enceintes, recrutées à la maternité de Saint Vincent de Lille et qui ont en commun les critères d'inclusion suivants : âgées de 25 ans à 31 ans ; 33e à 36e semaine de la grossesse. Ces participantes sont réparties en deux catégories : Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant (GASE ; n=22, dont 11 déjà Sportives (GASSE) et 11 Non Sportives (GANSSE) donc différentes des participantes de l'étude 1) et Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant (GISE ; n=12) dont 6 séjà Sportives (GISSE) et 6 Non Sportives (GINSSE). Les caractéristiques de ces participantes sont présentées dans le Tableau suivant (Tableau IV.4).

n	Sportive/non sportive	Age	Valeur du p	BMI	Valeur du *p*	Heures de sp / sem (pr les sportives)	Valeur du *p*
GASE 22	11/11	28,1±2,6	0,3	25,7±4,4	0,5	1,2±1,3	0,4
GISE 12	6/6	27,6±2,8		26,9±2,6		1,7±1,9	

Tableau IV.4 : Caractéristiques des participantes (moyenne ± écart-type). Un t test a été appliqué pour comparer les 2 groupes.

GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; n=nombre de participantes.

IV.3.2.2. Matériels et méthodes

Le matériel et la méthode utilisés sont les mêmes que ceux décrits dans l'étude 1 (chapitre 2).

Les expérimentations incluent, comme dans l'étude 1, des traversées effectives et estimées pour deux environnements, trottoirs (T) et plat (P), et pour deux conditions, sans poussette (saP) et avec poussette (avP).

IV.3.2.3. Statistiques

Les tests statiques sont réalisés après avoir séparé les données en quatre parties, selon les environnements P & T et selon les conditions avP et saP. Les quatre parties sont alors les suivantes : P&saP, P&avP, T&saP, T&avP. Les tests statistiques ont été réalisés avec Statistica 9 (Statsoft ©). Globalement, une ANOVA non-paramétrique (test de Kruskal Wallis 'KW') a été choisi pour les données non-normales et une ANOVA à un facteur a été

appliquée sur les données qui suivent une loi normale. Ensuite, le calcul du coefficient de corrélation de Spearman a été appliqué sur les données pour rechercher d'éventuelles corrélations entre-elles. Un ajustement de Bonferroni a été appliqué sur le seuil du *p* selon le nombre des zones douloureuses lors de la corrélation (13 zones) chez le GISE ; la valeur de *p* étant donc diminuée pour les corrélations, le test est considéré significatif si $p \leq 0{,}003$. Par contre, la valeur de *p* est baissée différemment pour le GASE (8 zones) et le seuil de significativité est ainsi de si $p \leq 0{,}006$. Enfin, un test t a été appliqué sur les durées utilisées pour tester l'horloge interne.

IV.3.3. Résultats

IV.3.3.1. Test de l'horloge interne

L'horloge interne chez nos participantes enceintes 'GASE & GISE' est testée à partir des durées de 5s, 10s, 20s et 30s qui sont déjà utilisées dans les littératures pour tester la perturbation de l'horloge interne (Gibbon *et al.* 1984).

La comparaison intra groupe des données temporelles suggérées et celles estimées par les participantes enceintes ne montre aucune différence significative pour les deux groupes expérimentaux (Tableau IV.5a).

Durées	**5 s**	**10 s**	**20 s**	**30 s**
	p	***p***	***p***	***p***
GASE	0,27	0,26	0,47	0,27
GISE	0,67	0,66	0,68	0,67

Tableau IV.5a : Comparaison des durées proposées et durées estimées pour les deux groupes expérimentaux.

s = seconde ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.

En inter-groupes, aucune différence significative n'est observée entre les deux groupes (GASE *vs* GISE) pour l'estimation des durées proposées (Tableau IV.5b).

Durées	**5 s**		**10 s**		**20 s**		**30 s**	
	F	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***
GASE *vs* GISE	1,68	0,21	0,56	0,45	1,61	0,21	2,29	0,14

Tableau IV.5b: Comparaison inter groupes des durées estimées (GASE *vs* GISE).

s = seconde ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant

IV.3.3.2. Traversée

IV.3.3.2.1. Plat et sans poussette (P&saP)

En ce qui concerne l'estimation du temps de traversée dans la condition P&saP, il est observé que les participantes du GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (F=5,1 ; p=0,02). Par contre, les participantes du GASE surestiment ce temps (F=47,79 ; p<0,0001 ; Figure IV.7a).

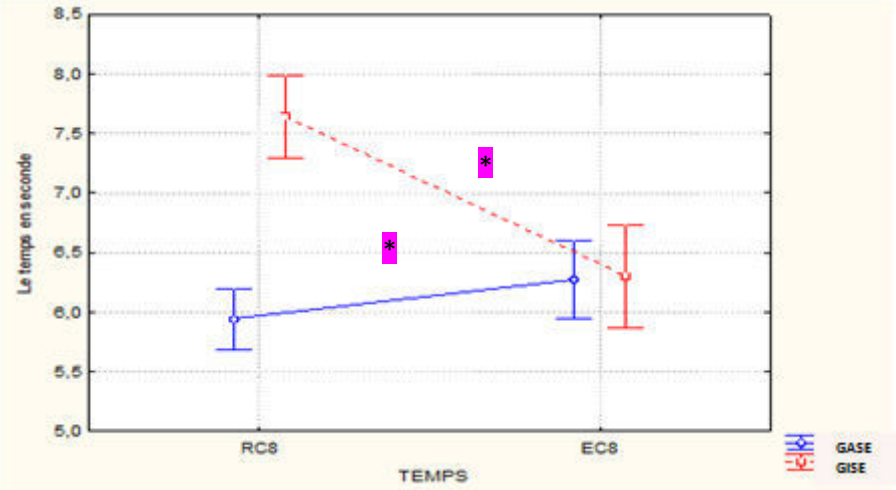


Figure IV.7a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage de 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,05. GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant*

En comparant la **vitesse de marche** entre ces deux groupes, il est observé que les participantes du GASE marchent plus vite que celles du GISE. Ainsi, la différence entre les deux groupes est significative pour la vitesse de la marche de 7 m (F=33,53 ; p<0,0001) et celle-ci de 8 m (F=65,72, p<0,0001 ; Figure IV.7b).

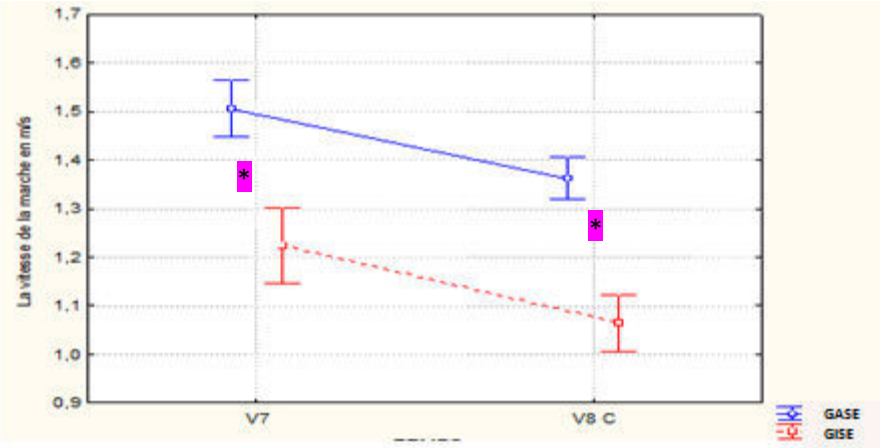


Figure IV.7b : Différence entre les vitesses de marche pour l'environnement P&saP.

*P&saP : Environnement plat et conditionne sans poussette ; V7 : Vitesse de la marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de la marche sur 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant*

La **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée nous montre que le ralentissement de la vitesse de marche chez les participantes du GISE tend à être corrélée à l'intensité des douleurs et à ses localisations mais pas de manière significative (après avoir appliqué l'ajustement du Bonferroni même si certaines corrélations se situent en deçà de 0,05 ; Tableau IV.6a). La corrélation de Spearman ne montre aucun effet significatif entre l'intensité et la localisation des douleurs chez le GASE (Tableau IV.6a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GASE V7	0,35	0,024	-0,01	-	-	-	-	-	-0,01	0,35	0,02	-0,003	0,21
GASE V8	0,21	0,04	0,16	-	-	-	-	-	0,09	0,21	0,04	0,16	0,21
GISE V7	-0,029	-0,39	-0,01	0,09	0,44	0,17	-0,06	-0,21	-0,029	-0,21	0,18	0,12	-0,03
GISE V8	-0,14	-0,35	-0,05	-0,06	0,28	0,37	-0,06	-0,35	-0,14	-0,21	0,1	0,049	-0,13

Tableau IV.6a: Corrélation de Spearman entre la vitesse de marche sur 7 ou 8 m et la localisation des douleurs chez les participantes du GASE et du GISE pour l'environnement P&saP.

P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; V7 : Vitesse de marche sur 7m ; V8 : Vitesse de marche sur 8m ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant. Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucune participante n'a relaté de douleur dans le groupe

De même, la corrélation entre la localisation/intensité des douleurs et la sur- ou sous-estimation du temps de traversée ne montre aucun effet significatif chez les participantes GASE et GISE (Tableau IV.6b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&saP GASE	0,05	-0,01	-0,11	-	-	-	-	-0,14	0,01	-0,01	-0,11	-0,09	-0,14
P&saP GISE	-0,31	-0,48	-0,33	-0,07	0,39	0,08	-0,24	-0,40	-0,30	-0,45	-0,11	-0,33	-0,30

Tableau IV.6b: Corrélation de Spearman entre la sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnent P&saP.

P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe

IV.3.3.2.2. Plat et avec poussette (P&avP)

Concernant **l'estimation du temps de traversée**, les participantes du GISE sous-estiment le temps nécessaire de traversée (F=31,68 p<0,0001) mais les participantes du GASE surestiment ce temps (F=27,49 ; p<0,0001; Figure IV.8a).

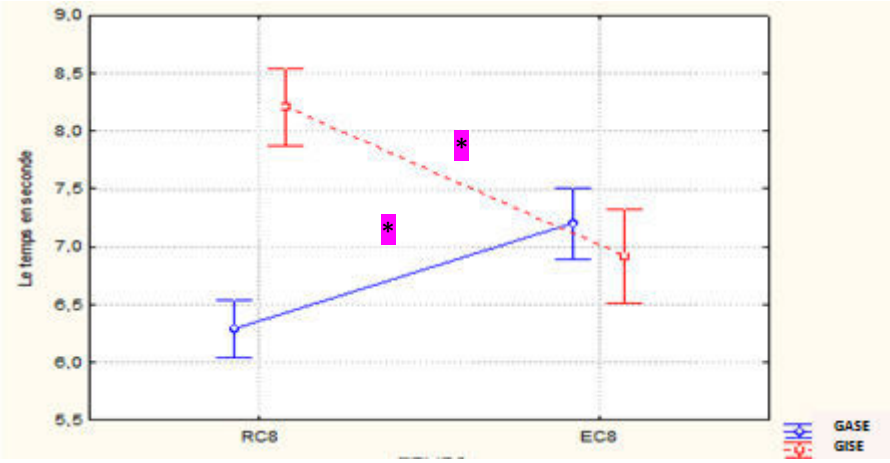


Figure IV.8a : Temps réel et estimé pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

En comparant la **vitesse de marche** chez ces deux groupes, les résultats statistiques montrent une différence significative pour la vitesse de marche sur 7 m (F=26,41 ; p<0,0001). Le même effet est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (F=82,65 ; p<0,0001 Figure IV.8b).

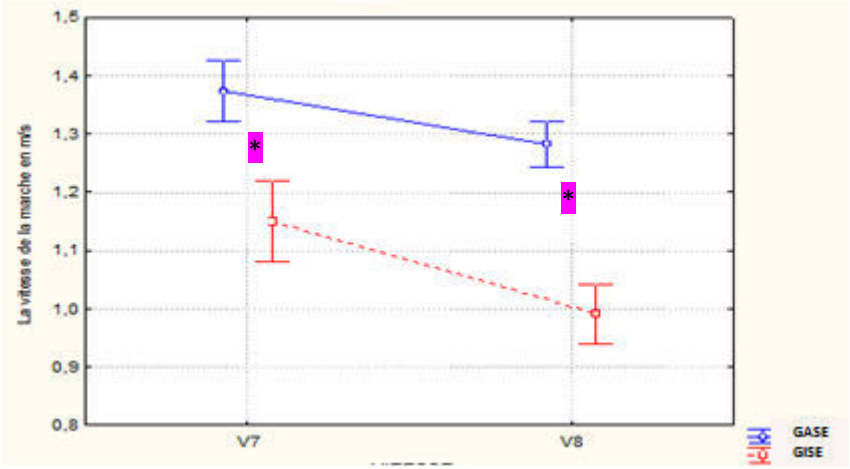


Figure IV.8b : Différence entre les vitesses de marche pour l'environnement P&avP.

*P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; V7 : Vitesse de la marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de la marche sur 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

La corrélation entre la localisation/intensité des douleurs et la sur- ou sous-estimation du temps de traversée montre que le ralentissement de la vitesse de marche chez les participantes du GISE tend à être corrélé à l'intensité des douleurs et à ses localisations mais pas de manière significative (après avoir appliqué l'ajustement du Bonferroni même si certaines corrélations se situent en deçà de 0,05 ; Tableau IV.7a). Par contre, la corrélation de Spearman ne montre aucun effet significatif entre l'intensité et la localisation des douleurs chez le GASE (Tableau IV.7a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GASE V7	0,31	-0,06	-0,21	-	-	-	-	-0,07	0,31	-0,06	-0,21	0,09	-0,07
GASE V8	0,11	-0,15	0,02	-	-	-	-	0,01	0,11	-0,15	0,02	0,04	0,01
GISE V7	-0,15	-0,44	-0,14	-0,14	0,15	0,22	0,01	-0,41	-0,15	-0,33	0,01	-0,11	-0,15
GISE V8	-0,14	-0,47	-0,03	-0,06	0,21	0,27	0,09	-0,31	-0,14	-0,31	0,16	-0,03	-0,14

Tableau IV.7a: Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage sur 7 ou 8 m et la localisation des douleurs chez les participantes du GASE et du GISE pour l'environnement P&avP.

P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; V7 : Vitesse de marche sur 7m ; V8 : Vitesse de marche sur 8m ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe

En revanche, la corrélation entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de la traversée montre que la sur- ou sous-estimation du temps de passage est corrélée avec l'intensité des douleurs du haut du dos pour les participantes du GISE (Tableau IV.7b). Par contre, cette corrélation n'est pas significative chez les participantes GASE (Tableau IV.7b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P&avP GASE	0,02	-0,03	-0,15	-	-	-	-	-0,12	0,02	-0,03	-0,15	-0,09	-0,12
P&avP GISE	-0,35	-0,35	**-0,58**	-0,42	-0,022	0,26	-0,35	-0,53	-0,35	-0,47	-0,51	-0,55	-0,35

Tableau IV.7b: Corrélation de Spearman entre la sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnent P&avP.

P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe

IV.3.3.2.3. Trottoirs et sans poussette (T&saP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les participantes GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (F=54,69 ; p<0,0001) mais les participantes GASE surestiment ce temps (F=5,21 ; p=0,02; Figure IV.9a).

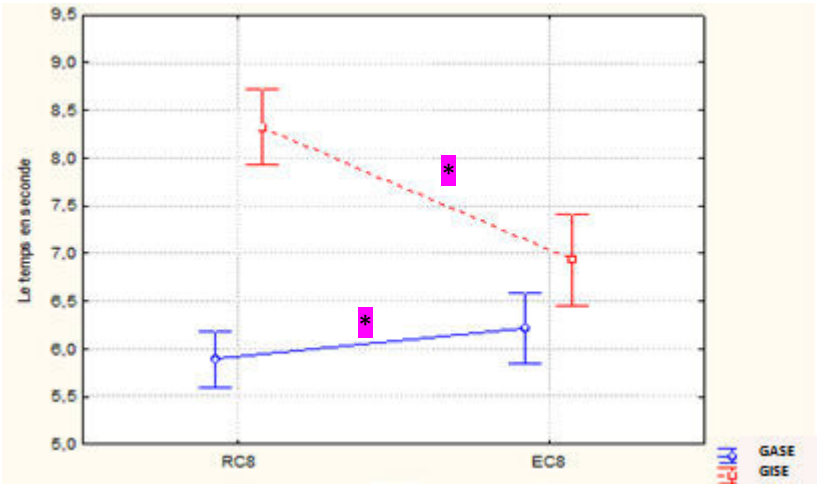


Figure IV.9a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

En comparant **la vitesse de marche** chez ces deux groupes, il est observé qu'il y a une différence significative pour la vitesse de marche sur 7 m (F=29,21 ; p<0,0001). Le même phénomène est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (F=95,85 ; p<0,0001 Figure IV.9b).

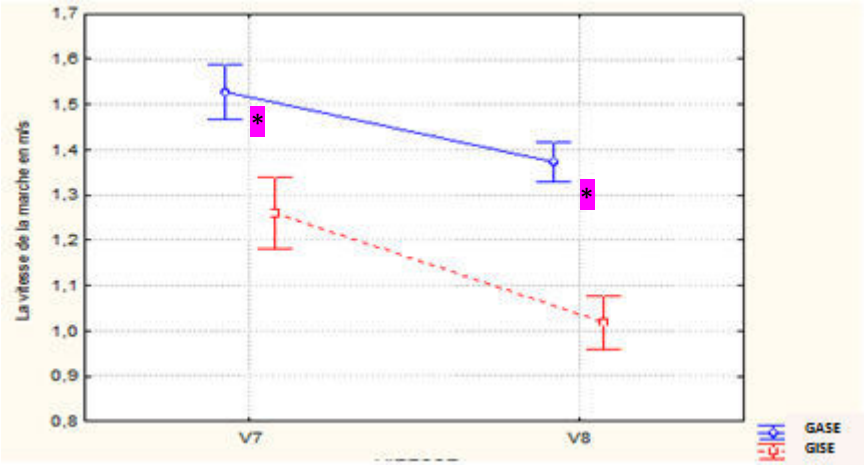


Figure IV.9b : Différence entre les vitesses de marche pour l'environnement T&saP.

*T&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; V7 : Vitesse de la marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de la marche sur 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

La **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et la sur ou sous-estimation du temps de la traversée montre que le ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes du GISE est corrélée à l'intensité des douleurs situées au bas du dos (Tableau IV.8a). Par contre, aucune différence significative n'a été relevée pour cette corrélation chez le GASE (Tableau IV.8a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GASE V7	0,35	0,02	-0,09	-	-	-	-	-0,09	0,35	0,02	-0,09	0,13	-0,09
GASE V8	0,22	0,01	0,13	-	-	-	-	0,02	0,22	0,01	0,13	0,16	0,02
GISE V7	-0,14	-0,37	-0,08	-0,05	-0,08	0,11	-0,04	-0,37	-0,14	-0,28	-0,04	-0,12	-0,14
GISE V8	-0,11	**-0,63**	0,11	0,20	0,17	0,19	0,17	-0,25	-0,11	-0,34	0,31	0,01	-0,11

Tableau IV.8a: Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage sur 7 ou 8m et la localisation des douleurs chez les participantes du GASE et du GISE pour l'environnement T&saP.

T&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; V7 : Vitesse de marche sur 7m ; V8 : Vitesse de marche sur 8m ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

De même, la corrélation entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de la traversée montre que la sous-estimation du temps de passage est corrélée avec l'intensité des douleurs du haut du dos pour les GISE mais aucun effet significatif n'est trouvé chez le GASE (Tableau IV.8b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T&saP GASE	0,28	-0,29	-0,18	-	-	-	-	-0,31	0,28	-0,28	-0,18	-0,11	-0,31
T&saP GISE	-0,32	-0,36	**-0,61**	-0,13	-0,06	<0,001	-0,32	-0,42	-0,32	-0,46	-0,35	-0,49	-0,32

Tableau IV.8b: Corrélation de Spearman entre la sur ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnent T&saP.

T&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

IV.3.3.2.4. Trottoirs et avec poussette (T&avP)

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les participantes GISE sous-estiment le temps nécessaire de la traversée (F=89,48 ; p<0,0001) mais les participantes GASE surestiment ce temps (F=13,12 ; p=0,001 ; Figure IV.10a).

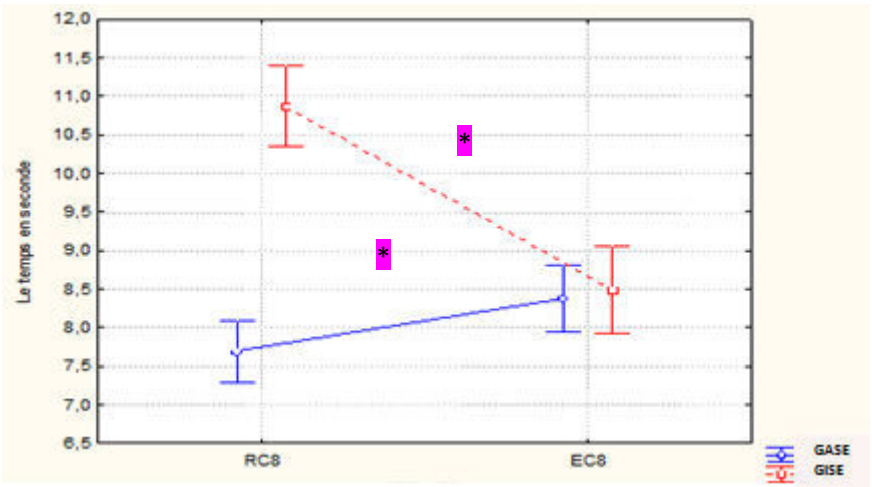


Figure IV.10a : Temps réel et estimé pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; RC8 : Temps réel du passage sur 8 m ; EC8 : Temps estimé par les participantes pour le passage de 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

En comparant la **vitesse de la marche** chez ces deux groupes, il est observé qu'il y a une différence significative pour la vitesse de marche sur 7 m (F=19,91 ; p<0,0001) et le même phénomène est observé pour la vitesse de marche sur 8 m (F=119,47 ; p<0,0001), avec toujours des valeurs plus importantes pour le GASE comparativement au GISE (Figure IV.10b).

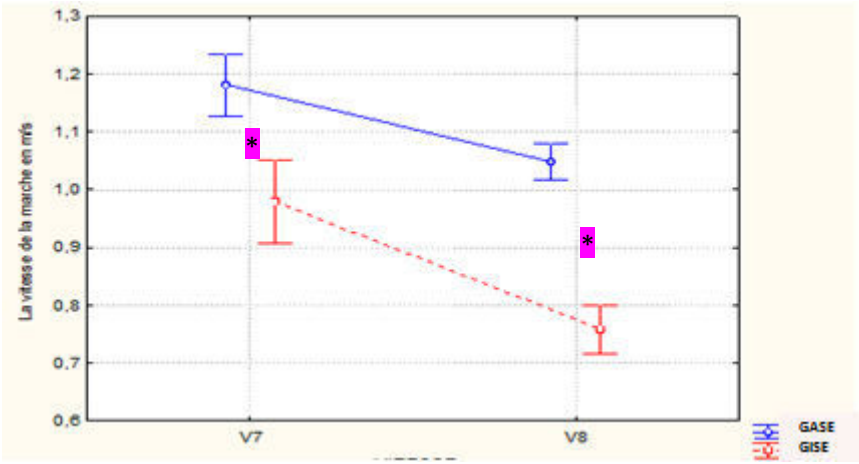


Figure IV.10b : Différence entre les vitesses de marche pour l'environnement T&avP.

*T&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; V7 : Vitesse de la marche sur 7 m ; V8 : Vitesse de la marche sur 8 m ; *=p<0,05 ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant.*

La **corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et l'estimation du temps de traversée montre que le ralentissement de la vitesse de la marche chez les participantes du GISE est corrélé à l'intensité des douleurs du haut du dos. Par contre, aucune différence significative n'a été relevée pour cette corrélation chez le GASE (Tableau IV.9a).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
GASE V7	0,05	-0,06	-0,21	-	-	-	-	-	0,05	-0,06	-0,21	-0,07	-0,09
GASE V8	0,14	-0,41	-0,02	-	-	-	-	-	0,14	-0,42	-0,02	-0,09	-0,15
GISE V7	-0,06	-0,55	-0,03	0,14	0,15	0,02	0,19	-0,19	-0,06	-0,38	0,22	-0,09	-0,06
GISE V8	-0,18	**-0,56**	0,08	0,25	0,30	-0,021	0,13	-0,26	-0,18	-0,24	0,29	0,01	-0,18

Tableau IV.9a: Corrélation de Spearman entre la vitesse de passage sur 7 ou 8 m et la localisation des douleurs chez les participantes du GASE et du GISE pour l'environnement T&avP.

T&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; V7 : Vitesse de marche sur 7m ; V8 : Vitesse de marche sur 8m ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Par contre, la corrélation entre la localisation/intensité des douleurs et la sur- ou sous-estimation du temps de traversée montre que la sous-estimation du temps de passage du GISE est corrélée avec l'intensité des douleurs situées dans le haut du dos et dans le pelvis inferieur (Tableau IV.9b).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T&avP GASE	0,04	-0,26	-0,013	-	-	-	-	-	0,04	-0,26	-0,013	-0,12	-0,16
T&avP GISE	-0,20	-0,45	**-0,61**	-0,50	-0,021	0,06	-0,18	**-0,73**	-0,20	-0,51	-0,42	-0,53	-0,20

Tableau IV.9b: Corrélation de Spearman entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes pour l'environnent T&avP.

T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

IV.3.3.3. Effet sportive *vs* non sportive avant la grossesse

La comparaison entre les catégories sportive et non sportive avant la grossesse a été faite entre 6 participantes sportives *vs* 6 non sportives avant la grossesse pour le GISE (réspéctivement GISSE et GINSSE) et entre 11 participantes sportives *vs* 11 participantes non sportives avant la grossesse pour le GASE (réspéctivement GASSE et GANSSE). Les comparaisons ont été faites pour chacun des groupes et permettent ainsi de distinguer spécifiquement l'effet d'être sportive ou non sportive avant la grossesse.

En ce qui concerne **l'estimation du temps de traversée**, les résultats montrent que le GISSE et leGINSE, sous-estiment le temps de la traversée quels que soient l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP). Par contre, la différence entre le temps mis réellement et celui estimé, chez le GASSE, n'est pas significative quand il s'agit d'une traversée sans poussette quel que soit l'environnement (T & P). Par contre, le GANSSEsurestime le temps de passage quels que soient l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP) (Tableau IV.10a).

Gp	(surestimation)				(sous-estimation)			
Catégories	**GASSE**		**GANSSE**		**GISSE**		**GINSSE**	
Valeurs	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***P***
P&saP	1,41	0,24	**7,75**	**0,01**	**13,3**	**0,001**	**14,8**	**0,001**
P&avP	**17,91**	**0,0001**	**12,82**	**0,001**	**9,1**	**0,01**	**17,7**	**<0,001**
T&saP	1,36	0,24	**12,65**	**0,001**	**9,3**	**0,01**	**17,2**	**0,0001**
T&avP	**9,08**	**0,001**	**15,36**	**<0,0001**	**26,6**	**<0,0001**	**20,8**	**0,0001**

Tableau IV.10a : Comparaison entre le temps réel et estimé pour les participantes déjà sportives ou non sportives avant la grossesse pour le GASE et le GISE sur 8 m.

GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette ; Les chiffres en rouges sont significatifs.

Bien que le GASSE et le GISSE tendance à marcher plus rapidement que le GANSSE et le GINSSE, les tests statistiques ne montrent aucune différence significative entre les S et les NS quels que soient l'environnement et la condition (Tableau IV.10b).

Gp	GASSE *vs* GANSSE				GISSE *vs* GINSSE			
Vitesses de marche	**7 m**		**8 m**		**7 m**		**8 m**	
Valeurs	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***	**F**	***p***
P&saP	0,1	0,75	0,1	0,66	0,3	0,57	0,2	0,61
P&avP	0,2	0,64	0,5	0,46	0,2	0,67	1,01	0,31
T&saP	0,1	0,99	0,1	0,98	1,9	0,17	0,9	0,34
T&avP	0,3	0,54	0,1	0,92	0,01	0,96	0,01	0,91

Tableau IV.10b: Comparaison entre les participantes sportives et non sportives avant la grossesse pour la vitesse de la marche de 7 m et de 8 m chez les groupes GIAE & GISE.

GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant; P&saP : Environnement plat et condition sans poussette ; P&avP : Environnement plat et condition avec poussette ; T&saP : Environnement trottoir et condition sans poussette ; T&avP : Environnement trottoir et condition avec poussette.

En ce qui concerne **la corrélation** entre la localisation/intensité des douleurs et la sur- ou sous-estimation du temps de traversée, le test de Spearman montre que le GINSSE est plus vulnérable à la sous-estimation du temps de traversée à cause des douleurs, lors de l'environnement P, quelle que soit la condition (saP & avP). La sous-estimation du temps de passage chez ce dernier groupe est corrélée avec l'intensité des douleurs des membres

inférieurs et la localisation des douleurs sur le corps entier pour la condition saP (Tableaux IV.10c). En outre, la sous-estimation du temps de passage chez ce groupe est corrélée avec l'intensité des douleurs des membres inférieurs, l'interférence douloureuse, la localisation des douleurs du bassin et la localisation des douleurs sur le corps entier pour la condition avP (Tableaux IV.10d). Par contre, aucune corrélation significative n'est observée pour le GASSE et le GANSSE pour l'environnement P, et ce, quelle que soit la condition (avP & saP) (Tableaux IV.10c et IV.10d).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & saP													
GASSE	-0,14	-0,06	-0,18	-	-	-	-	-	-0,18	-0,17	-0,14	-0,06	-0,18
GANSSE	0,07	0,04	-0,05	-	-	-	-	-	-0,05	-0,05	0,07	0,04	-0,05
GISSE	-0,33	0,12	-0,32	-0,51	-	0,12	-	-0,32	-0,25	-0,33	-0,12	-0,50	-0,58
GINSSE	**-0,91**	-0,51	0,33	0,64	-0,51	0,25	-0,31	-0,76	-0,51	**-0,91**	0,08	-0,51	**-0,91**

Tableau IV.10c: Corrélation de Spearman entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes sportives et non sportives des deux groupes pour l'environnement P&saP.

P&saP: Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les chiffres en rouges sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & avP													
GASSE	0,6	0,38	0,62	-	-	-	-	-	0,57	0,46	0,29	0,61	0,38
GANSSE	0,14	0,32	0,27	-	-	-	-	-	0,21	0,41	0,01	0,14	0,32
GISSE	-0,25	0,34	-0,64	-0,53	-	0,25	-	-0,64	-0,01	-0,25	-0,22	-0,66	-0,48
GINSSE	**-0,71**	-0,51	-0,24	0,01	-0,51	0,38	-0,13	-0,81	**-0,52**	-0,72	-0,48	**-0,82**	**-0,72**

Tableau IV.10d: Corrélation de Spearman entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes sportives et non sportives des deux groupes pour l'environnement P&avP.

P&avP: Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas de dos ; Hd : Haut de dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Par contre, pour l'environnement T, il est observé que le GISSE et le GINSSE sont les plus vulnérables à la sous-estimation du temps de passage en association avec les douleurs. En effet, le test de Spearman montre que le GISSE sous-estime le temps de passage dans la condition saP, cela est associé à des localisations de douleurs aux membres inferieurs (Tableau IV.11e). De même, le GINSSE sous-estime le temps de passage dans la condition avP, en association à des localisations des douleurs aux membres inferieurs (Tableau IV.10f). Par contre, aucune corrélation significative n'est trouvée pour le GASSE et le GANSSE pour l'environnement T, quelle que soit la condition (avP & saP) (Tableaux IV.10e et IV.10f).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & saP													
GASSE	0,22	-0,43	-0,45	-	-	-	-	-	-0,51	0,22	-0,43	-0,45	-0,33
GANSSE	0,33	-0,11	0,12	-	-	-	-	-	-0,08	0,33	-0,11	0,12	0,13
GISSE	-0,77	-0,41	-0,58	-0,02	-	0,19	-	-0,58	-0,51	**-0,78**	-0,63	-0,27	-0,41
GINSSE	-0,29	-0,64	-0,27	0,12	-0,64	0,19	0,04	-0,32	0,01	-0,43	-0,21	-0,33	-0,29

Tableau IV.10e: Corrélation de Spearman entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes sportives et non sportives des deux groupes pour l'environnement T&saP.

T&saP: Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les chiffres en rouge sont significatif ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & avP													
GASSE	-0,03	-0,31	-0,05	-	-	-	-	-	-0,21	-0,03	-0,31	-0,05	-0,21
GANSSE	0,11	-0,21	0,05	-	-	-	-		-0,11	0,11	-0,21	0,05	-0,03
GISSE	-0,25	0,73	-0,64	-0,53	-	0,51	-	-0,64	-0,27	-0,25	0,01	-0,66	-0,28
GINSSE	-0,73	-0,64	-0,35	0,19	-0,64	0,32	0,31	-0,73	-0,12	**-0,85**	0,02	-0,52	-0,73

Tableau IV.10f: Corrélation de Spearman entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et la localisation des douleurs chez les participantes enceintes sportives et non sportives des deux groupes pour l'environnement T&avP.

T&avP: Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant .

De même, les corrélations entre la localisation/intensité des douleurs et le ralentissement de la vitesse de la marche lors de la condition P&saP montre une relation chez GINSSE (Tableau IV.11a). Par contre, le ralentissement de la vitesse de la marche lors de P&avP n'est pas corrélé avec les douleurs chezle GISSE et le GINSSE, (Tableau IV.11b). De même, aucune corrélation n'est significative pour l'environnement P et pour les deux conditions (saP & avP) chez le le GISSE et le GINSSE (Tableaux IV.11c et IV.11d).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & saP													
GASSE 7 m	0,36	-0,13	-0,08	-	-	-	-	-	-0,13	0,36	-0,13	-0,08	0,09
GASSE 8 m	0,25	-0,02	0,16	-	-	-	-	-	0,08	0,25	-0,02	0,16	0,21
GANSSE 7 m	0,36	0,18	0,08	-	-	-	-	-	0,12	0,36	0,18	0,08	0,33
GANSSE 8 m	0,16	0,11	0,17	-	-	-	-	-	0,12	0,16	0,11	0,17	0,21
GISSE 7 m	0,41	0,68	0,25	-0,18	-	0,64	-	0,25	0,39	0,41	0,70	-0,01	0,31
GISSE 8 m	0,31	0,64	0,25	-0,18	-	0,64	-	0,25	0,37	0,31	0,65	-0,01	0,22
GINSSE 7 m	-0,38	-0,76	-0,12	0,44	0,647	-0,12	0,25	-0,18	-0,62	-0,38	-0,71	0,45	-0,14
GINSSE 8 m	-0,38	**-0,78**	-0,12	0,02	0,32	-0,12	0,19	0,06	-0,67	-0,38	-0,72	0,25	-0,38

Tableau IV.11a : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes sportives et non sportives des deux groupes pour la distance de 7 m et 8 m et pour l'environnement P&saP.

P&saP: Environnement plat et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
P & avP													
GASSE 7 m	0,36	0,02	-0,13	-	-	-	-		-0,03	0,36	0,01	-0,13	0,17
GASSE 8 m	0,14	-0,08	0,08	-	-	-	-		0,08	0,14	-0,08	0,08	0,12
GANSSE 7 m	0,29	-0,09	-0,17	-	-	-	-		-0,02	0,29	-0,09	-0,17	0,11
GANSSE 8 m	0,07	-0,21	-0,05	-	-	-	-		-0,07	0,07	-0,21	-0,05	-0,05
GISSE 7 m	0,14	0,58	0,01	-0,21	-	0,64	-	0,01	0,23	0,14	0,43	-0,14	0,14
GISSE 8 m	0,17	0,29	0,19	-0,11	-	0,45	-	0,19	0,37	0,17	0,38	0,11	0,09
GINSSE 7 m	-0,38	-0,73	-0,12	-0,13	0,19	-0,12	0,32	0,06	-0,73	-0,38	-0,68	0,14	-0,41
GINSSE 8 m	-0,38	-0,76	-0,12	-0,05	0,25	-0,12	0,25	0,06	-0,71	-0,38	-0,71	0,19	-0,39

Tableau IV.11b : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes sportives et non sportives des deux groupes pour la distance de 7 m et 8 m et pour l'environnement P&avP.

P&avP: Environnement plat et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ;;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Lors de l'environnement T, aucune corrélation significative n'est observée entre l'intensité/localisation des douleurs et le ralentissement de la vitesse de la marche dans la condition saP pour les GASSE, GANAAE, GISSE et GINSSE (Tableau IV.11c). Par contre, une corrélation significative est observée dans la condition avP chez GINSSE, ce ralentissement de la vitesse étant corrélé à la localisation des douleurs du dos (Tableau IV.11c). Par contre, aucune corrélation n'est significative pour les GASSE ni chez le GANSSE dans la condition avP (Tableau IV.11d).

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & saP													
GASSE 7 m	0,36	-0,06	-0,17	-	-	-	-	-	-0,16	0,36	-0,06	-0,17	0,06
GASSE 8 m	0,29	-0,04	0,13	-	-	-	-	-	0,01	0,29	-0,33	0,13	0,18
GANSSE 7 m	0,33	0,15	0,013	-	-	-	-	-	0,01	0,33	0,15	0,01	0,21
GANSSE 8 m	0,14	0,05	0,16	-	-	-	-	-	0,04	0,14	0,05	0,16	0,14
GISSE 7 m	-0,17	0,33	-0,25	0,03	-	0,64	-	-0,25	0,01	-0,17	0,04	-0,08	0,18
GISSE 8 m	0,27	-0,14	0,58	0,37	-	0,12	-	0,58	0,53	0,27	0,28	0,52	0,35
GINSSE 7 m	-0,38	-0,55	0,12	0,01	0,12	0,12	0,25	-0,01	-0,56	-0,38	-0,44	0,16	-0,25
GINSSE 8 m	-0,38	-0,71	-0,12	-0,05	0,25	-0,12	0,38	-0,01	-0,73	-0,38	-0,65	0,16	-0,33

Tableau IV.11c: Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes sportives et non sportives des deux groupes pour la distance de 7 m et 8 m et pour l'environnement T&saP.

T&saP: Environnement trottoir et condition sans poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ;;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

Zones douloureuses	Jambes	Bd	Hd	Bassin	Fesses	Cou	Aines	PI	ID	MI	Dos	Zone Bassin	CE
T & avP													
GASSE 7 m	0,11	-0,06	-	-	-	-	-	0,01	0,04	0,11	-0,06	0,01	0,08
GASSE 8 m	0,18	-0,42	-	-	-	-	-	0,02	-0,14	0,18	-0,42	0,02	-0,05
GANSSE 7 m	0,03	-0,09	-	-	-	-	-	-0,41	-0,24	0,03	-0,09	-0,41	-0,21
GANSSE 8 m	0,07	-0,41	-	-	-	-	-	-0,05	-0,17	0,07	-0,41	-0,05	-0,14
GISSE 7 m	-0,01	-0,23	0,25	0,16	-	0,09	-	0,25	0,28	-0,01	0,02	0,23	0,02
GISSE 8 m	-0,01	0,09	0,45	0,17	-	0,58		0,45	0,08	-0,01	0,43	0,32	0,26
GINSSE 7 m	-0,25	-0,81	-0,38	0,08	0,45	-0,38	0,12	0,14	-0,63	-0,25	**-0,83**	0,29	-0,38
GINSSE 8 m	-0,32	-0,78	-0,19	0,38	0,64	-0,19	0,12	-0,04	-0,57	-0,32	-0,76	0,49	-0,18

Tableau IV.11d : Corrélation de Spearman entre la vitesse de la marche et la localisation des douleurs chez les participantes sportives et non sportives des deux groupes pour la distance de 7 m et 8 m et pour l'environnement T&avP.

T&avP: Environnement trottoir et condition avec poussette ; Bd : Bas du dos ; Hd : Haut du dos ; PI : Pelvis inferieur ; ID : Interférence douloureuse ; MI : Membre inferieur ; CE : corps entier ; ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; sp : sportives ; Les chiffres en rouge sont significatifs ; Les données manquantes correspondent à des zones pour lesquels aucun participant n'a relaté de douleur dans le groupe.

IV.3.4. Synthèse des résultats de l'étude 5

Les tableaux suivants résument les résultats de l'étude 6. Le Tableau IV.12 présente l'estimation du temps de traversée chez les deux groupes GISE et GASE pour les deux environnements (P & T) et pour les deux conditions (avP & SP) ainsi que pour les sous-groupes (GISSE; GINSSE ; GASSE; GANSSE). Ensuite, le Tableau IV.13 présente la comparaison de la vitesse de marche entre les deux groupes et les qutre sous-groupes. Enfin, le Tableau IV.14 montre la corrélation entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et les douleurs et/ou la vitesse de marche.

Environnement	**P**		**T**	
Conditions	**saP**	**avP**	**saP**	**AvP**
GASE				
GASSE				
GANSSE				
GISE				
GISSE				
GINSSE				

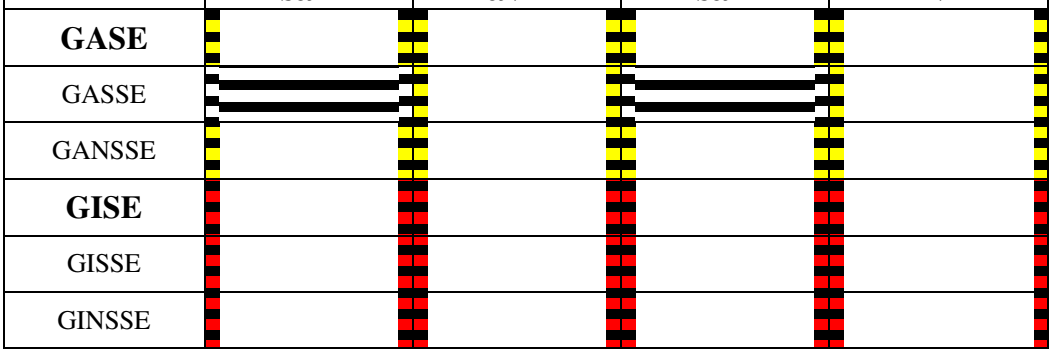


Tableau IV.12 : Capacité d'estimation du temps de traversée pour toutes les conditions et tous les groupes.

Surestimation du temps de passage; Sous-estimation du temps de passage ; Estimation correcte pour le temps de passage ; P : Environnement plat ; T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant .

Environnement	P				T			
Conditions	**saP**		**avP**		**saP**		**avP**	
Vitesse de marche	7 m	8 m	7 m	8 m	7 m	8 m	7 m	8 m
GASE *vs* GISE								
GASSE *vs* GANSSE								
GISSE *vs* GINSSE								

Tableau IV.13: Comparaison des vitesses de marche chez les groupes 'enceintes'.

Vitesse plus basse chez l'GISE ; Pas de différence ; P : Environnement plat ; T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant .

Environnement	P				T			
Conditions	**saP**		**AvP**		**saP**		**avP**	
Corrélation	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**	**V *vs* ETP**	**D *vs* ETP**
GASE	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
GISE	Non	Non	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**	**Oui**
GASSE	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
GANSSE	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
GISSE	Non	**Oui**	Non	**Oui**	Non	Non	**Oui**	Non
GINSSE	**Oui**	Non	Non	**Oui**	Non	Non	Non	Non

Tableau IV.14: Corrélations entre la vitesse de marche/douleurs Et la sur ou sous-estimation du temps de passage/douleurs pour tous les environnements.

D : Douleurs ; ETP : Estimation du temps de passage ; P : Environnement plat ; T : Environnement trottoir ; saP : Condition sans poussette ; avP : Condition avec poussette ; GASE = Groupe Actif pendant la grossesse et Sans Enfant ; GISE = Groupe Inactif pendant la grossesse et Sans Enfant ; ;GASSE = Groupe Actif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant ; GANSSE = Groupe Actif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant ; GISSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, déjà Sportif et Sans Enfant; GINSSE = Groupe Inactif pendant la grossesse, Non Sportif et Sans Enfant .

IV.3.5. Discussion

L'objectif de cette étude était de tester un des éléments qui entre en jeu dans la capacité à traverser une rue en sécurité chez femmes en fin de grossesse, plus précisément, leur capacité à estimer le temps nécessaire pour traverser. Notre hypothèse principale était que les femmes enceintes sans AP durant leur grossesse peuvent prendre un risque supplémentaire en traversant une rue à cause de leur sous-estimation du temps nécessaire à la tâche, ce qui

peut arriver consécutivement à une perturbation de l'horloge interne et/ou à la non intégration de la diminution de sa vitesse de marche à la fin de la grossesse ou encore plus généralement de l'intégration incomplète des modifications, des douleurs et des capacités fonctionnelles de leur corps. Notre deuxième hypothèse était que les femmes avec une AP régulière durant leur grossesse sont capables d'estimer correctement leur temps de traversée du fait d'une réduction des douleurs et d'un état psychologique amélioré par la pratique d'une activité physique régulière. Notre troisième hypothèse était que les femmes sportives avant la grossesse auraient une meilleure capacité d'estimation que les participantes non sportives pratiquant ou non une AP régulière durant la grossesse.

Les mesures que nous avons faites durant cette expérimentation tendent à montrer que la sous-estimation du temps de passage chez les participantes enceintes sans AP durant la grossesse (GISE) est liée à l'intensité des douleurs (BPI) et à la diminution de la vitesse marche à la fin de la grossesse, que la participante soit entrainée ou pas par les douleurs. De plus, les mesures montrent que la diminution de la vitesse de marche est plus particulièrement associée aux douleurs situées au niveau du tronc (zone la plus influencée par le développement de la grossesse : Nicholls & Grieve, 1992 ; Huang *et al.* 2002 ; Wenhua *et al.* 2004).

IV.3.5.1. Limites méthodologiques

Pour plus de détails sur les limites méthodologiques du recrutement des participantes et les matériels et méthodes utilisés durant l'expérimentation de cette étude, voir le chapitre II, partie II.2.4.1.

Le nombre de participantes dans les deux groupes expérimentaux n'est pas homogène, à savoir 12 participantes dans le GISE versus 22 participantes dans le GASE, ce qui a pu influencer les résultats dans cette étude mais surtout l'effectif réduit des sous-groupes en découlant (N=6 et NS=6). En effet, avec de tels effectifs, les risques de faux négatifs ou erreur de type 1 sont plus importants. De plus, parmi nos 45 participantes entrainées durant la grossesse, nous n'avons que la moitié qui a accepté de participer à cette expérimentation. Ceci pourrait être lié à la fatigue ou à l'état psychologique durant la période de déroulement de ces expérimentations, conduisant à ce que seules les femmes dans les conditions les plus favorables ont accepté de participer. Les résultats observés sous-estiment ainsi probablement

les phénomènes dans le sens où les difficultés rencontrées pourraient être plus importantes encore pour les autres participantes, voire pour les femmes en général.

IV.3.5.2. Effet d'une grossesse sans activité physique

Les participantes du GISE sous-estiment leur temps du passage quel que soit l'environnement et quelle que soit la condition, avec toujours un temps de passage réel plus élevé que celui estimé. Bien que nous n'obtenions pas une corrélation significative entre la **sous-estimation** du temps de passage et les **douleurs** ou le ralentissement de la **vitesse** de marche lors de l'environnement P et la condition saP chez le GISE, nous voyons que ces corrélations sont devenues plus importantes (significatives) lors de l'introduction d'un objet à manipuler (poussette) et/ou d'un obstacle (trottoirs). En effet, lors de l'environnement P et avP, nous voyons qu'il n'a y pas de **douleur** gênant la **vitesse** de la marche chez ce dernier groupe. Par contre, la corrélation entre les **douleurs** et la **sous-estimation** du temps de la traversée lors de P et avP montre que les douleurs situées dans le haut du dos mettent les participantes de ce groupe en danger lors de la traversée. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ces douleurs gênent plus particulièrement le démarrage de la marche, par conséquent elles provoquent un ralentissement supplémentaire à l'initiation de la marche pour ce groupe (Vismara *et al*. 2009). En revanche, l'absence d'une corrélation significative entre la sur- ou sous-estimation du temps de passage et les douleurs et/ou la vitesse de marche lors de la condition P&saP chez ces dernières participantes peut probablement s'expliquer par les changements corporels rapides à la fin de la grossesse. Ainsi, ces changements ne sont pas tout à fait intégrés par la femme à cause des évolutions morphologiques rapides et la sous-stimulation motrice qui pourrait permettre un « recalibrage ». Loin des douleurs, plusieurs chercheurs (Nicholls & Grieve, 1992 ; Huang *et al*. 2002 ; Wenhua *et al*. 2004) indiquent que l'augmentation de la charge sur la partie antérieur du tronc causée par le développement du poids de fœtus et celui du placenta, perturbent les coordinations entre le pelvis et le tronc, ce qui entraine un ralentissement de la marche. De même, Foti et collaborateurs (2000) indiquent que la perturbation de la marche dès le deuxième trimestre de la grossesse est liée à l'augmentation des moments des hanches dans le plan sagittal et frontal (Foti *et al.* 2000). Ceci nous aide à confirmer notre hypothèse de départ, à savoir que la sous-estimation du temps de passage, chez les femmes enceintes sédentaires durant la grossesse, vient de la moindre capacité de connaitre ou intégrer les changements corporels à la fin de la grossesse.

De même, lors de l'environnement T et pour les deux conditions avP et saP, nous voyons que la **sous-estimation** du temps de traversée chez les participantes GISE est également corrélée avec les **douleurs** du haut du dos. Ce qui peut s'expliquer par un départ plus tardif de la bordure du trottoir (ralentissement à l'initiation de la marche) et/ou par la difficulté à monter l'autre bordure du trottoir (Vismara *et al*. 2009). De plus, le **ralentissement** de la vitesse de la marche est corrélé avec les **douleurs** situées au bas du dos. Cela peut s'expliquer par la perturbation des coordinations entre le tronc et le pelvis, responsables de l'accélération de la vitesse de la marche, et qui gênent également le fonctionnement des muscles érecteurs spinaux. En effet, ce phénomène a été observé chez des sujets lombalgiques non enceintes (Lamoth *et al.* 2005).

IV.3.5.3. Effet d'une activité physique régulière pendant la grossesse

La comparaison entre le GISE et le GASE nous permet de constater les effets de la grossesse avec une AP régulière, pendant la réalisation réelle et estimée de la traversée d'une rue.

En effet, lors de la comparaison entre le GISE et le GASE, nous voyons que les participantes non entrainées durant la grossesse sous-estiment leur temps de la traversée pour les deux environnements (P & T) et pour les deux conditions (saP & avP) contrairement aux participantes entrainées durant la grossesse où elles surestiment ce temps quel que soit l'environnement et quelle que soit la condition. Ceci peut s'expliquer par l'intensité, la localisation des douleurs et le ralentissement de la vitesse de la marche qui en résultent chez le GISE. En fait, les résultats montrent que les participantes du GASE marchent plus rapidement comparées aux participantes du GISE. De plus, l'intensité et la localisation des douleurs jouent un rôle important sur le ralentissement de la vitesse de la marche chez le GISE, ainsi la corrélation entre ces deux événements est forte chez ce groupe (phénomène qui n'est pas retrouvé chez le GASE). Les résultats du GISE montrent également une forte corrélation entre l'intensité de la localisation des douleurs (dos) et la sous-estimation du temps de passage. Ceci peut s'expliquer par la zone douloureuse la plus fréquente chez ce dernier groupe qui est le dos, ainsi les douleurs dans cette zone gênent la marche et surtout l'initiation de celle-ci (Lamoth *et al.* 2005).

Globalement, il est observé que le GISE se met davantage en danger lors de la traversée à cause de l'intensité et la localisation des douleurs entrainées par la grossesse. Ces

douleurs entrainent également un ralentissement de la vitesse de la marche, qui, associé à une sous-estimation du temps nécessaire de la traversée en sécurité, met d'autant plus la participante en danger. Ces résultats sont en bonne concordance avec ceux obtenus par Holland & Hill en 2009 où leurs sujets âgés se mettent en danger à cause d'une réduction de mobilité. De même, Lobjois et collaborateurs (2009) ont également montré que le ralentissement de la vitesse de la marche chez leurs sujets provoque des décisions risquées lors de leur traversée (Lobjois *et al*. 2009).

IV.3.5.4. Effet d'être sportive ou non sportive avant la grossesse

La comparaison des sous-groupes pour les catégories déjà S ou NS avant la grossesse, nous montre que les participantes **S & NS** du G**ISE** sous-estiment le temps de passage quels que soient l'environnement (T & P) et la condition (saP & avP). Par contre, les participantes **NS** du G**ASE** surestiment toujours leurs temps de traversée quels que soient l'environnement (P &T) et la condition (saP & avP). Ceci peut s'expliquer, au moins pour partie, par une meilleure conscience de leur grossesse et de leurs mouvements durant celle-ci due à l'entrainement régulier. Elles prennent alors une marge de sécurité pour la traversée en surestimant le temps de la traversée. Ensuite, le groupe **GASSE** estime correctement leur temps de la traversée lors de l'environnement P et T pour la condition saP. Ceci tend à montrer un effet cumulatif de l'activité sportive avant la grossesse à l'AP durant la grossesse. Ainsi, ces dernières participantes ont davantage d'expérience à estimer les capacités de leur corps lors des mouvements grâce à leurs entrainements avant et durant la grossesse. En revanche, ces dernières participantes surestiment leur temps de passage lorsqu'il s'agit d'une traversée avec poussette (avP) quel que soit l'environnement (T&P). Ceci pourrait s'expliquer par leur grossesse primipare ainsi, elles prennent une marge de sécurité en surestimant le temps de la traversée avec poussette car elles n'ont pas (peu) d'expérience avec la manipulation d'une poussette.

En deuxième lieu, la corrélation entre les douleurs ou le ralentissement de la vitesse de la marche et la sous-estimation du temps de passage montre que la sous-estimation du temps de passage chez le **GISE** quel que soit le sous-groupe (**S ou NS**) est liée spécifiquement au ralentissement de la vitesse de la marche et aux douleurs qui sont plus ou moins concentrées au niveau du dos. Ces phénomènes n'ont pas été trouvés chez le **GASE** pour les deux sous-groupes. Ceci nous aide à confirmer notre hypothèse de départ, à savoir que la pratique

régulière d'une AP durant la grossesse aide la femme à lutter contre les douleurs qui influencent la capacité à marcher à une vitesse 'normale'.

