

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE FRERES MENTOURI CONSTANTINE 1  
INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION ET DES TECHNOLOGIES  
AGRO-ALIMENTAIRES  
(INATAA)**

N° d'ordre :

N° de série :

**THESE**

**PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT TROISIEME CYCLE**

**SPECIALITE : SCIENCES ALIMENTAIRES**

**Option : Nutrition**

Présentée par

**TEBBANI Fouzia**

**GAIN DE POIDS AU COURS DE LA GROSSESSE :  
IMPACTS SUR LA SANTE DE LA MERE ET DE  
L'ENFANT**

**Soutenu le : 07/11/2018**

**Devant le Jury :**

Président	AGLI A.	Pr.	INATAA, Univ. Frères Mentouri Constantine 1
Rapporteur	OULAMARA H.	Pr.	INATAA, Univ. Frères Mentouri Constantine 1
Examineurs	BENCHABANE A.	Pr.	Ecole Nationale Supérieure Agronomique
	ROULA D.	Pr.	FSM, Univ. Salah Boubnider Constantine 3
	TALEB S.	MCA.	ISN, Université de Tebessa

## ***Je dédis ce travail***

*A mon père*

*Papa, grâce à ta sagesse et à ta qualité d'homme modèle, tu as cultivé en nous le sens du respect, de l'honneur, de la dignité, de l'amour et de l'endurance dans le travail. Ton souci a toujours été de nous inculquer l'amour du travail bien fait et le sens du devoir. Merci de m'avoir toujours soutenu et « supporté » pendant ce travail et pendant toutes ces années d'études. Je ne serais pas là aujourd'hui sans ton aide et tes encouragements. Trouves ici cher père la récompense de tes immenses sacrifices. Puisse ce travail être le fruit de tes conseils, de ton estime et de ta confiance. Je te souhaite une longue vie.  
Merci papa de croire en moi.*

*A ma mère,*

*Maman, aucune dédicace, aucun mot ne saurait exprimer tout le respect, toute l'affection et tout l'amour que je te porte. Merci de m'avoir soutenu et aidé à surmonter tous les imprévus de la vie. Que ce travail, qui représente le couronnement de tes sacrifices généreusement consentis, de tes encouragements incessants et de ta patience, soit mon immense gratitude et mon éternelle reconnaissance qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera à la hauteur de tes sacrifices et tes prières pour moi. Je prie Dieu, le tout puissant, de te protéger et de te procurer santé, bonheur et longue vie.  
Merci Maman de croire en moi.*

*A mes sœurs : Amel et Nawel,*

*Merci d'être pour moi non seulement des sœurs, des amies, mais aussi et surtout des confidentes. Vous m'avez permis de travailler avec beaucoup de fierté et d'amour. Recevez à travers ce modeste travail qui est du reste le votre tous mes sentiments de fraternité.*

*A mes frères : Fayçal et Alla eddine,*

*Vous êtes à mes côtés quand j'ai besoin de vous.*

*A mon petit cher frère Akram que j'adore*

*Pour ta présence constante à mes côtés, tu m'as soutenu dans les moments les plus difficiles. Je te souhaite de réussir dans tes études et de t'épanouir dans ton futur métier.*

*A la mémoire de mes grands parents,*

*Pour avoir été là pour moi. J'espère que vous êtes fiers de moi aujourd'hui.*

*A mon oncle, Dahmane*

*Merci pour tout ce que tu as fait pour moi. Trouves ici toute ma reconnaissance et mon profond respect.*

*A tous ceux qui me connaissent, qui me sont chers, et que je n'ai pas pu nommer ici car vous êtes si nombreux, avec qui j'ai partagé des moments de joie et de peine, MERCI à tous du fond du cœur.*

## **REMERCEMENTS**

Je remercie

Dieu le tout puissant, le très miséricordieux et à son prophète (paix et salut sur lui) ; pour m'avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience de mener à bien ce travail. Et qui m'a éclairé les chemins par la lumière de son immense.

Je remercie Pr. OULAMARA H

Ma directrice de thèse pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que pour ses conseils avisés et le soutien durant l'élaboration de cette thèse.

Je remercie

Le Pr. AGLI A, pour l'honneur qu'il me fait en acceptant de présider mon jury de thèse, pour ses conseils et son soutien moral.

Le Pr. BENCHABANE A, le Pr. ROULA D et le MCA. TALEB S : Nous vous sommes très reconnaissantes de l'honneur que vous nous faites de bien vouloir porter de l'intérêt à ce travail et d'avoir accepté de le juger. Votre jugement améliorera la qualité de ce travail. Veuillez recevoir nos vifs remerciements et notre considération très respectueuse.

Je tiens à remercier

Le laboratoire de recherche LNTA et l'INATAA et particulièrement le Directeur de l'institut le Pr. BOUDJELLAL A.

Je tiens à manifester toute ma gratitude

Aux Directeurs des structures hospitalières et sanitaires, aux personnels de santé et à toutes les femmes enceintes qui ont porté de l'intérêt à mon étude et ont participé à l'enquête.

Et pour finir

Je tiens à remercier toutes les personnes que j'ai dû oublier, toutes personnes ayant contribué de pré ou de loin pour la réalisation de ce travail.

## SOMMAIRE

	<b>Page</b>
LISTE DES FIGURES.....	7
LISTE DES TABLEAUX.....	9
LISTE DES ABREVIATIONS.....	11
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>13</b>
<b>SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE I. PHYSIOLOGIE DE LA GROSSESSE.....</b>	<b>19</b>
I. 1. MODIFICATIONS PHYSIOLOGIQUES DE LA GROSSESSE.....	19
I. 2. METABOLISMES ET GROSSESSE.....	20
I. 2. 1. Métabolisme énergétique.....	20
I. 2. 2. Métabolisme glucidique.....	20
I. 2. 2. 1. Utilisation du glucose et sécrétion d'insuline.....	21
I. 2. 2. 2. Production hépatique du glucose.....	21
I. 2. 2. 3. Utilisation oxydative du glucose.....	21
I. 2. 3. Métabolisme Lipidique.....	21
I. 2. 3. 1. Phase anabolique.....	22
I. 2. 3. 2. Phase catabolique.....	22
I. 2. 4. Métabolisme Protéique.....	22
I. 2. 5. Métabolisme des micronutriments.....	23
<b>CHAPITRE II. ALIMENTATION ET BESOINS NUTRITIONNELS DE LA FEMME ENCEINTE.....</b>	<b>24</b>
II. 1. BESOINS NUTRITIONNELS.....	24
II. 1. 1. Besoins énergétiques.....	24
II. 1. 2. Besoins en macronutriments.....	26
II. 1. 2. 1. Protéines.....	26
II. 1. 2. 2. Glucides.....	27
II. 1. 2. 3. Lipides.....	29
II. 1. 3. Besoins en micronutriments.....	31
II. 1. 3. 1. Besoins en vitamines.....	31
II. 1. 3. 2. Besoins en minéraux et oligoéléments.....	35
II. 1. 4. Besoins hydriques.....	41

II. 2. RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES.....	42
II. 2. 1. Equilibre alimentaire.....	42
II. 2. 2. Activité physique.....	43
<b>CHAPITRE III. GAIN DE POIDS AU COURS DE LA GROSSESSE.....</b>	<b>44</b>
III. 1. HISTORIQUE.....	44
III. 2. GAIN DE POIDS AU COURS DE LA GROSSESSE.....	45
III. 2. 1. Répartition et composition du gain de poids gestationnel.....	45
III. 2. 2. Recommandations et évolution du gain de poids gestationnel.....	47
III. 2. 3. Suivi du gain de poids pendant la grossesse.....	48
III. 2. 3. 1. Gain de poids pendant le premier trimestre.....	49
III. 2. 3. 2. Gain de poids pendant les deuxième et troisième trimestres.....	49
III. 3. FACTEURS INFLUANT SUR LE GAIN DE POIDS PENDANT LA GROSSESSE.....	49
III. 3. 1. Age.....	49
III. 3. 2. Parité.....	50
III. 3. 3. Indice de Masse Corporelle avant grossesse.....	50
III. 3. 4. Facteurs socio-économiques.....	51
III. 3. 5. Changements des comportements alimentaires.....	52
III. 3. 6. Apports alimentaires.....	53
III. 3. 7. Diminution de l'activité physique.....	54
III. 3. 8. Facteurs psychologiques et environnementaux.....	55
III. 3. 9. Nausées et vomissements.....	55
III. 4. COMPLICATIONS LIEES AU GAIN DE POIDS GESTATIONNEL.....	56
III. 4. 1. Complications maternelles.....	56
III. 4. 1. 1. Hypertension artérielle.....	56
III. 4. 1. 2. Diabète gestationnel.....	58
III. 4. 1. 3. Anémie.....	59
III. 4. 1. 4. Surpoids et obésité à long terme.....	60
III. 4. 2. Complications fœtales et néonatales.....	61
III. 4. 2. 1. Malformations fœtales.....	61
III. 4. 2. 2. Retard de croissance intra utérin.....	61
III. 4. 2. 3. Macrosomie.....	62
III. 4. 2. 4. Petit poids de naissance.....	63
III. 4. 2. 5. Complications pour l'enfant à long terme.....	63
III. 4. 3. Complications obstétricales.....	64
III. 4. 3. 1. Prématurité.....	64

III. 4. 3. 2. Dépassement de terme.....	65
III. 4. 3. 3. Déclenchement du travail.....	65
III. 4. 3. 4. Dystocie et durée de travail.....	65
III. 4. 3. 5. Extractions instrumentales.....	66
III. 4. 3. 6. Césarienne.....	66
<b>METHODOLOGIE.....</b>	<b>67</b>
1. TYPE ET DUREE D’ETUDE.....	68
2. POPULATION D’ETUDE.....	68
2. 1. Critères d’inclusion et d’exclusion.....	68
2. 2. Taille de l’échantillon.....	69
3. LIEU D’ETUDE.....	72
4. PRE-ENQUETE.....	73
5. DEROULEMENT DE L’ENQUETE.....	74
6. DONNEES RECUELLIES.....	75
6. 1. Identification des femmes enceintes.....	76
6. 2. Mesures anthropométriques de la femme enceinte.....	76
6. 2. 1. Poids avant grossesse.....	76
6. 2. 2. Taille.....	77
6. 2. 3. Indice de Masse Corporelle.....	77
6. 2. 4. Gain de poids au cours de la grossesse.....	78
6. 3. Facteurs socio-économiques.....	79
6. 3. 1. Niveaux d’instruction des femmes.....	79
6. 3. 2. Niveau de vie.....	79
6. 4. Grossesse.....	81
6. 4. 1. Parité.....	81
6. 4. 2. Signes sympathiques.....	81
6. 4. 3. Connaissances des femmes enceintes.....	81
6. 4. 4. Poids de naissance de la femme enceinte.....	82
6. 5. Habitudes et consommations alimentaires.....	82
6. 5. 1. Habitudes et comportements alimentaires.....	82
6. 5. 2. Consommation alimentaire.....	83
6. 5. 2. 1. Enregistrement alimentaire de 3 jours.....	83
6. 5. 2. 2. Diversification alimentaire.....	84
6. 6. Activité physique, sédentarité et sommeil.....	85
6. 7. Facteurs psychologiques et environnementaux.....	85

6. 8. Complications de la grossesse.....	85
6. 8. 1. Hypertension artérielle.....	85
6. 8. 2. Diabète gestationnel.....	86
6. 8. 3. Anémie gestationnelle.....	86
6. 8. 4. Autres complications.....	86
6. 9. Issues de la grossesse.....	86
6. 9. 1. Age gestationnel et terme grossesse.....	86
6. 9. 2. Mode d'accouchement.....	87
6. 9. 3. Poids de naissance du nouveau-né.....	87
7. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES.....	87
8. CONSIDERATIONS ETHIQUES.....	88
9. DIFFICULTES RENCONTREES.....	89
<b>RESULTATS.....</b>	<b>90</b>
I. POPULATION D'ETUDE.....	91
II. GAIN DE POIDS GESTATIONNEL.....	91
II. 1. Gain de poids total.....	91
II. 2. Gain de poids trimestriel.....	92
III. FACTEURS INFLUENCANT LE GAIN DE POIDS GESTATIONNEL.....	93
III. 1. Age des femmes enceintes.....	93
III. 2. Facteurs socio-économiques.....	94
III. 2. 1. Niveau d'instruction.....	94
III. 2. 2. Niveau de vie.....	95
III. 3. Période pré-gravidique.....	96
III. 3. 1. Poids de naissance de la femme enceinte.....	96
III. 3. 2. Etat pondéral avant grossesse.....	98
III. 4. Période gravidique.....	100
III. 4. 1. Parité.....	100
III. 4. 2. Connaissances des femmes enceintes sur le gain pondéral.....	102
III. 4. 2. 1. Gain de poids gestationnel idéal.....	102
III. 4. 2. 2. Sources d'informations.....	104
III. 4. 3. Signes sympathiques de la grossesse.....	105
III. 5. Comportement alimentaire.....	107
III. 5. 1. Aversions alimentaire au cours de la grossesse.....	107
III. 5. 2. Envies alimentaires au cours de la grossesse.....	109
III. 5. 3. Modifications des habitudes alimentaire au cours de la grossesse.....	112

III. 5. 4. Sauts des repas.....	116
III. 5. 5. Grignotage au cours de la grossesse.....	118
III. 6. Consommation alimentaire.....	122
III. 6. 1. Apports alimentaires.....	122
III. 6. 2. Diversification alimentaire.....	128
III. 7. Activités physiques et sédentaires.....	131
III. 8. Facteurs psychologiques.....	135
IV. COMPLICATIONS DE LA GROSSESSE.....	138
V. ISSUES DE LA GROSSESSE.....	142
V. 1. Terme de grossesse.....	142
V. 2. Mode d'accouchement.....	144
V. 3. Poids de naissance des nouveaux nés.....	146
<b>DISCUSSION.....</b>	<b>149</b>
I. GAIN DE POIDS GESTATIONNEL.....	150
I. 1. Gain de poids gestationnel total.....	150
I. 2. Gain de poids gestationnel trimestriel.....	153
II. FACTEURS INFLUENCANT LE GAIN DE POIDS GESTATIONNEL.....	154
II. 1. Age des femmes.....	155
II. 2. Facteurs socio-économiques.....	155
II. 2. 1. Niveau d'instruction.....	155
II. 2. 2. Niveau de vie.....	157
II. 3. Période pré-gravidique.....	158
II. 3. 1. Poids de naissance de la femme enceinte.....	158
II. 3. 2. Etat pondéral avant grossesse.....	158
II. 4. Période gravidique.....	161
II. 4. 1. Parité.....	161
II. 4. 2. Connaissances des femmes sur le gain de poids gestationnel approprié.....	162
II. 4. 3. Signes sympathiques de la grossesse.....	165
II. 5. Comportement alimentaire.....	166
II. 5. 1. Aversions alimentaires au cours de la grossesse.....	166
II. 5. 2. Envies alimentaires au cours de la grossesse.....	168
II. 5. 3. Modifications des habitudes alimentaires.....	170
II. 5. 4. Sauts des repas.....	171
II. 5. 5. Grignotage.....	172
II. 6. Consommation alimentaire.....	173



II. 6. 1. Apports alimentaires.....	174
II. 6. 2. Diversification alimentaire.....	180
II. 7. Activités physiques et sédentaires .....	182
II. 8. Facteurs psychologiques.....	185
III. COMPLICATIONS DE LA GROSSESSE.....	187
III. 1. Hypertension artérielle.....	187
III. 2. Diabète gestationnelle.....	189
III. 3. Anémie gestationnelle.....	191
III. 4. Œdèmes.....	192
IV. ISSUES DE LA GROSSESSE.....	192
IV. 1. Terme de grossesse.....	192
IV. 2. Mode d'accouchement.....	194
IV. 3. Poids de naissance des nouveau-nés.....	196
V. FORCES DE L'ETUDE.....	198
<b>CONCLUSIONS.....</b>	<b>200</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>205</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>251</b>

## LISTE DES FIGURES

	<b>Pages</b>
<b>Figure 1.</b> Organigramme de l'étude.	71
<b>Figure 2.</b> Distribution des femmes enceintes selon le lieu de visite.	73
<b>Figure 3.</b> Répartition des femmes enceintes par tranche d'âge.	91
<b>Figure 4.</b> Répartition des femmes selon les catégories du gain pondéral gestationnel total.	92
<b>Figure 5.</b> Fréquences de gain pondéral au cours des trois trimestres de grossesse.	93
<b>Figure 6.</b> Gain de poids gestationnel total en fonction de l'âge des femmes enceintes.	94
<b>Figure 7.</b> Gain pondéral gestationnel total en fonction du niveau d'instruction.	94
<b>Figure 8.</b> Gain pondéral gestationnel total selon le niveau de vie des femmes.	95
<b>Figure 9.</b> Gain de poids gestationnel total en fonction du poids à la naissance des femmes.	96
<b>Figure 10.</b> Distribution de l'IMC des femmes avant la grossesse.	98
<b>Figure 11.</b> Gain pondéral gestationnel total en fonction de l'état pondéral pré-grossesse.	99
<b>Figure 12.</b> Gain pondéral gestationnel total en fonction de la parité des femmes.	101
<b>Figure 13.</b> Connaissances des femmes concernant les intervalles de gain pondéral au cours de la grossesse.	103
<b>Figure 14.</b> Sources d'informations des femmes enceintes.	104
<b>Figure 15.</b> Signes sympathiques du 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain de poids total.	106
<b>Figure 16.</b> Signes sympathiques du 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain de poids total.	106
<b>Figure 17.</b> Signes sympathiques du 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain de poids total.	107
<b>Figure 18.</b> Présence de dégoûts alimentaires selon le gain pondéral trimestriel et total.	108
<b>Figure 19.</b> Présence des envies alimentaires selon le gain pondéral trimestriel et total.	111
<b>Figure 20.</b> Présence de modifications alimentaires au 1 <sup>er</sup> trimestre selon le gain pondéral trimestriel et total.	113
<b>Figure 21.</b> Présence de modifications alimentaires au 2 <sup>ème</sup> trimestre selon le gain pondéral trimestriel et total.	114
<b>Figure 22.</b> Fréquences des repas sautés par les femmes au cours des trois trimestres.	116
<b>Figure 23.</b> Fréquences des repas sautés au 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain total.	117

<b>Figure 24.</b> Fréquences des repas sautés au 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain total.	117
<b>Figure 25.</b> Fréquences des repas sautés au 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain total.	118
<b>Figure 26.</b> Grignotage nocturne en fonction du gain pondéral total.	119
<b>Figure 27.</b> Aliments grignotés au cours de la grossesse.	120
<b>Figure 28.</b> Typologie alimentaire des femmes au cours des 3 trimestres de grossesse.	128
<b>Figure 29.</b> Diversification alimentaire du 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.	129
<b>Figure 30.</b> Diversification alimentaire du 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.	130
<b>Figure 31.</b> Diversification alimentaire du 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.	131
<b>Figure 32.</b> Présence de complications au cours de la grossesse.	138
<b>Figure 33.</b> Moments d'apparition des différentes complications lors des trois trimestres de grossesse.	139
<b>Figure 34.</b> Complications du 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.	140
<b>Figure 35.</b> Complications du 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.	141
<b>Figure 36.</b> Complications du 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.	142
<b>Figure 37.</b> Terme de grossesse des femmes selon le gain de poids total.	143
<b>Figure 38.</b> Mode d'accouchement des femmes en fonction du gain de poids total.	145
<b>Figure 39.</b> Poids de naissance des nouveaux-nés en fonction du gain de poids total.	147