IV.3.6. Conclusion de l'étude 5

Les résultats de cette étude montrent que la sous-estimation du temps de passage chez des femmes sédentaires durant la grossesse conduit à se mettre potentiellement en danger lors de la traversée d'une rue. Se mettre en danger chez ces participantes est fortement lié, d'un côté aux douleurs situées au niveau du dos et/ou aux membres inférieurs et, d'un autre côté, au ralentissement de la vitesse de la marche entrainé notamment par ces douleurs. Par contre, les résultats montrent que les participantes qui ont suivi un programme de renforcement musculaire général centré sur le tronc ne présentent pas ce phénomène de mise en danger potentiel en estimant correctement ou en surestimant le temps nécessaire de la traversée. En effet, les résultats ne montrent pas de lien entre la surestimation du temps de passage et l'intensité ou bien la localisation des douleurs (qui sont parfois faibles, voire nulles) chez ce dernier groupe. En d'autres termes, le programme mis en place semble avoir des effets bien au-delà des qualités physiques sollicitées et de la QV améliorée et place la femmes dans de meilleures conditions pour réaliser certaines AVQ complexes demandant un effort physique et mental comme la traversée d'une rue.

IV.4. Synthèse des effets du programme centré sur le tronc

Les principaux résultats de nos deux études de ce chapitre 4 montrent l'avantage d'un programme de renforcement musculaire centré sur le tronc sur le soulagement des douleurs à la fin de la grossesse et en PP. Ces résultats sont cohérents avec ceux de la littérature scientifique concernant la pratique régulière d'AP adapté durant la grossesse (Stuge *et al.* 2003 ; Elden *et al.* 2005 ; Garshasbi & Zadeh 2005). En effet, nos participantes entrainées durant la grossesse montrent une réduction successive des douleurs qui atteignent leur minimum à la fin de la grossesse et en PP. Cette réduction des douleurs est accompagnée également par une augmentation de la QV et de la SP mais aussi par une meilleure estimation du temps de la traversée montrée dans la deuxième étude. Par contre, la sédentarité joue un rôle important sur l'augmentation de l'intensité des douleurs à la fin de la grossesse et en PP chez les participantes non entrainées durant la grossesse. Cette augmentation de l'intensité et de la localisation des douleurs est accompagnée par une diminution de la QV et la SP chez ces dernières participantes. Les douleurs et leur intensité importante à la fin de la grossesse chez

ce groupe sédentaire ont également un effet négatif sur la bonne estimation du temps du passage durant la deuxième étude. En effet, les participantes non entrainées durant la grossesse se mettent en danger lors de la traversée d'une rue à cause d'une sous-estimation importante du temps de passage. Cette sous-estimation est plus ou moins liée au ralentissement de la vitesse de marche entrainé par les douleurs ou bien entrainé par les douleurs elles-mêmes.

Ensuite, le fait d'être déjà sportive ou non sportive avant la grossesse ne donne pas beaucoup d'avantage en cas de sédentarité durant la grossesse. En effet, les participantes primipares et déjà sportives dans la deuxième étude (temps de traversée de rue) sous-estiment toujours leur temps de passage, vraisemblablement à cause des douleurs qui gênent la perception de leur corps (capacité fonctionnelle). Par contre, l'impact de l'activité durant la grossesse semble plus évident sur les participantes déjà sportives. Ainsi, ces dernières estiment correctement leur temps du passage lorsqu'il s'agit d'une traversée sans manipulation d'un objet (poussette) où elles surestiment le temps de la traversée ce qui est probablement à rapprocher de leur grossesse primaire (absence ou faible expérience avec la manipulation de la poussette). Par contre, le sous-groupe S dans le groupe entrainé durant la grossesse n'avantage pas la QV (sauf quelques items en PP qui sont plus favorables comparés au NS). Il en est de même sur la SP durant la grossesse ou en PP. Ceci est probablement lié au suivi du même type d'exercices aux mêmes intensités et avec le même nombre de répétitions chez les sous-groupes S et NS de ce groupe.

Globalement, nous pouvons dire que les femmes, déjà sportives ou non sportives avant la grossesse, actives et inactives pendant une grossesse primipare, sont assujetties à des changements physiologiques, biomécaniques et psychologiques durant la grossesse et/ou en PP relativement similaires. De plus, l'effet d'une activité physique régulière est lui aussi similaire sur les femmes déjà sportives ou non sportives durant la grossesse. Ainsi, une approche globale des résultats montre que les femmes de ces deux sous-groupes, du groupe actif durant la grossesse, sont en relative égalité par rapport à l'intensité des douleurs la QV et la SP. Par contre, la catégorie sportive donne un avantage lors qu'il s'agit d'une AVQ comme le temps de la traversée d'une rue où ces participantes estiment correctement leur temps de traversée sans poussette. Ces résultats restent cependant à confirmer sur une plus longue période de post-partum (2 à 4 mois dans notre cas), il est en effet possible que les participantes sportives récupèrent plus vite après l'accouchement sur le plus long terme que les non sportives.

Chapitre V
Discussion générale

V.1. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur les douleurs

Les mesures des douleurs à l'aide du questionnaire BPI montrent que la sédentarité durant la grossesse entraine des douleurs plus volontiers situées au niveau du tronc. L'analyse du questionnaire BPI montre que la localisation des douleurs chez le groupe inactif durant la grossesse influence négativement l'interférence douloureuse. Cette interférence douloureuse du BPI sert à mesurer l'impact de la douleur sur l'activité générale, l'humeur, la marche, le travail habituel, les relations avec autrui, le sommeil et la jouissance de la vie. De ce fait, l'interférence de la douleur se réfère principalement à l'impact pour lequel la douleur influence et modifie les activités de la vie quotidienne (Cabot *et al.* 2007). Au Contraire, chez le groupe actif durant la grossesse, on observe une diminution de l'intensité et du nombre de localisation des douleurs, pour arriver quelque fois à un soulagement presque total pour certaines zones douloureuses identifiées, conduisant à une diminution remarquable de l'interférence douloureuse. D'une part, ces résultats sont en concordance avec plusieurs études dans le domaine, sur l'effet positif de l'AP durant la grossesse sur le soulagement des douleurs (Edlen *et al.* 2005 ; Depledage *et al.* 2005) et l'effet de la sédentarité durant la grossesse sur l'augmentation de l'intensité des douleurs (Stuge *et al.* 2004 ; Morkved *et al.* 2007). D'une autre part, ces résultats montrent l'efficacité du programme du renforcement musculaire général centré sur le tronc sur le soulagement des douleurs durant la grossesse aussi bien au niveau du tronc qu'au niveau des membres. Ces résultats sont en accord avec d'autres études utilisant également le même type d'exercices que ceux proposés dans notre étude (Garshasbi & Zadeh 2005 ; Morkved *et al.* 2007) mais il est intéressant de constater que notre programme semble montrer des bénéfices plus importants.

Ensuite, les mesures des douleurs chez les participantes déjà sportives et les participantes non sportives avant la grossesse, qui ont suivi notre programme APA, ne présentent aucune différence significative entre ces deux sous-groupes. Par contre, nous avons observé une intensité des douleurs plus faibles chez les participantes sportives comparée aux participantes non sportives. Cela peut probablement s'expliquer par la méthode de regroupement des participantes pour les différencier dans les deux sous-groupes (sportives et non sportives).

Cependant, nous observons une différence par rapport au sens de l'évolution des douleurs et au nombre de zones douloureuses chez les participantes sportives - actives et sportives - inactives durant la grossesse ou chez les participantes non sportives - actives et non sportives - inactives durant la grossesse. Les participantes sportives - actives ont une diminution significative de l'intensité des douleurs ainsi que de l'interférence douloureuse, alors qu'elles sont augmentées chez les participantes sportives inactives. Ainsi, les participantes déjà sportives actives arrivent à soulager les douleurs dans presque toutes les zones douloureuses mais surtout pour le bas du dos, contrairement aux participantes sportives inactives où les douleurs restent présentes. Plusieurs auteurs ont déjà montré que les changements biomécaniques, physiologiques et corporelles sont les mêmes chez les femmes déjà sportives et non sportives qui ont suivi un entrainement durant la grossesse (Östgaard & Anderson 1991 ; Clapp *et al.* 1992). Ainsi, le fait d'être sportive avant la grossesse ne semble pas protéger totalement des douleurs entrainées par la grossesse.

De même, chez les participantes non sportives - actives durant la grossesse, on observe une diminution de l'intensité des douleurs situées principalement au bas du dos, au contraire des participantes non sportives - inactives qui montrent une intensité des douleurs supérieures, surtout celles situées au bas du dos. De nombreux articles parlent de l'effet positif de l'activité physique durant la grossesse sur le soulagement des douleurs chez la femme en générale (Mens *et al.* 2000 ; Elden *et al.* 2005 ; Morkved *et al.* 2007), mais à notre connaissance il n'y a pas d'étude sur la survenu des douleurs durant la grossesse en distinguant deux sous-groupe sportive et non sportive.

V.2. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur la QV

La passation du questionnaire SF36 montre une baisse remarquable de la QV chez le groupe inactif durant la grossesse dans ses deux sous-groupes (sportives et non sportives). Par contre, une bonne QV a été relevée chez le groupe actif durant la grossesse dans ses deux sous-groupes. Ces résultats, de l'effet d'une AP régulière durant la grossesse sur l'évolution de la QV, ont déjà été montrés dans l'étude de Stuge *et al.* (2004). En effet, ces chercheurs ont trouvé une meilleure QV chez le groupe entrainé durant la grossesse comparé au groupe témoin sédentaire. En effet, certains items du questionnaire SF36, comme le fonctionnement physique, la santé générale, la vitalité, le fonctionnement social et la santé mentale, sont directement corrélés avec la quantité d'AP (Brown *et al.* 2003).

Ensuite, les résultats des mesures de QV ne montrent pas de différences significatives entre le sous-groupe déjà sportive et non sportive avant la grossesse. Cela est probablement lié à la valeur de l'interférence douloureuse du BPI chez les quatre catégories (sportive active ; non sportive active ; sportive inactive et non sportive inactif). Ainsi, les participantes sportives et les participantes non sportives inactives ont toujours des valeurs assez élevées pour l'interférence douloureuse. Par contre, les participantes sportives - actives et les participantes non sportives - actives ont des valeurs moins importantes pour cette interférence douloureuse, grâce au soulagement des douleurs par la pratique régulière d'un AP durant la grossesse. La QV et l'interférence douloureuse du BPI sont en effet corrélés négativement (Stuge *et al.* 2004).

V.3. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur les AVQ

L'augmentation de l'intensité et la localisation des douleurs ainsi que la diminution de la QV qui en résulte chez le groupe inactif durant la grossesse perturbent la réalisation d'une AVQ qui demande un effort physique et mental simultané telle que 'la traversée d'une rue'. En effet, ce groupe peut se mettre en danger lors de la traversée à cause d'une sous-estimation significative du temps de traversée. Cette sous-estimation est fortement corrélée avec la diminution de la vitesse de marche entrainée par les douleurs et/ou par l'intensité et la localisation des douleurs elles-mêmes. Ces résultats entrent dans la logique de la spirale de douleurs chroniques où les douleurs peuvent entrainer un déconditionnement physique qui conduit à une faiblesse musculaire et à une limitation dans les AVQ en général (Butler & Moseley, 2003). En revanche, ce phénomène n'a pas été observé chez le groupe actif durant la grossesse avec une intensité des douleurs faibles et avec un score important de QV. D'ailleurs, la réduction de mobilité entrainée par les douleurs de la grossesse semble être le phénomène principal de la perturbation lors de la traversée d'une rue. Les résultats de la surestimation du temps du passage chez les participantes sans douleurs (actives durant la grossesse) et la sous-estimation de celui-ci chez les participantes souffrantes des douleurs (inactives durant la grossesse), sont en opposition avec une étude menée par Naveteur *et al.* 2013. En fait, avec un protocole identique au nôtre, mais chez des participantes non enceintes avec une réduction de mobilité entrainée par des douleurs chroniques, leurs résultats montrent que leurs participantes qui souffrent de douleurs, surestiment le temps de passage quel que soit l'environnement et que cette surestimation peut être interprétée comme une marge de

sécurité lors de la traversée chez ces participantes. Cette différence de comportement peut probablement s'expliquer par la durée de l'expérience avec les douleurs et leurs intensités. Ainsi, les douleurs entrainées par la grossesse peuvent commencer quelque fois au début mais leurs intensités commencent fréquemment à être plus élevées les trois derniers mois de la grossesse (Swensson *et al.* 1990). Cette interprétation peut aussi justifier les résultats de l'estimation du temps de passage chez les participantes avec déjà un enfant mais inactive durant la grossesse. Malgré les douleurs et leurs intensités chez ces dernières participantes, elles estiment plus correctement leurs temps de passage lorsqu'il s'agit d'un passage sans obstacle 'trottoir' avec ou sans objet à manipuler 'poussette'. Cette meilleure estimation du temps de la traversée vient probablement des expériences précédentes en ce qui concerne la marche avec une poussette et peut être avec les douleurs de la grossesse qui ont déjà été subies durant leur grossesse précédente.

A notre connaissance, aucune étude n'a été faite sur les femmes enceintes sur l'estimation du temps de la traversée et sur le risque d'être impliquées dans un accident de piéton, qu'elles soient sportives ou non sportives, (Lobjois *et al.* 2009 ; Holland & Hill, 2010 ; Naveteur *et al*. 2013). Cependant, 'être sportive' joue un rôle important chez notre population non enceinte et enceinte active et inactive durant la grossesse. Cela semble donner un avantage sur la bonne estimation du temps de la traversée. Notamment, pour les femmes non enceintes sportives qui estiment correctement leurs temps du passage quel que soit l'environnement (P & T) et quel que soit la condition (saP & avP). A savoir que ces dernières participantes n'ont jamais eu de grossesse ni manipulé une poussette. Les participantes, enceintes pour la première fois, sportives et actives durant la grossesse, n'ayant jamais manipulé une poussette, estiment correctement leurs temps du passage lorsqu'il s'agit d'une traversée toute seule (saP) mais pas quand il s'agit d'une traversée avec la manipulation de cet engin (avP) où elles prennent alors une marge de sécurité en surestimant le temps de passage. Par contre, être sportif avant la grossesse ne donne pas beaucoup d'avantage par rapport aux participantes inactives durant la grossesse lorsqu'il s'agit d'une première grossesse. En effet, ces dernières participantes sous-estiment systématiquement le temps de traversée quel que soit l'environnement (P & T) et quel que soit la condition (saP & avP). Par contre, le fait d'être sportive avant la grossesse donne peu d'avantage par rapport aux participantes inactives ayant déjà un (des) enfant(s).

V.4. Effet de la grossesse et de l'AP durant la grossesse sur la SP

V.4.1. La marche

La localisation des douleurs et leur intensité élevée, surtout au niveau du bas du dos, influencent négativement la SP chez le groupe inactif durant la grossesse. Les douleurs du bas du dos dans ce groupe affectent négativement la capacité à marcher vite sur une longue distance comparée au groupe actif durant la grossesse (distance moyenne chez le groupe inactif 399±48 m *vs* 649±89 m chez le groupe actif). Ces résultats sont comparables à ceux reportés par Lamoth *et al.* (2002) sur le ralentissement de la vitesse de marche chez les sujets lombalgiques. Cela peut provenir d'une perturbation des coordinations entre le pelvis et le thorax comme déjà montré par Wu *et al.* (2002). Ensuite, les participantes déjà sportives - actives durant la grossesse ont été capables de marcher sur une plus longue distance durant les 6 min comparé aux participantes déjà sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 649±89 *vs* 415±47). De même, les participantes non sportives - actives durant la grossesse réalisent une distance relativement plus longue comparée aux participantes non sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 621±84 *vs* 384±45). Ces différences entre les quatre catégories sont également trouvées lors de la traversée de rue où les participantes actives marchent plus vite que les participantes inactives durant la grossesse. Les participantes inactives (sportives et non sportives) tendent à marcher à une vitesse similaire à la vitesse obtenue dans d'autres études sur des femmes non enceintes. Les scores des participantes actives sont supérieurs à ceux des femmes saines loin de la grossesse (Enright *et al.* 2003). Cela traduit bien le bénéfice évident d'être active durant la grossesse sur le soulagement des douleurs qui retenti sur l'amélioration des capacités fonctionnelle et/ou directement sur ces capacités fonctionnelle plus que d'être sportive ou non avant la grossesse. Cependant, comme le programme ne comprenait pas un travail de type aérobie, on peut supposer que c'est d'avantage le premier phénomène qui est à l'origine des progrès.

V.4.2. La souplesse

La souplesse est un élément physique qui est affectée négativement par la sédentarité durant la grossesse et/ou les douleurs lombalgiques qui en résultent. Ainsi, la moyenne atteinte par le groupe actif est plus élevée (4±7 cm) comparé au groupe inactif (0,17±4 cm). Les scores inférieurs chez le groupe inactif durant la grossesse sont probablement liés à l'intensité des douleurs situées au bas du dos. En effet, la corrélation négative entre la

souplesse et les douleurs de lombalgie a déjà été montrée dans l'étude de Garshasbi & Zadeh (2005). Ces chercheurs ont trouvé une diminution significative de la souplesse chez les femmes enceintes lombalgiques. Par contre, toutes les participantes actives et inactives, sportives et non sportives ont des scores qui sont classés score moyen selon le guide général de ce test (Wells & Dillon 1952). Il serait ainsi probablement intéressant d'affiner cette échelle si l'on souhaite l'utiliser auprès de public de femmes enceintes. Nous n'avons cependant pas testé la corrélation entre cette souplesse et les capacités fonctionnelles ou la douleur. Cette qualité physique n'en reste pas moins une qualité indispensable à travailler notamment compte tenu de ses conséquences fonctionnelles et de son évolution à la baisse avec le vieillissement normal ou pathologique.

V.4.3. L'équilibre

Concernant l'équilibre, les scores obtenus par nos deux groupes actifs et inactifs durant la grossesse correspondent à des scores très faibles selon le guide de ce test (8±6 s chez le groupe actif *vs* 2±1 s chez le groupe inactif ; Johnson & Nelson 1979). Cette différente importante entre les deux groupes pourrait s'expliquer par la difficulté de ce test pour les femmes enceintes ou venant d'accoucher. Les valeurs obtenues par les participantes actives durant la grossesse sont cependant beaucoup plus élevées que celles obtenues par les participantes inactives durant la grossesse. Une analyse des sous-groupes montre que les participantes déjà sportives - actives durant la grossesse ont des meilleurs scores comparés aux participantes sportives - inactives (respectivement 8±6 *vs* 3±1). De même, les participantes non sportives - actives avant la grossesse ont des scores plus favorables de l'équilibre comparé aux participantes non sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 6±4 *vs* 2±1). Cela peut s'expliquer par l'intensité et la localisation des douleurs du bas du dos chez le groupe inactif et ses deux sous-groupes (sportive et non sportive). En effet, Byl & Sinnott (1988) ont montré que les sujets lombalgiques ont beaucoup plus de balancement postural, avec des capacités moindres à tenir l'équilibre pour certaines positions de posture comparé aux sujets sains. En effet, la proprioception musculaire de la nuque et la zone lombaire est identifié comme une source d'informations sensorielles jouant un rôle important dans l'équilibre postural. Selon Byl & Sinnott (1988) les sujets lombalgiques ont cependant un positionnement plus postérieur du CDP comparé aux sujets sains, et sont par conséquent moins capables de tenir l'équilibre sur une seule jambe comparé aux sujets sains.

Ces résultats vont dans le sens de nos résultats de posturographie sur la PFF où les douleurs lombalgiques chez les participantes inactives durant la grossesse affectent négativement l'équilibre. En effet, ce dernier groupe inactif durant la grossesse a une valeur significativement plus importante pour l'amplitude sur l'axe antéropostérieur comparé au groupe actif durant la grossesse et au groupe control sains et sans enfants. De plus, sur l'axe medio-latérale les participantes sportives - inactives durant la grossesse ont des valeurs plus importantes comparées aux participantes sportives - actives durant la grossesse. Ceci est cohérent avec un balancement latéral plus important entrainé par la faiblesse des muscles du dos suite aux douleurs lombaires. Mientjes & Franck (1999) ont reporté que les sujets lombalgiques ont des modifications du contrôle de l'équilibre orthostatique mesuré par une position du CDP différente sur l'axe medio-latérale, comparée au groupe sain aussi bien dans le domaine temporel que fréquentiel. En outre, le déséquilibre postural chez les participantes sportives inactives durant la grossesse apparait plus évident au moment du décollage du pied et au moment de double appui sur la PFF, lors de l'initiation du geste du coup droit au tennis. Ainsi, les différences entre ces participantes et les participantes sportives actives durant la grossesse deviennent significatives, pour ces deux instants, avec des valeurs plus favorables chez les sportives actives. D'un point de vue postural les différences entre les participantes sportives - actives et celles inactives concernant l'équilibre postural, sont liées à une instabilité du tronc, consécutive des douleurs chez les participantes sportives inactives durant la grossesse. En effet, le déséquilibre chez ces dernières participantes est associé à un moindre control du tronc qui est davantage incliné vers l'avant dans le plan sagittal. Cette inclinaison du tronc est accompagnée par des activités EMG plus importantes pour les érecteurs spinaux pour tenir la stabilité de la colonne vertébrale (Allison *et al.* 2008 ; Hebert *et al.* 2010). L'instabilité de la colonne vertébrale chez ces dernières participantes souffrant de douleurs du bas du dos peut être aussi associée à une faiblesse des muscles abdominaux qui sont également responsables de la stabilisation posturale (Bouisset *et al.* 1981 ; Bouisset *et al.* 1987).

V.4.4. La force musculaire des abdominaux

Le test de force musculaire des 'abdominaux' montre que le nombre de répétitions réalisé par le groupe actif durant la grossesse est beaucoup plus élevé (9±3 répétions) comparé au nombre des répétitions réalisé par le groupe inactif durant la grossesse (2±3 répétions). En effet, pour ce dernier test il n'y a pas de score global mais les valeurs obtenues par le groupe

actif sont plus proches de celles obtenues par d'autres études sur des femmes non enceintes (par exemple 14 répétions en 30 s pour Augustsson, 2009), alors que les scores obtenus par le groupe inactif sont beaucoup plus faibles. Ensuite, le nombre des répétitions pour ce test était également très différent entre les participantes sportives - actives durant la grossesse et les participantes sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 9±3 ; 3±4). De même, les participantes non sportives - actives durant la grossesse ont un nombre des répétitions plus important que les participantes non sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 9±2 ; 1±2). Les scores obtenus par les participantes inactives durant la grossesse sont à rapprocher de l'allongement et de l'hypotonie des muscles abdominaux durant la grossesse qui se produit sur une période d'environ 22 semaines (Gilleard & Brown 1996). En effet, des mesures de l'élargissement des abdominaux durant la grossesse ont été réalisées par ces derniers chercheurs et montrent que la longueur des muscles grand droit de l'abdomen est de (38,4±2,7 cm) à la 38e semaine de la grossesse. De même, dans une autre étude (Fast *et al.* 1990), la longueur des abdominaux à la 38e semaine de la grossesse, était de (43±4) alors que ces mesure sont de (31,8±2,8) chez des femmes non enceintes. En effet, il est bien connu que l'hyper extension d'un muscle le rend incapable de produire une tension normale (Gowitzke & Milner 1978). Ceci peut contribuer à expliquer pourquoi, le groupe inactif durant la grossesse et ses deux sous-groupes 'déjà sportives ou non sportives avant celle-ci' n'arrivent pas à réaliser un nombre important de répétitions durant le test d'abdominaux. Par contre, les exercices des abdominaux pratiqués par les participantes déjà sportives et non sportives avant la grossesse, ont alors un effet bénéfique sur les pertes de force musculaire. Plusieurs auteurs (comme par exemple, Wendy & Gilleard 1996) ont ainsi conseillé de pratiquer des exercices réguliers durant la grossesse pour éviter la faiblesse des muscles abdominaux.

La sédentarité durant la grossesse n'entraine pas seulement une faiblesse sur les muscles abdominaux mais aussi sur le gainage réalisé par les muscles fléchisseurs du tronc. En effet, les muscles abdominaux sont plus ou moins sollicités dans pratiquement toutes les activités physiques et sportives. Ils sont également le centre de transmission des forces, comme par exemple entre les membres inférieurs et le tronc (Zatta 1999) ou des membres inférieurs vers les membres supérieurs lors d'un lancer en athlétisme ou de la frappe de la balle dans un sport de raquette. Cette transmission des forces est essentielle lors de la réalisation de certains gestes sportifs, comme par exemple le coup droit au tennis analysé dans l'étude 4 (Johnson, 2006). Ainsi, la faiblesse des abdominaux pourrait être, au moins pour

partie, à l'origine de cette position du tronc davantage penchée en avant lors de la réalisation du coup droit en tennis, permettant aux participantes sportives - inactives durant la grossesse de profiter du poids du tronc et des membres supérieur pour moins solliciter les abdominaux. Cependant, ceci se réalise au détriment d'une sollicitation plus importante des dorsaux-lombaires, pouvant renforcer les douleurs lombaires.

En revanche, les participantes sportives - actives durant la grossesse ont effectué un nombre important de répétitions pour le test d'abdominaux, révélant une bonne force musculaire dans cette zone. Cette capacité des abdominaux aide ce groupe actif durant la grossesse à réaliser le coup droit au tennis d'une manière 'normale'. En effet, les participantes de ce dernier groupe attaquent la balle avec le dos toujours bien redressé et d'une manière très proche du groupe control sans enfants et sans douleurs. Ainsi, la cinématique articulaire du tronc, ses angulations (thorax, dos et lordose lombaire) et l'activation musculaire du dos, ne sont pas différenciés de manière significative entre ces deux derniers groupes. Les exercices de gainage et de renforcement musculaire des abdominaux et du dos réalisés durant le programme ont donc eu l'effet bénéfique recherché sur le tronc permettant de réduire considérablement les pertes fonctionnelles liées à la grossesse.

V.4.5. L'aptitude à l'effort

En ce qui concerne l'adaptation de la FC à l'exercice (test de Ruffier & Dickson) le groupe actif durant la grossesse a des valeurs plus favorables comparées au groupe inactif (respectivement 7,2±2,4 *vs* 10,4±2,6). Selon les scores globaux de ce test, les valeurs obtenues par le groupe actif correspondent à un score 'bien' alors que celles obtenues par le groupe inactif appartiennent au score 'moyen'. Ces résultats sont en bonne concordance avec ceux obtenus par Morton et collaborateurs (1985) qui ont également mesuré la FC chez des participantes entrainées et non entrainées durant la grossesse. Ces derniers chercheurs ont trouvé une diminution remarquable de la FC chez le groupe entrainé durant la grossesse comparé au groupe contrôle sédentaire durant la grossesse (Morton *et al.*1985).