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Pages</b>
<b>Tableau 1.</b> Répartition du gain pondéral en fonction de l'âge gestationnel.	46
<b>Tableau 2.</b> Recommandations de gain de poids durant la grossesse de l'Institut Américain de Médecine.	47
<b>Tableau 3.</b> Intervalles de gains de poids recommandés par l'Institut Américain de Médecine en fonction de l'IMC avant la grossesse.	79
<b>Tableau 4.</b> Gain pondéral moyen des femmes enceintes au cours des trois trimestres de grossesse.	92
<b>Tableau 5.</b> Gain de poids gestationnel trimestriel en fonction du poids à la naissance des femmes.	97
<b>Tableau 6.</b> Etat pondéral des femmes avant grossesse.	98
<b>Tableau 7.</b> Gain de poids trimestriel en fonction de l'état pondéral pré-gestationnel.	100
<b>Tableau 8.</b> Gain de poids gestationnel trimestriel en fonction de la parité.	102
<b>Tableau 9.</b> Connaissances des femmes en fonction de leur gain pondéral au cours de la grossesse.	103
<b>Tableau 10.</b> Sources d'informations des femmes enceintes selon le gain pondéral total.	104
<b>Tableau 11.</b> Signes sympathiques ressentis par les femmes pendant la grossesse.	105
<b>Tableau 12.</b> Aliments évités au cours de la grossesse.	108
<b>Tableau 13.</b> Aliments évités au 1 <sup>er</sup> trimestre de grossesse selon le gain pondéral trimestriel et total.	109
<b>Tableau 14.</b> Aliments désirés au cours de la grossesse.	110
<b>Tableau 15.</b> Aliments désirés au 1 <sup>er</sup> trimestre de grossesse selon le gain pondéral trimestriel et total.	111
<b>Tableau 16.</b> Modifications des habitudes alimentaires au cours de la grossesse.	112
<b>Tableau 17.</b> Modifications des habitudes alimentaires au 1 <sup>er</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	113
<b>Tableau 18.</b> Modifications des habitudes alimentaires au 2 <sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	115
<b>Tableau 19.</b> Modifications des habitudes alimentaires au 3 <sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	115

<b>Tableau 20.</b> Grignotage aux trois trimestres selon le gain pondéral trimestriel et total.	119
<b>Tableau 21.</b> Aliments grignotés au 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	121
<b>Tableau 22.</b> Aliments grignotés au 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	121
<b>Tableau 23.</b> Aliments grignotés au 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	122
<b>Tableau 24.</b> Apports quotidiens moyens en énergie et nutriments aux 3 trimestres de grossesse.	124
<b>Tableau 25.</b> Apports énergétiques totaux et en nutriments aux 3 trimestres de grossesse selon les catégories de gain pondéral.	127
<b>Tableau 26.</b> Distribution des femmes selon le score de diversification alimentaire.	128
<b>Tableau 27.</b> Activités physiques et sédentaires des femmes au cours des 3 trimestres.	132
<b>Tableau 28.</b> Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 1 <sup>er</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	133
<b>Tableau 29.</b> Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 2 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	134
<b>Tableau 30.</b> Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 3 <sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.	135
<b>Tableau 31.</b> Caractéristiques psychologiques des femmes pendant les 3 trimestres de grossesse.	135
<b>Tableau 32.</b> Caractéristiques psychologiques des femmes au 1 <sup>er</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	136
<b>Tableau 33.</b> Caractéristiques psychologiques des femmes au 2 <sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	137
<b>Tableau 34.</b> Caractéristiques psychologiques des femmes au 3 <sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.	137
<b>Tableau 35.</b> Complications de la grossesse en fonction du gain de poids total.	140
<b>Tableau 36.</b> Terme de grossesse des femmes en fonction du gain pondéral trimestriel.	144
<b>Tableau 37.</b> Mode d'accouchement en fonction du gain de poids trimestriel.	146
<b>Tableau 38.</b> Poids de naissance des nouveaux nés selon le gain de poids trimestriel.	148

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>ACOG</b>	American College of Obstetricians and Gynecologists
<b>ADN</b>	Acide Désoxyribonucléique
<b>AGE</b>	Acide Gras Essentiel
<b>AGOPO</b>	Association des gynécologues obstétriciens d'Oran
<b>AGPI</b>	Acides Gras Polyinsaturés
<b>ANC</b>	Apports Nutritionnels Conseillés
<b>ARN</b>	Acide Ribonucléique
<b>BMI</b>	Body Mass Index
<b>CDC</b>	Center for Disease Control
<b>CERIN</b>	Centre de Recherche et d'Information Nutritionnelles
<b>CNGOF</b>	Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français
<b>DDR</b>	Date des Dernières Règles
<b>DG</b>	Diabète Gestationnel
<b>EHS</b>	Etablissement Hospitalier Spécialisé
<b>EPSP</b>	Etablissements Publics de Santé de Proximité
<b>FAO</b>	Food & Agriculture Organisation
<b>FIGO</b>	Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique
<b>HAS</b>	Haute Autorité de Santé
<b>Hb</b>	Hémoglobine
<b>HCG</b>	Hormone Chorionique Gonadotrope
<b>HGPO</b>	Hyperglycémie provoquée par voie orale
<b>HTA</b>	Hypertension Artérielle
<b>IADPSG</b>	International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups
<b>IGF</b>	Insulin-like Growth Factor (Facteur de croissance analogue à l'insuline)
<b>IMC</b>	Indice de Masse Corporelle
<b>INPES</b>	Institut National de Prévention et d'Education pour la Santé
<b>IOM</b>	Institute Of Medicine
<b>LFVF</b>	Légumes Feuilles Vert Foncé
<b>MB</b>	Métabolisme de Base
<b>MSPRH</b>	Ministère de la Santé, de la Population et de la réforme hospitalière

<b>NRC</b>	National Research Council
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>PMI</b>	Protection Maternelle et Infantile
<b>PN</b>	Poids de Naissance
<b>PNNS</b>	Programme Nationale Nutrition Santé
<b>PPN</b>	Petit Poids de Naissance
<b>RCIU</b>	Retards de Croissance Intra-Utérin
<b>SA</b>	Semaine d'Aménorrhée
<b>SDA</b>	Score de Diversité Alimentaire
<b>SMK</b>	Sidi Mabrouk
<b>SNV</b>	Score de Niveau de Vie
<b>T1</b>	Trimestre 1
<b>T2</b>	Trimestre 2
<b>T3</b>	Trimestre 3
<b>TAD</b>	Tension artérielle diastolique
<b>TAS</b>	Tension artérielle systolique
<b>TG</b>	Triglycérides
<b>VDP</b>	Viandes et poissons
<b>VPO</b>	Viande, Poulet, Œufs
<b>WHO</b>	World Health Organisation

# **INTRODUCTION**



La grossesse est un état physiologique où des modifications nécessaires à la croissance fœtale sont portées sur tous les systèmes de l'organisme. L'ensemble de ces changements a pour principale conséquence, un gain de poids maternel au cours de la grossesse (STOCK et al. 1994).

Le gain de poids au cours de la grossesse est un phénomène biologique qui favorise la croissance et le développement normal du fœtus. C'est un bon outil de prédiction de la santé de l'enfant à la naissance (IOM 2009). Les mécanismes qui affectent le gain de poids pendant la grossesse sont d'origine maternelle (l'accroissement du volume plasmatique et l'augmentation des masses grasse et non grasse) et fœtale (la croissance du fœtus, la maturation du placenta et la production du liquide amniotique) (SWANSON et al. 2008, BIRKHAÜSER 2005, LEDERMAN et al. 1999). Mis à part l'influence du fonctionnement physiologique et la prédisposition génétique, certains facteurs sociaux, environnementaux et comportementaux ont un impact décisif sur le gain de poids au cours de la grossesse (EINERSON et al. 2011, PARK et al. 2011c). Les principaux facteurs influant sur le gain pondéral gestationnel sont l'état pondéral pré-gravidique, l'âge de la mère, la parité, le statut socio-économique, les habitudes et les consommations alimentaires, le mode de vie sédentaire et les facteurs psychosociaux (FERRARO et al. 2012). L'état nutritionnel avant grossesse, estimé par L'indice de Masse Corporelle (IMC), est celui qui influence le plus le gain de poids gestationnel (ROSSO et al. 1995).

Le gain de poids est un sujet d'actualité et un enjeu de santé publique. Il a été étudié comme un prédicteur des issues défavorables de la grossesse et utilisé comme un indicateur de base évaluant la santé maternelle et néonatale pendant la période prénatale (HERNANDEZ 2012). La majorité des études sur l'association entre le gain de poids gestationnel non optimal et les issues de la grossesse ont été menées dans les pays développés (SULLIVAN et al. 2015, WALSH et al. 2014). Cependant, pendant que les pays développés font face à un gain de poids gestationnel excessif entraînant des problèmes d'obésité et de maladies cardiovasculaires, très peu de données existent sur le gain de poids gestationnel des femmes enceintes dans les pays en développement.

Un gain pondéral adéquat constitue un élément essentiel de la croissance fœtale et du devenir de la grossesse (IOM 2009, ABRAMS et al. 2000). Les mécanismes sous-jacents du gain de poids au cours de la grossesse n'ont pas encore été bien expliqués. Cependant, les travaux publiés indiquent que le gain pondéral gestationnel inadéquat, qu'il soit excessif ou insuffisant, est un facteur de risque indépendant pour la santé de la mère et de son enfant, à court et à long terme (ENSENAUER et al. 2013, O'REILLY et al. 2013, RASMUSSEN et al. 2009).

Un gain pondéral excessif au cours de la grossesse a été reconnu comme responsable de nombreuses complications maternelles et fœtales. Il est associé à une augmentation du taux d'hypertension artérielle gravidique, de diabète gestationnel, d'accouchement par césarienne et de macrosomie (BOGAERTS 2014). Il s'accompagne d'une augmentation des stocks adipocytaires maternels, contribue souvent au maintien d'une surcharge pondérale dans le post-partum et augmente le risque d'obésité ultérieure, et du diabète de type 2 (GAILLARD et al. 2013). Egalement, un gain de poids excessif influence l'apparition de l'obésité chez l'enfant à court et à long terme (MAMUN et al. 2014). Alors que, le gain de poids insuffisant chez la femme enceinte est associé à une augmentation du risque de retard de croissance intra-utérin, de morbidité et de mortalité périnatale, d'un accouchement prématuré et des nouveau-nés de faible poids à la naissance (TENNANT et al. 2011, SIEGA-RIZ et al. 2009). Le gain pondéral insuffisant pourrait également s'accompagner d'une augmentation du risque cardiovasculaire à l'âge adulte (CATALANO et al. 2014).

Selon l'Institut Américain de Médecine (IOM), à chaque IMC avant grossesse, correspond un gain de poids acceptable. Les femmes maigres devraient prendre plus de poids pendant la grossesse afin de couvrir les besoins énergétiques nécessaires à la croissance du fœtus ; tandis que les femmes en surpoids et obèses devraient présenter un gain de poids moindre, car les réserves dont elles disposent suffiraient aussi bien pour la croissance fœtale que pour le métabolisme maternel (IOM 2009). Le gain de poids gestationnel n'est pas linéaire au cours de la grossesse. Il commence lentement au premier trimestre et augmente plus régulièrement au cours des deuxième et troisième trimestres (CDC 2011b, IOM 2009). Les recommandations de l'IOM ont été validées par plusieurs études démontrant que le gain

de poids conformément aux lignes directrices est associé à des issues favorables de la grossesse (GOLDSTEIN et al. 2017, CATALANO et al. 2014, SANTE CANADA 2010).

Malgré ces lignes directrices, il est établi que 41,0 % des femmes ayant un indice de masse corporelle (IMC) normal avant la grossesse ont un gain pondéral supérieur aux recommandations de l'IOM (LOWELL et al. 2010, RASMUSSEN et al. 2009). Egalement, plus de 55,0 % des femmes obèses ont un gain de poids gestationnel excessif (CDC 2011b). Plusieurs études suggèrent que plus de la moitié des femmes enceintes ont un gain pondéral pendant la grossesse supérieur aux recommandations de l'IOM (FLEGAL et al. 2016, JOHNSON et al. 2013, FRISCHKNECHT et al. 2009). Indépendamment de la tendance générale croissante des gains de poids excessifs dans le monde entier, le gain pondéral insuffisant reste une préoccupation publique majeure tant dans les pays développés que dans les pays en développement (HALLE-EKANE et al. 2015, ASSEMBE 2009, KRUGER 2005).

En Algérie, à notre connaissance, il n'existe pas d'études nationales sur le gain pondéral gestationnel chez les femmes enceintes. Ce sujet multidisciplinaire (en rapport avec la santé de la mère et de l'enfant) reste encore très peu documenté à cause de l'absence de travaux. A ce jour, il n'y a pas de références nationales sur la prise de poids des femmes gestantes Algériennes. Les données nationales sur les risques encourus lors d'un gain pondéral gestationnel inadéquat sur la santé de la mère et de son enfant, à court et à long terme, sont absentes. Les études existantes en Algérie durant la période de la gestation ont surtout concerné l'état nutritionnel des femmes enceintes, notamment les carences en micronutriments ou le poids du nouveau-né. Cependant, aucune étude n'a été réalisée sur le gain de poids chez la femme enceinte. Cette situation justifie notre étude qui est une contribution à une meilleure connaissance concernant le gain de poids chez les femmes enceintes au cours de la grossesse en Algérie.

Notre étude est la première étude prospective et longitudinale de cohorte sur le suivi du gain de poids au cours de la grossesse. Ce travail vise à étudier le gain pondéral chez la femme enceinte selon les recommandations de l'Institut Américain de Médecine (IOM 2009) et ses impacts sur la santé de la mère et de l'enfant à Constantine (Algérie). Ainsi, nos principaux objectifs sont :

- Evaluation du gain de poids gestationnel trimestriel et total.
- Identification des facteurs influant sur la prise de poids au cours de la grossesse :
  - Age, parité, signes sympathiques (nausées et vomissements) ;
  - Habitudes et comportements alimentaires ;
  - Consommations alimentaires (qualitative et quantitative) ;
  - Estimation des activités physiques et sédentaires et de la durée de sommeil ;
  - Estimation des niveaux de vie, d'instructions et l'état psychologique des femmes ;
- Conséquences du gain pondéral sur les issues maternelles et néonatales de la grossesse :
  - Recherche d'association éventuelle entre le gain de poids maternel, les complications pendant la grossesse et les conditions d'accouchement ;
  - Recherche de relation éventuelle entre le gain de poids pendant la grossesse et le poids du nouveau-né.

**SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## CHAPITRE I PHYSIOLOGIE DE LA GROSSESSE

### I. 1. MODIFICATIONS PHYSIOLOGIQUES DE LA GROSSESSE

La grossesse est un état physiologique de la femme enceinte qui peut s'accompagner de modifications de l'organisme maternel de la fécondation jusqu'à l'accouchement. Elle dure environ 39 semaines, et se divise en trois périodes de trois mois chacune, communément appelées trimestres, mais pour des raisons de conventions internationales, on parle en semaines d'aménorrhée (à partir du premier jour des dernières règles) (GLADYS 2009).

Lors de la grossesse, l'organisme de la mère subit de nombreuses modifications physiologiques destinées à couvrir ses nouveaux besoins et à apporter au fœtus puis au nouveau-né, par le biais de l'allaitement maternel, les substances indispensables à son développement et à sa croissance. Ces modifications sont en grande partie sous influence endocrinienne des hormones placentaires (hormone placentaire lactogène, œstrogènes et progestérone) (SIMON et al. 2002).

Pendant le premier trimestre de grossesse, les modifications ne sont pas sous la dépendance de la croissance fœtale. En effet, le fœtus à trois mois ne pèse que 45 g. Par contre les hormones sont responsables de beaucoup de changements (CREFF 2000). La progestérone exerce très tôt un effet relaxant sur les muscles lisses tout au long du tube digestif. Elle diminue la mobilité gastrique; le pH gastrique augmente et les muscles du cardia (orifice inférieur de l'œsophage faisant communiquer celui-ci avec l'estomac) se relâchent. Tous ces phénomènes favorisent un reflux gastro-œsophagien, une sensation de brûlure, des nausées et des vomissements et des troubles de l'appétit (ALI et al. 2008). La progestérone entraîne aussi une diminution de la motilité intestinale et de la vitesse de transit ayant pour conséquence une constipation fréquente (FOURNIER et al. 1999).

Plus la grossesse avance et plus les modifications hormonales prennent de l'importance. Les plus grandes modifications concernent le volume sanguin et le système cardiovasculaire (LACROIX 2009, FOURNIER et al. 2005, SIMON et al. 2002). Les modifications physiologiques de la femme enceinte reposent également sur la rétention

hydrosodée, l'augmentation du volume plasmatique et l'augmentation des masses grasse et non grasse (STOCK et al. 1994). De plus, elles sont dues à la croissance fœtale, à la production du liquide amniotique et à la maturation du placenta (SWANSON et al. 2008).

### **I. 2. METABOLISMES ET GROSSESSE**

La grossesse est caractérisée par des modifications métaboliques contraignant l'organisme à s'adapter. Ainsi des mécanismes se mettent en place pour couvrir les besoins énergétiques, protéiques, vitaminiques et en minéraux de la mère et du fœtus, maintenir l'homéostasie et préparer l'allaitement maternel (LACROIX 2009, SIMON et al. 2002).

#### **I. 2. 1. Métabolisme énergétique**

Durant la grossesse, les apports en énergie doivent assurer l'entretien des tissus maternels et fœtaux néoformés. L'adaptation énergétique est extrêmement variable d'une femme à l'autre : elle dépend essentiellement de l'état nutritionnel de la femme avant la conception et du gain de poids pendant la grossesse. En général, le métabolisme de base est modulé, c'est-à-dire que l'énergie utilisée au repos pour le fonctionnement des organes comme le cœur ou les reins est diminuée. Puis, il augmente progressivement à partir du deuxième trimestre et atteint, à 36 semaines d'aménorrhées (SA), des valeurs supérieures de 20 % aux valeurs mesurées avant la grossesse. L'augmentation est liée à l'accroissement de la masse tissulaire et aux besoins énergétiques du fœtus et de ses annexes. Les glucides et les lipides sont à la base de ces mécanismes (JACOVETTI et al. 2012, LACROIX 2009, WAFFS et al. 2008, SIMON et al. 2002).

#### **I. 2. 2. Métabolisme glucidique**

Des modifications du métabolisme du glucose surviennent au cours de la grossesse. Elles sont essentiellement centrées sur l'utilisation du glucose, la sécrétion d'insuline, la production hépatique du glucose et son oxydation (WOLFF et al. 2008). Le métabolisme des glucides est accru puisque le glucose est la principale source d'énergie du fœtus. Si l'insuline sécrétée par la mère est insuffisante, il se développe un diabète gestationnel (JACOVETTI et al. 2012, LACROIX 2009).

## **I. 2. 2. 1. Utilisation du glucose et sécrétion d'insuline**

Au cours du premier trimestre, il existe une nette augmentation de la sensibilité à l'insuline. Au-delà du premier trimestre, la tendance à une réponse accrue de la sécrétion d'insuline s'accroît. Elle est en relation avec l'apparition de l'insulinorésistance de la grossesse. La perte de sensibilité à l'insuline permet l'acheminement des nutriments du plasma de la mère vers le fœtus. L'état de résistance à l'insuline augmente les besoins en insuline chez la mère (JACOVETTI et al. 2012, WOLFF et al. 2008).

Ce mécanisme évolue avec la grossesse. Au 3<sup>ème</sup> trimestre, la capacité d'utilisation du glucose est diminuée de 50 à 70 % en comparaison à celle observée chez une femme non enceinte en bonne santé. En fin de grossesse, la sécrétion insulinaire est multipliée par trois en réponse au glucose (WOLFF et al. 2008).

## **I. 2. 2. 2. Production hépatique du glucose**

Au début de la grossesse, l'insulinémie et la glycémie à jeun ne sont pas modifiées. La production hépatique de glucose qui détermine le niveau de la glycémie et assure la fourniture aux tissus est similaire à celle précédant la grossesse. Au troisième trimestre, la glycémie à jeun s'élève de 0,1 à 0,15 g/l et l'insulinémie double. Après le repas, le pic glycémique est retardé et la réponse glycémique est plus élevée. La production hépatique augmente de 15 à 30 % pour assurer la fourniture supplémentaire de glucose que nécessite le fœtus (WOLFF et al. 2008).

## **I. 2. 2. 3. Utilisation oxydative du glucose**

Au cours de la grossesse, parallèlement avec l'augmentation de la production hépatique de glucose, est observée une augmentation de l'oxydation du glucose. Elle représente 66 % de la dépense énergétique en fin de grossesse contre 58 % six mois après le post-partum (WOLFF et al. 2008).

## **I. 2. 3. Métabolisme Lipidique**

Pendant la grossesse, des modifications complexes se produisent dans le métabolisme des lipides. La variation en pourcentage de triglycérides (TG) est affectée positivement par le niveau de nutrition. Le métabolisme énergétique de la femme enceinte lié aux lipides se



déroule en deux phases: la phase anabolique qui couvre les deux premiers trimestres de grossesse, et la phase catabolique qui concerne le troisième trimestre (EMET et al. 2013).

### **I. 2. 3. 1. Phase anabolique**

Durant cette phase, l'augmentation des œstrogènes et l'hyperinsulinémie induisent une élévation des triglycérides, du cholestérol et des acides gras libres plasmatiques. Le cholestérol est utilisé par le placenta pour la synthèse des stéroïdes et les acides gras sont utilisés comme substrats de la formation membranaire au niveau du placenta. Les modifications du métabolisme lipidique sont orientées vers la lipogenèse et le stockage des lipides maternels pendant le début et le milieu de la grossesse. Cette accumulation est favorisée par l'élévation des œstrogènes, de la progestérone et de l'insuline plasmatique, favorisant le dépôt lipidique et inhibant la lipolyse (GIOVANGRANDI et al. 2008, PELLAE 2002, KING 2000).

### **I. 2. 3. 2. Phase catabolique**

Au cours de cette phase, l'insulino-résistance périphérique favorise la lipolyse et cette mobilisation se traduit par une augmentation des acides gras libres et du glycérol circulants. Cette transition d'un état anabolique vers un état catabolique favorise l'utilisation par la mère des lipides en réservant le glucose et les acides aminés pour les besoins du fœtus (GIOVANGRANDI et al. 2008, PELLAE 2002, KING 2000).

### **I. 2. 4. Métabolisme Protéique**

Au cours de la grossesse, des adaptations du métabolisme protéique permettent d'anticiper les besoins de la mère et du fœtus (KALHAN 2000). Une baisse du taux plasmatique d'acides  $\alpha$ -aminés, une diminution de la synthèse d'urée, une diminution de la transamination des acides aminés à chaînes ramifiées et un renouvellement constant de protéines de poids spécifiques sont décrits pendant la grossesse ; autant de changement permettant le maintien des réserves d'azote et une augmentation de la synthèse protéique. Les concentrations sériques des protéides totaux et de l'albumine diminuent progressivement au cours de la grossesse du fait de l'hémodilution (AYOUBI et al. 2009).

### I. 2. 5. Métabolisme des micronutriments

L'adaptation du métabolisme des micronutriments essentiels est favorisée par une augmentation de leur absorption intestinale (en particulier celle du calcium, du fer et du zinc) et par une diminution des pertes urinaires et fécales, permettant de couvrir les besoins nutritionnels liés à la grossesse. L'existence d'un transfert actif au niveau de l'unité fœto-placentaire pour les acides aminés, les vitamines hydrosolubles et certains minéraux essentiels comme le calcium et le fer protège dans certaines limites le fœtus d'un éventuel déficit maternel (SIMON et al. 2002).

Le métabolisme de certains micronutriments peut être modifié très précocement. Par exemple, l'absorption intestinale du fer augmente jusqu'à atteindre des valeurs cinq à neuf fois plus élevées en fin de grossesse qu'au début. De la même façon, le bilan calcique devient positif dès le deuxième trimestre de grossesse (AYOUBI et al. 2012, PLUMEY 2002). Le métabolisme phosphocalcique est modifié, afin de répondre à la demande du fœtus en calcium et en vitamine D (DAILLAND et al. 2003). Des bilans montrent que pendant la grossesse, la mère stocke plus de calcium et de phosphore. La moitié seulement est destinée au fœtus, le reste étant stocké dans les tissus maternels en vue de la lactation prochaine (LACROIX 2009).

Ces adaptations métaboliques et une alimentation équilibrée suffisent au bon déroulement de la grossesse et à une croissance fœtale satisfaisante. Si un déséquilibre nutritionnel s'installe, les conséquences risquent de porter atteinte au bon déroulement de la grossesse, à la croissance fœtale mais aussi à l'état de santé du futur enfant (PNNS 2007). Il existe pour chaque nutriment, des limites au-delà desquelles des restrictions trop sévères peuvent compromettre la santé de la mère et de l'enfant. À l'inverse, certains excès entraînant un excès de poids peuvent être préjudiciables pour la mère et l'enfant (SIMON et al. 2002).

## CHAPITRE II

### ALIMENTATION ET BESOINS NUTRITIONNELS DE LA FEMME ENCEINTE

#### II. 1. BESOINS NUTRITIONNELS

L'alimentation d'une femme enceinte doit à la fois couvrir ses besoins nutritionnels, faciliter la croissance optimale du fœtus, préparer le corps à une naissance sans complications et contribuer à un allaitement satisfaisant (CAMENZIND-FREY et al. 2011). Une alimentation équilibrée durant la grossesse est primordiale au bon déroulement de la grossesse et au développement du fœtus, mais également à l'état de santé de la mère et de l'enfant à long terme. Durant la première moitié de la grossesse, la qualité des apports alimentaires est essentielle, alors que durant la seconde moitié, la quantité prend également de l'importance, afin d'assurer la croissance harmonieuse du fœtus. C'est donc dès le début de la grossesse, et si possible même avant la conception déjà, que les bonnes habitudes en matière d'alimentation devraient être prises (CAMENZIND-FREY et al. 2011, BAERLOCHER et al. 2006).

Un des objectifs majeurs des praticiens est de s'assurer que la femme enceinte ait une maîtrise de son gain de poids au cours de la grossesse. Pour ce faire, la femme enceinte, dont l'alimentation est équilibrée, n'a pas besoin de bouleverser son alimentation. En effet, une alimentation équilibrée et adaptée couvre ces besoins, d'autant plus qu'il existe une adaptabilité physiologique du métabolisme maternel (NAVILIAT 2011).

##### II. 1. 1. Besoins énergétiques

Au cours de la grossesse, les besoins énergétiques de la femme enceinte doivent être suffisants pour faire face aux changements physiologiques. Ils doivent permettre d'assurer l'élaboration de nouveaux tissus maternels et fœtaux, l'augmentation du métabolisme de base lié à l'accroissement de la masse tissulaire et enfin, la couverture des besoins du fœtus et de ses annexes (placenta, liquide amniotique) (MILLION 2008).

Le coût énergétique théorique de la grossesse est estimé à environ 80 000 Kcal (MILLION 2008, CERIN 2004). Cette énergie permet de couvrir les besoins du fœtus et des annexes (10 000 Kcal), d'entretenir les nouveaux tissus maternels (35 000 Kcal) et de mettre

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

en réserve les lipides dans le tissu adipeux maternel (35 000 Kcal) (GIOVANGRANDI et al. 2008, PELLAE 2002). Si l'alimentation de la femme enceinte est trop abondante, les réserves adipeuses ont tendances à augmenter et au contraire si les apports sont insuffisants, les réserves adipeuses diminuent (MILLION 2008).

La consommation calorique quotidienne chez une femme enceinte, en bonne santé est de (MILLION 2008, GIOVANGRANDI et al. 2008, PELLAE 2002) :

- Au cours du premier trimestre : 2000 kcal, c'est-à-dire inchangée par rapport à une femme qui n'est pas enceinte ;
- Au cours du deuxième trimestre : augmentation de 100 à 200 kcal par jour, soit une ration quotidienne de 2100 à 2200 kcal ;
- Au cours du troisième trimestre : augmentation de 250 à 300 kcal par jour, soit une ration énergétique de 2350 à 2500 kcal par jour.

En pratique la ration calorique journalière de la femme enceinte ne doit pas être inférieure à 1600 kcal. Dans le cas contraire, le risque fœtal n'est pas négligeable et la survenue de restriction de croissance intra-utérine, d'une prématurité accrue ou un petit poids de naissance est possible. Tandis qu'un apport énergétique supérieur à 3000 kcal/jour entraînerait une prise de poids excessive durant la période de gestation (CERIN 2004, CABROL et al. 2003).

Les études et les enquêtes montrent qu'il existe de grandes variations interindividuelles. Il semble donc difficile de faire une recommandation individualisée et d'imposer une "norme". Les femmes enceintes doivent être encouragées à suivre une alimentation équilibrée, à garder une activité physique modérée, et à laisser leur appétit guider leur apport énergétique. Les apports énergétiques spontanés n'ont le plus souvent pas à être modifiés sauf en cas de surcharge pondérale ou de gain de poids excessif. À l'inverse, il convient de veiller à ce que l'apport énergétique soit suffisant, en particulier chez les femmes ayant un état nutritionnel pré-gravidique limite (MILLION 2008, CERIN 2004).

## II. 1. 2. Besoins en macronutriments

Les macronutriments constituent la source d'énergie métabolisable par l'organisme. Ce sont : les glucides, les lipides et les protéines. Les proportions relatives des apports en macronutriments ne sont pas modifiées par l'état de grossesse. Ainsi les protéines doivent toujours représenter 12 à 15 % des apports caloriques totaux, les glucides 50 à 55 % et les lipides 30 à 35 % (MILLION 2008, CERIN 2004).

### II. 1. 2. 1. Protéines

Les protéines ont pour rôle de construire, d'entretenir et de renouveler tous les tissus du corps du fœtus et de la mère (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004). Elles assurent l'édification du fœtus et de ses annexes et les besoins sont donc légèrement accrus (COSTELLO et al. 2004), permettent l'élaboration d'enzymes indispensables au fonctionnement métabolique, grâce aux acides aminés dont elles sont constituées. Il existe 8 acides aminés dits essentiels, car ils sont obligatoirement apportés par l'alimentation et ne sont pas synthétisables par l'Homme. Ils sont surtout présents dans les protéines d'origine animale (MILLION 2008, COSTELLO et al. 2004). Les acides aminés traversent le placenta par un phénomène actif avec un stockage fœtal maximal en fin de grossesse. En tout, 50 % des protéines sont utilisés pour la croissance fœtale, 25 % pour le développement utérin et la glande mammaire, 10 % pour le placenta et 15 % pour le sang et le liquide amniotique (POLONOVSKI. et al. 1992).

Un gramme de protéines apporte 4 Kcal. Les protéines doivent représenter entre 12 % à 15 % de la ration énergétique totale (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004). Il est préférable que 50 à 66 % de cette ration protéique soit d'origine animal et 33 à 50 % d'origine végétale (MILLION 2008). En pratique, les protéines animales (viandes, abats, poisson, œufs, lait et produits laitiers (yaourt, fromage)) ont une qualité nutritionnelle supérieure à celle des végétaux (céréales et légumineuses) pauvres en acides aminés indispensables (MILLION 2008, CERIN 2004, COSTELLO et al. 2004).

Les besoins protéiques de toute femme sont de 0,8 à 1 g par kg et par jour. Pendant la grossesse, les besoins en protéines sont augmentés, par augmentation du besoin du fœtus et des annexes et parce que la femme enceinte fabrique de nouveaux tissus. De plus, des

protéines sont stockées dans les tissus maternels pour anticiper les besoins fœtaux de la deuxième moitié de la grossesse (MILLION 2008). Au premier trimestre de la grossesse, les apports conseillés sont de 70 à 80 g par jour. Aux deuxième et troisième trimestres, ils sont de 80 à 100 g par jour, en tenant compte de l'efficacité de conversion des protéines alimentaires en protéines tissulaires. Cela représente 925 à 990 g de protéines pendant toute la grossesse (GIOVANGRANDI 2012a, GIOVANGRANDI 2012b, MILLION 2008, SIMON et al. 2002).

Un apport insuffisant ou déséquilibré en protéines entraîne, à brève échéance, un bilan azoté négatif et des phénomènes de dénutrition. Chez la mère, la première partie de la grossesse est caractérisée par une phase d'anabolisme protidique (bilan azoté positif) suivie d'une phase de catabolisme pendant la période de croissance rapide du fœtus. Les protéines ainsi accumulées puis libérées seront utilisées massivement par le fœtus et complètent l'apport alimentaire. L'apport protéique ne doit pas dépasser 20 % de la ration calorique globale. Les essais de supplémentation protidique chez les populations défavorisées prouvent que le développement fœtal est optimisé lorsque cette proportion est atteinte. Une restriction protidique de 50 % des apports entraîne un faible poids de naissance (SALLE 2007).

Il est également important de noter qu'un trop grand apport protéique semble responsable d'une hypotrophie fœtale et d'une augmentation de naissances prématurées (CERIN 2004, DUPIN et al. 1992).

### **II. 1. 2. 2. Glucides**

La grossesse est un état physiologique où le métabolisme glucidique est profondément et progressivement modifié; l'hyperinsulinisme des deux premiers trimestres permet la constitution de réserves énergétiques maternelles sous forme de tissu adipeux. Au cours du troisième trimestre apparaît une insulino-résistance des tissus maternels insulino-dépendants qui favorise la croissance fœtale. Le glucose suivant une diffusion transplacentaire facilitée ainsi épargné - grâce à l'insulino-résistance - va profiter au fœtus qui ne dispose pas de matériel enzymatique permettant la néoglucogénèse (AYOUBI et al. 2012).

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

Le glucose est la source essentielle d'énergie pour le fœtus. Les glucides représentent l'apport calorique dominant (50 à 55 % de la ration énergétique totale : 4 kcal/g). Les apports en glucides doivent être au minimum 200 g/j sans dépasser 350 g/j. Ils ont deux origines possibles : alimentaire ou métabolique, suite à la néoglucogenèse à partir des acides aminés. Les glucides existent sous deux formes (AYOUBI et al. 2012, MILLION 2008):

**\* Glucides simples :** Ils doivent représenter au maximum 10 % de la ration calorique, soit 50 g par jour. Ce qui est l'équivalent de 10 morceaux de sucre. Il est essentiel de faire également attention à une surconsommation de fruits, pouvant être profitable pour l'apport de vitamines et minéraux, mais ceux-ci sont riches en sucres simples. L'apport en sucres simples doit être modéré pour éviter les malaises hypoglycémiques et les risques de surcharge pondérale par hyperinsulinisme au profit de sucres plus complexes à index glycémique bas contenus dans les féculents et le pain (MILLION 2008, CERIN 2004).

**\* Glucides complexes :** Il s'agit de l'amidon des céréales et d'autres dérivés. Ils représentent 90 % de l'apport glucidique total, soit un plat de féculent par jour et une consommation raisonnable de pain (150 à 250 g). On privilégie les glucides complexes retrouvés dans les féculents afin d'éviter une hypersécrétion d'insuline responsable d'une hypotrophie fœtale (MILLION 2008, CERIN 2004).

Les sources sont d'une part les sucres complexes (sucres lents) comme le pain, les féculents (riz, pâtes, pomme de terre, légumes secs et céréales) et d'autre part les sucres simples (sucres rapides) comme les fruits, les produits sucrés (les confitures, les bonbons, les confiseries, les gâteaux, les laitages sucrés et les boissons sucrées) (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

La digestion des glucides se fait dans les 5 à 6 heures suivant le repas. L'état gravide est un état de résistance à l'insuline, c'est-à-dire qu'il faut une quantité plus élevée d'insuline pour faire diminuer la glycémie. Ce phénomène est lié à l'influence d'hormones appelées facteurs « contra-insuline », il s'agit de l'hormone placentaire lactogène humaine, à moindre degré de la prostaglandine et du cortisol. Plus l'âge gestationnel avance, et plus le taux de ces hormones augmente et donc l'insulino-résistance s'amplifie (FOURNIER et al. 1999). Une

éventuelle inadaptation à ces besoins nouveaux entraîne une détérioration de l'équilibre glycémique, une hyperglycémie maternelle et donc fœtale apparaît et est à l'origine, en partie au moins, de la macrosomie fœtale. Le glucose transmis au fœtus est utilisé à 80 % des cas pour une production d'énergie et à 20 % pour la lipogenèse, la synthèse de glycogène hépatique et musculaire (AYOUBI et al. 2012).

Une carence en glucides entraîne un catabolisme protéique maternel, alors qu'un excès glucidique entraîne un risque d'obésité par surcharge graisseuse, d'autant plus grande qu'il y a une sédentarité. Le placenta peut stocker les glucides sous forme de glycogène ou les dégrader par catabolisme anaérobie. Une réduction de l'apport en glucides entraîne une diminution significative du poids de naissance (AYOUBI et al. 2012).

### **II. 1. 2. 3. Lipides**

Les lipides sont essentiels comme réserve énergétique, dans le transport des vitamines liposolubles (A, D, E, K) et pour la constitution des membranes nerveuses du fœtus. Ils constituent une source de réserve énergétique pour le fœtus utilisable dès la naissance. De plus, certains acides gras sont indispensables au bon fonctionnement du système nerveux (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004). Les lipides sont impliqués dans de nombreux processus biologiques : dans l'inflammation du fait de la synthèse de prostaglandines à partir de l'acide linoléique et alpha linoléique, dans l'agrégation plaquettaire, dans la formation de thromboxane A<sub>2</sub>, et sont des constituants de la membrane de toutes nos cellules (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

Un gramme de lipides apporte 9 Kcal. Les lipides sont source d'énergie et doivent représenter entre 30 et 35 % de l'apport énergétique total d'une femme enceinte, soit 70 à 80 g/j de lipides. Le transfert des lipides au fœtus n'est pas uniforme tout au long de la grossesse, en effet l'essentiel de ce transfert s'effectue entre 35 et 40 semaines d'aménorrhée (SA), c'est à ce moment-là que sont mobilisées les réserves maternelles accumulées au cours des premiers mois de grossesse. En conséquent, il est essentiel d'adopter une alimentation équilibrée avant et pendant les six premiers mois de grossesse pour couvrir les besoins du dernier trimestre (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).



## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

Les femmes enceintes n'ont pas à modifier la part lipidique de leur alimentation sauf cas particuliers. Les apports lipidiques reçus par le fœtus ont un double destin : le stockage en tissu adipeux sous-cutané (surtout à l'approche du terme) et la synthèse des membranes cellulaires (croissance cérébrale). Les lipides fournissent des acides gras essentiels (AGE) qui jouent un rôle irremplaçable dans la constitution des membranes cellulaires, la formation et le fonctionnement du système nerveux central. Ils sont indispensables au développement cérébral du fœtus. Il s'agit d'acides gras polyinsaturés : l'acide alphalinoléique (ou oméga 3) et l'acide linoléique (ou oméga 6), fournis par certaines huiles végétales, comme l'huile de colza ou de soja par exemple (SACCO et al. 2003). On les appelle "essentiels" car ils sont uniquement fournis par l'alimentation. Le statut en AGE du fœtus est complètement dépendant de celui de sa mère. Il est recommandé de varier les sources de corps gras dans l'alimentation de la femme enceinte, afin d'éviter toute carence en AGE (GIOVANGRANDI 2012a, GIOVANGRANDI 2012b, GIRARDET 2007, HAMMANI 2004).

Les besoins en acides gras polyinsaturés (AGPI) sont accrus durant la grossesse pour répondre aux modifications physiologiques maternelles, au développement et à la maturation des tissus fœtaux. Les apports recommandés en oméga 3 sont de 2 g par jour. Un équilibre dans l'apport des graisses alimentaires est donc nécessaire pour optimiser le développement cérébral fœtal, surtout en début de grossesse lors de la formation du système nerveux : le développement cérébral étant génétiquement programmé, en cas d'une étape manquée les possibilités de récupération sont très réduites (il est nécessaire d'amener 2,4 % et 0,4 % des calories respectivement en acides linoléique et linoléique) (GIOVANGRANDI 2012a, GIOVANGRANDI 2012b, MILLION 2008, GIRARDET 2007, CERIN 2004). Les femmes enceintes présentant un déficit d'apport en AGPI, pourraient avoir des naissances prématurées et de petits poids de naissance (GHISOLFI 2002).

Les sources sont d'une part les graisses de constitution des aliments c'est-à-dire des viandes, des poissons, des abats, des œufs, des fromages et des produits laitiers et d'autre part des graisses d'apport c'est-à-dire de l'huile, du beurre, des margarines et de crème fraîche. Il est recommandé de préférer les huiles végétales, ainsi que les poissons gras, aux graisses de la viande, de la charcuterie et des saucisses. Cela permet d'optimiser et d'augmenter l'apport en acides gras essentiels (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

## **II. 1. 3. Besoins en micronutriments**

Les besoins en micronutriments (calcium, fer, magnésium, vitamines B9 et D) augmentent avec la grossesse. Une supplémentation ne doit pas être systématique car il existe chez la femme enceinte un mécanisme physiologique d'adaptation qui majore l'assimilation de l'ensemble des micronutriments (CHEVALLIER 2005). Une alimentation diversifiée, naturellement riche en vitamines et en oligoéléments, permet de satisfaire la plupart des besoins pendant la grossesse et l'allaitement.