Ensuite, la comparaison entre les participantes déjà sportives et non sportives avant la grossesse ne montre pas d'effet significatif dans le groupe actif durant la grossesse. Ainsi, si le programme proposé a les mêmes caractéristiques pour les deux sous-groupes, les sportives ne semblent pas en tirer un bénéfice supplémentaire. A contrario, on peut s'interroger sur la nécessité d'une individualisation du travail pour les sportives qui devrait logiquement pouvoir

réaliser un travail à une intensité plus importante comparée aux non sportives et peut être ainsi en tirer davantage de bénéfice. De même, les valeurs du groupe inactif durant la grossesse des participantes déjà sportives avant la grossesse ne se différencient pas significativement comparées aux participantes non sportives avant la grossesse. Cette similarité des effets a déjà été reporté dans la littérature, y compris sur des variables très physiologique, comme l'augmentation du volume sanguin (Madelenat *et al.* 1991) et l'augmentation du débit et de la FC (Artal & O'Toole, 2003). Cependant, cette spécificité des APA préventives durant la grossesse, n'est pas abordée dans la littérature.

Plus généralement, il y a très peu de littératures qui s'intéresse à la FC chez les femmes autours de la grossesse en distinguant des sous-groupes déjà sportive ou non sportive avant la grossesse. Cependant, nous voyons que les scores obtenus par les participantes sportives - actives durant la grossesse sont meilleurs comparé aux participantes sportives - inactives durant la grossesse (respectivement 6,7±2,1 *vs* 10,4±2,5). De même, les scores obtenus par les participantes non sportives - actives durant la grossesse sont beaucoup plus favorables comparés à ceux obtenus par les participantes non sportives inactives durant la grossesse (respectivement 7,3±2,5 *vs* 10,3±2,8).

V.5. Limites et Perspectives

Les perspectives de ce travail vont être présentées en deux parties. *Dans un premier temps* celles en relation directes avec les limites méthodologiques du travail et seront donc présentées dans ce chapitre de synthèse et *dans un deuxième temps* les perspectives plus éloignées du travail réalisé, dans le chapitre suivant, qui constitue une conclusion générale avec des perspectives à plus long termes.

La première limite majeure de la thèse concerne les analyses statistiques effectuées sur les données. En effet, le nombre relativement **faible des participantes** déjà S et NS dans chaque groupe (S=6 & NS=6) pour l'étude 2 et 4 et les participantes déjà sportives et actives ou inactives durant la grossesse, dans l'étude 3 (GA=6 & GI=6), peut augmenter les risque d'erreurs de type I. Pour réduire cette limite, il est nécessaire d'augmentation le nombre des participantes de ces groupes. Toujours dans le cadre de l'approche statistiques, les tests réalisés sont essentiellement **univariés**, ou analyse brute, qui présente l'avantage d'isoler chaque variable mais l'inconvénient de multiplier les tests et donc d'augmenter le risque de

faux positif. Dans un second temps, il serait donc intéressant de réaliser des analyses multivariées, étudiant simultanément plusieurs variables et permettant donc de définir précisément les éventuels effets des variables les unes sur les autres. Il serait alors intéressant d'utiliser l'ANOVA à plusieurs facteurs ou l'Analyses Factorielles des Correspondances Multiples selon la nature des données.

Ensuite, l'évaluation des effets de notre programme s'est limitée à des **femmes primipares** recrutées dans une maternité privée. Ceci limite la généralisation des résultats aux primipares, globalement plus jeune, et rend plus difficile la généralisation à la femme enceinte. Ensuite, lors du recrutement, nous avons rencontré environ 2 refus pour 3 propositions de participer aux cours de gymnastiques. Ce qui pourrait signifier, au regard des motifs de refus, que nos participantes sont plutôt des femmes à l'aise au niveau des disponibilités ainsi qu'au niveau financier mais aussi au niveau de leurs capacités physiques. Il est ainsi probable que nos résultats sous-estiment les effets, dans le sens où il n'a pas pu être testé sur le public qui en a le plus besoin, mais plutôt sur un public 'privilégié'. Il serait alors intéressant, dans de futurs travaux, de tester notre programme sur des femmes multipares qui peuvent avoir des douleurs plus importantes liées à leur(s) grossesse(s) précédente(s), globalement plus âgées et/ou encore avec une SP et QV moins importantes. De plus, étudier l'effet de notre programme sur une population plus importante permettrait de confirmer ou infirmer la tendance observée au faible nombre de différence entre les sous-groupes S et NS.

Un autre point des limites concerne la méthodologie d'Horns *et al.* (1996) suivi pour différencier les participantes sportives et non sportives avant la grossesse. Ainsi, nous avons considéré que chaque participante faisant du sport ou de l'exercice physique ≤ 20 min, ≤ 3 fois par semaine, est une participante non sportive. Le faible nombre d'effets significatifs, entre le sous-groupe sportives et non sportives du même groupe, provient peut être, au moins pour partie du fait que les participantes classées non sportives peuvent quand même avoir une activité physiques 3 fois par semaine de moins de 20 min, soit un niveau qui n'est pas forcément négligeable pour une femme enceinte. Il serait intéressant de reprendre les résultats et de réaliser cette fois une dichotomie plus stricte en fixant par exemple le seuil à 5 min ou encore de faire 3 groupes : inactive (rien), active (entre rien et ≤ 20 min, ≤ 3 fois par semaine) et sportif. En effet, l'activité possible du sous-groupe non sportives a probablement augmenté l'hétérogénéité du sous-groupe et a peut-être eu un effet, certes limité, mais suffisant pour réduire les différences entre les deux sous-groupes.

Toujours concernant les différences faibles entre sportives et non sportives, une autre cause possible concerne l'**absence d'individualisation du travail** au sous-groupe sportive. En effet, on peut supposer que les sportives, ayant une condition physique supérieure de par la pratique sportive, pourraient supporter sans difficulté une charge de travail plus importante que les participantes non sportives. En d'autres termes, elles ont peut-être été 'sous sollicité' par un 'nivellement par le bas' indispensable à la proposition d'un programme similaire pour toutes les femmes, permettant de tester les autres variables. Ainsi, de futurs travaux nous semblent devoir être projetés sur la personnalisation du programme durant la grossesse selon les besoins des participantes déjà sportives ou non sportives. Cela passe, par exemple, par une réalisation plus intense des exercices (augmentation du nombre de répétitions et/ou diminution du temps de récupération, voire une augmentation du nombre de séances) ou encore ajouter de nouveaux exercices plus exigeants mais respectant la même logique. Dans la continuité de cette réflexion, mais cette fois davantage dans un souci 'd'applicabilité', la fréquence des séances fixée à 2 fois par semaine, est probablement faible pour optimiser les effets du programme. En effet, le choix de cette fréquence a été guidé par la faisabilité de ce programme par toutes nous participantes, quelle que soit leur catégorie (S et NS). Or une fréquence plus élevée (4 – 5 fois) comme dans les études de Shim *et al.* (2007) ou encore Oh *et al.* (2007) montre des effets plus importants qu'une ou deux séances par semaine, sans pour autant observer d'effets délétères.

Concernant plus spécifiquement les mesures de SP par les tests choisis, elles n'ont pas été possibles chez nos participantes à la fin de la grossesse à cause des risques potentiels pour la mère et le fœtus. Par contre, il serait possible d'utiliser des mesures de la SP plus adapté à cette période sensible. Par exemple, il serait possible d'utiliser des mesures indirectes à bases d'accéléromètres ou de gyroscopes, portés au quotidien, comme cela se développe beaucoup ces dernières années. Ceci peut donner, par ces enregistrements, une quantification des mouvements réalisés dans la journée et permettre de déterminer, de manière indirecte, certaines qualités physiques.

Enfin, concernant les expérimentations de tennis, l'analyse s'est limitée à la posturographie, la cinématique du tronc dans le plan sagittal et l'activation musculaire (EMG) au niveau de membre tenant la raquette et au niveau du dos. Cependant, si nous nous sommes focalisés sur la partie la plus sollicitée dans notre programme et dans le plan où l'activité est la plus importante, il est évident que les autres plans et les autres articulations participent également au geste de façon non négligeable ; leur analyse apportera probablement des

informations complémentaires. Au regard des résultats, il serait également intéressant de réaliser de futurs travaux avec les mesures de l'activation EMG des abdominaux qui sont également sollicités lors du geste (Zatta 1999). Des mesures complémentaires des autres groupes musculaires de la sangle abdominales (dorsaux et obliques) complèteraient également avantageusement l'analyse. En effet, la force musculaire de l'ensemble du tronc est un élément physique très important pour pouvoir produire les gestes du tennis sans traumatiser le bas du dos (ITF 2005).

Chapitre VI
Conclusion

Le travail réalisé durant cette thèse avait pour objectif premier de contribuer à améliorer les connaissances sur les modifications biomécaniques et fonctionnelles qui surviennent sur le corps de la femme autour de la grossesse. L'objectif secondaire était d'évaluer l'effet d'un programme de renforcement musculaire général centré sur le tronc durant la grossesse, avec un intérêt particulier porté aux AVQ et aux gestes sportifs par l'intermédiaire, respectivement, d'une tâche de traversée de rue et d'un coup droit au tennis. Les mesures et la collecte de données ont été effectuées en quatre temps autour de la grossesse, dont deux durant celle-ci (24e et 36e semaine) et deux en post-partum période (2-4 et 11-12 mois). Ces mesures ont été appliquées sur des femmes qui ont eu une grossesse normale, sans pathologie particulières liées à celle-ci et /ou à l'accouchement. Le travail a été réalisé sur des femmes saines, déjà sportives ou non sportives avant la grossesse, mais sans ou avec des douleurs supportables, autorisant de participer à nos expérimentations.

Ainsi, les participantes sont reparties en quatre catégories qui sont : déjà sportives - actives durant la grossesse ; déjà sportives - inactives durant la grossesse ; non sportives - actives durant la grossesse et non sportives - inactives durant la grossesse. Toutes les expérimentations comparatives ont permis d'observer des différences entre les participantes enceintes inactives et actives durant la grossesse mais aussi entre les participantes enceintes inactives et les participantes qui n'ont pas eu d'enfant. Les différences ont été observées sur ces processus et sur le comportement envisagé dans sa globalité ou analysé sur le plan biomécanique.

Dans un premier temps, la revue de la littérature réalisée dans le Chapitre I, a permis de faire un état de l'art des connaissances sur les activités physiques pratiquées autour de la grossesse par apport à son type, sa fréquence, son intensité et sa durée. Il a permis également de mieux identifier l'impact d'une activité physique régulière sur la femme enceinte et la femme en post-partum. Cette synthèse de la littérature aboutit à plusieurs pistes sur la structure d'une APA pertinente durant la grossesse qui nous ont aidés à construire notre programme, en nous appuyant autant que possible, sur des éléments testés sur ces 20 dernières années.

A la 36e semaine de la grossesse (temps correspondant également à la fin du programme pour le groupe actif), nous observons les différences les plus nombreuses entre le groupe actif et le groupe inactif durant la grossesse. En effet, les résultats montrent une augmentation de l'intensité des douleurs avec une diminution de la QV chez le groupe inactif, alors que ces aspects sont significativement améliorés chez le groupe actif durant la grossesse. Ces différences sont également associées à une différence lors de la réalisation d'une AVQ sollicitant à la fois des fonctions cognitives et locomotrices (traverser une rue). Globalement, le groupe inactif durant la grossesse se met potentiellement en danger lors de la traversée à cause d'une sous-estimation du temps de passage, corrélée avec les douleurs et avec le ralentissement de la vitesse de marche durant cette période. Cette sous-estimation n'a pas été retrouvée chez le groupe actif qui présente moins de douleurs. Concernant ce point, une des perspectives s'inscrivant dans la continuité des travaux menés est de rechercher les conséquences de ces phénomènes, notamment en croisant les résultats avec l'accidentologie des 'piétons' féminins enceintes ainsi que l'évolution de leurs habitudes piétonnières avec la grossesse. De même, il pourrait être intéressant de refaire cette même expérimentation avec des femmes non enceintes mais portant un sac d'environ 7 kg, sur le ventre, afin d'isoler l'effet surcharge à porter, des autres effets liés à la grossesse.

Un nombre croissant d'études sont menées sur l'effet d'une AP durant la grossesse sur son déroulement (Barakat *et al.* 2008), la durée du travail durant l'accouchement (Beckmann & Beckmann 1990), la qualité de l'accouchement (Lawani *et al.* 2003) mais aussi les conséquences sur l'état de santé du nouveau-né (Lawani *et al.* 2003). Ces études montrent notamment que la fréquence d'accouchement par voies basses est significativement plus élevée chez les femmes entrainées durant la grossesse comparée aux femmes sédentaires (Lawani *et al.* 2003). L'état de santé du nouveau-né, mesuré à l'aide du score d'Apgar, ne montre aucune différence significative entre les bébés des femmes entrainées et non entrainées durant la grossesse (Beckmann & Beckmann 1990 ; Lawani *et al.* 2003 ; Barakat *et al.* 2008). De même, aucun effet significatif n'a été relevé par Barakat *et al.* (2008) pour l'effet d'un entrainement spécifique durant la grossesse sur l'âge gestationnel lors de la comparaison entre les femmes entrainées et non entrainées durant la grossesse. Dans notre travail ces aspects liés à l'accouchement n'ont pas été présentés mais certains ont été relevés et pourront apporter des informations supplémentaires sur les effets du programme.

Il est également intéressant de noter que l'effet de notre entrainement est maintenu jusqu'à 2-4 mois en post-partum chez les participantes entrainées pour les deux sous-groupes

'sportives et non sportives' avec toujours des valeurs plus favorables comparées aux participantes non entrainées durant la grossesse. De plus, le maintien de l'effet de notre programme jusqu'à 12 mois de post-partum a été visible sur nos participantes déjà sportives lors de l'exécution du geste sportif. Dans ce cadre, il serait intéressant de réaliser un suivi longitudinal plus long (2 ans) de nos participantes entrainées et non entrainées durant la grossesse avec les mêmes paramètres (douleurs, QV et SP), mais aussi avec des mesures plus fines de la qualité et la quantité d'AP avant et pendant la grossesse. Pour cela, plusieurs instruments consistant, par exemple, à mesurer toutes les activités sportives, quotidiennes et mêmes celles liées à l'activité professionnelle, tel que le questionnaire IPAQ dans sa version longue pourrait être utilisés (Hagströmer *et al.* 2006).

L'analyse globale en post-partum (11-12 mois) des différences entre les participantes déjà sportives - actives et inactives durant la grossesse, sur le plan biomécanique, lors de la réalisation du coup droit au tennis a également été réalisée. Les douleurs et la faiblesse musculaire au niveau du tronc semblent contribuer pour une part non négligeable à la perturbation des mouvements, chez les participantes inactives durant la grossesse. En effet, ces deux éléments 'douleurs et faiblesse musculaire' influencent négativement la posture 'équilibrée' et la liberté des mouvements produits par le tronc chez les participantes inactives durant la grossesse.

En résumé, notre programme de renforcement musculaire centré sur le tronc, aide les femmes enceintes à lutter contre les douleurs. Cette diminution de l'intensité et de la localisation des douleurs semblent importantes pour obtenir de bons scores de QV et de SP, chez les participantes entrainées durant la grossesse mais aussi maintenir la motricité dans les activités de la vie quotidienne et les gestes sportifs. A l'inverse, les participantes non entrainées durant la grossesse ont une intensité et une localisation des douleurs plus importantes, qui conduit à une diminution de la QV et de la SP.

Références

- A -

Al, M.D.M., van Houwelingnen, A.C., Hornstra, G. (2000). Long chain polyunsaturated fatty acids, pregnancy and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr*, 71, 285S-291S.

Alaily, A.B., Carroll, K.B., (1978). Pulmonary ventilation in pregnancy. *Br J Obstet Gynecol,* 85, 518-524.

Allison, G. T., Morris, S. L., Lay, B. (2008). Feedforward responses of transversus abdominis are directionally specific and act asymmetrically: implications for core stability theories. *JOSPT,* 38, 228-237.

Annesi, J.J. (2005). Changes in depressed mood associated with 10 weeks of moderate cardiovascular exercise in formerly sedentary adults. *Psychol Rep*, 96, 855–862.

Areskog, B., Uddenberg, N., Kjessler, B. (1981). Fear of childbirth in late pregnancy. *Gynecol Obstet Invest*, 12, 262–266.

Artal, R., O'Toole, M. (2003). Guidelines of the American College of Obstetricians and Gynecologists for exercise during pregnancy and the postpartum period. *Br J Sports Med*, 37, 6-12.

Aubard, Y. (2007). Sport et grossesse. *Intervention Formation Médicale Continue IFMC*. Pôle ressource national Sports, Famille et pratiques féminines. *Aix en Provence*.

Augustsson, S.R. (2009). Strength training for physical performance and injury prevention in sports. PhD Dissertation. *ISBN*, 978-91-628-7808-5, http://hdl.handle.net/2077/20448.

Avery, N.D., Wolfe, L.A., Amara, C.E., Davies, G.A.L., McGrath, M.J. (2001). Effects of human pregnancy on cardiac autonomic function above and below the ventilatory threshold. *J Appl Physiol*, 90, 321-328.

- B -

Babyak, M., Blumenthal, J.A., Herman, S., Khatri, P., Doraiswamy, M., *et al.* (2000). Exercise treatment for major depression: Maintenance of therapeutic benefit at 10 months. *Psychosom Med*, 62, 633–638.

Baddeley, S. (1996). Antenatal exercise: a personal perspective. *Complement Ther Nurs Midwifery*, 2, 3-8.

Bahamond, R., (2001). Principes biomécaniques du coup droit. ITF, 9e année, N°24.

Balague, F., Dutoit, G., Waldburger, M. (1988). Low back pain in school children. An epidemiological study. *Scand J Rehab Med*, 20, 175–179.

Balague, F., Nordin, M., Skovron, M.L., Dutoit, G., Yee, A., *et al.* (1994). Non specific low back pain among school children a field survey with analysis of some associated factors. *J Spinal Disord*, 7, 374–379.

Barakat, R., Pelaez, M., Montejo, R., Luaces, M., Zakynthinaki, M. (2011). Exercise during pregnancy improves maternal health perception: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol,* 204(5), 402.e1-402.e7.

Barakat, R., Stirling, J.R., Lucia, A. (2008). Does exercise training during pregnancy affect gestational age? A randomised controlled trial. *Br J Sports Med*, 42, 674-678.

Barthelemy, L., Sebert. P., Mialon, P. (1985). Contribution à l'étude de la signification physiologique de l'épreuve de Ruffier-Dickson. *Med Sport,* 61, 171-173.

Baum, S.K., Boxley, R.L., Sokolowski, M., (1984). Time perception and psychological well-being in the elderly. *Psychiatr Quart*, 56 (1), 54–61.

Beck, N.C., Siegel, L.J., Davidson, NP., Kormeier, S., Breitenstein, A., *et al.* (1980). The prediction of pregnancy outcome: maternal preparation, anxiety and attitudinal sets. *J Psychosom Res,* 24, 343–351.

Beckmann, C.R.B., Beckmann, C.A. (1990). Effect of a structural antepartum exercise program on pregnancy and labor outcome in primiparas. *J Reprod Med*, 35, 704-709.

Beilock, S.L., Feltz, D.L., Pivarnik, J.M. (2001). Training patterns of athletes during pregnancy and postpartum. *Res Q Exerc Sport*, 72, 39–46.

Béraud, P., Stora, P., Kahn, M.F. (1995). Facteurs favorisants des lombalgies chroniques de l'adulte. In: de Sèze S, Ryckwaert A, Kahn MF, Kuntz D, Dryll A, Meyer O, Bardin T, Guerin Cl, editors. *L'actualité rhumatologique.* Expansion Scientifique Française, 78-87.

Beresford, P. (1986). Fitness and pregnancy. Government of Canada Fitness and sport, Fitness Canada 365 laurier Avenue West Ottawa, Ontario K1A 0X6, 1-32.

Berg, G., Hammar, M., Moller-Nielsen, J., Linden, U., Thorblad, J. (1988). Low back pain during pregnancy. *Obstet Gynecol*, 71, 71–75.

Biedermann, H.J., Shanks, G.L., Forrest, W.J., Inglis, J. (1991). Power spectrum analyses of electromyographic activity. Discriminators in the differential assessment of patients with chronic low-back pain. *Spine,* 16, 1179–1184.

Bisch, C., (2006). Troubles musculo-squelettiques du dos et de l'avant-bras chez la femme enceinte: Approches biomécanique et ergonomique. *Thèse de doctorat, Université de Picardie.*

Bogduk, N., Pearcy, M. Hadfield, G. (1992). Anatomy and biomechanics of psoas major, *Clin Biomech*, 7, 109-119.

Bogduk, N., Twwney, L. T. (1991). Clinical Anatomy of the Lumber Spine, 1st and 2nd eds. *Churchill Livingstone, Edinburgh*. 197p.

Bouisset, S., Zattara, M. (1981). A sequence of postural movements precedes voluntary movement. *Neurosci Letters*, 22, 263–270.

Bouisset, S., Zattara, M. (1987). Biomechanical study of the programming of anticipatory postural adjustments associated with voluntary movement. *J Biomech*, 20(8), 735-742.

Brady, T.A., Cahill, B.R., Bodnar, L.N. (1982). Weight training related injuries in the high school athlete. *Am J Sports Med,* 10, 1–5.

Breen, T.W., Ransil, D.J., Groves, P.A. (1994). Factors associated with back pain after childbirth. *Anesthesiology*, 81, 29-34.

Brett, M., Leff, AP., Rorden, C., Ashburner, J. (2001). Spatial normalization of brain images with focal lesions using cost function masking. *Neuroimage*, 14, 486–500.

Brown, I., S. Anand, W.L.A. Fung, B. Isaacs, N. Baum (2003). Family quality of life: Canadian results from an international study. *J Develop Phys Disabil*, 15, 207-230.

Brown, S., Lumley, J. (2000). Physical health problems after childbirth and maternal depression at six to seven months post- partum. *Br J Obstet Gynaecol*, 107(10), 1194-1201.

Bschor, T., Ising, M., Bauer, M., Lewitzka, U., Skerstupeit, M. *et al.* (2004). Time experience and time judgment in major depression, mania and healthy subjects. A controlled study of 93 subjects. *Acta Psych Scand,* 109, 222–229.

Bullock, J.E., Jull, G.A., Bullock, M.I. (1987). The relationship of low back pain to postural changes during pregnancy. *Aus J Physiother*, 33, 10-17.

Burstein, I., Kinch, R.A., Stern, L., (1974). Anxiety, pregnancy, labor, and the neonate. *Am J Obstet Gynecol*, 118, 195-199.

Butler, D., Moseley, L. (2003). Explain Pain. Noigroup Publications, Adelaide, South Australia.

Byl, N.N., Sinnot, P. (1988). Variations in balance and body sway in middle-aged adults. Subjects with healthy backs compared with subjects with low-back dysfunction. *Spine*, 16, 325–330.

- C -

Cabot, I., Le may, S., Besner, G. (2007). Revue critique des outils d'évaluation de la douleur chez une clientèle adulte souffrant de cancer. Recherche en soins infirmiers N°90.

Campbell, M.K., Mottola, M.F. (2001). Recreational exercise and occupational activity during pregnancy and birth weight: a case-control study. *Am J Obstet Gynecol*, 184(3), 403-408.

Canadian Academy of Sports Medicine (CASM). (1999). Position Statement on Pregnancy and Exercise. Available from CASM, 1600 James Naismith Dr., Gloucester, Ontario, K1B 4N4, Canada.

Canadian Society for Exercise Physiology (CSEP) (2002). Active Living During Pregnancy. Available from CSEP, 185 Somerset St. West, Suite 202, Ottawa K2P 0J2, Canada, 2002/also available on the Internet at: www.csop.ca/forms.asp.

Canadian Society of exercise physiology (2002). X-AAP for Pregnant. Ottawa: http://www.csep.ca/CMFiles/publications/parq/X-AAPenceintes.pdf

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2006). 1600 Clifton Rd, Atlanta, GA 30333, USA departement of health and human services. US physical activity statistics: definitions. Available at: www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/physical/stats/definitions.htm.

Choe, M.A., Padilla, G.V., Chae, Y.R., Kim, S. (2001). The meaning of health-related quality of life in a Korean sample. *Int J Nurs Studies*, 38, 557-566.

Chou, L.S., Kaufman, K.R., Hahn, M.E., Brey, R.H. (2003). Medio-lateral motion of the center of mass during obstacle crossing distinguishes elderly individuals with imbalance. *Gait Posture*, 18, 125–133.

Claesson, I.M., Sydsjo, G., Brynhildsen, J., Cedergren M., Jeppsson A. *et al.* (2008). Weight gain restriction for obese pregnant women: a case-control intervention study. *BJOG*, 115, 44-50.

Clancy, E.A., Morin, E.L., Merletti R. (2002). Sampling, noise-reduction and amplitude estimation issues in surface electromyography. *J Electromyog Kinesiol*, 12(1), 1-16.

Clapp, J.F. (1985). Maternal heart rate in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol,* 152, 659-660.

Clapp, J.F. (1989). The effects of maternal exercise on early pregnancy outcome. *Am J Obstet Gynecol,* 161, 1453–1457.

Clapp, J. F. (1990). The course of labor after endurance exercise during pregnancy, *Am J Obstet Gynecol*, 163, 1799-1805.

Clapp, J.F. (1991). Exercise and fetal health. *J Dev Physiol,* 15(1), 9-14.

Clapp, J.F. (2000). Exercises during pregnancy: A Clinical Update. *Clin Sports Med*, 19(2), 273-286.

Clapp, J.F., Capeless, E. (1997). Cardiovascular function before, during and after the first and subsequent pregnancies. *Am J Cardiol*, 1; 80(11), 1469-1473.

Clapp, J.F., Kim, H., Burciu, B., Lopez, B. (2000). Beginning regular exercise in early pregnancy: effect on fetoplacental growth. *Am J Obstet Gynecol*, 183(6), 1484-1488.

Clapp, J.F., Litde, K.D. (1995). Effect of recreational exercise on pregnancy weight gain and subcutaneous fat deposition. *Med Sci Sports Exerc*, 27, 170-177.

Clapp, J.F., Rokey, R., Treadway, J.L., Carpenter, M.W., Artal, R.M., *et al.* (1992). Exercise in pregnancy. *Med Sci Sports Exerc*, 24, S294-S300

Clapp, J.F., Seaward, B.L., Sleamaker, R.H., Hiser, D. (1988). Maternal physiologic adaptations to early human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*, 159, 1456-1460.

Cleeland, C.S., Ryan, K.M. (1994). Pain assessment: global use of the Brief Pain Inventory. *Ann Acad Med Singapore*, 23, 129–138.

Clinical Practice Obstetrics Committee SOGC (2002). Clinical Practice Guideline Parvovirus B19. Infection in Pregnancy. *JOGC,* 119, 1-8.

Cunningham, F., Gary, W. (1993). Obstetrics, 19th Edition, Appleton & Lange, *Norwall*, 240 p.

- D -

Damen, L., Buyruk, H.M., Guler-Uysal, F., Lotgering, F.K., Snijders, C.J., *et al.* (2001). Pelvic pain during pregnancy is associated with asymmetric laxity of the sacroiliac joints. *Acta Obstet Gynecol Scand,* 80(11), 1019–1024.

Darmana, R. (2004). Le cycle de la marche normale. *La Lettre de l'Observatoire du Mouvement.* 11, 2.

Davie, E., Niel, X. (2012). Mesurer la fécondité selon le rang de naissance à partir des recensements. *Document de travail n° F1205*.

Davies, G.A., Wolfe, L.A., Mottola, M.F., MacKinnon C. SOGC Clinical Practice Obstetrics Committee (2003). Joint SOGC/CSEP clinical practice guideline: exercise in pregnancy and the postpartum period, *Can J Appl Physiol,* 28, 330-341.

Davies, J.R., Fernando, R., Hallworth, S.P. (2007). Hemostatic function in healthy pregnant and preeclamptic women: an assessment using the platelet function analyzer (PFA-100) and thromboelastograph. *Anesth Analg*, 104(2), 416-20.

Dempsey, J.C., Sorensen, T.K., Williams, M.A., Lee, I.M., Miller, R.S., *et al.* (2004). Prospective study of gestational diabetes mellitus risk in relation to maternal recreational physical activity before and during pregnancy. *Am J Epidemiol*, 159, 663-670.

Depledge, J., McNair, P.J., Keal-Smith, C., Williams, M. (2005). Management of symphysis pubis dysfunction during pregnancy using exercise and pelvic support belts. *Phys Ther*, 85(12), 1290-1300.

Depue, R.H., Bernstein, L., Ross, R.K., Judd, H.L., Henderson, B.E. (1987). Hyperemesis gravidarum in relation to estradiol levels, pregnancy outcome, and other maternal factors: A seroepidemilogic study. *Am J Obstet Gynecol*, 156, 1137-1141.

Derosis, H.A., Pellegrino, V.Y. (1982). The book of hope: How women can overcome depression. Ed. Macmillan, New York.

Dewey, K.G., McCrory, M.A. (1994). Effects of dieting and physical activity on pregnancy and lactation. *Am J Clin Nut*, 59 (Suppl.), 446S–453S.

Dumas, G.A., Reid, J.G., Wolfe, L.A., Griffin, M.P., McGrath, M.J.M. (1995). Exercises, posture and back pain during pregnancy Part 1. *Clin Biomech,* 10(2), 106-109.

Dumas, G.A., Reid, J.G., Wolfe, L.A., Griffin, M.P., McGrath, M.J. (1995). Exercise, posture and back pain during pregnancy, Part 2: exercise and back pain. *Clin Biomech*, 10, 104-109.

Dunning, K., LeMasters, G., Levin, L., Bhattacharya, A., Alterman, T., *et al.* (2003). Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations. *Am J Ind Med*, 44, 664-672.

- E -

Elden, H., Ladfors, L., Olsen, M.F., Ostgaard, H.C., Hagberg, H. (2005). Effects of acupuncture and stabilising exercises as adjunct to standard treatment in pregnant women with pelvic girdle pain: randomised single blind controlled trial. *BMJ,* 330, 761-766.

Elils, H.C. (1991). Focused attention and depressive deficits in memory. *J Perinatal Psychol General*, 120, 310-312.

Ellenbecker, T.S. (1996). Relationship between isokinetic and functional trunk strength in elite junior tennis players. *Isok Exerc Sci*, 6, 15-20.

Elliott, B., Marsh, T., Overheu, P. (1989). A biomechanical comparison of the multisegment and single unit topspin forehand drives in tennis. *Int J Sport Biomech*, 5, 350–364.

Elliott, B.C., Reid, M.M., Crespo, M. (2009). Technique development in tennis stroke production. ITF Ltd. London.

Elliott, S.A., Rugg, A.J., Watson, J.P., Brough, D.I., (1983). Mood changes during pregnancy and after the birth of a child. *Br J Clin Psychol*, 22 (Pt 4), 295–308.

Ellis, D.L. (1991). Pregnancy and sex steroid hormone effects on nevi of patients with the dysplastic nevus syndrome. *J Am Acad Dermatol*, 25(3), 467-482.

Emonts, P. (2001). Sport et grossesse. *Rev Méd Liège*. 56, 216-218.

Enright, P.L., McBurnie, M.A., Bittner, V., Tracy, R.P., McNamara, R., *et al.* (2003). The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*, 23 (2), 387-398.

Erin, E., Butler, M.S., Iris Colon, M.D., Maurice, L., Druzin, M.D., *et al.* (2006). Postural equilibrium during pregnancy: Decreased stability with an increased reliance on visual cues. *Am J Obstet Gynecol*, 195, 1104–1108.

Ernst, E. (1993). Smoking a cause for back trouble, *Br J Rheumatol*, 32, 239-242.

Etnier, J. L., Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M. *et al.* (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol*, 19 (3), 249-277.

Evans, J., Ziegler, M., Patwardhan, A., Ott, J., Kim, C., *et al.* (2001). Gender differences in autonomic cardiovascular regulation: spectral, hormonal, and hemodynamic indexes. *J Appl Physiol,* 91, 2611–2618.

Eysenck M. (1982). Attention and Arousal. Ed Springer-Verlag, NY.

- F -

Falola, J.M., Gouthon, P., Koussihouédé, F.E., Agossa, B., Brisswalter, J. (2009). Modification du patron locomoteur pendant la grossesse : étude d'une population rurale africaine. *Sci Sports,* 24, 49–51.

Fast, A., Shapiro, D., Ducooun, E.J., Bouklas, T., Floman, Y. (1987). Low back pain in pregnancy. *Spine*, 12, 368-371.

Fast, A., Weiss, L., Ducommun, E.J., Medina, E., Butler, J.G. (1990). Low-back pain in pregnancy. Abdominal muscles, sit-up performance, and back pain. *Spine*.15, 28-50.

Ferguson, R.S., Mac Master, J.H., Stanitski, C.L. (1974). Low back pain in the college football linemen. *J Sports Med*, 2, 63–69.

Ferguson, S. A., Marras, W. S., Gupta, P. (2000). Longitudinal quantitative measures of the natural course of low back pain recovery. *Spine*, 25, 1950-1956.

Flores, L., Gatchel, R. J., Polatin, P. B. (1997). Objectivation of functional improvement after nonoperative care. *Spine*, 22, 1622-1633.

Foti, T., Davids, J.R., Bagley, A. (2000). A biomechanical analysis of gait during pregnancy. *J Bone Joint Surg Am.* 82, 625–632.

Franklin, M.E., Conner-Kerr, T. (1998). An analysis of posture and back pain in the first and third trimesters of pregnancy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 28(3), 133-138.

Fraser, W., Hatem-Asmar, M., Krauss, I., Maillard, F., Breart, G., *et al.* (2000). Comparison of midwifery care to medical care in hospitals in the Quebec Pilot Projects study: clinical indicators. *Can J Pub Health,* 91(1), I5–I11.

Fries, E.C., Hellebrandt, F.A. (1943). The influence of pregnancy on the location of the center of gravity, postural stability, and body alignment. *Am J Obstet Gynecol*, 46, 374-380.

- G -

Garshasbi, A., Zadeah, S.F. (2005). The effect of exercise on the intensity of low back pain in pregnant women. *Int J Gynecol Obstet*, 88, 271-275.

Gaston, A., Cramp, A. (2011). Exercise during pregnancy: A review of patterns and determinants. *J Sci Med Sport,* 14, 299–305.

Gibbon, J., Church, R. M., Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals NY Acad Sci*, 423(1), 52-77.

Gil, S., Droit-Volet, S. (2009). The time-emotion paradox. *J Philos Trans Royal Soc B- Biol Sci*, 364, 1943-1953.

Gilleard, W.L., Brown, J.M.M. (1996). Structure and function of the abdominal muscles in premigravid subjects during pregnancy and the immediate postbirth period. *Phys Ther*. 76, 750-762.

Glynn, M.L. (2010). Giving birth to a new brain: Hormone exposures of pregnancy influence human memory. *Psychoneuroendocrinology,* 35(8), 1148-1155.

Goff, L.P. (2007). Le sport parmi les facteurs de risque de la lombalgie. *Revue Rhum,* 74, 573–580.

Gowitzke, B., Milner, M. (1987). Scientific basis of human movement. 3rd ed. Baltimore, Md: Williams &: Wilkins.

Grinker, J., Glucksman, M.L., Hirsch, J., Viseltear, G., (1973). Time perception as a function of weight reduction: a differentiation based on age at onset of obesity. *Psychosom Med*, 35, 104–111.

Grommet, E.K., Droit-Volet, S., Gil, S., Hemmes, N.S., Baker, A.H., *et al.* (2011). Time estimation of fear cues in human observers. *Behav Proc,* 86(1), 88-93.

- H -

Haakstad, L.A.H., Voldner, N., Henriksen, T., BØ, K. (2007). Physical activity level and weight gain in a cohort of pregnant Norwegian women. *Acta Obstet Gynecol*, 86, 559-564.

Haas, J.S., Jackson, R.A., Fuentes-Afflick, E., Stewart, A.L., Dean, M.L., *et al.* (2005). Changes in the health status of women during and after pregnancy. *J General Intern Med,* 20, 45–51.

Hagströmer, M., Oja, P., Sjöström, M. (2006). The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. Public Health Nutr. 9(6): 755-762. Disposnible sur http://www.ipaq.ki.se

Hainling, B. (1994). Low back pain in pregnancy. *Adv Neurol*, 64, 65-67.

Häkkinen, A., Rinne, M., Vasankari, T., Santtila, M., Häkkinen K. et al. (2010). Association of physical fitness with health-related quality of life in Finnish young men. *HQLO*, 8, 1-8.

Halbreich, U., Smoller, J.W. (1997). Intermittent luteal phase sertraline treatment of dysphoric premenstrual syndrome. *J Clin Psychiatry*, 58, 399-402.

Hale, R.W., Milne, L. (1996). The Elite Athlete and Exercise in Pregnancy. *Semin Perinatol*, 20(4), 277-284.

Hall, D.C., Kaufmann, D.A. (1987). Effects of aerobic and strength conditioning on pregnancy outcomes. *Am J Obstet Gynecol*, 157, 1199-1203.

Hebert, J.J., Koppenhaver, S.L., Magel, J.S., Fritz, J.M. (2010). The relationship of transversus abdominis and lumbar multifidus activation and prognostic factors for clinical success with a stabilization exercise program: a cross-sectional study. *Arch Phys Med Rehabil*, 91(1), 78-85.

Hirsch, G., Beach, G., Cooke, C., Menard, M., Locke, S. (1991). Relationship between performance on lumbar dynamometry and Waddell score in a population with low-back pain. *Spine*, 16, 1039-1043.

Holland, C., Hill, R., (2010). Gender differences in factors predicting unsafe crossing decisions in adult pedestrians across the lifespan: A simulation study. *Acc Anal Prev*, 42(4), 1097-1106.

Holland, C.A., Rabbitt, P.M.A. (2007). People's awareness of their age-related sensory and cognitive deficit and the implications for road safety. *Appl Cogn Psychol*, 6(3), 217-231.

Hopkins, J., Marcus, M., Campbell, S.B. (1984). Postpartum depression: a critical review. *Psychol Bull*, 95(3), 498–515.

Horns, P., Ratcliff, L., Leggett, J. (1996). Pregnancy outcomes among active and sedentary primiparous women. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*, 25, 49-54.

Hsue, B.J., Miller, F., Su, F.C. (2009). The relationship between center of pressure and center of mass in gait in the children with cerebral palsy and normal development Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait Posture,* 29(3), 465–470.

Huang, T., Lin, S., Ho, S., Yu, Y. Chou Y. (2002). The gait analysis of pregnant women. *Biomed Eng : Appl Basis Com*, 14, 67-70.

Huang, Y.C., Tsai, S.K., Huang, C.H., Wang, M.H., Lin, P.L. *et al.* (2002). Intravenous tenoxicam reduces uterine cramps after caesarean delivery. *Can J Anaesth*, 49(4), 384-387.

Hueston, W.J., Kasik-Miller, S. (1998). Changes in functional health status during normal pregnancy. *J Fam Pract*, 47(3), 209-212.

Hutch, R., Erkkola, R. (1990). Pregnancy and exercise - exercise and pregnancy. A short review. *Br J Obstet Gynecol*, 97, 208-214.

Hytten, F.E., Paintin, D.B. (1963). Increase in plasma volume during normal pregnancy. *BJOG*, 70(2), 402-407.

- I -

Institute of Medicine, Committee on Nutritional Status during Pregnancy and Lactation. (1990). Nutrition during pregnancy: part I, weight gain**.** Washington (DC): National Academy Press.

International Tennis Federation (ITF) (2005). Coaching & sport science review.

- J -

Jackson, D.W., Wiltse, L.L., Cirincoine, R.J. (1976). Spondylolysis in the female gymnast. *Clin Orthop Relat Res*, 117, 68–73.

Jarlaud, T., Railhac, J.J., Sans, N., Paulis, D. (2001). Symphyse pubienne normale et pathologique : apport de l'imagerie. *J Radiol,* 82, 425–436.

Jensen, R., Doucet, S., Treitz, T. (1996). Changes in segment mass and mass distribution during pregnancy. *J Biomech,* 29, 251-256.

Johnson, B.L., Nelson, J.K. (1979). Practical measurements for evaluation in physical education. 4th Edit. Minneapolis: Burgess Pub. Co., 470 p.

Johnson, C.D., McHugh, M.P., Wood, T. Kibler, B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *Brit J Sports Med,* 40, 696-699.

Joy, E.A., Campbell, D. (2005). Stress fractures in the female athlete. *Curr Sports Med Rep*, 4, 323-328.

- K -

Kampen, D.L., Sherwin, B.B. (1994). Estrogen use and verbal memory in healthy postmenopausal women. *Obstet Gynecol*, 83, 979-983.

Kardel, K.R. (2005). Effects of intense training during and after pregnancy in top-level athletes. *Scand J Med Sci Sports*. 15(2), 79-86.

Keller, S., Bann, C.M., Dodd, S.L. Schein J., Mendoza T.R. *et al.* (2004). Validity of the brief pain inventory for use in documenting the outcomes of patients with noncancer pain. *Clin J Pain,* 20, 309-318.

Kelly-Jones, A.M.D., McDonald, G.P.T. (1997). Assessing musculoskeletal back pain during pregnancy. *Prim Care Update Ob/Gyns*. 4, 205-210.

Keyser-Marcus, L., Stafisso-Sandoz, G., Geecke, K., Jasnow, A., Nightengale, *et al.* (2001). Alterations of medial preoptic area neurons following pregnancy and pregnancy-like steroidal treatment in the rat. *Brain Res Bull,* 55, 737-745.

Kibele, A., Classen, C., Triebfuerst, K. (2009). Essai normalisé des coups droits et des revers de fond de court au tennis au moyen d'une perspective aérienne. *ITF Coaching Sport Sci Rev,* 16(49), 14-16.

Kizilbash, A.H., Vanderploeg, R.D., Curtiss, G. (2002). The effects of depression and anxiety on memory performance. *Arch Clin Neuropsychol*, 17(1), 57-67.

Knudson, D.V. (1990). Intrasubject variability of upper extremity angular kinematics on the tennis forehand drive. *Int J Sport Biomech*, 6, 415-421.

Kochan-Vintinner, A., Wolfe, L., Mottola, M. (1999). Active living during pregnancy. [Booklet. Includes advice on exercise techniques. Sponsored by Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada and Health Canada.] Ottawa: Canadian Society for Exercise Physiology. http://www.csep.ca/ publicationsmain.html

Kraemer, W.J., Adams, K., Cafarelli, E. Dudley G.A., Dooly C. *et al.* (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. *Med Sci Sports Exerc,* 34, 364-380.

Kramer, M.S., McDonald, S.W. (2010). Aerobic exercise for women during pregnancy Cochrane Database Syst Rev. 19(3), CD000180.

Kristiansson, P., Svardsudd, K., Schoultz, V.B. (1996). Symphyseal pain, and back pain during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 175, 1342–1347.

- L -

Lamoth, C.J., Beek, P.J., Meijer, O.G., (2002). Pelvis–thorax coordination in the transverse plane during gait. *Gait Posture,* 16, 101–114.

Lamoth, C.J.C, Meijer, O.G., Daffertshofer, A., Wuisman, P.I.J.M., Beek, P.J. (2006). Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur Spine J,* 15, 23-40.

Landlinger, J., Lindinger, S.J., Stöggl, T., Wagner, H., Müller, E. (2010). Kinematic differences of elite and high- performance tennis players in the cross court and down the line forehand. *Sports Biomech*, 9(4), 280-295.

Larivière, C., Gagnon, D., Loisel, P. (2000). The effect of load on the coordination of the trunk for subjects with and without chronic low back pain during flexion-extension and lateral bending tasks. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 15(6), 407-416.

Larsen, E.C., Wilken-Jensen, C., Hansen, A., Jensen, D.V., Johansen, S., *et al.* (1999). Symptom-giving pelvic girdle relaxation in pregnancy. I: Prevalence and risk factors. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 78, 105–110.

Laupacis, A., Rorabeck, C.H., Bourne, R.B., Feeny, D., Tugwell, P. *et al.* (1989). Randomized trials in orthopaedics: why, how, and when? *J Bone Joint Surg Am,* 71, 535-543.

Lawani, M.M., Alihonou, E., Akplogan, B., Poumarat, G., Okou, L. (2003). L'effet de la gymnastique prénatale sur l'accouchement : étude sur 50 femmes béninoises sédentaires au cours des deuxième et troisième trimestres de grossesse. *Santé.* 13(4), *235-241.*

Lee, H.J., Chou, L.S. (2006). Detection of gait instability using the center of mass and center of pressure inclination angles. *Arch Phys Med Rehabil,* 87, 569–575.

Lee, K.W. (1995). Therapeutic exercise in low back pain. *J Korean Acad Rehabil Med.* 19(2), 203–208.

Lehmann, H.E., (1967). Time and psychopathology. *Ann N Y Acad Sci*, 138, 798–821.

Leifer, M. (1977). Psychological changes accompanying pregnancy and motherhood. *Genet Psychol Monog*, 95, 55-96.

Lemke, M.R., Koethe, N.H., Schleidt, M., (2000). Segmentation of behavior and time structure of movements in depressed patients. *Psychopathol,* 33, 131–136.

Lobjois, R., Cavallo, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: From estimation to actual crossing. *Acc Anal Prev*, 41(2), 259-267.

Lotgering, F.K., Struijk, P.C., Van Doorne, M.B., Wallenburg, H.C.S. (1992). Errors in predicting maximal oxygen consumption in pregnant women. J *Appl Physiol*, 72, 562-567.

Lumley, J., Small, R., Brown, S., Watson, L., Gunn, J., *et al.* (2003). PRISM (Program of Resources, Information and Support for Mothers) protocol for a community-randomized trial. *BMC Public Health*, 20(3), 36-49.

Lymbery, J.K., Gilleard, W. (2005). The stance phase of walking during late pregnancy: temporospatial and ground reaction force variables. *J Am Pediatr Med Assoc*, 95, 247-253.

- M -

Mac Donncha, C., Watson, A.W.S, McSweeney, O'Donovan T. J. D. (1999). Reliability of Eurofit physical fitness items for adolescent males with and without mental retardation. *APAQ*, 16, 86-95.

MacArthur, C., Lewis, M., Knox, B.G. Crawford J.S. (1990). Epidural anaesthesia and long-term backache after childbirth. *BMJ,* 301, 9-12.

Madelenat, P., Proust, A., Crequat, J. (1991). Etre femme et sportive. Ed. Doin, Paris. 105-117.

Magann, E.F., Evans, S.F., Weitz, B., Newnham, J. (2002). Antepartum, intrapartum, and neonatal significance of exercise on healthy low-risk pregnant working women. *Obstet Gynecol*, 99, 466-472.

Maher, C., Latimer, J., Refshauge, K. (1999). Prescription of activity for low back pain What works? *Aust J Physiother*, 45, 121-132.

Maher, J.E., Rohde, K., Dent, C.W., Stark, M.J., Pizacani, B., *et al.* (2007). Is a statewide tobacco quitline an appropriate service for specific populations? *Tob Control*, 16(1), i65-i70.

Maitre, C., Mahuet, S. (2010). Maternité et excellence sportive : idées reçues, bénéfices et sports de substitution. *Les cahiers du Pôle - Sport et maternité*, 42-43.

Mantle, M.J., Greenwood, R.M., Currey, H.L. (1977). Backache in pregnancy. *Rheum Rehabil,* 16(2), 95–101.

Marmor, L., Lawrence, J.F., Dubois, E.L. (1967). Posterior interosseous nerve palsy due to rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg Am.* 49-A, 381-383.

Martens, A., Greenberg, J., Allen, J.J. (2008). Self-Esteem and Autonomic Physiology: Parallels between self-esteem and cardiac vagal tone as buffers of threat. *Pers Soc Psychol Rev*, 12, 370–389.

Martin, H.A., Holm, C., Belfrage ,P., Schotz, M.C., Herrera, E. (1994). Lipoprotein lipase and hormone-sensitive lipase activity and mRNA in rat adipose tissue during pregnancy. *Am J Physiol*. 266, E930–E935.

Mc Gill, S.M. (1987). A biomechanical perspective of sacro-iliac pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon),* 2, 145–151.

McMurray, R.G., Hackney, A.C., Katz, V.L., Gall, M., Watson, W.J. (1991). Pregnancy-induced changes in the maximal physiological responses during swimming. *Physiol J*, 71, 1454–1459.

Mens, J.M.A., Snijders, C.J., Stam, H.J. (2000). Diagonal Trunk Muscle Exercises in Peripartum Pelvic Pain: A Randomised Clinical Trial. *Phys Ther*, 80(12), 1164-1173.

Mens, J.M.A., Vleeming, A., Stoeckart, R., Stam, H.J., Snijders, C.J. (1996). Understanding peripartum pelvic pain. Implications of a patient survey. *Spine*, 21(11), 1363–1370.

Mersy, D. J. (1991). Health benefits of aerobic exercise. *Postgrad Med*, 90, 103-107, 110-112.

Mientjes, M.I.V., Frank, J.S. (1999). Balance in chronic low back pain patients compared to healthy people under various conditions in upright standing. *Clin Biomech*, 14, 710-716.

Montoya Arizabaleta, A.V., Orozco Buitrago, L., Aguilar de Plata, A.C., Mosquera Escudero, M., Ramirez-Velez, R. (2010). Aerobic exercise during pregnancy improves health-related quality of life: a randomised trial. *J Physiother*, 56(4), 253–258.

Moore, K., Dumas, G.A., Reid, J.G. (1990). Postural changes associated with pregnancy and their relationship with low back pain. *Clin Biomech*. 5, 169-174.

Morkved, S., Bø K., Schei, B., Salvesen, K. Å. (2003). Pelvic floor muscle training during pregnancy to prevent urinary incontinence: A single-blind randomized controlled trial. *Obstet Gynecol*, 101(2), 313-319.

Mørkved, S., Salvesen, K.A., Schei, B., Lydersen S., Bø K. (2007). Does group training during pregnancy prevent lumbopelvic pain? A randomized clinical trial. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 86, 276-282.

Morris, M., Jobe, F.W., Perry, J., Pink, M., Healy, BS. (1989). Electromyographic analysis of elbow function in tennis players. *Am J Sports Med*, 17, 241–247.

Morton, M.J., Paul, M.S., Campos, G.R., Hart, M.V., Metcalfe, J. (1985). Exercise dynamics in late gestation: effects of physical training. *Am J Obstet Gynecol*, 152, 91-97.

- N -

Nahed, M., Ezmerli, M.D. (2000). Exercise in pregnancy. *Prim Care Update for Ob/Gyns*, 7, 260-265.

Naveteur, J., Delzenne, J., Sockeel, P., Watelain, E., Dupuy, M.A. (2013). Crosswalk time estimation and time perception: An experimental study among older female pedestrians. *Accid Anal Prev*, 60, 42-49.

Ng, J.K., Parnianpour, M., Richardson, C.A., Kippers, V. (2003). Effect of fatigue on torque output and electromyographic measures of trunk muscles during isometric axial rotation. *Arch Phys Med Rehabil*, 84, 374-381.

Nicholls, J.A., Grieve D.W. (1992). Performance of physical tasks in pregnancy. *Ergon,* 35, 301-311.

Nicholls, J.A., Grieve, D.W., (1992). Posture, performance, and discomfort in pregnancy. *Appl Ergon,* 23, 128–132.

Noren, L., Ostgaard, S., Johansson, G., Ostgaard, H.C. (2002). Lumbar back and posterior pelvic pain during pregnancy: a 3-year follow-up. *Eur Spine J*, 11, 267–271.

- O -

Oh, H. E., Kim, J. S. (2004). The relationships between postpartum back pain, functional limitations, postpartum depression among women with back pain during pregnancy. *J Korean Soc Matern Child Health,* 8(2), 225-237.

Oh, H.E., Lee Y.S., Shim, M.J., Kim, J.S. (2007). Effects of a Postpartum Back Pain Relief Program for Korean Women. *J Kor Acad Nursing*, 37(2), 163-170.

Oja, P., Tuxworth, B.E. (1995). Eurofit for adults: A test battery for the assessment of the health-related fitness of adults. Rome, Italy: Council of Europe. *Committee for the Development of Sport.*

Oman, R.F., Oman, K.K. (2003). A case-control study of psychosocial and aerobic exercise factors in women with symptoms of depression. *J Psychol,* 137, 338–350.

O'Neill, M.E., (1996). Maternal rectal temperature and fetal heart rate responses to upright cycling in late pregnancy. *Br J Sports Med*, 30(1), 32-35.

Östgaard, H.C., Andersson, G.B.J., Karlsson, K. (1991). Prevalence of back pain in pregnancy. *Spine,* 16(5), 549–552.

Östgaard, H.C., Andersson, G.B.J., Schultz, A.B., Miller, J.A.A. (1993). Influence of some biomechanical factors on low back pain in pregnancy. *Spine,* 18, 61-65.

Östgaard, H.C., Zetherström, G., Roos-Hanson, E., Svanberg, B. (1994). Reduction of back and posterior pelvis pain in pregnancy. *Spine,* 8, 894–900.

Östgaard, H.C., Zetherström, G., Roos-Hansson, E. (1997). Back pain in relation to pregnancy: a 6-year follow-up. *Spine*, 22(24), 2945-2950.

O'Sullivan, P.B., Phyty, G.D., Twomey, L.T., Allison G.T. (1997). Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis. *Spine*, 22, 2959-2967.

Oxley, J., Fildes, B., Ihsen, E., Charlton, J., Day, R. (1997). Differences in traffic judgements between young and old adult pedestrians. *Acc Anal Prev*, 29(6), 839-847.

- P -

Paillard, J. (1976). Tonus, posture et mouvement. In Ch. Kayser (ed.), *Physiologie*, Paris : Édition. Flammarion. 521-728.

Panchoa de Sèze, M., Cazalets, J.R. (2008). Anatomical optimization of skin electrode placement to record electromyographic activity of erector spinae muscles. *Surg Radiol Anat*, 30, 137–143.

Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Dis*, 5, 390-397.

Papiernik-Berkhauer, E. (1972). Les douleurs pelviennes d'origine gynécologique. In: de Sèze S, Ryckwaert A, Kahn MF, Kuntz D, Meyer O, Bardin T, Guerin Cl, editors. *Rhumatologique*. Expansion Scientifique Française. 122-125.

Paquet, N., Malouin, F., Richards, C. (1994). Hip–spine movement interaction and muscle activation patterns during sagittal trunk movements in low back pain patients. *Spine,* 19: 596–603.