### **II. 1. 3. 1. Besoins en vitamines**

Les vitamines sont transportées différemment par le placenta si elles sont liposolubles : A, D, E, K (simple diffusion) ou hydrosolubles (transport actif). Les taux du fœtus en vitamines liposolubles sont souvent inférieurs à ceux de sa mère. En revanche, ils sont supérieurs pour les hydrosolubles (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004). Les vitamines A, B, C, D, E et K sont apportées par une alimentation équilibrée.

#### **II. 1. 3. 1. 1. Vitamine B9**

La vitamine B9 ou folates, ou acide folique est particulièrement importante lors de la conception et en début de grossesse (SACHET 1999). Elle joue un rôle essentiel dans le développement embryonnaire et fœtal puisqu'elle intervient dans la synthèse des acides nucléiques (ADN, ARN) et donc dans le processus de division cellulaire. Elle joue également un rôle dans la multiplication cellulaire de l'embryon, l'augmentation de la masse sanguine, la croissance globale du fœtus, la synthèse des neuromédiateurs et par conséquent dans le métabolisme du système nerveux (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

Les besoins en folates augmentent de 3 à 5 fois au cours de la grossesse en raison d'un transfert de la vitamine au fœtus. Les taux circulants sont significativement plus élevés chez le nouveau-né que chez la mère (OMS 2012b). Les apports nutritionnels recommandés sont de 400 microgrammes par jour (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, CNGOF 1997). Le Programme National de Nutrition Santé recommande de prescrire de l'acide folique sous forme médicamenteuse systématiquement à une dose de 0,4 mg par jour, dès l'arrêt de la contraception pour toutes les femmes qui désirent une grossesse, car, l'alimentation, même variée, ne peut absolument pas couvrir les besoins. Il recommande de poursuivre cette

supplémentation pendant 8 semaines après le début de grossesse. En effet, la prise de folates n'a d'effet protecteur sur les anomalies de fermeture du tube neural qu'après 4 semaines de grossesse (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002).

Les sources de vitamine B9 sont nombreuses ; certains aliments ont une très forte teneur en cette vitamine, comme les légumes à feuilles vertes (salades, épinards, cresson, chou, brocoli), les légumes secs, les oléagineux, le foie et les rognons. Il est important d'être attentif au mode de préparation de ces aliments car il s'agit d'une vitamine thermo- et photosensible (BERTHELEMY 2011, GUILLAND et al. 2009, MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004).

Une carence précoce en acide folique augmente le risque de défaut de fermeture du tube neural, des malformations cardiaques, malformations des membres et des voies urinaires chez le fœtus et des fausses couches spontanées. Une carence plus tardive est associée à une augmentation de l'incidence des accouchements prématurés, des retards de croissance intra-utérins et des petits poids de naissance. Elle est susceptible de produire un déficit des réserves en folates du nouveau-né (SCHLIENGER 2011, JACOTOT et al. 2003, SIMON et al. 2002).

### **II. 1. 3. 1. 2. Vitamines du groupe B**

Elles sont au nombre de 8 : B<sub>1</sub> (thiamine), B<sub>2</sub> (riboflavine), B<sub>3</sub> (niacine ou nicotinamide), B<sub>5</sub> (acide pantothénique), B<sub>6</sub> (pyridoxine), B<sub>8</sub> (biotine), B<sub>9</sub> (acide folique) et B<sub>12</sub> (cobalamine). Pendant la grossesse, les besoins sont augmentés et varient : 1,8 mg/j pour les vitamines B1 et B2, 20 mg/j pour la B3 (PP), 10 mg/j pour la B5, 2,5 mg/j pour la B6 et seulement 4 µg/j pour la B12. Les vitamines du groupe B interviennent comme coenzymes. La thiamine permet l'assimilation et le métabolisme des glucides, la riboflavine permet le métabolisme protidique, la niacine permet la formation du coenzyme A (KENNEDY et al. 2003, SACCO et al. 2003).

La vitamine B6 semble jouer un rôle dans le développement du système nerveux central chez le fœtus (BERGER et al. 2002a). Cette vitamine est une coenzyme permettant l'activation de la lysine qui réduit les symptômes de nausées et vomissements dues à l'augmentation des œstrogènes chez la femme enceinte. La vitamine B6 a également un rôle

dans la synthèse de sérotonine, dopamine et norépinephrine. Une déficience en ces neurotransmetteurs pourrait induire des nausées et vomissements de la grossesse (WIBOWO et al. 2012, BERTHELEMY 2011). Les vitamines du groupe B touchent donc tous les secteurs de l'organisme. Les sources sont les levures, les céréales, le poisson et les légumes verts (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

### **II. 1. 3. 1. 3. Vitamine A (Rétinol)**

La vitamine A est la vitamine de croissance par excellence, indispensable à l'élaboration des tissus du fœtus. La grossesse demande un apport quotidien en vitamine A de 700 µg, soit 100 µg d'augmentation par rapport à un état normal. Toutefois, un excès de vitamine A pendant la grossesse étant tératogène, il faut veiller à ne pas supplémenter les femmes enceintes d'une manière excessive (KENNEDY et al. 2003).

Les principales sources de vitamine A sont des produits d'origine animale comme le beurre, le lait frais, les fromages, le foie et les œufs. Le précurseur de la vitamine A, ou  $\beta$ -carotène, se trouve dans les fruits et légumes (abricot, cerise, pêche, persil, cresson, épinards, poireaux). La carence est rare car elle est stockée dans le foie (CHEVALIER et al. 2008, KENNEDY et al. 2003).

### **II. 1. 3. 1. 4. Vitamine C**

La vitamine C, ou acide ascorbique est une vitamine qui, par son rôle dans la stabilisation des membranes et ses propriétés anti-oxydantes, peut jouer un rôle sur le poids à la naissance mais les effets sont surtout démontrés dans les pays développés (RAMAKRISHNAN 2004). Les besoins en vitamine C sont de 110 mg par jour pour une femme adulte et sont augmentés durant la grossesse pour atteindre 120 mg par jour. Les principales sources de vitamine C sont les légumes et fruits frais colorés (RAMAKRISHNAN 2004).

L'alimentation couvre ces besoins journaliers. Aucune recommandation sur la supplémentation n'est disponible concernant la vitamine C (SCHLIENGER 2011, HAS 2005).

### II. 1. 3. 1. 5. Vitamine D

La vitamine D joue un rôle essentiel dans la minéralisation du squelette fœtal en augmentant l'absorption intestinale du calcium et sa fixation sur l'os (GIOVANGRANDI 2012a, GIOVANGRANDI 2012b, GIRARDET 2007, FOULHY 2007). Elle se comporte comme une parathormone car elle régule la teneur du calcium dans l'organisme (HERCBERG 1994). Elle joue également un rôle dans la régularisation du métabolisme phosphocalcique, le maintien correct du pool calcique de l'unité fœto-maternelle (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002), et dans la constitution de réserves vitaminiques chez l'enfant à partir des réserves maternelles (INPES 2007, HAMMANI 2004). Or les réserves maternelles diminuent et les études montrent que la carence en vitamine D est très fréquente en fin de grossesse : les taux circulants en vitamine D sont souvent insuffisants chez les femmes enceintes dont la fin de la grossesse se situe en hiver ou au début du printemps. Ces réserves permettront à l'enfant de réguler son métabolisme calcique et la minéralisation de son squelette. Il existe une relation entre un déficit maternel en vitamine D et la survenue d'hypocalcémies néonatales voire, dans les carences plus sévères, de rachitisme carenciel chez le nouveau-né et d'ostéomalacie chez la mère (BUI et al. 2011, HAMMANI 2004, PELLAE 2002).

Les apports journaliers recommandés pour une femme adulte sont de 5 µg par jour. Ils sont augmentés à 10 µg par jour en cas de grossesse. D'après le Programme National de Nutrition Santé, en France, les besoins sont couverts pour un tiers par l'alimentation courante et pour deux tiers par la production de vitamine D dans l'épiderme sous l'influence du rayonnement solaire (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002). De plus, il est conseillé de prescrire une supplémentation médicamenteuse dans certaines situations à risques comme l'hypovitaminose, l'absence d'exposition au soleil, des grossesses répétées et rapprochées (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002).

Plus de la moitié de la vitamine D circulante est synthétisée au niveau de la peau grâce à l'exposition solaire (source endogène). Elle est d'autre part apportée par l'alimentation (source exogène), grâce aux poissons gras, le foie, le jaune d'œuf, les produits laitiers et les viandes et abats. De plus, les besoins en vitamine D semblent augmentés pendant la grossesse

et le déficit peut donc être aggravé, d'autant plus, si la femme a pour habitude de consommer des aliments riches en tanin ou en phytates. Ces derniers perturbent l'absorption intestinale des micronutriments et des vitamines (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002, FAVIER. 1999).

### **II. 1. 3. 1. 6. Vitamine E**

La vitamine E (tocophérol) est une vitamine anti-oxydante, protégeant ainsi les acides gras polyinsaturés de la destruction oxydative au niveau des membranes cellulaires (DUPIN 1981). Elle participe à la formation et à la structure des phospholipides membranaires, en particulier dans les cellules cérébrales (MASSE-RAIMBAULT 1992). Les teneurs sériques de tocophérol sont deux fois supérieures à celles observées chez la femme non gestante. Les apports quotidiens conseillés sont de 12 mg (RAMAKRISHNAN 2004, MARTIN 2001). La principale source est représentée par les matières grasses végétales et leurs dérivés (MILLION 2008).

### **II. 1. 3. 2. Besoins en minéraux et oligoéléments**

#### **II. 1. 3. 2. 1. Fer**

Bien que présent en très faible quantité dans l'organisme (0,005 % du poids corporel), le fer a un rôle essentiel dans la synthèse de l'hémoglobine (constituant des globules rouges), de la myoglobine (forme de réserve de l'oxygène du muscle) et d'enzymes jouant un rôle capital dans de nombreuses réactions métaboliques. Il est impliqué dans de nombreux processus biologiques : il permet le stockage et le transport de l'oxygène, il est cofacteur de nombreuses enzymes, il joue un rôle dans le métabolisme oxydatif et la croissance tissulaire (BERTHELEMY 2011, MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004).

La grossesse augmente les besoins en fer, notamment au cours du deuxième et du troisième trimestre (PELLAE 2002). Les besoins journaliers en fer pendant la grossesse sont estimés entre 15 à 20 mg/j lors des deux premiers trimestres, et 30 mg/j au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre (BROWN 2010, MILLION 2008, INPES 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002, CNGOF 1997). L'augmentation des besoins est liée à l'élévation de la masse sanguine (et, par le fait même, de la masse d'hémoglobine), à la croissance fœtale et au développement placentaire et pour permettre au fœtus d'emmagasiner les réserves de fer dont il aura besoin

pendant les six premiers mois de sa vie (SANTE CANADA 2009, MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004). Ces besoins sont en partie couverts par une augmentation des capacités d'absorption intestinale du fer, qui concerne aussi bien le fer héminique (40 % du fer contenu dans les tissus animaux) que le fer minéral. Les données indiquent que la couverture des besoins peut être satisfaite à la seule condition que la ration alimentaire soit suffisante (> 2000 kcal/j) et variée, sans exclusion des aliments d'origine animale et qu'il n'y ait pas de carence préconceptionnelle (SIMON et al. 2002, BRESSON et al. 2000).

Les sources alimentaires de fer sont essentiellement les viandes, le poisson, les légumes secs comme les lentilles ou les haricots blancs, les fruits et les légumes, les céréales, les produits laitiers et les œufs (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002, CNGOF 1997). L'absorption du fer d'origine animale (fer héminique) est plus élevée que celle du fer d'origine végétale (fer non héminique) (FAVIER 1999). L'absorption intestinale du fer est améliorée par l'adjonction de vitamine C et diminuée en cas de consommation de café, de thé (tanin) et de fibres (phytates) (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004).

Selon les recommandations du Collège National des Gynécologues et Obstétriciens Français (CNGOF), la supplémentation ne doit pas être systématique, excepté dans des groupes à risque (adolescentes, grossesses multiples ou rapprochées, régimes végétariens, femmes appartenant à des milieux défavorisés) (MILLION 2008, INPES 2007, PELLAE 2002, SIMON et al. 2002, CNGOF 1997). Mais s'il y a une anémie, il faudra effectuer une supplémentation ferrique sélective d'environ 50 mg (PNNS 2007). Pour autant, cette supplémentation ne doit pas être systématique, car elle entraîne une diminution de l'absorption de zinc et de cuivre, ainsi que des céphalées et des troubles digestifs (CNGOF 1997). En présence d'une anémie et d'une carence martiale avérée, une supplémentation de 120 à 150 mg/j est justifiée.

### **II. 1. 3. 2. 2. Calcium**

Le calcium est indispensable à la formation des os et des dents et 99 % du calcium dans le corps est concentré dans le squelette et les dents (1 % est dans le sang, dans lequel il joue des rôles multiples : conduction nerveuse, excitabilité neuromusculaire, perméabilité

## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

---

membranaire et régulation de la tension artérielle) (COLAU et al. 2006). Il permet la minéralisation osseuse du fœtus. Il intervient également dans le fonctionnement du système nerveux et du travail musculaire ainsi que dans la coagulation du sang. Durant la grossesse, diverses adaptations surviennent dans le métabolisme du calcium, permettant une meilleure absorption du minéral, ainsi qu'une excrétion réduite au niveau des reins, tout ceci dans le but de fournir au fœtus suffisamment de calcium pour la formation des os (MILLION 2008).

Le besoin en calcium est augmenté, lié principalement à la minéralisation rapide du squelette fœtal, d'autant plus marquée au 3<sup>ème</sup> trimestre (GIOVANGRANDI 2012a, GIOVANGRANDI 2012b, GIRARDET 2007). Les recommandations concernant l'apport calcique au cours de la grossesse varient entre 1000 et 1200 mg par jour. Cependant, l'adaptation de l'absorption intestinale avec la mobilisation du calcium osseux suffirait à compenser l'augmentation des besoins (BUTTE et al. 2004). Des systèmes de régulation sont mis en place au cours de la grossesse pour permettre un apport suffisant de calcium au fœtus, notamment une adaptation du métabolisme phosphocalcique maternel qui se traduit par une augmentation de l'absorption intestinale et une diminution des pertes urinaires et fécales du calcium (MILLION 2008, INPES 2007, CERIN 2004) et qui augmentent avec l'âge gestationnel. Le calcium du squelette maternel est mis à disposition du fœtus. Le squelette de l'enfant est constitué de 30 g de calcium et de 17 g de phosphore. Les trois quart du contenu minéral sont déposés pendant le troisième trimestre de grossesse (INPES 2007, PELLAE 2002, FAVIER 1999).

Les principales sources de calcium sont essentiellement le lait, les produits laitiers, les fromages, les eaux minérales, les fruits et légumes secs (INPES 2007, PELLAE 2002, FAVIER 1999). Concrètement, 3 à 4 portions de lait et dérivés doivent être consommés chaque jour (SIMON et al. 2002). Ce qui représente ½ litre de lait, 30 g d'emmental et 2 yaourts (INPES 2007, PELLAE 2002, FAVIER 1999).

Le calcium permet de prévenir l'hypertension artérielle chez la femme enceinte et ses complications (KENNEDY et al. 2003). D'après les recommandations, il est inutile de supplémenter de façon systématique les femmes enceintes en calcium (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002). Mais si les apports calciques sont



insuffisants au cours du dernier trimestre, certains auteurs ont mis en avant une plus grande fréquence d'apparition de pré-éclampsie et d'hypertension artérielle gravidique. En prévention, il est alors judicieux de mettre en place une supplémentation par 1 g de calcium par jour associé à de la vitamine D3 au cours du troisième trimestre, mais cela est rarement réalisé en pratique (INPES 2007, PELLAE 2002, FAVIER 1999). Le passage actif du calcium maternel vers le fœtus peut être perturbé par une altération placentaire, par exemple en cas de diabète (INPES 2007, PELLAE 2002, FAVIER 1999).

### **II. 1. 3. 2. 3. Phosphore**

Le phosphore participe, en association avec le calcium, à la constitution de la trame minérale des os. Il est présent dans toutes les cellules de l'organisme et joue un rôle dans la constitution de celles-ci. Les apports nutritionnels recommandés sont de 800 mg par jour. Les sources alimentaires sont : les produits laitiers, le jaune d'œuf, les fruits oléagineux, les légumes secs, les féculents, le chocolat, les viandes et les poissons (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002).

### **II. 1. 3. 2. 4. Iode**

L'iode est un oligoélément présent dans l'organisme en faible quantité, de 10 à 20 mg concentrés dans la thyroïde. L'iode est apporté par l'alimentation, il est absorbé par le tube digestif, puis l'iodure est concentré dans la thyroïde. Il a un rôle essentiel dans la synthèse des hormones thyroïdiennes indispensables à la croissance de tous les tissus, en particulier ceux du cerveau (MILLION 2008, INPES 2007, PELLAE 2002, CNGOF 1997). De plus ces deux hormones (T3 et T4) ont un rôle dans le développement cérébral du fœtus et du nouveau-né. Elles favorisent la prolifération cellulaire et la formation des synapses, et donc le développement neurologique (SACCO et al. 2003).

Les besoins en iode pendant la grossesse sont de 200 à 300 µg par jour en raison de l'existence d'une clairance rénale chez la femme enceinte, du transfert fœto-placentaire de l'iode et d'une stimulation thyroïdienne maternelle (MILLION 2008, WHO 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002). Si malgré ces recommandations les apports en iode restent insuffisants, une supplémentation de 100 à 150 µg/j peut être prescrite pour la durée de la grossesse (MILLION 2008, INPES 2007, SIMON et al. 2002, CNGOF 1997). Le fœtus n'est pas

capable de synthétiser les hormones thyroïdiennes lors du 1<sup>er</sup> trimestre de la grossesse (WHO 2007). En effet une partie de l'iode inorganique maternel est transférée au fœtus au travers du placenta, pour permettre à la glande thyroïde fœtale de synthétiser ses propres hormones thyroïdiennes à partir du deuxième trimestre de grossesse (CARON 2007).

Les aliments riches en iode sont le lait et les produits laitiers, les poissons marins, les crustacés, les algues, les mollusques, les œufs et le sel enrichi en iode (MILLION 2008, INPES 2007, CERIN 2004). Un apport en iode suffisant est primordial pendant la grossesse. Un déficit au cours de la grossesse peut entraîner une augmentation des fausses couches spontanées, de la mortalité périnatale, de l'hypotrophie à la naissance et peut induire une hypothyroïdie néonatale (WHO 2007, SIMON et al. 2002). Chez la mère une carence en iode peut être responsable d'une augmentation du volume thyroïdien, d'un goitre et d'hypothyroïdie (SCHILIENGER 2011, CERIN 2004).

### **II. 1. 3. 2. 5. Magnésium**

Le magnésium est un minéral indispensable à la formation du squelette du fœtus et à la bonne qualité de son matériel génétique. Il joue un rôle important dans la régulation thermique, les échanges métaboliques, le fonctionnement des cellules, la contraction des muscles et la formation des anticorps (BERTHELEMY 2011). Egalement, il participe à l'activité immunitaire et aide le passage de l'influx nerveux entre les cellules (MILLION 2008, INPES 2007, CERIN 2004).

Pendant la grossesse, la magnésémie maternelle décroît progressivement pour atteindre les valeurs les plus basses au dernier trimestre et remonter après l'accouchement. Les apports nutritionnels recommandés sont de 400 mg par jour pendant la grossesse (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002). Le nouveau né à terme possède environ 1 g de magnésium. D'après les recommandations, il n'y a pas de nécessité à supplémenter en systématique la femme enceinte en magnésium au cours de la grossesse. En revanche, il est préconisé de supplémenter en magnésium per os la femme enceinte souffrant de crampes des membres inférieurs et celles ayant un taux de magnésium sanguin bas par 5 mmol de magnésium (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004).

Les sources sont : le cacao, les céréales complètes, les figues, les bananes, les fruits oléagineux, les fruits et les légumes secs et certaines eaux magnésiennes (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002).

Les déficits en magnésium sont responsables de crampes musculaires, sensation de fatigue, insomnie.... Ils peuvent entraîner des risques d'avortement spontané, d'hypotrophie fœtale et des accouchements prématurés (SACCO et al. 2003, JACOTOT et al. 2003). Un apport massif en magnésium expose, en revanche, à un risque d'arrêt cardiaque chez la mère ainsi qu'à une possible hypotonie néonatale, détresse respiratoire et altération de la fonction parathyroïdienne chez le fœtus (SCHLIENGER 2011).