Parker, J.E., Fubini, S.L., Car, B.D., Erb, H.N. (1987). Prevention of intraabdominal adhesions in ponies by low-dose heparin therapy. *Vet Surg,* 16, 459-462.

Paul, S., Sung, P.T., Andrew, D.H.S., Lammers, R., Pamela Danial, M.P.T. (2009). Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *Spine J*, 9, 115–120.

Perkins, J., Hammer, R.L., Loubert, P.V. (1998). Identification and management of pregnancy-related low back pain. *J Nurse-Midwifery*, 43(5), 331–340.

Peterson Kendall, F., Kendall McCreary, E., Geise Provance, P. (1995). *Les Muscles*. *ISBN*, 2907516-61-2. Édition pradel, 440p.

Petit, I., Fellmann, N., Dupéchot, M. (2010). Transformations anatomiques et physiologiques de l'organisme maternel durant la grossesse. *Les cahiers du Pôle - Sport et maternité,* 7-8.

Phillips, S.M., Sherwin, B.B., (1992a). Effects of estrogen on memory function in surgically menopausal women. *Psychoneuroendocrinology,* 17, 485–495.

Phillips, S.M., Sherwin B.B., (1992b). Variations in memory function and sex steroid hormones across the menstrual cycle. *Psychoneuroendocrinology* 17, 497–506.

Pillet, H., Bonnet, X., Lavaste, F., Skalli, W. (2009). Evaluation of force plate-less estimation of the trajectory of the centre of pressure during gait. Comparison of two anthropometric models. *Gait Posture*, 31(2), 147-152.

PLFSS (2013). Projet de loi de financement de la Sécurité sociale (plfss), annexe 1 Programmes de qualité et d'efficience Famille. 110p.

Poudevigne, M.S., O'Connor, P.J. (2006). A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health. *Sports Med,* 36, 19-38.

Pritchard, J.A. (1965). Changing in blood volume during pregnancy and delivery. *Anesthesiol,* 26, 381-392.

- R -

Ramírez-vélez, R., Aguilar, A.C., Mosquera, M., Garcia, R.G., Reyes, L.M., *et al.* (2009). Clinical trial to assess the effect of physical exercise on endothelial function and insulin resistance in pregnant women. *Trials*. 17(10), 104.

Rippentrop, A.E., Altmaier, E.M., Chen, J.J., Found, E.M., Keffala, V.J. (2005). The relationship between religion/spirituality and physical health, mental health, and pain in a chronic pain population. *Pain*, 116, 311-321.

Ritchie, J.R. (2003). Orthopedic considerations during pregnancy, *Clin Obstet Gynecol*, 46, 456–466.

Rizzardo, R., Magni, G., Andreoli, C., Merlin, G., Andreoli, F., *et al.* (1985). Psychological aspects during pregnancy and obstetrical complications. *J Psychosom Obstet Gynecol,* 4, 11-22.

Roetert, E.P., McKormick, T.J., Brown, S.B., Ellenbecker, T.S. (1996). Relationship between isokinetic and functional trunk strength in elite junior tennis players. *Isok Exerc Sci*, 6, 15-20.

Rouffet, D., Hautier, C., Brosseau, O., Rogowski, I. (2009). Coordination musculaire lors du coup droit lifté chez les jeunes joueurs de tennis. *Sci Sports*, 24(2), 111–114.

Rudra, C.B., Williams, M.A., Lee, I.M., Miller, R.S., Sorensen, T.K. (2005). Perceived Exertion during Prepregnancy Physical Activity and Preeclampsia Risk. *Med Sci Sports Exerc*. 37(11), 1836-1841.

Ruth, E.B. (1936). Metamorphosis of pubic symphysis. II: the Guinea pig. *Anat Rec,* 67, 69-79.

Ryu, R.K., McCormick, J., Jobe, F.W., Moynes, D.R., Antonelli, D.J. (1988). An electromyographic analysis of shoulder functions in tennis players. *Am J Sports Med*, 16, 481-485.

- S -

Saftlas, A.F., Logsden-Sackett, N., Wang, W., Woolson, R., Braken, M.B. (2004). Work, leisure-time physical activity, and risk of preeclampsia and gestational hypertension. *Am J Epidemiol*, 160(8), 758-765.

Saint-Pierre, J., Dubé, M., (1993). Temporal skills of the elderly people. *Can J Aging*, 12(3), 323–331.

Sax, T.W., Rosenbaum, R.B. (2006). Neuromuscular disorders in pregnancy. *Muscle Nerve,* 34, 559-571.

Schultz, J., Luthe, W. (1959). Autogenic training: A psychophysiological approach in psychotherapy. New York and London, Ed. Grune Stratton, 289p.

Schuurmans, N., Lalonde, A. (1998). Healthy beginnings: your handbook for pregnancy and birth. [Information and advice about antepartum, intrapartum, and postpartum issues including exercise.] Ottawa: Society of Obstetricians and Gynaecologists of Canada. Available on-line at http://www.healthy-beginnings.com/healthybeginnings .

Shim, M.J., Lee, Y.S., Oh, H.E., Kim, J.S. (2007). Effects of a back-pain-reducing program during pregnancy for Korean women: A non-equivalent control-group pretest–posttest study. *Int J Nursing Stud,* 44, 19–28.

Sihvonen, T., Partanen, J., Hanninen, O., Soimakallio, S., (1991). Electric behavior of low back muscles during lumbar pelvic rhythm in low back pain patients and healthy controls. *Arch Phys Med Rehabil*, 72, 1080–1087.

Sjogren, B., (1997). Reasons for anxiety about childbirth in 100 pregnant women. *J Psychosom Obstet Gynaecol*, 18, 266–272.

Solway, S., Brooks, D., Lacass,e Y., Thomas, S.A. (2001). Qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest*, 119, 256-270.

Sorensen, T.K., Williams, M.A., Lee, I., Dashow, E.C., Thompson, M.L., *et al.* (2003). Recreational physical activity during pregnancy and the risk of preeclampsia. *Hypertension*, 41(6), 1273-1280.

South-Paul, J.E., Rajagopal, K.R., Tenholder, M.S. (1988). The effect of participation in regular exercise program upon aerobic capacity during pregnancy. *Obstet Gynecol*, 71, 175-179

Standley, K., Soule, B., Copans, S.A., (1979). Dimensions of prenatal anxiety and their influence on pregnancy outcome. *Am J Obstet Gynecol*, 135, 22–26.

Stuge, B., Holm, I., Vollestad, N. (2006). To treat or not to treat postpartum pelvic girdle pain with stabilizing exercises? *Man Ther*, 11(4), 337-343.

Stuge, B., Laerum, E., Kirkesola, G., Vollestad, N.T. (2004). The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy. *Spine,* 29, 351-359.

Stuge, B., Veierod, M.B., Laerum, E., Vollestad, N. (2004). The efficacy of a treatment program focusing on specific stabilizing exercises for pelvic girdle pain after pregnancy: a two- year follow-up of a randomized clinical trial. *Spine*, 29, E197-E203.

Sung, P.S., Spratt, K.F., Wilder, D.G. (2004). A possible methodological flaw in comparing dominant and nondominant sided lumbar spine muscle responses without simultaneously considering hand dominance. *Spine*, 29, 1914–1922.

Sward, L. (1992). The thoracolumbar spine in young elite athletes. Current concepts on the effects of physical training. *Sports Med*, l3(5), 357-364.

Sward, L., Hellstrom, M., Jacobsson, B., Peterson, L. (1990). Back pain and radiologic changes in the thoracolumbar spine of athletes. *Spine,* 15, 124-129.

Swensson, H.O., Andersson, G.J., Hagstad, A., Jansson, P.O. (1990). The relations hip of low back pain to pregnancy and gynecologic factors. *Spine*, 15, 371–375.

Sydsjo, A., Sydsjo, G., Wijma, B. (1998). Increase in sick leave rates caused by back pain among pregnant Swedish women after amelioration of social benefits: A paradox. *Spine*, 23, 1986-1990.

Symons Downs D., Hausenblas, H.A. (2004). Women's exercise beliefs and behaviors during their pregnancy and post- partum. *JMWH*, 49, 138–144.

- T -

Takahashi, K., Elliott, B., Noffal,G. (1996). The role of upper limb segment rotations in the development of spin in the tennis forehand. *Aust J Sci Med Sport,* 28, 106–113.

Teichman, Y. (1988). Expectant parenthood. In S-Fisher & J-Reason (Eds.), *Handbook of life stress, cognition and health,* 3-22. Chicester: John Wiley & Sons.

Tessier, S., Vuillemin, A., Bertrais, S., Boini, S., Le Bihan, E., *et al.*, (2007). Association between leisure-time physical activity and health-related quality of life changes over time. *Prev Med*, 44, 202–208.

Thoulon, J.M. (1994). Petits maux de la grossesse. *EMC-Obstétrique*, 2, 5012A20, 5p.

Thoulon, J.M. (2007). Dilatation du col utérin. In J-P. Schall (Dir.), *Mécanique et techniques obstétricales,* (3e éd.), 223-230. Montpellier : Ed. Sauramps médical.

Timsit, M.A. (2004). Grossesse et douleurs rhumatologiques lombaires basses et de la ceinture pelvienne, *Gynécol Obstet Fert,* 32, 420–426.

Twenge, J.M., Catanese, K.R., Baumeister, R.F. (2003). Social exclusion and the deconstructed state: Time perception, meaninglessness, lethargy, lack of emotion, and self- awareness. *J Pers Soc Psychol*, 85, 409–423.

- U -

United States Tennis Association (USTA) www.playerdevelopment.usta.com.

- V -

Villa, D., O'Reilly, T. (2002). Pregnant athletes: A summary review of the legal issues. *J Sci Med Sport*, 5 (1), 55-57.

Vismara, L., Cimolin, V., Galli, M., Crivellini, M., Capodaglio, P. (2009). Quantitative analysis of the effects of obesity and low back pain on gait. *Gait Posture*, 30S, S26-S74.

- W -

Wallach, M., Green, L., (1961). On age and the subjective speed of time. *J Gerontol*, 16, 71-74.

Ware, J.E, Sherbourne, C.D. (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). *Med Care,* 30, 473-483.

Wearden, J.H. (2004). Decision processes in models of timing. *Acta Neurobiol Exp*, 64(3), 303-317.

Wedenberg, K., Moen, B., Norling, A. (2000). A prospective randomized study comparing acupuncture with physiotherapy for low-back and pelvic pain in pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 79(5), 331-335.

Weissgerber, T., Wolfe, L., Davies, G. (2006). Exercise in the prevention and treatment of maternal-fetal disease: a review of the literature. *Appl Physio Nutr Metab,* 31, 661-74.

Welch, C.M., Banks, S.A., Cook, F.F., Draovitch, P. (1995). Hitting a baseball: a biomechanical description. *J Orthop Sports Phys Ther,* 22, 193-201.

Wells, K.F., Dillon, E.K. (1952). The sit and reach: A test of back and leg flexibility. *Res Q Exerc Sport*, 23, 115-118.

Wenhua, W., Onno, G., Claudine, J.C., Kimi, U., Jaap, H., *et al.* (2004). Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase. *Clin Biomech*, 19, 480-488.

Wittmann, M., Vollmer, T., Schweiger, C., Hiddemann, W. (2006). The relation between the experience of time and psychological distress in patients with hematological malignancies. *Palliat Support Care*, 4, 357–363.

Wolfe, L.A., Hall, P., Webb, K.A., Goodman, L., Monga, M., *et al.* (1989). Prescription of aerobic exercise during pregnancy. *Sports Med,* 8, 273–301.

Wolfe, L.A., Mottola, M.F. (2000). Validation of guidelines for aerobic exercise in pregnancy. Decision making and outcomes in sports rehabilitation. *New York: Ed. Churchill Livingstone,* 205–222.

Worku, Z. (2000). Prevalence of low-back pain in Lesotho mothers. *J Manipul Physiol Ther,* 23, 147-154.

Wu, G., Siegler, S., Allard, P., Kirtley, C., Leardini, A., *et al.* (2002). ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion-Part I: ankle, hip and spine. *J Biomech,* 35, 543-548.

Wu, W.H., Meijer, M.O., Uegaki, K., Mens, J.M., van Dieen, *et al.* (2004). Pregnancy-related pelvic girdle pain (PPP), I: terminology, presentation, and prevalence. *Eur Spine J*, 13, 575-589.

- Y -

Yeo, S.A. (2010). Prenatal Stretching Exercise and Autonomic Responses: Preliminary Data and a Model for Reducing Preeclampsia. *J Nurs Scholarsh*, 42(2), 113–112.

-Z-

Zatta, S. (1999). Renforcer ses abdominaux correctement et sans en oublier. *Rev Educ Phys*, 39(2), 51-66.

Annexes

1. Questionnaire de santé SF36

2. Brief Pain Inventory

3. Détail du programme d'APA centré sur le tronc

4. Publications et communications

Annexe 1

Questionnaire médicale sur l'aptitude à l'activité physique pour femmes enceintes (p.0)(c)

X-AAP pour femmes enceintes

QUESTIONNAIRE MÉDICALE SUR L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE POUR FEMMES ENCEINTES

Le X-AAP pour femmes enceintes est un guide de sélection des participantes inscrites à un cours prénatal de conditionnement physique ou pour tout autre exercice.

Les femmes en bonne santé qui ont des grossesses sans complication peuvent intégrer l'activité physique dans leur vie quotidienne et peuvent y participer sans risque significatif pour elle-même ou pour leur enfant à naître. Les effets bénéfiques escomptés de tels programmes sont l'amélioration de la condition physique aérobique et musculaire, un gain de poids approprié à la femme enceinte et un accouchement plus aisé. La pratique régulière d'une activité physique peut aussi aider à prévenir l'intolérance au glucose et l'hypertension reliées à la grossesse.

La sécurité des programmes d'exercices prénataux dépend du niveau de réserve physiologique mère-foetus. Le X-AAP pour femmes enceintes est une liste de vérifications et de prescription adéquates utilisée par les professionnels de la santé pour évaluer les femmes enceintes qui désirent entreprendre un programme prénatal de conditionnement physique et pour la supervision médicale des femmes enceintes qui font de l'exercice.

Voici la march à suivre pour l'utilisation du X-AAP pour femmes enceintes (4 pages):

1. La patiente doit compléter la section «Fiche de renseignments de la patiente» et la liste de vérifications pré-exercices (Parties 1, 2, 3 et 4 de la page 1) et la remettre au professionnel de la santé qui assure le suivi de la grossesse.
2. Le professionnel de la santé doit s'assurer que les renseignements fournis par la patiente sont exacts et, suite à ces informations, compléter la section «C» sur les CONTRE-INDICATIONS (page 2).
3. S'il n'y a aucune contre-indication à l'exercice, le formulaire «Fiche d'Évaluation de l'état de santé» (page 3) doit être complété et signé par le professionel de la santé. La patiente doit ensuite le remettre au (à la) professionnel(le) du conditionnement physique prénatal.

En plus d'un suivi médicale, la panicipation à des exercices spécifiques d'intensité et de durée appropriées est recommandée pour accroitre les chances d'un accouchement réussi. Le X-AAP pour femmes enceintes donne les recommandations nécessaires pour une prescription d'exercices personnalisée (p.3) et pour un programme d'exercices sécuritaire (p.4).

NOTE: Les sections A et B devraient être complétées par la patiente avant la rencontre avec le professionel de la santé.

A FICHE DE RENSEIGNEMENTS DE LA PATIENTE

Nom _____

Adresse _____

Téléphone _____ Date de naissance _____ No. d'assurance maladie _____

Nom du (de la) professionnel(le) du conditionnement physique prénatal _____ Numéro de téléphone du (de la) professionnel(le) du conditionnement physique prénatal _____

B LISTE DE VÉRIFICATIONS PRÉ-EXERCICE

PARTIE 1: RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX SUR L'ÉTAT DE SANTÉ

Antérieurement, avez-vous:	OUI	NON
1. Vécu une fausse couche?	☐	☐
2. Eu des complications lors d'une autre grossesse?	☐	☐
3. Complété un Q-AAP dan les 30 derniers jours?	☐	☐

Si vous avez répondu «OUI» à la question 1 ou 2, expliquez:

_____

Nombre de grossesses avant celle-ci? _____

PARTIE 2: ÉTAT DE LA GROSSESSE ACTUELLE

Date prévue de l'accouchement: _____

Au cours de la grossesse actuelle, avez-vous eu ou ressenti une ou des:	OUI	NON
1. Fatigue excessive?	☐	☐
2. Pertes sanguines vaginales?	☐	☐
3. Pertes de conscience ou étourdissements inexpliqués?	☐	☐
4. Douleurs abdominales inexpliquées?	☐	☐
5. Enflure soudaine des chevilles, des main ou du visage?	☐	☐
6. Maux de têtes persistants ou problèmes reliés aux maux de tête?	☐	☐
7. Enflure, douleur ou rougeur à un mollet?	☐	☐
8. Absence de mouvement du foetus après le 6e mois?	☐	☐
9. Absence de gain de poids après le 5e mois?	☐	☐

Si vous avez répondu «OUI» à une ou plus des questions, s.v.p. expliquez:

_____

PARTIE 3: ACTIVITÉS PHYSIQUES PRATIQUÉES DEPUIS 1 MOIS

1. Listez seulement les activités de conditionnement physique ou de loisir pratiquées régulièrement:

_____

_____

INTENSITÉ	FRÉQUENCE (fois/semaines) 1-2	2-4	4+	DURÉE (minutes/jour) <20	20-40	40+
Élevée	—	—	—	—	—	—
Modérée	—	—	—	—	—	—
Faible	—	—	—	—	—	—

2. Est-ce que votre occupation quotidienne (travail/maison) inclut:

	OUI	NON
Levée d'objets lourds?	☐	☐
Marche fréquente/montée d'escaliers?	☐	☐
Marche occasionnelle (> 1 fois/h)?	☐	☐
Position debout prolongée?	☐	☐
Position assise régulière?	☐	☐
Activité quotidienne normale?	☐	☐
3. Fumez-vous la cigarette régulièrement?*	☐	☐
4. Consommez-vous de l'alcool?*	☐	☐

PARTIE 4: INTENTIONS D'ACTIVITÉS PHYSIQUES

Quelle activité physique avez-vous l'intention de pratiquer?

_____

Est-ce une modification à ce que vous faites présentement? ☐ ☐

*NOTE: ON SUGGÈRE FORTEMENT AUX FEMMES ENCEINTES D'ÉVITER LA CONSOMMATION DE TABAC OU D'ALCOOL DURANT LA GROSSESSE ET LA PÉRIODE D'ALLAITEMENT.

CSEP SCPE © Société canadienne de physiologie de l'exercice

Supported by: Santé Canada Health Canada

1

X-AAP pour femmes enceintes

QUESTIONNAIRE MÉDICALE SUR L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE POUR FEMMES ENCEINTES

C CONTRE-INDICATIONS À L'EXERCICE: à compléter par le professionnel de la santé

Contre-indications Absolues

La patiente a-t-elle:

	OUI	NON
1. Membranes rupturées, grossesse prématurée?	❑	❑
2. Saignements persistants au deuxième ou troisième trimestre (Placenta Previa)?	❑	❑
3. Hypertension due à la grossesse ou prééclampsie?	❑	❑
4. Col utérin problématique?	❑	❑
5. Évidence de retard de la croissance intra-utérine?	❑	❑
6. Grossesse multiple (e.g., triplets)?	❑	❑
7. Diabète Type 1 incontrôlé, hypertension ou problème thyroïdien, autres maladies du système cardiovasculaire, respiratoire ou systémique?	❑	❑

Contre-indications Relatives

La patiente a-t-elle:

	OUI	NON
1. Histoire d'avortement spontané ou de contractions prématurées lors de grossesses antérieures?	❑	❑
2. Maladie cardiaque ou respiratoire faible ou modérée (e.g., hypertension chronique, asthme)?	❑	❑
3. Anémie ou manque de fer (Hb < 100 g/L)?	❑	❑
4. Malnutrition, troubles alimentaires (anorexie, bulimie)?	❑	❑
5. Grossesse avec jumeaux après la 28e semaine?	❑	❑
6. Autre condition médicale significative?	❑	❑

S.V.P. Spécifiez: _____

NOTE: Le risque d'incidents peut être plus élevé que les effets bénéfique reliés à la pratique régulière de l'activité physique. La décision d'être active ou non active relève d'un médecin qualifié

RECOMMANDATION D'ACTIVITÉ PHYSIQUE: ❑ Recommandé/approuvé ❑ Contre-indiqué

Prescription d'exercices aérobies

MARCHE À SUIVRE: Le deuxième trimestre est le meilleur moment pour bénéficier des effets de l'entraînement. En effet, les risques et les malaises associés à la grossesse sont moindres à cette période. Il est important de pratiquer les exercices aérobies de façon graduelle : depuis un minimum de 15 minutes par séance, 3 fois par semaine (en fonction de la fréquence cardiaque cible ou de l'échelle de perception de l'intensité de l'effort) jusqu'à un maximum d'environ 30 minutes par séance, 4 fois par semaine (en fonction de la fréquence cardiaque cible ou de l'échelle de perception de l'intensité de l'effort).

ÉCHAUFFEMENT/RÉCUPÉRATION: L'activité aérobie doit être précédée d'une brève période d'échauffement (10-15 min) et suivie d'une courte période de récupération. Des exercices à mains libres de faible intensité, des étirements, et des exercices de relaxation doivent être inclus dans le processus d'échauffement et de récupération.

F	I	D	T
FRÉQUENCE	**INTENSITÉ**	**DURÉE**	**TYPE**
Débutez à 3 fois par semaine et augmenter jusqu'à quatre fois par semaine	Faites les exercices à l'intérieur de la zone de perception de l'effort et/ou de la zone cible de fréquence cardiaque	Essayez 15 min, même si vous devez réduire l'intensité. Sinon, des périodes de repos en alternance avec des périodes de travail peuvent vous aider	Exercices qui ne supportent pas le poids corporel ou exercices en endurance, en évitant les chocs répétés et en utilisant les grandes masses musculaires (ex. marche, bicyclette stationnaire, natation, exercices en piscine, exercices aérobies ayant peu d'impacts répétés au sol)

PRESCRIPTION/CONTRÔLE DE L'INTENSITÉ: La meilleure façon de prescrire et de mesurer l'intensité est la suivante: l'utilisation de la fréquence cardiaque combinée avec le niveau de perception de l'effort.

Zone Cible de la Fréquence cardiaque

Les zones-cibles de fréquence cardiaque illustrées ci-dessous sont appropriées pour la majorité des femmes enceintes. Au début d'un nouveau programme d'exercices et à la fin de la grossesse, maintenez-vous dans la partie inférieur de la zone cible de fréquence cardiaque.

Âge	Zone cible de Fc
<20	140-155
20-29	135-150
30-39	130-145
≥ 40	125-140

Niveau de perception de l'effort

Vérifiez la précision de votre fréquence cardiaque cible en la comparant aux valeurs inscrites dans l'échelle ci-dessous: un niveau de perception de l'effort se situant entre 12 et 14 (quelque peu difficile) est approprié pour la majorité des femmes enceintes.

6	
7	Très, très facile
8	
9	Très facile
10	
11	Assez facile
12	
13	Quelque peu difficile
14	
15	Difficile
16	
17	Très difficile
18	
19	Très très difficile
20	

TEST DE LA PAROLE - Une bonne façon de ne pas travailler trop intensément est d'employer le test de la parole. L'intensité de l'exercice est trop élevée si vous ne pouvez tenir une conversation pendant l'exercice.

Le X-AAP pour les femmes enceintes a été développé par LA Wolfe, PhD, Queen's University, Kingston, Ontario. La composante du conditionnement musculaire a été développée par MF Mottola PhD, University of Western Ontario, London, Ontario. Le document a été révisé en tenant compte des recommandations des membres d'un Comité consultatif d'experts de la Société canadienne de physiologie de l'exercice sous la direction du Dr N Gledhill. Soulignons également l'apport, lors de la révision, du Dr Wolfe, du Dr Mottola ainsi que du Dr Gregory AL Davies, MD FRCS(C), du Département d'obstétrique et de gynécologie, Université Queen's (2002).

Aucune modification n'est permise. Nous vous encourageons à copier le X-AAP dans sa totalité.

Available in English under the title: Physical Activity Readiness Medical Examination for Pregnancy (PARmed-X for Pregnancy).

Copies additionnels en ces formulaire complémentaires (Q-AAP, X-AAP) sont disponibles sur l'Internet à l'adresse: http://www.csep.ca/formulaires.asp

Pour plus d'informations, veuillez contacter la:

Société canadienne de physiologie de l'exercice
185 rue Somerset Ouest, Bureau 203, Ottawa (Ontario) CANADA K2P 0J2
Tél.: 1-877-651-3755 Téléc.: (613) 234-3565 Courriel: info@csep.ca Site web: www.csep.ca

X-AAP pour femmes enceintes

QUESTIONNAIRE MÉDICALE SUR L'APTITUDE À L'ACTIVITÉ PHYSIQUE POUR FEMMES ENCEINTES

Prescription pour l'entraînement musculaire

Il est important de stimuler les grandes masses musculaires durant les périodes prénatale et postnatale.

ÉCHAUFFEMENT-RÉCUPÉRATION:
Région du mouvement visée : cou, ceinture scapulaire, dos, bras, hanches, genoux, chevilles, etc.

Effement isométrique : toutes les grandes masses musculaire

ATTENTION À NE PAS TROP S'ÉTIRER!

EXEMPLES D'EXERCICES DE RENFORCEMENT MUSCULAIRE

CATÉGORIE	OBJECTIF	EXEMPLE
Haut du dos	Promouvoir un bon maintien	Mouvement d'épaulée, soulèvement d'épaules, extension jambière des épaules
Bas du dos	Promouvoir un bon maintien	Flexion-extension simultanée d'un bras et de la jambe du côté opposé, en gardant le côté
Abdomen	Promouvoir un bon maintien - préviennent les douleurs au bas du dos, la diastase du droit de l'abdomen renforcent les muscles qui seront sollicités lors de l'accouchement	Contraction des abdominaux. Redressements assis (élévation tête, épaules, omoplates). Redressements de la tête en décubitus latéral ou en position debout.
La région pelvienne (Kegels)	Promouvoir un bon contrôle de la vessie, prévient l'incontinence urinaire	Mouvement de la «vague», «l'ascenseur»
Partie supérieure du corps	Améliorer les muscles qui supportent les seins	Rotation des épaules, extensions des bras debout en appui sur un mur
Fesses et membres inférieurs	Renforcement de la musculature de soutien, prévention des varices	Contraction des fessier, élévation de la jambe tendue vers l'avant ou vers le côté, élévation sur la pointe des pieds

PRÉCAUTIONS À PRENDRE PENDANT L'ENTRAÎNEMENT MUSCULAIRE DURANT LA GROSSESSE

VARIABLE	EFFETS DE LA GROSSESSE	MODIFICATIONS À APPORTER AUX EXERCICES
Position corporelle	• en position couchée (étendue sur le dos), l'utérus utérin peut diminuer l'apport sanguin revenant de la partie inférieur du corps car il exerce une pression sur la veine cave inférieure ou il peut diminuer l'apport sanguin dans une artère majeure (aorte abdominale)	• après 4 mois de gestation, les exercices effectués habituellement en position couchée devraient être modifiés • de tels exercices devraient être effectués en décubitus latéral ou debout
Souplesse des articulations	• l'augmentation des niveaux d'hormones favorise une plus grande élasticité des ligaments, ce qui rend les articulations plus vulnérables au blessures	• évitez les exercices qui comportent des changements de direction rapides ou des sauts • les étirements doivent être bien contrôlés
Muscles abdominaux	• on peut rencontrer, lors des exercices abdominaux, la présence d'un ballonnement des tissus conjonctifs longeant l'axe central de l'abdomen renfermant le fœtus (la diastase du droit de l'abdomen)	• les exercices abdominaux ne sont pas recommandés et la diastase du droit de l'abdomen se développe
Maintien	• l'augmentation du poids des seins et de l'utérus peut causer une projection vers l'avant du centre de gravité et augmenter la courbure au bas du dos (lordose) • ceci peut aussi provoquer un affaissement des épaules vers l'avant (dos rond)	• mettre l'accent sur un bon maintien et sur le positionnement neutre du pelvis. Cette position neutre est obtenue en fléchissant les genoux, les pieds écartés à la largeur des épaules, et en plaçant le pelvis à mi-chemin entre une lordose accentuée et une bascule postérieure du pelvis
Précautions à prendre lors des exercices de résistance	• mettre l'accent sur une respiration continue tout au long de l'exercice • expirez à l'effort, inspirez à la relaxation • la manoeuvre de Valsalva (retrait la respiration tout en travaillant contre une résistance) provoque une modification de la tension artérielle et doit donc être évitée • évitez les exercices en position couchée après 4 mois de gestion	

X-AAP pour femmes enceintes
Fiche d'évaluation de l'état de santé

(À compléter par la patiente et à remettre au (à la) professionnel(le) du conditionnement physique prénatal après avoir reçu l'autorisation du professionnel de la santé pour pratiquer une ou plusieurs activités physiques)

Je _____ (nom de la patiente en caractères d'imprimerie s.v.p.), déclare avoir discuté de mon désir de faire de l'activité physique durant ma grossesse avec mon médecin et avoir reçu son approbation pour commencer cette participation.

Signé : _____
(patient's signature)

Date : _____

Nom du professionnel de la santé : _____

Adresse : _____

_____

Téléphone : _____

COMMENTAIRES DU PROFESSIONNEL DE LA SANTÉ:

_____

_____

_____

_____
(signature du professionnel de la santé)

Conseils pour vivre activement durant la grossesse

La grossesse est une période qui convient bien pour prendre de saines habitudes de vie afin de protéger et de favoriser le développement sain de l'enfant à naître. Ces changements comportent de meilleures habitudes alimentaires, l'abstinence de tabac et d'alcool et la pratique régulière d'activités physiques d'intensité modérée. Comme tous ces changements peuvent être poursuivis durant la période postnatale et même après, la grossesse est une très bonne période pour rendre ces habitudes permanentes en combinant l'activité physique et un comportement alimentaire sain et agréable ainsi qu'une image corporelle favorable et une image de soi positive.

Vivre activement:

- voyez votre professionel de la santé avant d'augmenter votre niveau d'activité durant la grossesse
- faites de l'exercice régulièrement mais évitez le surentrainement
- faites vos exercices avec une amie enceinte ou joignez-vous à un programme d'exercices prénatals
- suivez la formule FIDT modifiée pour les femmes enceintes
- suivez les recommandations associées à votre état

Manger sainement:

- le besoin calorique est plus élevé qu'avant la grossesse (environ 300 de plus par jour)
- suivez les recommandations du «Guide alimentaire canadien pour manger sainement» et choisissez des aliment sains parmi ceux qui suivent: céréales à grains entiers ou pain enrichi ou céréales, fruits et légumes, lait et produits laitiers, viandes, poissons, poulet et autres viandes blanches
- buvez 6-8 verres de liquide incluant l'eau, quotidiennement
- l'apport du sel ne doit pas être inscrit
- limitez la caféine ex. café, thé, chocolat et les colas
- suivre une diète en vue de perdre du poids n'est pas indiqué durant la grossesse

Image de soi et image corporelle positives:

- souvenez-vous qu'il est normal de prendre du poids pendant la grossesse
- acceptez le fait que votre corps change durant la grossesse
- vivez votre grossesse comme une expérience unique et significative

---

Pour plus d'information et des conseils au sujet des exercices pré- et postnataux, procurez-vous le livre intitulé «Vie active et grossesse: Guide d'activité pour la mère et son bébé» © (1999). Disponible auprès de la Société canadienne de physiologie de l'exercice, 185 rue Somerset Ouest, bureau 202, Ottawa, Ontario Canada K2P 0J2, Tél. : 1 877 651-3755, Télécopieur : (613) 234-3565, Courriel: info@csep.ca (ou en ligne : www.csep.ca)
Coût : 11,95 $

Pour plus d'information au sujet des exercices sécuritaires faire durant la grossesse, procurez-vous le Guide de pratique clinique intitul *L'Exercice physique pendant la grossesse et le postpartum* © (2003) conçu par la Société des obstétriciens et gynécologues du Canada et la Société canadienne de physiologie de l'exercice. Disponible en ligne auprès de la Société des obstétriciens et gynécologues du Canada www.sogc.org

Pour plus d'information au sujet de la grossesse et de l'accouchement, procurez-vous le livre intitulé «Partir du bon pied». Disponible auprès de la Société des obstétriciens et gynécologues du Canada au 1-877-519-7999 et en ligne à www.sogc.org. Coût: 12,95 $

Pour plus d'information au sujet d'une saine alimentation durant la grossesse, procurez-vous le livre intitulé «Nutrition pour une grossesse en santé – Lignes directrices à l'intention des femmes en âge de procréer». Disponible auprès de Santé Canada, ministère des Travaux publics et Services gouvernementaux, Ottawa, Ontario, Canada (aussi disponible en ligne à : www.hc-sc.gc.ca).

CONSEILS DE SÉCURITÉ

- Ne faites pas d'activité physique par temps chaud et humide surtout durant le premier trimestre
- Évitez l'exercice isométrique ou qui demande un effort exigeant lorsque vous retenez votre respiration
- Ayez une alimentation et une hydratation adéquate, buvez du liquide avant et après l'entraînement
- Évitez les exercices en position couchée sur le dos après le 4e mois de la grossesse
- Évitez les activités qui demandent un contact physique avec un partenaire ou ceux où il y a un risque de chute
- Connaissez vos limites – il n'est pas recommandé de s'entrainer à des fins compétitives durant la grossesse
- Identifiez les raisons que commandent un arrêt de l'entrainement et consultez immédiatement un professionel de la santé qualifié si la situation se présente

MOTIFS POUR ARRÊTER LES EFFORTS PHYSIQUES ET POUR CONSULTER UN PROFESSIONEL DE LA SANTÉ

- Essoufflement marqué
- Douleur à la poitrine
- Contractions douloureuses de l'utérus (plus de 6-8 par heure)
- Saignement vaginal
- Toute perte vaginale (peut être une indication d'une rupture prématurée des membranes)
- Étourdissement ou évanouissement

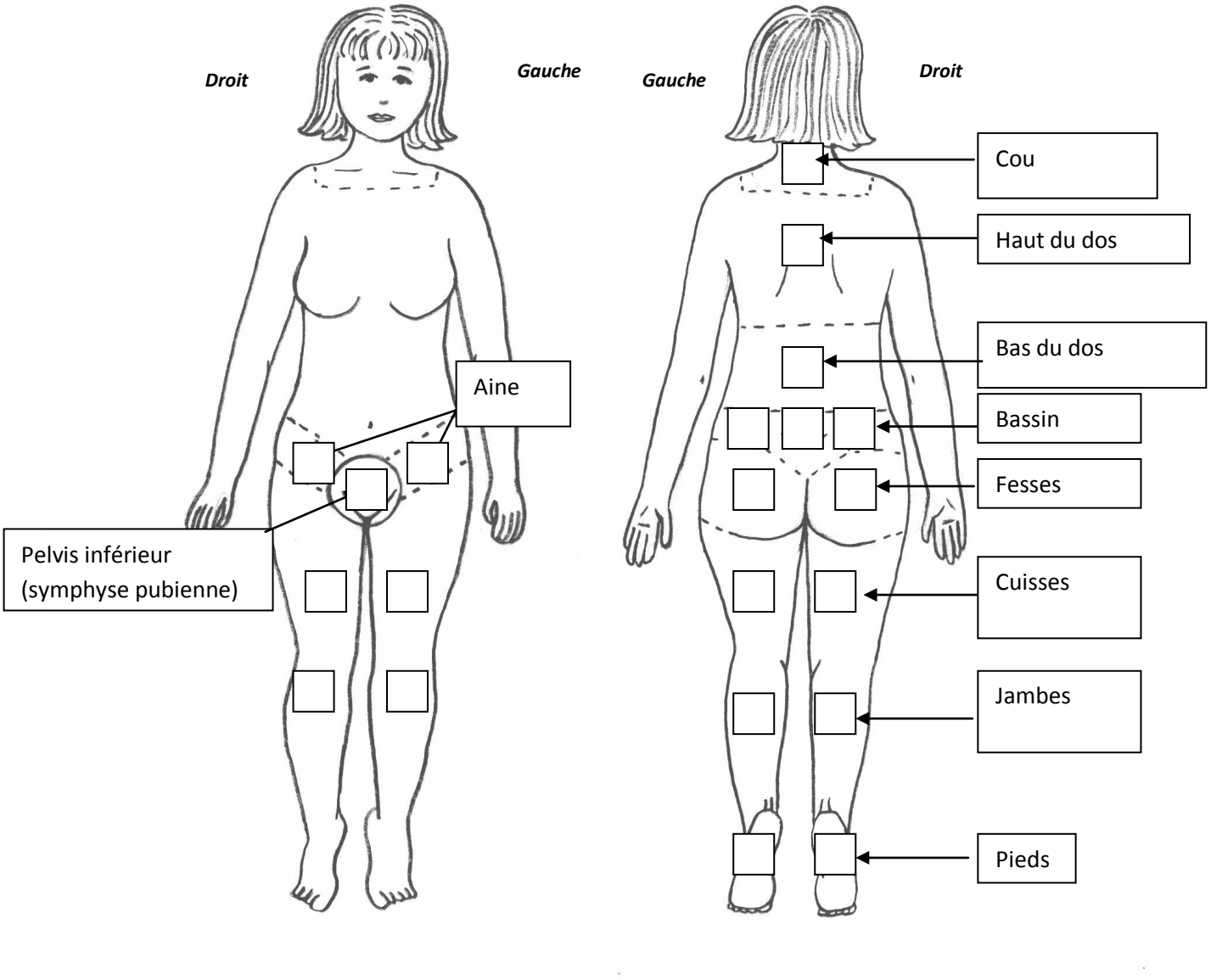
Annexe 2

Brief Pain Inventory

1. Indiquer sur ce schéma où se trouvent vos douleurs en noircissant la zone.

Mettez sur le dessin « X » à l'endroit où vous ressentez la douleur la plus intense.

S'il y a plusieurs zones douloureuses, mettez des chiffres (1, 2, 3…) dans les carrés sur le schéma. Le chiffre 1 correspond à l'endroit le plus douloureux, le chiffre 2 correspond à un endroit moins douloureux et ainsi de suite par zones décroissantes de douleur.



2. SVP, entourez d'un cercle le chiffre qui décrit le mieux la douleur la plus intense que vous ayez ressentie les 24 dernières heures.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas de douleur ***Douleur la plus intense que vous puissiez imaginer***

3. SVP, entourez d'un cercle le chiffre qui décrit le mieux la douleur la plus faible que vous ayez ressentie les 24 dernières heures.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas de douleur ***Douleur la plus intense que vous puissiez imaginer***

4. SVP, entourez d'un cercle le chiffre qui décrit le mieux votre douleur en générale.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas de douleur ***Douleur la plus intense que vous puissiez imaginer***

5. SVP, entourez d'un cercle le chiffre qui décrit le mieux votre douleur en ce moment.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Pas de douleur ***Douleur la plus intense que vous puissiez imaginer***

Si vous ne prenez pas de médicament pour soulager vos douleurs merci de passer à la question « 8 »

6. Quels traitements suivez-vous ou quels médicaments prenez-vous pour contrôler la douleur……
……
……
……
……

7. La semaine dernière, quel soulagement les traitements ou les médicaments que vous prenez vous ont-ils apporté ; pouvez-vous indique l'amélioration obtenue ?

10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Aucune amélioration ***Amélioration complète***

8. Entourez d'un cercle le chiffre qui décrit le mieux, la semaine dernière ; si la douleur a gêné votre :

A/Activité générale :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

B/Humeur :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

C/Capacité à marcher :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

D/Travail habituel :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

E/Relation avec les autres :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

F/Sommeil :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

G/Gout de vivre :

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ne gêne pas ***Gêne complètement***

Annexe 3

Short Form 36

Questionnaire de santé SF36

Date |__|__| |__|__| |__|__|

Comment répondre

Les questions qui suivent portent sur votre santé, telle que vous la ressentez. Ces informations nous permettront de mieux savoir comment vous vous sentez dans votre vie de tous les jours.

Veuillez répondre à toutes les questions en entourant le chiffre correspondant à la réponse choisie, comme il est indiqué. Si vous ne savez pas très bien comment répondre, choisissez la réponse la plus proche de votre situation.

Identification

1. Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est : (entourez la réponse de votre choix)

Excellente	1
Très bonne	2
Bonne	3
Médiocre	4
Mauvaise	5

2. Par rapport à l'année dernière à la même époque, comment trouvez-vous votre état de santé en ce moment ? (entourez la réponse de votre choix)

Bien meilleur que l'an dernier	1
Plutôt meilleur	2
A peu près pareil	3
Plutôt moins bon	4
Beaucoup moins bon	5

3. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état physique (entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

	Oui	Non
a. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles ?	1	2
b. Avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité ?	1	2
c. Avez-vous dû arrêter de faire certaines choses ?	1	2
d. Avez-vous eu des difficultés à faire votre travail ou toute autre activité ? (par exemple, cela vous a demandé un effort supplémentaire)	1	2

4. Au cours de ces 4 dernières semaines, et en raison de votre état émotionnel (comme vous sentir triste, nerveux(se) ou déprimé(e)) (entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

	Oui	Non
a. Avez-vous réduit le temps passé à votre travail ou à vos activités habituelles	1	2
b. avez-vous accompli moins de choses que vous auriez souhaité	1	2
c. avez-vous eu des difficultés à faire ce que vous aviez à faire avec autant de soin et d'attention que d'habitude	1	2

5. Au cours de ces 4 dernières semaines dans quelle mesure votre état de santé, physique ou émotionnel, vous a-t-il gêné(e) dans votre vie sociale et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances (entourez la réponse de votre choix)

Pas du tout	1
Un petit peu	2
Moyennement	3
Beaucoup	4
Enormément	5

6. Au cours de ces 4 dernières semaines, quelle a été l'intensité de vos douleurs (physiques) ? (entourez la réponse de votre choix)

Nulle	1
Très faible	2
Faible	3
Moyenne	4
Grande	5
Très grande	6

7. Au cours de ces 4 dernières semaines, dans quelle mesure vos douleurs physiques vous ont-elles limité(e) dans votre travail ou vos activités domestiques? (entourez la réponse de votre choix)

Pas du tout	1
Un petit peu	2
Moyennement	3
Beaucoup	4
Enormément	5

8. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où votre état de santé, physique ou émotionnel, vous a gêné(e) dans votre vie et vos relations avec les autres, votre famille, vos amis, vos connaissances ? (entourez la réponse de votre choix)

En permanence	1
Une bonne partie du temps	2
De temps en temps	3
Rarement	4
Jamais	5

9. Voici une liste d'activités que vous pouvez avoir à faire dans votre vie de tous les jours. Pour chacune d'entre elles indiquez si vous êtes limité(e) en raison de votre état de santé actuel.
(entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

Liste d'activités	Oui, beaucoup limité(e)	Oui, un peu limité(e)	Non, pas du tout limité(e)
a. Efforts physiques importants tels que courir, soulever un objet lourd, faire du sport	1	2	3
b. Efforts physiques modérés tels que déplacer une table, passer l'aspirateur, jouer aux boules	1	2	3
c. Soulever et porter les courses	1	2	3
d. Monter plusieurs étages par l'escalier	1	2	3
e. Monter un étage par l'escalier	1	2	3
f. Se pencher en avant, se mettre à genoux, s'accroupir	1	2	3
g. Marcher plus d'un km à pied	1	2	3
h. Marcher plusieurs centaines de mètres	1	2	3
I. Marcher une centaine de mètres	1	2	3
j. Prendre un bain, une douche ou s'habiller	1	2	3

10. Les questions qui suivent portent sur comment vous vous êtes senti(e) au cours de ces 4 dernières semaines. Pour chaque question, veuillez indiquer la réponse qui vous semble la plus appropriée. Au cours de ces 4 dernières semaines, y a-t-il eu des moments où :
(entourez la réponse de votre choix, une par ligne)

	En permanence	Très souvent	Souvent	Quelque fois	Rarement	Jamais
a. vous vous êtes senti(e) dynamique?	1	2	3	4	5	6
b. vous vous êtes senti(e) très nerveux(se)?	1	2	3	4	5	6
c. vous vous êtes senti(e) si découragé(e) que rien ne pouvait vous remonter le moral?	1	2	3	4	5	6
d. vous vous êtes senti(e) calme et détendu(e)?	1	2	3	4	5	6
e. vous vous êtes senti(e) débordant(e) d'énergie?	1	2	3	4	5	6
f. vous vous êtes senti(e) triste et abattu(e)?	1	2	3	4	5	6
9. vous vous êtes senti(e) épuisé(e)?	1	2	3	4	5	6
h. vous vous êtes senti(e) heureux(se)?	1	2	3	4	5	6
I. vous vous êtes senti(e) fatigué(e)?	1	2	3	4	5	6

11. Indiquez pour chacune des phrases suivantes dans quelle mesure elles sont vraies ou fausses dans votre cas :
(entourez la réponse de votre choix , une par ligne)

	Totalement vrai	Plutôt vrai	Je ne sais pas	Plutôt fausse	Totalement fausse
a. Je tombe malade plus facilement que les autres	1	2	3	4	5
b. Je me porte aussi bien que n'importe qui	1	2	3	4	5
c. Je m'attends à ce que ma santé se dégrade	1	2	3	4	5
d. Je suis en excellent santé	1	2	3	4	5

Veuillez vérifier que vous avez bien fourni une réponse pour chacune des questions. Merci de votre collaboration.

copyright © New England Medical Center Hospitals, Inc., 1993 All rights reserved. (IQOLA SF-36 French (France) Version 1.3 - Version mise en page par le GFEV - Dr Ariane - et mise à disposition sur le site du GFEV)

Annexe 4

Le programme d'APA centré sur le tronc

Liste des Photos

Photo IV.1 : Exercice de mobilisation des chevilles, des poignets, des coudes et des épaules.
Photos IV.2 : Exercice de mobilisation de la hanche.
Photo IV.3 : Exercice de mobilisation du cou.
Photos IV.4 : Exercice d'étirement du mastoïde et de la partie supérieure du trapézoïde.
Photo IV.5 : Exercice d'étirement du deltoïde et du trapézoïde.
Photos IV.6 : Exercice d'étirement des obliques.
Photo IV.7 : Exercice d'étirement des érecteurs spinaux, du grand dorsale et du trapézoïde.
Photos IV.8 : Exercice d'étirement du muscle grand adducteur, du muscle petit adducteur, du biceps crural, du demi-tendineux et des obliques.
Photo IV.9 : Exercice du quadriceps.
Photo IV.10 : Exercice de renforcement du triceps brachial.
Photo IV.11: Exercice de renforcement des deltoïdes.
Photo IV.12 : Exercice de renforcement du biceps.
Photo IV.13 : Exercice de renforcement des pectoraux.
Photo IV.14 : Exercice de renforcement du grand dorsal, du long dorsal et de l'érecteur spinal lombaire.
Photo IV.15 : Exercice de renforcement de l'érecteur spinale dorsale, du trapézoïde, du grand dorsale et du deltoïde.
Photo IV.16 : Exercice de renforcement du grande dorsale, du long dorsal, de l'érecteur spinale lombaire et des fessiers.
Photo IV.17: Exercice de renforcement des grands droits et des petites obliques.
Photo IV.18 : Exercice de renforcement des fessiers.
Photo IV.19: Exercice de renforcement des quadriceps, du petit adducteur, du grand adducteur et du droit interne.
Photo IV.20: Exercice de renforcement du quadriceps.
Photo IV.21: Exercice d'inspiration.
Photo IV.22: Position du corps pendant l'exercice de relaxation.
Photo IV.23: Position du corps à la fin de l'exercice de relaxation.

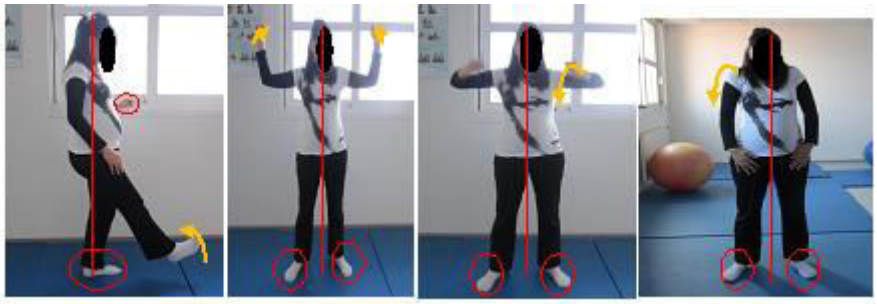
Les exercices

Les principaux exercices d'échauffement : Marche et exercices analytiques *(10 min)*

a) Marcher dans la salle en forme de rectangle et à vitesse confortable (spontanée), durant 5 min.

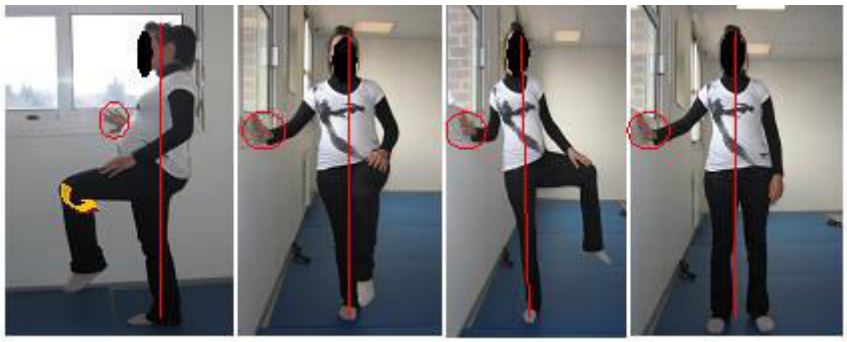
b) Les exercices analytiques d'échauffement sont des situations de mobilisation articulations de grandes amplitudes, infra-douloureux, dans tous les plans anatomiques de l'articulation, réalisés à faible vitesse et sans bloquer la respiration. Ils concernent notamment :

- Les coudes, les épaules, les chevilles et les poignets : De la position debout, faire les rotations 10 fois de chaque côté (Photos IV.1)



Photos IV.1 : Exercices de mobilisation des chevilles, des poignets, des coudes et des épaules respectivement, de la gauche vers la droite. Entourées, la position des mains et des pieds, importantes pour l'équilibre, et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. La flèche en jaune indique le sens du mouvement.

- Les hanches : De la position debout, la main non dominante appuyée sur le mur, le corps très proche du mur pour limiter les risques de perte l'équilibre. Réaliser des rotations de hanches 10 fois de chaque côté (Série de photos IV.2)



Photos IV.2 : Exercice de mobilisation de la hanche. Entourées, la position des mains importantes pour l'équilibre, et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. La flèche jaune indique le sens du mouvement.

- Le cou : De la position assise et avec les deux mains qui tiennent l'assise de la chaise, faire la rotation de cou 10 fois de chaque côté (Photo IV.3).

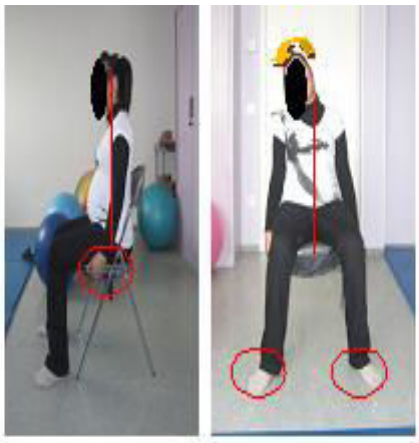


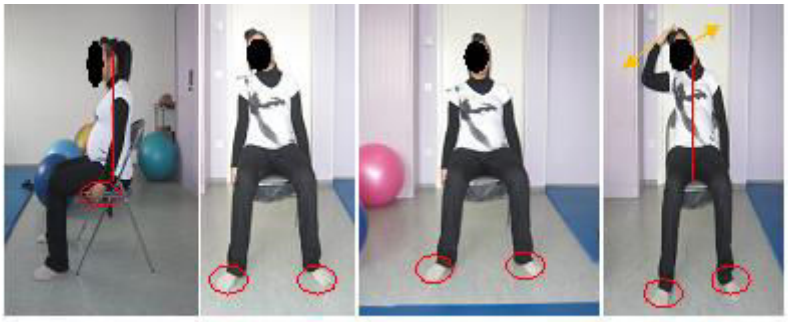
Photo IV.3 : Exercice de mobilisation du cou. Entourées, la position des mains et des pieds, importante pour la sécurité, le trait pour l'alignement segmentaire et la flèche en jaune pour le sens du mouvement.

Les principaux exercices d'étirements 15 min *(5 exercices)*

Réaliser chaque exercice 10 fois pendant 90 s environ pour chaque côté et à la fin maintenir chaque position d'étirement pour 20 s en expirant (plusieurs cycles respiratoires possibles).

- Inclinaison de la tête '*Muscle mastoïde et la partie supérieure du trapézoïde' :* De la position assise, les jambes écartées de la largeur du bassin. Incliner le cou sur une côté et appuyer avec une main sur le même côté de la tête pour l'incliner du côté opposé (Photo IV.4).

Nb : Au début de cet exercice, il faut bien relâcher les muscles du cou et appliquer une force légère de la main sur la tête puis faire une résistance par la tête contre la force produite par la main avant d'appuyer à nouveau sans effort du cou pour bien sentir l'étirement des muscles du cou (technique du contracté – relâché).



Photos IV.4 : Exercice d'étirement du mastoïde et de la partie supérieure du trapézoïde : Entourées, la position des mains, importantes pour la sécurité, et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes indiquent le sens du mouvement.

- Adducteurs des épaules '*Muscles deltoïde et trapézoïde' :* De la position debout, les jambes écartées de la largeur du bassin. À l'aide de la main, tirer sur le bras au niveau du coude pour le rapprocher de l'épaule opposée (Photo IV.5).

Nb : Au début de cet exercice, il faut bien relâcher les muscles du bras exercer et appliquer une force avec la main contre le bras puis il faut essayer de faire une résistance par le bras contre la force produisant par la main pour bien sentir l'étirement des muscles de l'épaule (technique du contracté – relâché).



Photo IV.5 : Exercice d'étirement du deltoïde et du trapézoïde : Entourées, la position des pieds, importantes pour l'équilibre et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes représentent le sens du mouvement.