### **II. 1. 3. 2. 6. Zinc**

Le zinc est un oligo-élément actif. Il est indispensable au bon déroulement de l'embryogenèse, de la différenciation des cellules et de leur prolifération. C'est un composant essentiel de plus de 300 enzymes du métabolisme (COSTELLO et al. 2004). Il intervient dans la croissance, la multiplication et la migration des cellules ainsi que dans la stabilisation de leur membrane. Il participe également dans la protection des protéines en se comportant comme un antioxydant. Il joue également un rôle dans la vision, l'odorat et le goût (MORI et al. 2012, MILLION 2008, INPES 2007, PELLAE 2002).

Les besoins journaliers d'une femme enceinte sont estimés à 14 mg par jour, soit 4 mg d'augmentation par rapport aux besoins normaux d'une femme adulte (COSTELLO et al. 2004). Les principales sources de zinc sont les abats, les viandes, les produits de la mer, les fromages, les produits laitiers, le jaune d'œuf, les fruits secs et oléagineux (BERTHELEMY 2011, MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004, PELLAE 2002). Cependant, l'acide phytique contenu dans les céréales, le maïs et le riz est un important inhibiteur de l'absorption du zinc. Le cuivre et le fer exercent un effet compétitif sur l'absorption du zinc (MORI et al. 2012).

La supplémentation n'est pas systématique mais elle est recommandée en cas de traitement associant du fer et des folates et en cas de régime végétarien strict ou végétalien, à une dose de 30 mg par jour (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007, CERIN 2004).

Les conséquences d'une carence en zinc sont difficiles à apprécier. Certaines études ont rapporté un plus faible poids de naissance, une HTA gravidique, une pré-éclampsie, une durée prolongée du travail, ainsi qu'une menace d'accouchement prématuré (MORI et al. 2012).

### **II. 1. 3. 2. 7. Cuivre**

Le cuivre est nécessaire à la synthèse du collagène, de l'élastine, de la myéline et à l'immunité cellulaire. Les besoins d'une femme enceinte sont de 2 mg par jour soit 0,5 mg d'augmentation par rapport à ceux d'une femme adulte. Les sources de cuivre sont principalement céréalières (COSTELLO et al. 2004).

### **II. 1. 3. 2. 8. Sodium**

Les besoins en sodium durant la grossesse sont de 3 grammes par jour, apports largement assurés par une alimentation équilibrée (MILLION 2008, INPES 2007, PNNS 2007). Le sel a notamment un rôle important dans le maintien de l'équilibre hydrique de l'organisme (VIVIES et al. 2007).

### **II. 1. 4. Besoins hydriques**

L'eau est la seule boisson indispensable à la vie. Les recommandations proposent un apport de 2,5 L par jour, dont 1 L apporté par l'alimentation et 1,5 L apporté par les boissons. On peut ajouter aux apports l'eau métabolique provenant de la combustion des nutriments qui représente 350 ml par jour. Les eaux apportent des minéraux en quantité variable. Il est conseillé de boire des eaux riches en minéraux et pauvres en sodium (INPES 2007).

L'eau participe aux modifications physiologiques de la grossesse, telle l'augmentation de la masse sanguine et la constitution des tissus fœtaux et du liquide amniotique (MILLION 2008, PNNS 2007, PELLAE 2002). Des apports suffisants contribuent d'assurer l'élimination de leurs propres déchets et ceux du fœtus (MILLION 2008), à diminuer les risques d'infections urinaires et de constipation. Une bonne hydratation permet de faire face aux pertes d'eau liées à la respiration ou à la transpiration (MARES et al. 2011, MILLION 2008, INPES 2007, CERIN 2004).

## II. 2. RECOMMANDATIONS NUTRITIONNELLES

### II. 2. 1. Equilibre alimentaire

La grossesse n'est pas une maladie, il n'est donc pas nécessaire de bouleverser ses habitudes alimentaires, mais il faut simplement être attentif aux différents besoins. Elle peut être un temps pour équilibrer son alimentation. Il n'y a pas de menu prédéfini et chaque aliment est envisageable. Il faut avant tout une alimentation variée et diversifiée. En effet, certains nutriments, vitamines et minéraux sont apportés de manière suffisante par une alimentation équilibrée. Mais comment équilibrer son alimentation? (PNNS 2007, PNNS 2002) :

- **Fruits et légumes** : au moins 5 par jour. A chaque repas et en «en-cas» ; cuits, crus, nature ou préparés; frais, surgelés ou en conserve. Bien les laver.
- **Pain, céréales, pomme de terre et légumes secs** : à chaque repas et selon l'appétit. Favoriser les aliments céréaliers complets et le pain complet ; privilégier la variété.
- **Lait et produits laitiers** : 3 à 4 par jour. Privilégier la variété ; privilégier les produits les plus riches en calcium, les moins gras et les moins salés (lait, yaourts,...). Ne consommer que les fromages à pâte pressée cuite et les fromages fondus à tartiner.
- **Viandes, volailles, produits de la pêche et œufs** : 1 à 2 fois par jour. En quantité inférieure à celle de l'accompagnement ;
  - viandes: privilégier la variété des espèces et les morceaux les moins gras ;
  - poisson: au moins 2 fois par semaine ;
  - Supprimer certaines charcuteries, les coquillages crus et les poissons crus. Bien cuire la viande.
- **Matières grasses ajoutées** : limiter la consommation. Privilégier les matières grasses végétales ; favoriser la variété ; limiter les graisses d'origine animale.
- **Produits sucrés** : limiter la consommation. Attention aux boissons sucrées ; attention aux aliments gras et sucrés à la fois : pâtisserie, chocolat, glaces...
- **Boissons** : de l'eau à volonté. Au cours et en dehors des repas ; limiter les boissons sucrées.
- **Sel** : limiter la consommation. Préférer le sel iodé ; ne pas resaler avant de goûter; réduire l'ajout de sel dans les eaux de cuisson ; limiter les fromages et les charcuteries les plus salés.

### II. 2. 2. Activité physique

L'American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) et la société des obstétriciens et gynécologues du Canada ont établi des recommandations concernant l'activité physique des femmes enceintes pendant leur grossesse. Il en ressort que lorsque la grossesse est sans complications, la femme enceinte devrait être encouragée à adopter un mode de vie sain. Une femme qui ne faisait pas d'exercice avant sa grossesse peut sans problème commencer une activité physique de 15 minutes trois fois par semaine puis en augmentant progressivement jusqu'à 30 minutes la plupart des jours de la semaine (ACOG 2015).

L'ACOG recommande aux femmes enceintes de se limiter à la pratique d'activité physique d'intensité modérée (ACOG 2015). Ces recommandations concernent principalement l'activité physique de type aérobie, c'est-à-dire les activités rythmiques et dynamiques qui stimulent le système cardiorespiratoire telles que la marche, la natation ou l'aquagym. La natation, par ses effets de flottabilité, permet également de soulager la femme du poids de la grossesse et des lombalgies (INPES 2007, ACOG 2002). Il est recommandé de respecter une période d'échauffement avant de commencer tout exercice et une période de récupération après (ACOG 2015, DAVIES et al. 2003). Des recommandations similaires en matière d'activité physique durant la grossesse existent également dans plusieurs autres pays (EVENSON et al. 2014).

L'activité physique doit être encouragée au cours des grossesses non compliquées et doit être adaptée à l'âge gestationnel. D'après plusieurs études, la pratique d'une activité physique n'entraîne pas de modification concernant l'issue de la grossesse. Une activité physique modérée chez les femmes enceintes n'augmente pas le risque de fausses couches spontanées, de bébé de faible poids de naissance et d'accouchement prématuré (LAFON 2010). En effet, le maintien d'une activité physique pendant la grossesse permettrait de limiter le gain pondéral gestationnel, de diminuer de 50 % le risque de diabète gestationnel en améliorant la sensibilité à l'insuline, et de 40 % le risque de pré-éclampsie (MELZER et al. 2010, INPES 2007). De plus, l'exercice pendant la grossesse a été associé à une diminution du stress, de l'anxiété et de l'insomnie pendant la grossesse (GOODWIN et al. 2000).

## CHAPITRE III

### GAIN DE POIDS AU COURS DE LA GROSSESSE

#### III. 1. HISTORIQUE

La surveillance et les conseils donnés aux femmes quant à leur prise de poids pendant la grossesse ont évolué au cours des années et selon les principaux problèmes de santé publique. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, il était conseillé de restreindre ses apports nutritifs afin d'éviter les dystocies du travail. De plus, les denrées alimentaires étaient limitées à cette époque. En 1930, la prise de poids excessive était le signe évocateur de l'apparition d'œdèmes et de pré-éclampsie, il était donc conseillé de limiter la prise de poids, à un maximum de 6,8 kg (IOM et NRC 2009).

Dans les années 1970, un gain pondéral gestationnel de 12,5 kg est considéré comme physiologique chez une femme en bonne santé. Les spécialistes commencent alors à faire un lien entre le poids avant la grossesse, le gain pondéral et le poids de naissance de l'enfant. Les recommandations de gain ont été augmentées pour lutter contre le taux élevé de mortalité infantile associé à un faible gain de poids maternel et un faible poids à la naissance du nouveau né (NRC 1970). En 1971, HYTTEN a conclu que la prise de poids idéale était de 12,5 kg : 1 kg le premier trimestre et 11,5 kg les deux derniers trimestres (HYTTEN 1991). En 1980, une prise de poids inférieure ou égale à 1 kg par mois aux 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres était considérée comme insuffisante et un gain de 3 kg ou plus durant cette même période était excessif (NAOMI 2009).

En 1990, des recommandations plus précises de prise de poids optimale au cours de la grossesse ont été fournies et étaient basées sur l'indice de masse corporelle avant la grossesse (IOM 1990). Elles sont conditionnées au poids de départ, avec un poids minimum de 7 kg et un poids maximum de 18 kg si l'on considère à la fois les patientes dont l'indice de masse corporelle est le plus élevé et le plus faible au départ. Ces recommandations ont été très discutées, essentiellement en raison des limites fixées qui ont été jugées trop strictes pour optimiser le bon déroulement de la grossesse ou le devenir néonatal (BRACERO et al. 1998), ou à l'inverse, trop libérales, risquant de favoriser une augmentation du surpoids et de l'obésité (FEIG et al. 1998, JOHNSON et al. 1996). Pour LEVY (1995), la prise de poids

idéale au cours de la grossesse se situe entre 10 et 14 kg. Il souligne que l'équilibre nutritionnel avant le début de la grossesse est tout aussi important, voire plus important, que la prise de poids au cours de celle-ci. D'après EDWARDS et al. (1996), pour permettre une croissance fœtale optimale, la prise de poids chez des femmes de poids normal avant la grossesse doit être de 11,5 kg à 16 kg.

En 2009, les lignes directrices ont été affinées en réponse aux préoccupations concernant les conséquences de la prévalence croissante des femmes qui commencent la grossesse en étant en surpoids ou obèses et gagnent un poids excessif pendant la grossesse (IOM et NRC 2009). Bien que ces lignes directrices aient été élaborées aux États-Unis d'Amérique, ils ont été largement adoptées ailleurs (MCCLURE et al. 2013, NAGLE et al. 2011, SANTE CANADA 2010, RASMUSSEN et al. 2010, JEFFRIES et al. 2009). Le but de ces lignes directrices est de réduire la morbidité et la mortalité périnatales et de réduire les problèmes de santé plus tard dans la vie pour la mère et l'enfant (IOM 2009).

### **III. 2. GAIN DE POIDS AU COURS DE LA GROSSESSE**

Le gain de poids au cours de la grossesse est un phénomène physiologique. Il est lié d'une part à la croissance des tissus fœtaux et d'autre part aux modifications métaboliques maternelles avec constitution de réserves de tissus adipeux. Il doit permettre la naissance d'un enfant en bonne santé, entre 3,1 et 3,6 kg, éviter un surpoids maternel après la grossesse et réduire le risque de maladies chroniques pour la mère et l'enfant (BUTTE et al. 2005). Habituellement, le gain de poids gestationnel varie considérablement pendant la grossesse (BERNSTEIN et al. 1997). Il commence lentement au premier trimestre et augmente plus régulièrement au cours du deuxième et troisième trimestre de grossesse (DURIE et al. 2011, ABRAMS et al. 1995b).

#### **III. 2. 1. Répartition et composition du gain de poids gestationnel**

Au cours de la grossesse, le gain de poids de la mère sert d'indicateur général de la santé de la mère et de celle du fœtus en développement (SACHET 1989). Le gain pondéral total est important mais la période où les kilos ont été pris est à prendre en compte (MILLION 2008). La répartition des kilos se fait entre le fœtus, le placenta, le liquide amniotique et l'augmentation du volume sanguin, de l'utérus, des seins et des réserves adipeuses (MILLION



## SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

2008, HYTTEN 1991, KAPTUE NOCHE et al. 1981). La majorité du gain de poids a lieu pendant les deuxième et troisième trimestres de la grossesse ; la prise de poids est minime au cours du premier trimestre (IOM 2009) (Tableau 1).

Durant la phase anabolique (les deux premiers trimestres), le coût calorique de la croissance fœtale est faible. Il est surtout dû à l'expansion volumique et à la mise en réserve d'énergie dans certains tissus (seins, utérus, annexes). Ces six premiers mois permettent à la mère de constituer ses réserves adipeuses qui seront essentiellement stockées au niveau fémoral à savoir hanches, cuisses et fesses. A 6 mois, le fœtus ne pèse guère plus d'un kilogramme (VAAST 2006). Lors de la phase catabolique (3<sup>ème</sup> trimestre), le fœtus prélève une partie de ses besoins énergétiques, nécessaires à sa croissance, dans les réserves maternelles. Durant cette phase, l'augmentation du poids du fœtus et de ses annexes est exponentielle. Le fœtus qui prenait jusqu'alors 5 à 6 g/j va grossir en moyenne de 20 à 25 g/j (VAAST 2006).

**Tableau 1.** Répartition du gain pondéral en fonction de l'âge gestationnel.

Accroissement en poids (g)	10 <sup>ème</sup> SA	20 <sup>ème</sup> SA	30 <sup>ème</sup> SA	40 <sup>ème</sup> SA
Fœtus	15	320	1500	3500
Placenta et liquide amniotique	40	400	1050	1250
Utérus et seins	150	750	1100	1300
Masse sanguine	100	500	1100-1300	1100-1200
Liquides extracellulaires	100	200-400	400-500	1000-1200
Réserve adipeuse	200-300	800-1600	2000-3500	2000-4000
Total	600-700	300-4000	7000-9000	12000-12500

SA : Semaine d'aménorrhée

### III. 2. 2. Recommandations et évolution du gain de poids gestationnel

En 2009, l'Institut Américain de Médecine (IOM) a publié de nouvelles recommandations concernant le gain de poids gestationnel (par trimestre et total) en fonction de l'état pondéral maternel pré-grossesse (IOM 2009) (Tableau 2). Les recommandations indiquent pour chaque niveau de corpulence des cibles larges, définies d'après des données épidémiologiques, comme étant les plus favorables au devenir de la mère et de l'enfant. Selon l'IOM, à chaque IMC avant la grossesse, correspond un gain de poids acceptable. Les femmes maigres devraient prendre plus de poids pendant la grossesse afin de couvrir les besoins énergétiques nécessaires à la croissance du fœtus ; tandis que les femmes en surpoids et les obèses devraient présenter un gain de poids moindre, car les réserves dont elles disposent suffiraient aussi bien pour la croissance fœtale que pour le métabolisme maternel (IOM 2009).

Ces lignes directrices indiquent que les femmes normopondérales (IMC 18,5-24,9 kg/m<sup>2</sup>) devraient gagner 11,5-16 kg pendant la grossesse. Les femmes en surpoids (IMC 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>) devraient gagner 7-11,5 kg et les femmes obèses (IMC  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>) devraient seulement gagner 5-9 kg. Il est également recommandé de gagner entre 0,5 et 2 kg pendant le premier trimestre (CDC 2011b, IOM 2009). Dans le deuxième et le troisième trimestre, les femmes souffrant d'insuffisance pondérale devraient gagner 0,5 kg par semaine de grossesse, les femmes normales 0,4 kg / semaine, les femmes en surpoids 0,3 kg / semaine et les femmes obèses 0,2 kg / semaine (IOM 2009).

**Tableau 2.** Recommandations de gain de poids durant la grossesse de l'Institut Américain de Médecine (IOM) (IOM 2009).

Statut Pondéral avant grossesse	IMC avant grossesse (kg/m <sup>2</sup> )	Gain de poids pendant le 1 <sup>er</sup> trimestre (kg)	Gain de poids pendant le 2 <sup>ème</sup> et 3 <sup>ème</sup> trimestres (kg)	Gain de Poids Total (kg)
Maigreur	$\leq$ 18,5	0,5-2	5,28 à 6,96	12,5 à 18
Normal	18,5-24,9		4,20 à 6,0	11,5 à 16
Surpoids	25-29,9		2,76 à 3,96	7 à 11,5
Obèse	$\geq$ 30		2,04 à 3,24	5 à 9

\*Les calculs supposent un gain de poids de 0,5-2 kg au premier trimestre (CARMICHAEL et al. 1997a, ABRAMS et al. 1995b, SIEGA-RIZ et al. 1994).

Le gain de poids total pendant la grossesse qui est l'indicateur le plus couramment utilisé en anthropométrie maternelle, s'obtient en soustrayant le poids avant la grossesse du poids en fin de grossesse (habituellement mesuré juste avant l'accouchement) (IOM 2009, WHO 1995). Un gain pondéral est qualifié d'insuffisant lorsque sa valeur à terme est inférieure à celle recommandée par l'IOM qui est fonction de l'IMC avant la grossesse (SIBETCHEU et al. 2004). Un gain pondéral est qualifié d'excessif pendant la grossesse lorsque sa valeur au terme de la grossesse est supérieure à celle recommandée par l'IOM et ceci en rapport avec l'IMC avant la grossesse (BERGER et al. 2002b).

Les nouvelles recommandations de 2009 comportent deux changements majeurs :

- Les seuils correspondant à chaque catégorie d'IMC (maigreur, poids santé, surpoids, obésité) ont été revus pour correspondre à ceux de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;
- Le gain de poids minimal recommandé aux femmes enceintes qui souffrent d'obésité a été diminué (de 6,8 kg à 5 kg) et un seuil maximal (9 kg) a été ajouté.

Ces modifications tiennent compte des connaissances scientifiques les plus récentes, mais aussi des nouvelles tendances observées au sein de la population. Les femmes sont de plus en plus nombreuses à présenter de l'embonpoint et de l'obésité au moment de devenir enceintes, et plusieurs gagnent trop de poids durant leur grossesse (DIETZ et al. 2009a, RASMUSSEN et al. 2009).

### **III. 2. 3. Suivi du gain de poids pendant la grossesse**

Les professionnels de la santé peuvent utiliser des outils de suivi du gain de poids pour évaluer l'évolution de la grossesse, suivre le gain de poids et déceler plus tôt au cours de la grossesse les profils de gain de poids anormaux. Ces outils prennent en considération le profil global du gain de poids, étant donné que le rythme d'augmentation est très variable. Une seule mesure ne suffit pas pour déterminer si le gain de poids est normal (IOM 2009).

Ces outils supposent que les femmes prennent du poids à un rythme constant au cours des deuxième et troisième trimestres de leur grossesse. Toutefois, les femmes prennent souvent plus de poids au cours du deuxième trimestre qu'au cours du troisième. C'est le cas

pour toutes les catégories de statut pondéral avant la grossesse, sauf pour la catégorie à IMC égal ou supérieur à 30 (IOM 2009).

### **III. 2. 3. 1. Gain de poids pendant le premier trimestre**

Les femmes qui ont une grossesse réussie prennent environ 1 à 2 kg au cours du premier trimestre (IOM 2009). Les nausées et vomissements que connaissent beaucoup de femmes au début de leur grossesse peuvent entraîner une petite perte de poids. Il arrive toutefois que des femmes s'efforcent de manger moins pour éviter de grossir. Les femmes qui ont une perte de poids supérieure à 5 à 10 % par rapport à leur poids avant la grossesse devraient être évaluées. De même, les femmes qui prennent beaucoup de poids au cours du premier trimestre (beaucoup plus que 2 kg) devraient aussi être évaluées. Ces femmes risquent davantage d'être atteintes de diabète gestationnel, en particulier si leur IMC avant la grossesse est supérieur à 25 kg/m<sup>2</sup> (HEDDERSON et al. 2010).

### **III. 2. 3. 2. Gain de poids pendant les deuxième et troisième trimestres**

Après le premier trimestre, les femmes prennent du poids de façon régulière, à mesure qu'elles fabriquent des tissus maigres et des tissus adipeux. Les profils erratiques de gain pondéral et les gains de poids non conformes aux recommandations devraient être évalués. Lorsqu'une femme présente un gain de poids très inférieur ou très supérieur au gain recommandé, le professionnel de la santé peut essayer de l'aider à ramener son gain de poids au taux recommandé pour le reste de sa grossesse (IOM 2009).

## **III. 3. FACTEURS INFLUANT SUR LE GAIN DE POIDS PENDANT LA GROSSESSE**

### **III. 3. 1. Age**

Des études définissent l'âge de la mère comme un facteur qui augmenterait le gain de poids pendant la grossesse. Plus les femmes seraient âgées, plus le gain pondéral serait important (SCOTLAND et al. 2005). Par contre, dans une étude menée auprès 1950 femmes enceintes en Australie, une relation entre l'âge maternel et le gain de poids gestationnel a été observée surtout chez les femmes les plus jeunes ayant un gain excessif, comparativement à celles âgées de 35 ans et plus (RESTALL et al. 2014). L'étude DERUELLE et al. (2004), qui compare deux groupes, l'un à prise de poids supérieure aux recommandations de l'IOM, et

l'autre à prise de poids normale, indique que les femmes qui ont pris plus de poids sont plus jeunes. Il semblerait donc, que les femmes de moins de 25 ans et de plus de 35 ans soient plus exposées à une prise de poids excessive pendant la grossesse.

### **III. 3. 2. Parité**

La parité est l'un des facteurs associés au gain de poids gestationnel (NOHR et al. 2009, OLSON et al. 2003). Les femmes nullipares sont plus susceptibles de dépasser les lignes directrices sur le gain de poids gestationnel (WELLS et al. 2006, BRAWARSKY et al. 2005). Tandis que les femmes qui ont eu au moins un enfant ont tendance à prendre moins de poids pendant la grossesse que les femmes enceintes pour la première fois (WELLS et al. 2006, BRAWARSKY et al. 2005, OLSON et al. 2003). Une étude de 523 femmes enceintes au Royaume-Uni a confirmé cette constatation (HARRIS et al. 1997). Cependant, d'autres études ont trouvé que le risque de gain pondéral est augmenté avec la parité, surtout à partir de la deuxième grossesse (ZALIHATA 2010). SCOTLAND et al. (2005) ont trouvé que le gain de poids insuffisant est plus fréquent chez les nullipares, parce qu'elles développent fréquemment des troubles de l'appétit dont l'hyperemesis gravidarum et l'anorexie.

### **III. 3. 3. Indice de Masse Corporelle avant grossesse**

L'indice de masse corporelle (IMC) pré-grossesse est un facteur déterminant du gain de poids au cours de la grossesse. Il est courant de dire que le gain pondéral idéal de la femme enceinte est de 12 kg pendant sa grossesse. Ce lieu commun est inexact, car il n'existe pas de prise de poids idéale valable pour toutes les femmes. En effet, la prise de poids est directement dépendante du poids de la femme avant sa grossesse et de sa taille, c'est-à-dire de son IMC pré-gestationnel (IOM 2009). D'après des données observationnelles, les femmes qui ont un IMC plus élevé sont plus susceptibles d'être en mauvaise santé et d'avoir une grossesse moins réussie (MARGERISON ZILKO et al. 2010, MCDONALD et al. 2010, TORLONI et al. 2008).

Entre 35 et 60 % des femmes, dans toutes les catégories de l'IMC, dépassent les lignes directrices recommandées par l'IOM (BOYLE et al. 2014, KOWAL et al. 2012, MAMUN et al. 2011) et les femmes en surpoids et obèses avant grossesse sont plus susceptibles d'avoir un gain de poids excessif pendant la grossesse (GUILLOTY et al. 2015, GAVARD et al. 2014,

ADAMO et al. 2013, MARGERISON et al. 2010). Un indice de masse corporelle (IMC) pré-grossesse élevé est associé à un gain de poids excessif au cours de la grossesse (GAILLARD et al. 2013, HERRING et al. 2012). Par contre, HEUDE et al, ont trouvé qu'un IMC maternel élevé avant grossesse est associé à une faible prise de poids pendant la grossesse (HEUDE et al. 2011).

Etre en surpoids ou obèses avant grossesse et avoir un gain de poids excessif durant la grossesse sont des problèmes importants qui ont été associés à une augmentation des issues défavorables pour les femmes enceintes et leurs enfants, à court et à long terme (GUILLOTY et al. 2015). Au début de la grossesse, il existe un risque accru d'avortement spontané précoce et de malformations congénitales (LASHEN et al. 2004). A la fin de la grossesse, le risque de dysfonctionnement métabolique associé à la résistance à l'insuline se présente sous forme de diabète gestationnel et de pré-éclampsie (ADAMO et al. 2013). Dans l'étude de FERRARO et al, les femmes en surpoids ont gagné plus de poids pendant la grossesse. En conséquence, ces femmes ont accouché de nouveaux-nés avec un poids de naissance élevé et prédisposés au risque de devenir en surpoids et obèses entre l'âge de deux et vingt ans (FERRARO et al. 2012).

### **III. 3. 4. Facteurs socio-économiques**

Des études suggèrent que le niveau d'instruction bas est associé à un risque accru d'un gain de poids insuffisant au cours de la grossesse (WELLS et al. 2006, HICKEY et al. 1999) et que le niveau d'instruction plus élevé est associé à une plus grande adhérence aux lignes directrices sur le gain de poids gestationnel (DIPIETRO et al. 2003). Cependant, d'autres études ont révélé que le niveau d'instruction n'a pas été significativement associé à un gain pondéral gestationnel excessif ou insuffisant (BRAWARSKY et al. 2005, STRYCHAR et al. 2000).

D'autres facteurs influent aussi sur le gain de poids pendant la grossesse. C'est le cas du niveau de vie des femmes enceintes. L'étude réalisée à Lille par l'équipe de DERUELLE montrait une proportion plus importante de patientes de niveau socio-économique moyen dans le groupe "prise de poids excessive" alors que les patientes avec un niveau socio-économique plus élevé étaient plus nombreuses dans le groupe ayant une prise de poids normale. Les

patientes de faible niveau socioéconomique se répartissaient également entre les deux groupes (DERUELLE et al. 2004). Par contre, WELLS et al. (2006) n'ont trouvé aucune association entre le statut socioéconomique et le risque d'un gain de poids insuffisant ou excessif pendant la grossesse.

### **III. 3. 5. Changements des comportements alimentaires**

La grossesse est une période de grand bouleversement physique. Une insatisfaction de cette nouvelle image corporelle pourrait déclencher chez certaines femmes des troubles du comportement alimentaire (HUBIN-GAYTE et al. 2012). Des mauvaises habitudes alimentaires peuvent être la cause d'une prise de poids inadéquate (excessive ou insuffisante) comme par exemple les grignotages, les sauts des repas, l'absence de rythme alimentaire, l'hyperphagie et les troubles de l'appétit (ABRAMS et al. 1995a, IOM 1990).

Pendant la grossesse, des modifications de l'appétit sont fréquemment constatées. Les envies irrépessibles et les dégoûts sélectifs sont largement présents en début de grossesse et tendent rapidement à disparaître par la suite (DAYAN et al. 1999). Peu d'études ont considéré les troubles de l'appétit au cours de la grossesse et le gain de poids gestationnel. Une étude de KOUBA et al, n'a pas trouvé une différence significative de gain de poids gestationnel des femmes avec des troubles de l'appétit par rapport à un groupe témoin, bien que le sous-groupe anorexique a eu un gain moyen significativement inférieur à celui des témoins (KOUBA et al. 2005).

De plus, le manque de fractionnement est également à l'origine d'un déséquilibre alimentaire. Ceci s'observe fréquemment chez les femmes qui se lèvent tard, prennent un gros petit déjeuner, n'ont donc pas faim à midi et ne déjeunent pas, mais la faim se faisant sentir dans l'après-midi, elles grignotent ou goûtent, le dîner est peut-être le seul repas équilibré de la journée. La régularité du rythme alimentaire est capitale : les variations sont souvent à l'origine de prises de poids excessives. Les femmes souffrant de gastralgies, fréquentes au cours de la grossesse, vont également être tentées de grignoter pour soulager leur douleur (VAAST 2006).

Les comportements alimentaires maternels au cours de la grossesse peuvent directement affecter la croissance du fœtus (BLUMFIELD et al. 2012). La sensibilisation a augmenté durant les dernières années que l'alimentation de la mère peut influencer l'issue de la grossesse ainsi que la santé à long terme de l'enfant (KIND et al. 2006, GODFREY et al. 2001). Un long temps doit être réservé aux habitudes alimentaires : nombre de repas par jour, les quantités ingérées et les modifications apportées (HUBIN-GAYTE et al. 2012).

### **III. 3. 6. Apports alimentaires**

L'alimentation est une grande part de la grossesse. Elle aura un impact sur le développement du fœtus tout au long de la gestation. Une alimentation équilibrée permet de couvrir les besoins (même augmentés) de la femme enceinte (LAGIOU et al. 2004). Une étude prospective de 495 femmes a révélé que la quantité et le type d'aliments consommés au cours de la grossesse influencent le gain de poids des femmes (OLAFDOTTIR et al. 2006). L'alimentation de la mère peut même jouer un rôle en termes de programmation in utero de l'appétit (BRION et al. 2010).

Il existe encore et toujours des femmes qui pensent que la grossesse nécessite un apport alimentaire augmenté. D'où la nécessité de continuer à expliquer à ces femmes qu'il ne faut pas manger deux fois plus mais plutôt deux fois mieux et qu'augmenter leur ration alimentaire risquerait d'entraîner une prise de poids excessive et toutes les complications qui lui sont liées (GOLDONI 2009). D'autres femmes exprimeront une sensation de faim augmentée. L'erreur alimentaire la plus fréquemment rencontrée est l'abus de sucres rapides notamment sous forme de boissons sucrées (type sodas) (VAAST 2006). Des travaux scientifiques se sont préoccupés de l'alimentation des femmes enceintes et non pas uniquement des régimes à conseiller lors de grossesse pathologique. Ces recherches ont montré le rôle primordial que joue l'alimentation de la mère dans le développement du fœtus, puis de l'enfant (RAIMBAULT 1992). REYES et al. (2013), ont montré que parmi les principaux déterminants de la prise de poids gestationnel se trouvent la consommation alimentaire.

La prise pondérale est variable en fonction des différents trimestres et est répartie entre la mère, le fœtus et ses annexes. Cette prise pondérale est donc nécessaire au bon déroulement de la grossesse. Pour cela, il est essentiel de couvrir les besoins énergétiques de la femme



enceinte (SCOTLAND et al. 2005, FOURNIER et al. 1999). Une prise de poids plus grande est généralement liée aux réserves adipeuses plus importantes. Ces réserves augmentent de manière importante entre le 5<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> mois de grossesse. Il s'agit d'un phénomène adaptatif de l'espèce. Il est nécessaire de disposer de réserves en fin de grossesse et pour l'allaitement maternel qui sont deux périodes où les besoins pour le fœtus ou pour la mère sont considérables (FOURNIER et al. 1999).

### **III. 3. 7. Diminution de l'activité physique**

L'activité physique a longtemps été contre-indiquée pendant la grossesse à cause du risque d'avortement spontané, de retard de croissance ou de dystocie qu'on pouvait y associer. C'est pour cela que de nombreuses femmes diminuent voire arrêtent leurs exercices physiques lorsqu'elles sont enceintes. Elles ont besoin de protéger leur grossesse qui leur paraît fragile lors des premiers mois. En fin de grossesse, c'est plutôt le volume utérin qui freine la mobilisation (INPES 2007).

Certaines études ont pu montrer qu'il n'existait pas de risques de fausse-couche, d'accouchement prématuré et de retard de croissance intra utérin, si l'activité physique pratiquée au cours de la grossesse est raisonnable (INPES 2007, ACOG 2002). De plus, le maintien d'une activité physique pendant la grossesse permettrait de diminuer de 50 % le risque de diabète gestationnel en améliorant la sensibilité à l'insuline, et de 40 % le risque de pré-éclampsie (INPES 2007, DEMPSEY et al. 2005). Egalement, l'activité physique permet un meilleur équilibre psychologique et nutritionnel (POUDEVIGNE et al. 2006).

L'activité physique est un bon moyen de contrôler le gain de poids pendant la grossesse (IOM 2009). En effet, l'absence de pratique d'une activité physique douce et modérée alors que les apports énergétiques sont augmentés peut donc favoriser le stockage de graisses, le gain de poids excessif et l'apparition de complications (ACOG 2002). De plus, le manque d'exercice physique pendant la grossesse a des conséquences non négligeables : déclin de la forme musculaire et cardio-vasculaire, risque accru de diabète gestationnel et d'hypertension artérielle, apparition de varices et de thromboses veineuses profondes, incidence élevée de problème physique (dyspnée, douleurs lombaires...) et une adaptation

psychologique défavorable aux changements physiques qu'entraîne la grossesse (PELLE et al. 2009, DEMPSEY et al. 2005).

### **III. 3. 8. Facteurs psychologiques et environnementaux**

La grossesse est le plus souvent ressentie comme un moment de bien être, mais peut parfois être la source d'une souffrance psychologique voire de troubles psychiatriques (en fonction de l'histoire de la femme, de sa vie affective, de son statut socioculturel...). Elle révèle chez certaines femmes une tendance anxiodépressive qu'il est important de bien traiter car elle peut se poursuivre par un « baby-blues » ou une dépression du post-partum (TALLEY 2013).

Les facteurs émotionnels et psychologiques ont un rôle important dans la prise de poids inadéquate (excessive ou insuffisante) au cours de la grossesse. Il existe des restructurations psychologiques qui font que la femme enceinte est différente des autres femmes. Le stress conscient causé par la grossesse accentue aussi le gain de poids gestationnel. Certaines femmes qui contrôlaient jusqu'alors leur poids vont profiter de leur statut de femme enceinte pour lever les contraintes qu'elles s'étaient imposées et leur appétit peut devenir excessif. Ces femmes mangent pour deux afin que leur enfant ne manque de rien. D'autres femmes chez qui la grossesse est vécue difficilement, ont le sentiment d'être dépossédée de leur corps et d'être soumise au désir du fœtus. Elles peuvent se sentir menacée de l'intérieur. Prendre du poids est alors un moyen de contrôle sur leur corps (CLERGET 2009). D'autres femmes ont pour image de la maternité celle d'une femme « arrondie ». Cette image est présente dans de nombreuses cultures. Il s'agit d'un archétype encore présent de nos jours, où les femmes en bonne santé étaient rondes et elles nourrissaient leur enfant à partir de leurs propres réserves (CLERGET 2009).

### **III. 3. 9. Nausées et vomissements**

L'hyperemesis gravidarum est un ensemble syndromique caractérisé par des nausées et des vomissements répétés jusqu'à la fin du premier trimestre. Il est plus observé chez les primipares, et constitue un des facteurs qui expliquent le gain de poids insuffisant pendant la grossesse, surtout lorsque la symptomatologie persiste après la 12<sup>ème</sup> semaine de gestation (SCOTLAND et al. 2005).

## **III. 4. COMPLICATIONS LIEES AU GAIN DE POIDS GESTATIONNEL**

Une prise de poids adéquate favorise une grossesse et un accouchement sans complications. De plus cela permet la constitution de réserves suffisantes pour assurer l'allaitement et prévenir l'apparition de certaines affections (diabète, complications cardiovasculaires, HTA, anémie). Prévenir l'excès pondéral parmi les femmes enceintes et limiter la prise de poids inadéquate pendant la grossesse, sont des enjeux majeurs de santé publique (IOM 2009, PNNS 2007).

### **III. 4. 1. Complications maternelles**

De nombreuses études ont mis en évidence l'influence du gain de poids gestationnel sur le développement de complications maternelles, telles que l'hypertension gravidique et le diabète gestationnel (ZHANG et al. 2015). Ces complications gestationnelles ont été associées à un gain de poids excessif au cours de la grossesse (GOLDSTEIN et al. 2017).

#### **III. 4. 1. 1. Hypertension artérielle**

En dehors de la grossesse, l'hypertension artérielle (HTA) fait partie des complications habituellement rencontrées chez le sujet obèse. Au cours de la grossesse, il a clairement été démontré que le gain pondéral excessif est un facteur de risque de survenue d'hypertension gravidique ou d'une pré-éclampsie (GOLDSTEIN et al. 2017, GAILLARD 2015, TANAKA et al. 2014). L'étude réalisée par THORSDOTTIR et al, montre que l'apparition d'hypertension artérielle gravidique est significativement plus fréquente chez les femmes ayant pris plus de 20 kg que chez les femmes ayant pris entre 11,5 et 16 kg (THORSDOTTIR et al. 2002). De même, l'étude de DERUELLE et al. (2004), met en évidence qu'une prise de poids excessive pendant la grossesse augmente le risque de survenue de complications vasculaires. Il s'agit principalement d'une augmentation du nombre de patientes qui présentent une hypertension artérielle gravidique. Une augmentation de la fréquence de présence d'œdèmes et de pré-éclampsie est notée par d'autres auteurs (DELVILLE et al. 2004).

Cependant, il est difficile de préciser si la prise de poids induit la survenue des complications vasculaires ou si à l'inverse, la prise de poids est la conséquence d'une rétention hydrosodée fréquemment observée en cas d'hypertension artérielle ou de pré-éclampsie. Néanmoins, l'hypothèse d'un lien entre une prise de poids excessive et l'apparition

de complications vasculaires est renforcée par l'existence d'un taux plus élevé de ces complications chez les patientes obèses (LEVY 1995).

### ➤ **Hypertension artérielle chronique**

Elle se définit par une tension artérielle supérieure ou égale à 140 et/ou 90 mm Hg apparaissant avant 20 semaines d'aménorrhée (SA). Elle persiste habituellement jusqu'à 42 jours du postpartum (ACOG 2013, ROBERTS et al. 2013, COOPER et al. 2006).

### ➤ **Hypertension artérielle gravidique**

C'est une hypertension artérielle qui survient avec la grossesse après 20 SA et qui associe ou non une protéinurie. Elle est circonstancielle. L'hypotrophie et la mort fœtale, et le petit poids à la naissance constituent les risques pour le futur enfant (ACOG 2013, ROBERTS et al. 2013, COOPER et al. 2006).

Les complications hypertensives de la grossesse sont de graves problèmes de santé publique. Elles figurent toujours parmi les principales causes de morbidité et de mortalité maternelles et fœtales (ABALOS et al. 2014). Une étude portant sur 12055 femmes enceintes Finlandaises a démontré que l'hypertension gestationnelle a été associée à une augmentation de 44,0 % des cardiopathies ischémiques et à une augmentation de 91,0 % des maladies rénales (MÄNNISTÖ et al. 2013). Elle est également associée à des risques accrus des saignements au moment de l'accouchement et l'accouchement par césarienne (DE CHERNEY et al. 2012). Les fœtus des femmes hypertendues sont également exposés à des risques accrus y compris ; des fausses couches, un transfert d'oxygène placentaire inapproprié, un décollement placentaire, un retard de croissance intra-utérin, un accouchement prématuré et une morbidité et mortalité périnatale (DE CHERNEY et al. 2012, CUNNIGHAM et al. 2010). Les femmes hypertendues donnent généralement naissance à des bébés prématurés, qui à leur tour auront probablement besoin de soins intensifs néonataux, en raison de leur retard de croissance intra-utérin et faible poids à la naissance (CUNNIGHAM et al. 2010).

### III. 4. 1. 2. Diabète gestationnel

La grossesse se présente comme une situation d'accélération métabolique avec une première phase anabolique, puis une phase catabolique dont la finalité est d'assurer le flux énergétique nécessaire à la croissance du fœtus. Au cours de la grossesse normale, il existe une insulino-résistance physiologique progressive et réversible associée à un hyperinsulinisme réactionnel. Au cours du diabète gestationnel, on a cette même situation d'insulino-résistance qui peut être potentialisée par un excès d'accumulation de masses grasses jusqu'à la 30<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée. A ce mécanisme, s'ajoutent une baisse de l'insulinosécrétion. Bien que la tolérance glucidique se normalise le plus souvent après l'accouchement, la femme ayant un antécédent de diabète gestationnel est à très haut risque de développer un diabète sucré essentiellement de type II. Or, sur le plan physiopathologique, il apparaît cependant que les mêmes mécanismes seraient impliqués à la fois dans le diabète gestationnel et dans le diabète de type II (MILLO-GUERRE et al. 2005).