- Inclination du tronc '*les obliques'* : De la position assis sur le ballon, les jambes bien écartées, la tête bien dans l'alignement du tronc, le tronc bien tendu et les bras sur les côtés du tronc mains en direction du sol. Pencher le tronc sur un côté sans tourner les épaules ni se pencher vers l'avant (Photos IV.6).

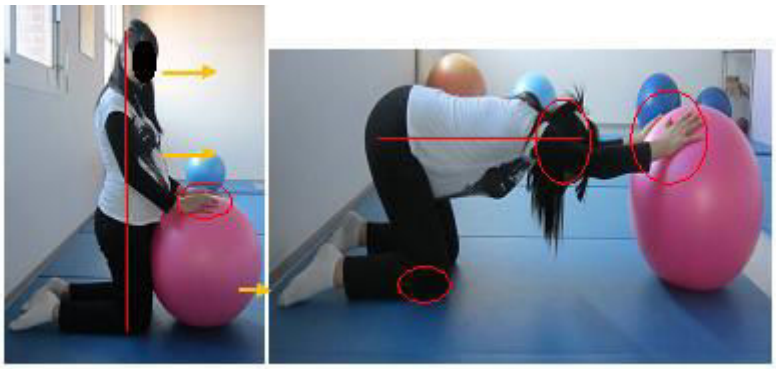
Nb : Le sujet doit prendre une inspiration profonde avant de pencher le tronc et doit vider les poumons quand il penche le tronc sur le côté. Les premières réalisations de cet exercice sont avec une personne derrière en parade et avec des tapis au sol pour réduire au maximum les risques de chute et les conséquences potentiels.



Photos IV.6 : Exercice d'étirement des obliques: Entourées, les positions des mains et des pieds, importantes pour l'équilibre et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes représentent le sens du mouvement.

- Etirement du dos '*les érecteurs spinaux, le grand dorsale et le trapézoïde'* : De la position à genoux, le ballon directement devant le corps, le dos bien tendu, les deux mais écartées de la largeur de la poitrine et placées sur le ballon. Pousser le ballon vers l'avant pour essayer d'avoir une position où le tronc et les bras deviennent parallèles avec le sol puis revenir à la position de départ (Photos IV.7).

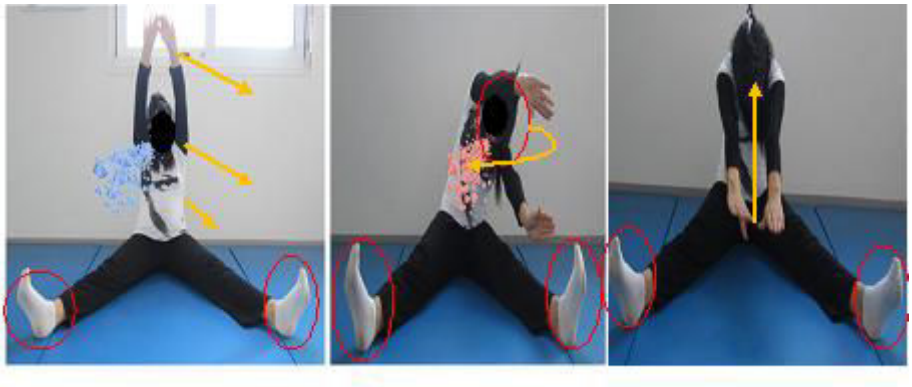
Nb : En pratiquant cet exercice, le sujet doit se concentrer sur l'étirement des muscles du dos et des épaules. Lorsque le tronc et les bras deviennent parallèles avec le sol, la tête doit bien se placer au milieu de deux bras, les oreilles au niveau des bras et le visage face au sol, pour éviter la pression sur le cou. De plus, il ne faut pas déplacer les mains sur le ballon ni les genoux sur le sol jusqu'à la fin de l'exercice, pour éviter le risque de perte l'équilibre.



Photos IV.7 : Exercice d'étirement des érecteurs spinaux, du grand dorsale et du trapézoïde: Entourées, la position des mains, de la tête et des genoux, importantes pour l'équilibre et la sécurité, matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes représentent le sens du mouvement.

- Flexion et inclination du tronc de la position assise, les jambes écartées et tendues, *'le muscle grand adducteur, le muscle petit adducteur, le biceps crural et le demi-tendineux, les obliques'* : De la position assis sur un tapis, les jambes tendues et écartées, les chevilles fléchis le dos droit. Lever les bras, tendus vers le haut (au-dessus de la tête) en prenant une inspiration, puis flexion du tronc (approcher les épaules du sol entre les jambes) ou inclinaison (approcher une épaule du genou du même côté), puis revenir à la position de départ (Photos IV.8).

Nb : En pratiquant cet exercice, il faut bien garder la tête au milieu des bras. De plus, le sujet doit prendre une inspiration profonde quand il lève les deux bras au-dessus de la tête et vider les poumons quand il commence à fléchir le tronc ou pencher le tronc sur une côté.



Photos IV.8 : Exercice d'étirement des muscles grand adducteur, muscle petit adducteur, biceps crural, demi-tendineux et obliques. Entourées, la position des chevilles, importantes pour bien étirer les muscles des jambes. Les flèches jaunes représentent le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Extension du genou *'le quadriceps'* : De la position debout, les jambes écartées et l'une derrière l'autre, les orteils vers l'avant, partir des genoux légèrement fléchis, une main tient le poignet pour garder l'équilibre tout au long de l'exercice, l'autre main sur le bassin, fléchir le genou de la jambe située en avant, pour s'accroupir puis remonter la jambe arrière est bien tendue (Photos IV.9).

Nb : Le dos bien droit, le poids de corps également reparti sur les deux jambes.

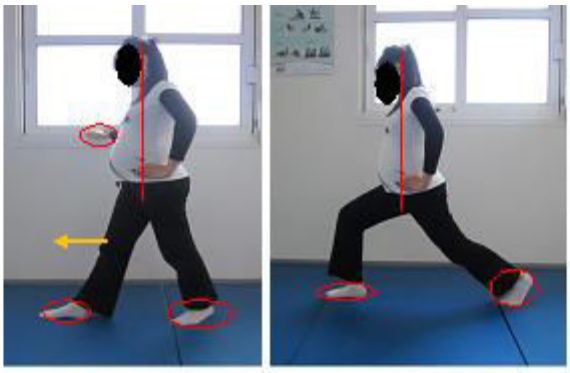


Photo IV.9 : Exercice de renforcement du quadriceps et d'étirement des flechisseurs de hanche : Entourées, la position des pieds et des mains, importantes pour l'équilibre et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes représentent le sens du mouvement.

Les principaux exercices de renforcement musculaire *(20 min)*

Lors de cette partie de notre programme, les participantes réaliseront les exercices avec une intensité variée et d'une manière individuelle, selon leur capacité. L'intensité des exercices de renforcement musculaire est déterminée par la participantes elle-même, 1-2 ou 3 séries pour chaque exercice. En revanche, pour les exercices pratiqués avec les haltères, il faut augmenter le poids des haltères progressivement (0,5 kg pour la première série 1kg pour la deuxième et 2 kg pour la troisième). La période de récupération entre les séries, pour tous les exercices, est ≤ 2 min où la participante marchera lentement dans la salle en continuer à inspirer par le nez et expirer par la bouche. Pendant ce temps, nous pouvons faire le test de conversation avec elle pour s'assurer qu'elles ont bien estimé leur capacité à continuer l'exercice pour la série suivante ou non. Si elles arrivent à tenir la conversation pendant la période de récupération, elle pourra réaliser la 3e série par contre, si elle ne peut pas tenir la conversation, ou estime que la série a déjà été difficile, alors il faut arrêter d'augmenter l'intensité des exercices pour la série suivante.

Ensuite, nous allons alternativement faire travailler les groupes musculaires situés en haut du corps et en bas du corps pour permettre une récupération de l'un pendant que l'autre travail. Par contre, pour simplifier la présentation, nous commencerons par la tête jusqu'aux jambes. Le nombre de répétitions de chaque exercice est de 8 à 12 répétitions, la période de récupération entre les exercices étant ≤ 2 min (Kraemer *et al.* 2002).

- Extension de l'avant-bras sur le bras *'le triceps brachiale'* : De la position debout, les jambes bien écartées, les genoux légèrement fléchis, le dos bien droit, les haltères dans les mains. Lever les bras vers le haut, au-dessous de la tête, les coudes toujours à côté de la tête. Descendre ensuite les haltères derrière le cou puis monter les vers le haut, au-dessus de la tête (Photo IV.10).

Nb : Quand le sujet prend les haltères sur le sol, il doit s'accroupir très proche des haltères, le dos bien droit. Ensuite, il doit pousser avec les jambes et les mains sur les cuisses pour se relever. Insister sur l'expiration lors de la phase de poussée vers le haut et l'importance de ne pas creuser le bas du dos (lordose). Inspiration en fléchissant les coudes et expiration lors de l'extension.



Photo IV.10 : Exercice de renforcement du triceps brachial : Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Abduction du membre supérieur *'les deltoïdes'* : De la position debout, les jambes écartées de la largeur des épaules, les genoux et les coudes légèrement fléchis, les haltères dans les mains, lever les bras alternativement vers l'avant et sur les côtés pour amener les mains, bras tendus, au niveau des épaules (Photos IV.11).

Nb : Cet exercice peut s'effectuer soit sur le côté, soit vers l'avant et soit les deux ensembles soit les bras alternativement, mais il faut toujours garder le dos bien droit et inspirer à la montée et expirer à la descente.



Photo IV.11: Exercice de renforcement des deltoïdes : Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Flexion des coudes *'le biceps'* : De la position debout, les pieds écartés de la largeur des épaules, les genoux légèrement fléchis, les bras sont bien tendus à côté du tronc et les haltères dans les mains. Rapprocher l'avant-bras vers le bras en fléchissant le coude (Photo IV.12).

Nb : En pratiquant cet exercice, il faut toujours garder les coudes collés au tronc. Il peut se réaliser en alternant les deux bras de préférence ou simultanément. Expiration en fléchissant les coudes et inspiration pendant l'extension pour le mouvement synchrone.

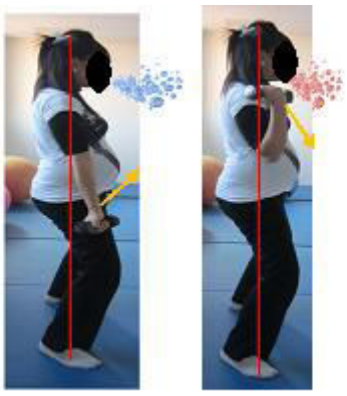


Photo IV.12 : Exercice de renforcement du biceps : Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Flexion des épaules *'les pectoraux'*: De la position assis sur le tapis, le ballon derrière le dos, collé contre le mur, « le dos pousse contre le ballon », les pieds sur le sol, les genoux fléchis et écartés pour assurer la stabilité, les haltères dans les mains, les bras sont levés au niveau des épaules et les coudes légèrement fléchis. Lever les bras au-dessus de la poitrine puis les descendre au niveau des épaules (Photo IV.13).

Nb : Le sujet doit garder une légère flexion des coudes tout au long de l'exercice. Inspiration lors de la phase de descente (ou écarté) en expiration à la montée (ou rapprochement des altères).



Photo IV.13 : Exercice de renforcement des pectoraux : Entourée la position de la tête sur le ballon, importante pour la sécurité et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Extension du tronc *'le grand dorsal, le long dorsal et l'érecteur spinale lombaire'* : A genoux devant le ballon, les genoux bien écartés, placer les deux mains sur les côtés du ballon, placer la poitrine sur le ballon. Lever la tête et les épaules le plus haut possible puis les descendre sur le ballon (Photo IV.14).

Nb : En pratiquant cet exercice le sujet doit lever la tête et les épaules sans l'aide des bras pour bien travailler les muscles du bas du dos. Expiration en levant la tête et les épaules (photo de droite) et inspiration à la descendante (enroulement du ballon, photo de gauche).



Photo IV.14 : Exercice de renforcement du grand dorsal, du long dorsal et de l'érecteur spinal lombaire : Entourées, la position de la tête et des mains sur le ballon, importantes pour la sécurité. Les flèches pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Flexion des coudes pour faire travailler la partie supérieure du dos et les épaules '*l'érecteur spinale dorsale et le trapézoïde, le grand dorsal, le deltoïde'*: De la position debout les pieds écartés de la largeur de bassin, les orteils sont orientés vers l'avant, les genoux légèrement fléchis, le tronc penché légèrement vers l'avant et les haltères dans les mains en face des cuisses. Lever les haltères au niveau de la poitrine en fléchissant les coudes puis descendez-les verticalement en direction du sol (Photo IV.15).

Nb : Le sujet doit toujours garder la tête bien droite en regardant vers l'avant. Inspiration en fléchissant les coudes et expiration à l'extension.



Photo IV.15 : Exercice de renforcement de l'érecteur spinale dorsal et du trapézoïde, du grand dorsal, du deltoïde: Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- ½ flexion du tronc et ½ accroupi *'le grand dorsale, le long dorsale, l'érecteur spinale lombaire et les fessiers'* : De la position debout les pieds écartés de la largeur de bassin, les orteils orientés vers l'avant et les bras ballant sont relâchés à côté du tronc, les haltères dans les mains. Pousser les fessiers vers l'arrière en penchant légèrement le tronc vers l'avant pour être demi accroupi puis revenir à la position de départ (Photo IV.16).

Nb : En pratiquant cet exercice le sujet doit toujours garder les genoux au-dessus des appuis et les épaules bien droites. Expiration en montant et inspiration en descendant.



Photo IV.16 : Exercice de renforcement du grand dorsal, du long dorsal, de l'érecteur spinale lombaire et des fessiers: Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Les abdominaux *'les grands droits et les petits obliques'* : De la position assis sur le tapis, le ballon derrière le dos « le dos pousse bien contre le ballon », les pieds sur le sol bien écartés, les genoux bien fléchis, les doigts sont posés autour des oreilles derrière la tête. Décoller au moins les épaules du ballon (Photo IV.17).

Nb : Il ne faut pas pousser avec les mains sur la tête et/ou sur le cou mais il faut faire cet exercice en levant la poitrine. Expiration en levant la poitrine et inspiration à la descendante sur le ballon.

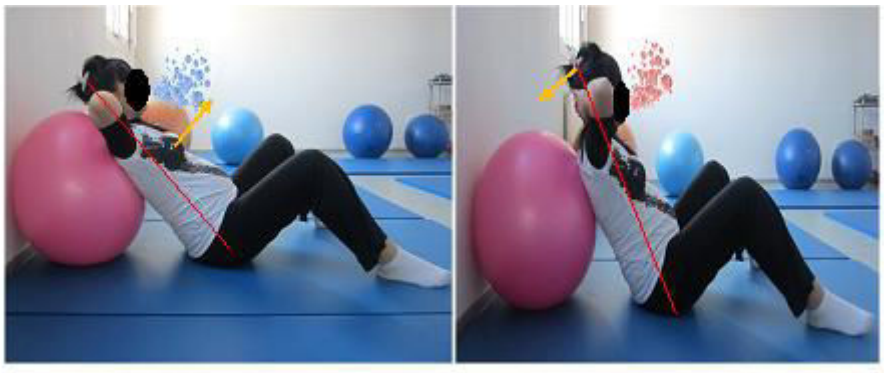


Photo IV.17: Exercice de renforcement des grands droits et des petites obliques : Matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Extension des hanches *'les fessiers'* : A genoux devant le ballon, les genoux bien écartés, placer la poitrine sur le ballon les mains sur le sol à côté du ballon. Lever la jambe vers le haut, au niveau du tronc, en gardant le genou fléchi à 90° puis descendre la jambe vers le sol (Photo IV.18).

Nb : En pratiquant cet exercice le poids de corps est positionné sur la jambe qui est sur le sol et le dos est toujours stable. Expiration en extension la hanche (Figure de droite) et à la flexion (Figure de gauche).

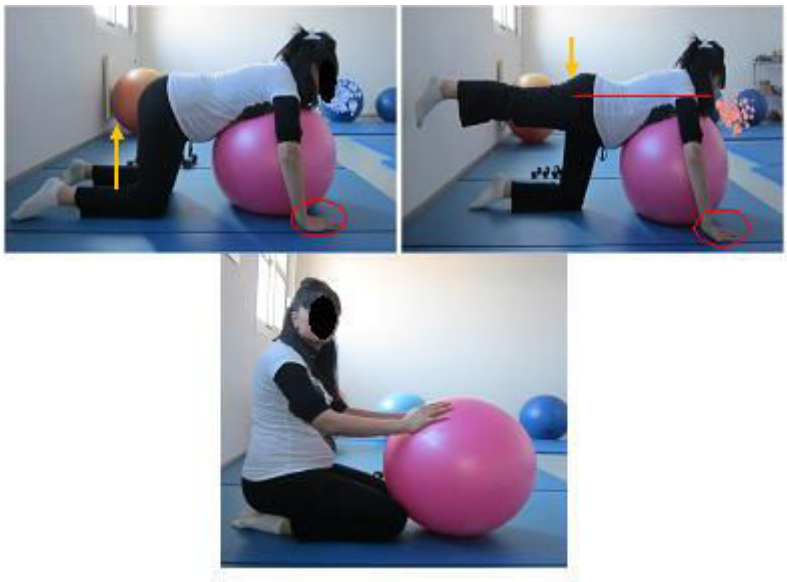


Photo IV.18 : Exercice de renforcement des fessiers : Entourée, la position des mains, importante pour l'équilibre et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. La dernière photo présente la position que la participante doit prendre après chaque série pour récupérer. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Extension des genoux *'le quadriceps, le petit adducteur, le grand adducteur et le droit interne'* : De la position debout, les jambes bien écartées, les genoux légèrement fléchis, les pieds en 'V' et les haltères dans les mains à côté des hanches, s'accroupir en gardant le dos droit et les genoux au-dessus des pieds (1/3 de squat, seule la partie inférieure (postérieure) de la cuisse va jusqu'à la position horizontale (Photo IV.19).

Nb : En pratiquant cet exercice le sujet doit prendre une inspiration profonde avant de s'accroupir en soufflant et inspirer à la remontée.



Photo IV.19: Exercice de renforcement des quadriceps, du petit adducteur, du grand adducteur et du droit interne : Entourées, les positions des pieds, importantes pour bien travailler les muscles et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

- Extension des genoux *'le quadriceps'* : De la position debout, les jambes écartées et l'une derrière l'autre les orteils, vers l'avant, partir des genoux légèrement fléchis, les haltères dans les mains à côté des hanches, bras relâchés, fléchir les genoux pour s'accroupir puis remonter (Photo IV.20).

Nb : Le dos doit être bien droit, le poids du corps également reparti sur les deux jambes. Si possible, mettre une latte au-dessous des talons pour les surélever légèrement. Inspiration en fléchissant les genoux et expiration à la montée.

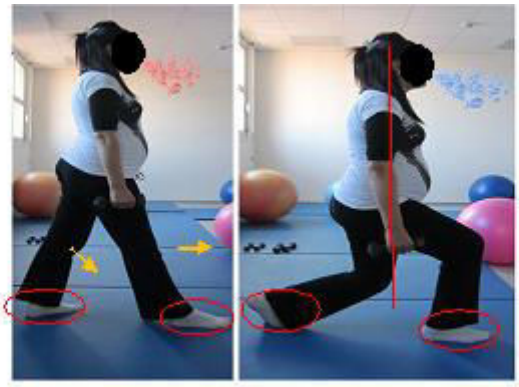


Photo IV.20: Exercice de renforcement du quadriceps : Entourées, la position des pieds, importantes pour l'équilibre et matérialisé par un trait, l'alignement segmentaire. Les flèches jaunes pour le sens du mouvement. Les boules bleues pour l'inspiration et les boules rouges pour l'expiration.

'Récupération' : marche, inspiration et relaxation *(15 min)*

Elle était composée d'exercice respiratoire de marche (5 à 7 min) puis d'exercice respiratoire statique (2 à 3 min). Enfin, des exercices plus spécifiques s'apparentant à de la relaxation (10 min) étaient réalisés dans la logique du principe du 1er cycle du training autogène de Schultz & Luthe (1959) avec notamment une centration de son attention sur des phases successives de contraction et de relâchement musculaire, sur différentes zones corporelles, en y associant un contrôle respiratoire raisonné, le tout en position allongée, de sur-repos si préférée par la participante.

- Marcher dans la salle de forme rectangulaire et à vitesse spontanée 5 min.
- Exercices inspiratoires (2 min): En position assise sur une chaise, les jambes bien écartés les mains sur les genoux. Inspirer très fort puis essayer d'expirer lentement et au maximum pour bien vider les poumons. Dos bien droit, fermer les yeux, si possible et si c'est confortable, et se concentrer sur sa respiration. Compter durant le cycle respiratoire

pour avoir une expiration qui dure au moins le double de temps de la phase inspiratoire (Photo IV.21).



Photo IV.21: Une des positions (assise) pour les exercices respiratoires.

- La relaxation, cet exercice est accompagné par une musique de relaxation (8/10 min) :

  - Installez-vous dans une position sur un côté avec un coussin sous le genou et sous la tête en veillant à bien aligner votre nuque dans le prolongement de votre colonne vertébrale (Photo IV.22).
  - Fermez les yeux.
  - Continuez à inspirer en profondeur, lentement, sans forcer.
  - Libérez votre esprit, mettez vos pensées de côté et concentrez-vous sur la respiration et la position des segments.

  Les participantes doivent contracter/relâcher successivement un groupe musculaire sur plusieurs inspirations et expirations complètes.

  - Étirez les pieds vers le haut et vers le côté puis relâchez- les.
  - Serez les jambes puis relâchez- les.
  - Contractez les fessiers puis relâchez- les.
  - Étirez le dos, cambrez-le puis relâchez-le.
  - Contractez les épaules puis relâchez-les.
  - Tendez les bras puis relâchez-les. Les mains flasques et les doigts relâchés.
  - Avalez votre salive pour dénouer le nœud de la gorge. Laissez se détendre vos lèvres, vos joues, les ailes du nez et vos paupières qui sont fermées sans crispations.



Photo IV.22: Une des positions du corps pendant les exercices de relaxation.

Lorsque vous souhaitez interrompre cet exercice, faites plusieurs respirations profondes, redressez-vous lentement en position de quatre pattes (Photo IV.23), baillez et étirez-vous longuement en reculant vers l'arrière, pour étirer le dos (Photo IV.23), avant de vous redresser lentement en position assise puis de vous relever, compter 5 secondes minimum pour le temps de se relever. L'intervenant doit alors être très vigilant pour rattraper si nécessaire la participante qui pourrait éventuellement avoir des étourdissements (mauvaise adaptation de la tension sanguine).



Photo IV.23: Position d'étirement à la fin de l'exercice de relaxation.

Annexe 5

Publications et communications

Doya, R., Pinti, A., Lenne, B., Garnier, C., Toumi, H., Watelain, E. (2013). Therapeutic gymnastic: Effects on the quality of life at two months in postpartum period. *IWBBIO*, Granada espagne, Isbn gr 489/2013, 259-262.

Doya, R., Watelain, E., Boudet, S., Toumi, H., Pinti, A. (2013). Une activité physique adaptée durant la grossesse est-elle bénéfique sur les douleurs lombaires et l'exécution du coup droit au Tennis? *ACAPS Grenoble France*, 223-224.

Doya, R., Pinti, A., Bouder, S., Garnier, C., Toumi, H., Watelain, E. (2013) Is there benefits of physical activities centered on the trunk for pregnant women? *en soumission.*

Doya R, A Pinti, A Bourrelly, S Boudet & E Watelain, 2014

Is the kinematic of the trunk during the forehand in tennis still disrupted in women at one year of postpartum? 39e Congrès de la Société de Biomécanique, *en soumission.*

Contribution à l'étude des effets d'un programme d'activités physiques adaptées durant la grossesse chez la femme

La grossesse chez la femme peut avoir des répercussions sur la santé physique (SP), la qualité de la vie (QV), et conduire à certaines limitations lors des activités de la vie quotidiennes (AVQ).

Dans un premier temps, nous confirmons la fréquence assez élevée des douleurs chez la femme sédentaire durant la grossesse. Ces douleurs sont associées à une diminution de la QV et de la SP conduisant à des effets défavorables voire risqués sur la réalisation de certaines AVQ telle que la traversée d'une rue. En post-partum (PP), ces douleurs ont perduré avec toujours un effet négatif sur la QV et la SP. *Dans un deuxième temps*, nous abordons l'association entre les douleurs et un changement de la motricité sportive en PP. Ces effets négatifs de la grossesse menacent la vie sportive de la femme restée sédentaire durant la grossesse. Ainsi, elle ne réalise plus le geste du coup droit au tennis, utilisé comme paradigme, de la même manière. *Dans un troisième temps,* nous proposons un programme de renforcement musculaire centré sur le tronc pour contribuer à contrecarrer les effets négatifs. Les effets de ce programme semblent prometteurs et globalement plus importants que ceux des autres programmes de la littérature. Les femmes actives durant la grossesse ont une intensité nettement plus faible de douleurs, leur permettant de préserver une meilleure SP et une meilleur QV, conduisant à plus de facilité et moins de prise de risque lors de cette même tâche de traversée de rue. Le maintien de l'effet de notre programme est également mise en évidence en PP avec toujours une intensité des douleurs plus faible et une bonne QV et SP. Le geste technique de tennis (coup droit) en PP montre que les femmes sportives et actives durant la grossesse réalisent ce geste, de la même manière que sans grossesse. *Enfin*, nous avons montré que les effets de la grossesse sont peu différents chez les femmes sportives ou non lorsqu'il s'agit d'une grossesse sédentaire. De même, les effets de notre programme, durant la grossesse, sont globalement similaires sur des femmes déjà sportives ou non.

Mots clés : Grossesse, activité physique, tronc, coup droit au tennis, douleur, qualité de vie, traversée de rue.

Contribution to the study of the effects of a program of adapted physical activity during pregnancy in women

The pregnancy in women can affect physical health (PH), quality of life (QoL), and lead to some limitations in activities of daily life (ADL). Firstly, we confirm the high frequency of pain in sedentary women during pregnancy. These pains associated with a decrease in PH and in QoL leading to adverse effects or risks in the achievement of some ADL such as crossing a street. In post-partum (PP) period, these pains persisted with always a negative effect on the QoL and PH. Secondly, we consider the association between pain and changes in motor function in a sportive gestural in women in PP period. These negative effects of pregnancy threaten the sporting life of the woman which remained sedentary during pregnancy. Thus, she does not realize the forehand in tennis, used as a paradigm, in the same manner. Thirdly, we propose a strengthening general program centered on the trunk to help counteract the negative effects. The effects of this program are promising and generally more important than those of other programs in the literature. Active women during pregnancy have a significantly lower intensity of pain, enabling them to preserve a better PH and a better QoL, leading to more ease and less risk-taking during this same task crossing street. Maintaining the effect of our program is also evidence in PP, always with lower pain intensity and a better QoL and PH. The technical gesture in tennis (the forehand) in PP shows that the sportive and active women during pregnancy realize this gesture, in the same manner as without pregnancy. Finally, we showed that the effects of pregnancy are only slightly different in sportive or non-sportive women when it is a sedentary pregnancy. Similarly, the effects of our program, during pregnancy, are overall similar in women already sportive or not.

Keywords: Pregnancy, physical activities, trunk, forehand in tennis, pain, quality of life, crossing a street.