Le diabète gestationnel se définit comme un trouble de la tolérance glucidique engendrant une hyperglycémie maternelle, débutant ou diagnostiquée la première fois pendant la grossesse quelque soient le traitement nécessaire et l'évolution dans le post-partum (CANADIAN DIABETES ASSOCIATION 2013, SINGER 2011, DERUELLE et al. 2009, HAS 2005). Selon la plupart des recommandations existantes, le diagnostic du diabète gestationnel repose sur des tests de charge orale en glucose (HGPO) et doit être réalisé chez toutes les femmes, entre 24 et 28 SA (SINGER 2011). De façon physiologique, il existe chez toutes les femmes enceintes, une tendance à l'insulino-résistance à partir du 2<sup>ème</sup> trimestre de la grossesse. L'existence d'un hyperinsulinisme avec insulino-résistance favorise la survenue d'un diabète gestationnel (DERUELLE et al. 2012). La physiopathologie du diabète gestationnel n'est pas claire, mais il peut être lié à des changements métaboliques extrêmes observés pendant la «grossesse normale» ou refléter la prédisposition d'un individu pour le diabète de type 2 (HEDDERSON et al. 2010).

Le diabète gestationnel est une des complications fréquemment retrouvée chez les femmes présentant un gain pondéral excessif. Ainsi, certaines études ont trouvé que le taux de diabète gestationnel est significativement plus élevé pour un gain pondéral excessif, en comparaison avec les femmes ayant un gain pondéral conforme aux recommandations de

l'IOM (ZHANG et al. 2015, GAILLARD 2015). L'hyperglycémie liée à l'insulinorésistance qui caractérise le diabète gestationnel survient au deuxième trimestre de la grossesse. Ceci explique l'absence d'anomalies de l'organogenèse en cas de diabète gestationnel (JUVIN et al. 2001). Par ailleurs, la survenue d'un diabète gestationnel expose à un risque accru de développer un diabète de type 2 plus tard (CHENG et al. 2008).

La surveillance glycémique avec la mise en place d'un régime alimentaire adapté et l'exercice physique sont généralement suffisants dans la prise en charge d'un diabète gestationnel. On parle alors de diabète équilibré sous régime. Il est parfois nécessaire d'y associer de l'insuline : ce type de diabète nécessite une surveillance particulière car il est plus à risque de complications maternelles et fœtales. Les femmes ayant un diabète gestationnel avec une prise de poids excessive sont plus à risque d'une insulinothérapie pour équilibrer leur glycémie. A l'inverse, pour celles ayant une prise de poids normale, des mesures diététiques sont suffisantes (CHENG et al. 2008).

### **III. 4. 1. 3. Anémie**

L'anémie gravidique se définit par un taux d'hémoglobine inférieur à 11,0 g/dl au premier et au troisième trimestre de la grossesse et inférieur à 10,5 g/dl au deuxième trimestre et elle est l'un des problèmes les plus courants en obstétrique (WHO/CDC 2008). L'anémie ferriprive, surtout en début de grossesse, augmente les risques de mortalité fœtale, de retard de croissance intra-utérin (RCIU), de prématurité et de petit poids de naissance. La carence peut avoir des conséquences graves pour la mère en cas d'hémorragies importantes lors de la délivrance (PHOMAPHI 2005, BERKANE et al. 2004).

L'anémie peut s'expliquer en premier lieu par un régime alimentaire pauvre en fer. En effet, le fer alimentaire existe sous deux formes : le fer héminique et le fer non héminique. Le fer héminique est incorporé dans la structure de l'hémoglobine et la myoglobine ; il est seulement présent dans les produits carnés. Sa biodisponibilité est de 25 %. Il est peu influencé par les différents constituants du repas et les réserves en fer. Quant au fer non héminique, les sources sont essentiellement les aliments d'origine végétale (céréales, légumes secs, fruits) ainsi que les produits laitiers. Il est utilisé pour la synthèse d'enzymes non héminiques et dans les formes de transport (par la transferrine) et de réserve. La

biodisponibilité du fer non héminique est faible. Elle varie de 1 à 10 % et est en moyenne de 5 %. De plus, elle est fortement influencée par la composition du repas et l'état des réserves en fer (HERCBERG 1992).

Les études se contredisent sur ce point. L'étude de SEBIRE publiée en 2001 dans le *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* retrouvait que, les femmes ayant une insuffisance pondérale étaient plus susceptibles d'être anémiées pendant la grossesse. (OR=1,25 IC99% [1,19-1,30]) (SEBIRE et al. 2001). CHOI dans son étude réalisée en Corée du Sud, a regroupé toutes les pathologies hématologiques pour avoir un plus grand effectif cependant malgré une tendance à l'augmentation, il n'avait pas mis en évidence de différence significative entre les deux populations (OR=2,60 [0,72-9,40]) (CHOI et al. 2011).

### **III. 4. 1. 4. Surpoids et obésité à long terme**

Au-delà des effets maternels et néonataux, une prise de poids excessive peut induire des conséquences maternelles à plus long terme. La rétention pondérale après l'accouchement est directement et significativement corrélée au gain de poids pendant la grossesse. Lorsque celui-ci excède 18,0 kg, le poids résiduel après l'accouchement est de l'ordre de 5,0 kg (BENCHIMOL 2008). En effet, un grand nombre de femmes conservent leurs kilos plusieurs mois après l'accouchement d'autant plus que le gain pondéral a été important, ce qui favorise l'apparition d'une obésité à long terme. Ceci est démontré à travers l'étude de WALKER (2007), où 14,0 à 20,0 % des femmes étudiées conservent les kilos acquis pendant la grossesse dans le postpartum. Un surpoids, voire une obésité à long terme, peuvent être favorisés à partir d'un gain pondéral gestationnel trop important (GORE et al. 2003).

L'étude menée par l'équipe de SCHOLL montre qu'une prise de poids excessive au cours de la grossesse se traduit par une rétention pondérale de 9,4 kg en moyenne contre 3,9 kg chez les femmes ayant pris en moyenne 13,0 kg au cours de la grossesse, six semaines après l'accouchement. Six mois après l'accouchement, les femmes avec une prise de poids excessive sont en surpoids (IMC > 25,1 en moyenne), alors qu'elles avaient un statut pondéral normal avant la grossesse (SCHOLL et al. 1995). Dans d'autres études, le gain de poids moyen un an après l'accouchement est autour de 1,5 kg. Mais il existe des variations importantes, dans 13,0 % des cas le gain pondéral est entre 5,0 et 10,0 kg, il est de plus de

10,0 kg dans 1,5 % des cas. L'allaitement maternel ne modifie que légèrement la rétention pondérale post-partum (GALTIER et al. 2003).

### **III. 4. 2. Complications fœtales et néonatales**

Plusieurs études ont mis en évidence l'influence du gain de poids gestationnel sur le développement de complications néonatales, telles que la prématurité, l'accouchement par césarienne et la macrosomie (ZHANG et al. 2015, MCDONALD et al. 2010). Ces complications gestationnelles ont été associées à la fois à un gain de poids gestationnel insuffisant et excessif (GOLDSTEIN et al. 2017).

#### **III. 4. 2. 1. Malformations fœtales**

Elles sont plus portées sur les anomalies de fermeture du tube neural dont le Spina Bifida. SHAW et al. (2001), l'ont prouvé chez les femmes gestantes qui prennent moins de 5,0 kg en neuf mois de grossesse. Une trop faible prise de poids pendant la grossesse amplifie très clairement le risque des anomalies du tube neural et des lésions cardiaques.

Une prise de poids excessive chez des femmes initialement avec un IMC normal n'expose pas à des malformations congénitales si l'on se réfère aux études réalisées sur le sujet (DERUELLE et al. 2004, THORSDOTTIR et al. 2002). En cas d'obésité, il existe un taux plus élevé de malformations congénitales ; en particulier, la fréquence des anomalies de fermeture du tube neural est augmentée (WATKINS et al. 2003). Les femmes enceintes ayant un gain pondéral excessif avec un diabète ont un risque plus important de malformations comparées à des patientes non diabétiques (DERUELLE et al. 2012).

#### **III. 4. 2. 2. Retard de croissance intra utérin**

Le retard de croissance est une insuffisance de poids fœtal par rapport à un âge gestationnel donné. Il s'installe progressivement en réponse à la souffrance fœtale chronique qui elle-même résulte d'une mauvaise perfusion fœtale. La mort fœtale quant à elle survient soit par effet d'une souffrance prolongée et non corrigée, soit par interruption brutale de la circulation placentaire avec formation d'un hématome rétro-placentaire dans les cas d'hypertension mal contrôlée (CATALANO et al. 2006).



Le gain de poids gestationnel insuffisant est lié à la restriction de la croissance intra-utérine (CATALANO et al. 2006). C'est la résultante directe d'une malnutrition fœtale chronique. Il apparaît lorsque la prise de poids est inférieure à 0,34-0,38 kg par semaine au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse. Dans ce contexte une prise de poids élevée n'est toujours pas capable de compenser l'effet négatif du déficit pondéral initial (THERON et al. 1998).

### III. 4. 2. 3. Macrosomie

La macrosomie se définit par un poids de naissance supérieur ou égal à 4000 g. L'incidence de la macrosomie est plus importante chez les femmes qui ont pris du poids de façon excessive durant leur grossesse par rapport aux femmes qui ont une prise de poids normale (GOLDSTEIN et al. 2017, SHIN et al. 2015, KIM et al. 2014). L'étude de DERUELLE démontre que le poids de naissance moyen était significativement plus élevé dans le groupe de femmes ayant pris plus de 18 kg, ainsi que le taux de nouveaux-nés pesant plus de 4000 g (DERUELLE et al. 2004). De même, THORSDOTTIR et al. (2002) ont trouvé que le pourcentage de nouveaux-nés macrosomes est significativement plus élevé chez les femmes ayant pris plus de 20 kg (10,2 % contre seulement 4,0 % chez les femmes ayant pris entre 11,5 et 16,0 kg).

Une prise de poids excessive au cours de la grossesse multiplie par 2 à 3 le risque d'avoir un enfant macrosome (WEN et al. 2015, KAC et al. 2005). L'étude réalisée par l'équipe d'EDWARDS montre que les femmes enceintes ayant pris plus de 16 kg au cours de la grossesse ont un risque 2 fois plus élevé de donner naissance à un enfant de plus de 4000 g (EDWARDS et al. 1996). Dans une autre étude, le risque de macrosomie est 5,42 fois plus grand pour les femmes ayant un gain pondéral supérieur aux normes (KAC et al. 2005).

La macrosomie fœtale a attiré une attention immense en raison de l'augmentation des risques pour les mères et les nourrissons. L'étude de STOTLAND, s'est intéressée au lien entre la prise de poids pendant la grossesse et l'état néonatal à la naissance. Les résultats montrent une association pour des prises de poids supérieures à 18 kg avec l'augmentation d'une ventilation assistée, des scores d'Apgar bas à 5 minutes de vie, des hypoglycémies et de l'inhalation méconiale (STOTLAND et al. 2006). La macrosomie s'accompagne d'un risque

important de dystocie des épaules, qui alors peut engendrer des complications comme des fractures de la clavicule voire des lésions du plexus brachial (LEWIS et al. 1998).

### **III. 4. 2. 4. Petit poids de naissance**

La situation inverse est également préoccupante. Ainsi, un faible gain de poids durant la grossesse est associé à une augmentation du risque de donner naissance à un bébé d'un petit poids de naissance. Le risque est accentué chez les femmes souffrant de maigreur au début de leur grossesse (CRANE et al. 2009, DIETZ et al. 2009b, SIEGA-RIZ et al. 2009, STOTLAND et al. 2006). De nombreuses études ont mis en évidence qu'un gain de poids insuffisant est fortement associé à un faible poids à la naissance (PAPAZIAN et al. 2017, TINGYUAN et al. 2015, SCHOLL et al. 1995). Dans une revue systématique, un gain de poids insuffisant augmentait de 1,85 fois le risque de faible poids à la naissance (HAN et al. 2011).

Le petit poids de naissance (PPN) est défini par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme un poids de naissance strictement inférieur à 2500 grammes quel que soit le terme de grossesse. C'est un réel problème de santé publique de part son importance et de part la fragilité des enfants qui en sont atteints. C'est une cause majeure de mortalité qui s'accompagne, d'un risque plus élevé de présenter des problèmes de développement et de morbidité durant les premières années de vie (OMS 1979).

Les complications périnatales associées au faible poids de naissance sont principalement attribuées à la prématurité fœtale, mais peuvent aussi résulter d'une restriction de la croissance intra-utérine (PATTERSON et al. 1986). De nombreuses études ont rapporté que les nouveaux-nés de petit poids à la naissance étaient associés à une morbidité et à une mortalité plus élevées (KOTHARI et al. 2011, ABRAMS et al. 2000). Les enfants nés avec un faible poids de naissance sont également plus susceptibles de souffrir de maladies chroniques plus tard dans la vie (BARKER 1989).

### **III. 4. 2. 5. Complications pour l'enfant à long terme**

Un gain de poids insuffisant pendant la grossesse peut avoir des répercussions dans l'adolescence et l'âge adulte du nouveau-né. Des études révèlent que, outre les risques

néonataux immédiats, les enfants hypotrophiques à la naissance sont à l'âge adulte plus exposés à l'hypertension artérielle, aux anomalies du métabolisme glucidique et aux pathologies coronariennes, nerveuses et mentales (ALEXANDER et al. 2014). D'autres conséquences à long terme de gain de poids insuffisant ont été observées, telle que des performances scolaires moins bonnes à l'âge de 16 ans. Chez les filles, l'hypotrophie à la naissance favoriserait une ménopause plus précoce (BERGER et al. 2002b).

La prise de poids excessive pendant la grossesse, étant reconnue comme un facteur de risque de macrosomie, est donc un facteur de risque d'apparition de complications pour l'enfant à long terme (obésité, diabète de type 2 et HTA) (SLYVKA et al. 2015, JOHNSON et al. 2015, SINGER 2011). Pour les enfants qui développent un diabète insulino-dépendant entre la naissance et l'âge de 25 ans, les facteurs retrouvés pendant la grossesse sont principalement une prise de poids maternelle excessive (BERGER et al. 2002b).

### **III. 4. 3. Complications obstétricales**

#### **III. 4. 3. 1. Prématurité**

Un accouchement prématuré est défini comme celui qui survient avant 37 semaines d'aménorrhée (SA) révolues. Le gain de poids pendant la grossesse est lié à un accouchement prématuré. Une méta-analyse de 13 études a conclu que le gain de poids insuffisant est associé à un risque accru de prématurité (CARMICHAEL et al. 1997b). Le taux d'accouchement prématuré augmente en cas de prise de poids inférieure à 0,34 kg par semaine de la 20<sup>ème</sup> à la 36<sup>ème</sup> SA (THERON et al. 1998).

L'accouchement prématuré varie en fonction du gain de poids gestationnel (SCHIEVE et al. 2000). Le risque le plus faible d'accouchement prématuré a été constaté chez les femmes qui gagnent entre 0,27 et 0,45 kg par semaine et le taux d'accouchement prématuré le plus élevé était pour les femmes enceintes présentant un gain de poids inférieur à 0,1 kg par semaine. Des résultats similaires ont été trouvés en utilisant les données de l'enquête nationale sur la santé maternelle et infantile, à l'exclusion des accouchements prématurés cliniquement indiqués (SCHIEVE et al. 2000).

### **III. 4. 3. 2. Dépassement de terme**

La grossesse prolongée ou le terme dépassé est une grossesse qui dure plus de 41 semaines d'aménorrhée (SA) révolues soit 294 jours, selon les définitions de la Fédération Internationale de Gynécologie et Obstétrique (FIGO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (DIVON et al. 1995). Cette définition purement chronologique de la grossesse prolongée est associée à une augmentation de la morbidité et de la mortalité périnatale.

Le dépassement de terme est plus fréquent chez les femmes avec un excès pondéral (JOHNSON et al. 1992). La durée de gestation est significativement plus élevée chez les femmes ayant une prise de poids excessive (39,5 SA contre 38,5 SA pour les femmes ayant une prise de poids raisonnable) (SCHOLL et al. 1995). Il semblerait donc que la prise de poids excessive est un facteur de dépassement de terme (DERUELLE et al. 2004).

### **III. 4. 3. 3. Déclenchement du travail**

Les taux de déclenchement du travail sont accrus chez les femmes ayant une prise de poids excessive, avec un nombre d'échecs plus important que chez les patientes de gain de poids normal (BENCHIMOL 2008, JOHNSON et al. 1992). L'étude de DERUELLE permet de constater une augmentation des déclenchements du travail dans le groupe des femmes ayant pris plus de 18 kg par rapport au groupe des femmes ayant une prise de poids normal (DERUELLE et al. 2004).

### **III. 4. 3. 4. Dystocie et durée de travail**

Une augmentation du nombre de dystocies dynamiques est retrouvée dans de nombreuses études, lorsque la prise de poids maternelle durant la grossesse est excessive (HAMON et al. 2005, DERUELLE et al. 2004). Ceci est corrélé à l'allongement de la durée de travail (HAMON et al. 2005, DERUELLE et al. 2004). De plus, la survenue d'une dystocie des épaules est plus à craindre chez des patientes devenues obèses, du fait d'une possible macrosomie fœtale liée à une prise de poids trop importante. Ce risque est multiplié par 3,14 chez ces femmes (BENCHIMOL 2008).

Il a été relevé une anomalie de la durée du travail en cas de prise de poids excessive pendant la grossesse (HAMON et al. 2005, DERUELLE et al. 2004). En effet, dans l'étude de

DERUELLE, les patientes qui ont pris plus de 18 kg présentent un allongement de la durée du travail par rapport à celles qui ont eu une prise de poids normale (DERUELLE et al. 2004).

### **III. 4. 3. 5. Extractions instrumentales**

Le recours à une extraction instrumentale est plus fréquent chez les patientes ayant une prise de poids excessive au cours de la grossesse (THORSDOTTIR et al. 2002) et le risque de dystocie des épaules est multiplié par 2 à 3, augmentant le risque de traumatisme néonatal (fracture, plexus brachial ou anoxie périnatale) (HAMON et al. 2005). L'étude de SAMA a également démontré que, lorsque la prise de poids est supérieure à 15,8 kg pendant la grossesse, davantage d'extractions instrumentales sont pratiquées (SAMA et al. 1998). Les dystocies dynamiques ou mécaniques aboutissant à une extraction instrumentale ou à une césarienne au cours du travail sont plus fréquentes chez les patientes ayant une prise pondérale excessive (BENCHIMOL 2008).

### **III. 4. 3. 6. Césarienne**

La prise de poids pendant la grossesse joue un rôle sur le déroulement de l'accouchement avec augmentation du taux de naissance par césarienne. Il a été révélé que la fréquence des césariennes est significativement plus élevée chez les femmes avec une prise de poids excessive comparée à celle des femmes ayant une prise de poids correspondant aux recommandations (CHENG et al. 2008). Egalement, DIETZ et al. (2005) ont exploré l'impact du gain de poids gestationnel sur l'accouchement par césarienne. Ils ont démontré que les femmes ayant un gain pondéral excessif ont un risque accru de césarienne.

Dans l'étude de STOTLAND et al, ils ont montré que les femmes avec une prise de poids excessive ont plus de risque d'avoir une césarienne, indépendamment d'une macrosomie fœtale (STOTLAND et al. 2004). D'autres auteurs ont trouvé que, indépendamment de l'IMC pré-grossesse de la femme, une prise pondérale excessive comparée à une prise normale conduit à un risque accru d'accouchement par césarienne (GAILLARD 2015, GRAHAM et al. 2014, CEDERGREN 2006).

# **METHODOLOGIE**

Notre travail a pour but d'étudier le gain pondéral gestationnel chez les femmes enceintes.

Nos principaux objectifs sont :

- Evaluer le gain pondéral gestationnel trimestriel et total de femmes enceintes à Constantine.
- Identifier les facteurs de risque influant sur le gain de poids au cours de la grossesse.
- Chercher l'impact du gain pondéral gestationnel sur la santé de la mère et du nouveau né.

## **1. TYPE ET DUREE D'ETUDE**

Notre étude est de type prospectif et longitudinal de cohorte menée auprès de femmes enceintes à Constantine. Elle porte sur le suivi du gain de poids gestationnel total et par trimestre de grossesse des femmes enceintes ayant fréquenté les services de consultations prénatales en tout début de grossesse. Ce type d'étude nous a permis d'étudier et de suivre l'évolution du gain de poids chez les femmes enceintes pendant chaque trimestre ainsi que le gain pondéral total en fin de grossesse, d'identifier les facteurs influant sur le gain pondéral et enfin, de rechercher les complications apparues durant la grossesse et l'accouchement.

La récolte des données a duré deux ans et sept mois. Nous avons démarré la collecte de données en début Décembre 2013 et nous avons terminé en fin Juillet 2016. Les femmes enceintes ont été suivies pendant toute la période de la grossesse jusqu'à l'accouchement.

## **2. POPULATION D'ETUDE**

Notre étude a pour cible des femmes enceintes en tout début de grossesse, en âge de procréer, de toutes parités confondues, de tout statut socio-économique, fréquentant les structures sanitaires à Constantine pendant la période de l'étude.

### **2. 1. Critères d'inclusion et d'exclusion**

Nous avons défini les critères d'inclusion et d'exclusion suivants :

Sont inclus dans notre étude :

- Les femmes qui se sont portées volontaires et acceptées de participer à l'étude ;
- Les femmes en tout début de grossesse ;

- Les femmes se présentant pour un suivi de grossesse ;
- Les femmes saines avant grossesse ;
- Les femmes âgées de 18 ans et plus ;
- Toutes parités confondues.

Nous avons choisi de définir l'âge des femmes enceintes de 18 ans et plus, parce que la classification de l'indice de masse corporelle (IMC) que nous utilisons a été faite pour la population adulte (âge de 18 ans et plus). Egalement, pour éliminer le risque de travailler avec des femmes enceintes adolescentes dont les besoins de la grossesse s'ajoutent à ceux de la croissance.

Sont exclues de l'étude :

- Les femmes se présentant après la date de mesure de poids de départ (entre 4 et 8 semaine d'aménorrhée), permettant le calcul de l'IMC ;
- Les femmes ayant un diabète diagnostiqué avant grossesse ;
- les femmes hypertendues et cardiaques avant grossesse ;
- Les femmes anémiques avant grossesse ;
- Les femmes présentant un antécédent de pathologie antérieure à la grossesse nécessitant une surveillance particulière (auto-immune ou de pathologie endocrinienne).

### **2. 2. Taille de l'échantillon**

Notre échantillon a été constitué de manière aléatoire, permettant d'éviter les biais de sélection. Il s'agit d'un échantillonnage exhaustif (le tout venant) des femmes enceintes qui ont été recrutées lorsqu'elles se présentaient pour la première fois, en tout début de grossesse, pour un rendez-vous de suivi de grossesse aux centres sanitaires à Constantine. Les femmes recrutées pour l'étude sont celles qui ont accepté d'en faire partie et qui ont répondu aux critères d'inclusion pendant la période de récolte de données.

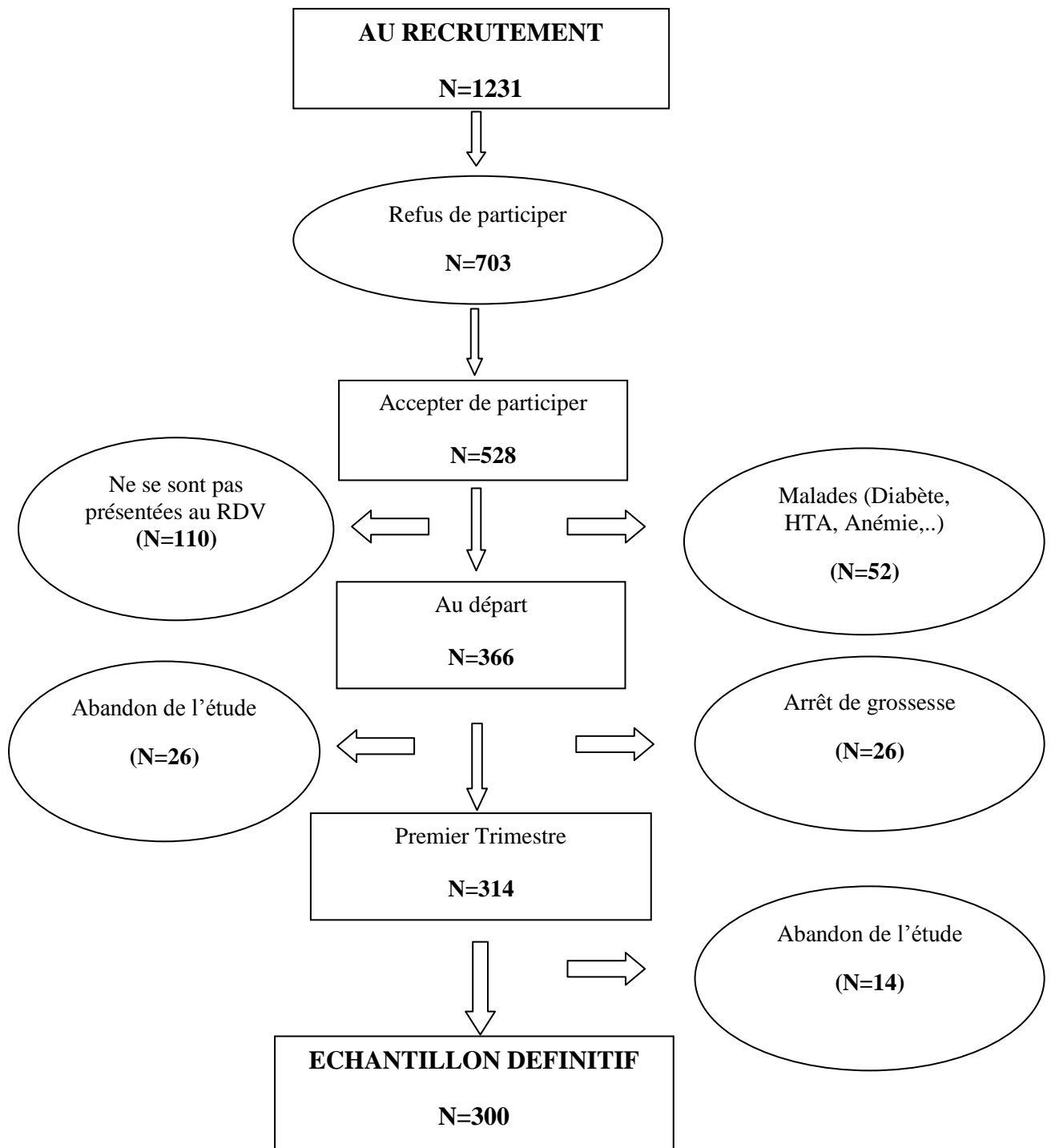
Pendant la période de l'étude, 1231 femmes sont venues pour la première consultation de grossesse. Sur ce nombre de femmes, 703 n'ont pas accepté de participer à l'étude, soit un pourcentage de 57,1 % de l'effectif total.



De 528 femmes enceintes (42,9 % du total) répondant favorablement à la suite de l'enquête, nous avons exclu 110 femmes enceintes qui se sont présentées après la date de mesure de poids de départ (entre 4 et 8 semaine d'aménorrhée). Egalement, 52 femmes enceintes ont été exclues, parce qu'elles présentaient une pathologie avant la grossesse (diabète, hypertension artérielle, anémie, ou bien une pathologie endocrinienne).

Parmi les femmes enceintes répondant aux critères d'inclusion, 366 femmes enceintes (69,3 %) ont été retenues pour l'étude. De ces femmes, 26 ont été écartées parce qu'elles ont eu un arrêt de grossesse et 26 femmes ont abandonné l'étude. L'échantillon qui a été retenu pour le premier trimestre de grossesse se compose de 314 femmes enceintes. Au deuxième trimestre, 14 femmes ont abandonné l'étude (ne se sont pas présentées pour le rendez-vous de ce trimestre).

L'échantillon définitif est constitué de 300 femmes enceintes pour l'analyse de toutes les données, soit un taux de participation de 56,8 % des femmes ayant accepté de participer à l'étude (N = 528). La représentation schématique de notre étude est présentée dans la **figure 1** avec les sous groupes d'échantillons des femmes enceintes.



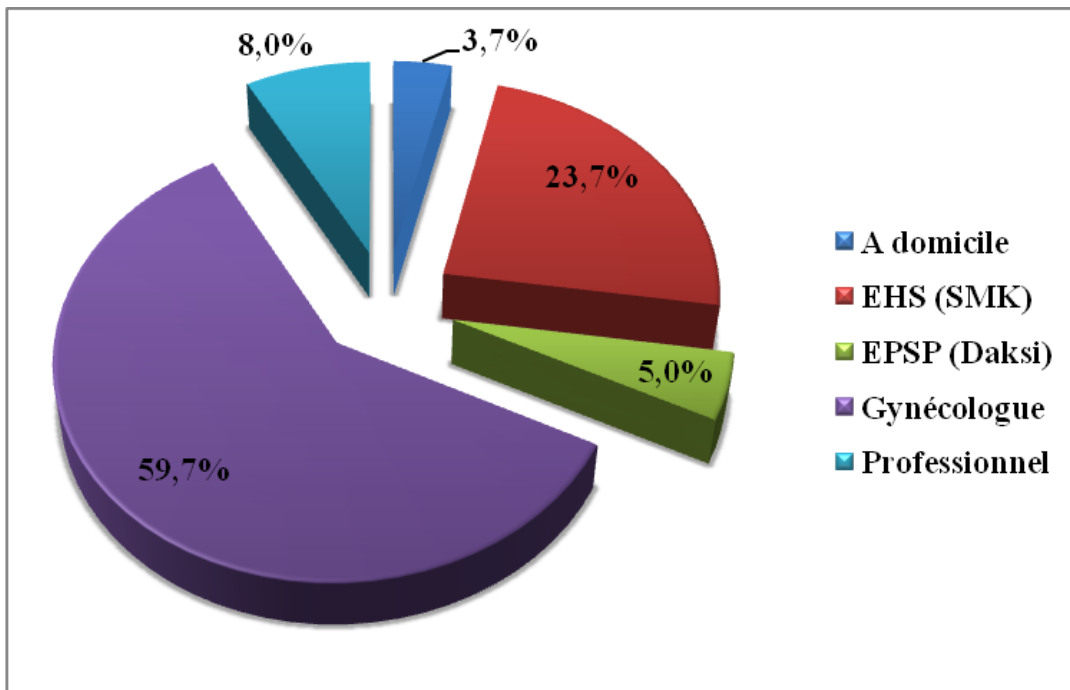
**Figure 1.** Organigramme de l'étude.

### 3. LIEU D'ETUDE

En début de l'étude, nous nous sommes présentés au niveau des différentes structures hospitalières et sanitaires ainsi que chez de nombreux gynécologues privés pour le recrutement des femmes enceintes. Malheureusement, un seul gynécologue a accepté de nous laisser travailler au niveau de son cabinet. Egalement, certaines structures ne font pas de suivi des femmes enceintes. Ainsi, l'étude a été menée principalement sur trois structures sanitaires : le service de consultations prénatales à l'Etablissement Hospitalière Spécialisée Mère-Enfant (SMK), le PMI de Daksi et chez un gynécologue privé dans la commune de Constantine. Egalement, l'étude a été menée sur d'autres sites (à domicile et professionnel).

Ces structures sanitaires de consultations prénatales ont été sélectionnées afin d'obtenir un échantillon le plus représentatif possible. Elles reçoivent les femmes enceintes de toutes les régions de Constantine. Nous avons choisi de travailler au niveau de l'Etablissement Hospitalière Spécialisée de SMK, service de Gynécologie Obstétrique et à l'EPSP de Daksi, à cause de ses fréquentations massives par un grand nombre de femmes enceintes permettant d'avoir un maximum d'échantillon. Pour le gynécologue privé, c'est le seul qui nous a donné l'accord et accepté de nous accueillir au sein de son cabinet. En ce qui concerne les deux autres sites (à domicile et professionnel), nous avons sollicité notre entourage, nos amies et nos connaissances pour nous aider à trouver des femmes enceintes en tout début de grossesse, afin de participer à cette étude.

Parmi les 300 femmes enceintes retenues pour l'analyse de toutes les données, 179 femmes ont été suivies chez un gynécologue privé (59,7 %). Au sein de la maternité spécialisée de Sidi Mabrouk (EHS), nous avons comptabilisé 71 femmes enceintes soit un pourcentage de 23,7 %. Un nombre de 24 femmes enceintes ont été enquêtées sur leurs sites de travail (8,0 %). A l'EPSP de Daksi, nous avons effectué le suivi de 15 femmes (5,0 %) et enfin, 11 femmes enceintes (3,7 %) ont été vues à domicile (**Figure 2**).



**Figure 2.** Distribution des femmes enceintes selon le lieu de visite.

#### 4. PRE-ENQUETE

La phase préparatoire intègre toutes les activités qui ont été menées avant la phase de collecte des données. Il s'agit principalement de la définition du thème de recherche, la revue de littérature et la rédaction du protocole de recherche englobant les objectifs fixés. Au cours de cette phase, l'élaboration du questionnaire de l'étude et du carnet de consommation alimentaire de trois jours ont été réalisées.

Avant de commencer l'enquête proprement dite, une pré-enquête auprès de 50 femmes enceintes a été effectuée, pour tester le questionnaire et voir l'impact des questions posées afin d'apporter les corrections nécessaires, également afin de nous familiariser avec le matériel anthropométrique. Ainsi, certaines questions ont été modifiées en fonction des nos observations et des remarques des sujets enquêtés. Cela nous a permis d'obtenir un questionnaire clair, compréhensible et plus adapté au besoin de l'enquête. Les résultats de ce travail n'ont pas été inclus dans notre étude.

### 5. DEROULEMENT DE L'ENQUETE

Avant la collecte de données dans les structures sanitaires suscitées, une demande préalable a été adressée au directeur des dites structures dans laquelle nos objectifs ont été clairement explicités. Il est précisé l'absence totale de tout risque et nous avons donné l'assurance de la confidentialité, le respect de l'être humain et l'anonymat des informations recueillies, qui seront utilisées dans un but purement scientifique à des fins de recherche.

Les femmes enceintes qui ont répondu aux critères d'inclusion ont été informées des objectifs de l'étude. Elles ont accepté d'en faire partie jusqu'à la naissance de leurs bébés. Un consentement écrit a été obtenu de toutes les femmes avant de commencer l'enquête (Annexe 3).

La phase de collecte des données a duré deux ans et sept mois, de Décembre 2013 au fin Juillet 2016. L'entretien s'est déroulé dans une salle réservée à cet effet. Il a pris en moyenne 15 à 20 mn.

Au cours de la réalisation de l'enquête, les femmes enceintes ont été vues quatre fois pendant leur grossesse. Avant la réalisation de chaque enquête, les femmes ont été appelées par téléphone à la veille de chaque rendez-vous, pour confirmer leur présence. Tous les interviews ont été réalisés par un seul enquêteur.

La première rencontre avec les femmes était au début de grossesse, lors de la présentation des femmes pour confirmer leur grossesse. Lors de cet entretien, nous avons réalisé l'enquête sociodémographique et les mesures anthropométriques du poids de départ (kg) et de la taille (m) des femmes enceintes. La taille a été prise une seule fois, au début de l'enquête. Le poids de la femme avant grossesse est rarement connu et pour éviter l'auto déclaration et la sous estimation de poids par la femme elle-même, nous avons choisi de mesurer le poids en tout début de grossesse (4 à 8 semaine d'aménorrhée) et le considérer comme un poids pré-gravidique (PONGCHAROEN et al. 2015, MINISTRY of HEALTH 2014, BLOMBERG 2011, CHRISTINE et al. 2003).

Le poids de départ et la taille permettent de calculer l'indice de masse corporelle (IMC) de chaque femme. Egalement, le poids de départ est une donnée très importante pour le calcul du gain de poids gestationnel total. Le gain pondéral total se calcule comme le poids de la femme enceinte en fin de grossesse moins son poids de départ. Nous avons classé le gain de poids chez les femmes enceintes en trois catégories (normal, insuffisant ou excessif) en fonction de leur IMC avant la grossesse, selon les recommandations de l'Institut Américain de Médecine (IOM 2009). En plus nous avons réalisé des mesures de poids à la fin de chaque trimestre de grossesse pour calculer le gain de poids trimestriel. Le gain de poids trimestriel se calcule en soustrayant le poids de trimestre précédent du poids de trimestre en cours.

Les trois rendez-vous ont lieu à la fin de chaque trimestre de grossesse (13 à 15 semaine d'aménorrhée (SA) pour le premier trimestre, 26 à 28 SA pour le deuxième et avant accouchement pour le troisième trimestre de grossesse) (CDC 2011a). Les données recueillies ont concerné les habitudes et la consommation alimentaire des femmes à chaque trimestre, les signes sympathiques ressentis (nausées et vomissements), les envies et les dégoûts, l'apparition de complications à chaque trimestre de grossesse (diabète, HTA, anémie, ...), l'activité physique et les tâches sédentaires de chaque femme et enfin, l'état psychologique des femmes.

Après l'accouchement, les informations recueillies ont concerné la date d'accouchement qui sert à déterminer le terme de grossesse, le mode d'accouchement (normal ou césarienne) et le poids de naissance du nouveau-né (à partir du carnet de santé). Le terme de grossesse (en semaines complètes d'aménorrhée) a été déterminé à partir de la date de la dernière période menstruelle déclarée par la femme si elle avait des cycles réguliers. Sinon, nous avons utilisé une évaluation échographique précoce qui a été réalisée par le professionnel de santé en début de grossesse. Ces données ont été obtenues à partir des appels téléphoniques avec la femme accouchée, 10 ou 15 jours après son accouchement.

## 6. DONNEES RECUELLIES

L'outil utilisé pour la collecte de données est un questionnaire (Annexe 1) destiné aux femmes enceintes. Il comprend au total 91 questions, dont 22 questions se répètent à chaque trimestre de grossesse. Le questionnaire se présente sur 6 pages au format A4. Pour le recueil

de données, nous avons choisi des questions fermées (49 questions) où les réponses sont à cocher, des questions semi-ouvertes (16 questions) à choix multiple qui, en plus de l'orientation des réponses comme pour les questions fermées, donnent la possibilité de compléter plus librement si la réponse ne figure pas sur la liste des suggestions. Nous avons également des questions ouvertes (26 questions) où les femmes enceintes répondent librement. Le questionnaire est divisé en plusieurs volets ayant chacun plusieurs objectifs :

### **6. 1. Identification des femmes enceintes (07 questions)**

La partie identification regroupe les informations relatives à la femme enceinte enquêtée afin d'élaborer une carte démographique à savoir :

- ❖ Numéro du questionnaire (nécessaire pour les autres interviews, pour le suivi de la femme enceinte),
- ❖ Nom et prénom de la femme enceinte,
- ❖ Adresse (si nécessaire pour s'y déplacer) et numéro de téléphone des femmes,
- ❖ Date de naissance et date de visite, pour calculer l'âge exacte des femmes enceintes,
- ❖ Lieu de visite, pour voir la distribution des femmes enceintes de notre population.

### **6. 2. Mesures anthropométriques de la femme enceinte**

L'anthropométrie fournit une méthode simple, fiable et peu coûteuse d'évaluation de l'état nutritionnel maternel qui peut être universellement appliqué aux soins pré-conceptionnel (OMS 1995).

Il s'agit du poids juste avant ou en début de la grossesse et de la taille pour calculer l'indice de masse corporelle (IMC), des gains de poids à la fin de chaque trimestre de grossesse, et du gain pondéral gestationnel total à terme de grossesse, tous exprimés en kilogrammes. Les mesures ont été réalisées sur des femmes portant un minimum de vêtements.

#### **6. 2. 1. Poids avant grossesse (en kg)**

Le poids pré gravide est un indicateur très utile. Cependant, c'est une donnée parfois difficile à recueillir dans les pays en développement où l'état nutritionnel de la femme non gravide est rarement mesuré (ADAIR et al. 1983). C'est pour cette raison que le poids mesuré

en tout début de grossesse peut alors être utilisé comme indicateur de l'état nutritionnel avant la grossesse (PONGCHAROEN et al. 2015, MINISTRY of HEALTH 2014, BLOMBERG 2011). Il est ainsi très important de saisir toutes les occasions qui se présentent pour peser la femme.

Les mesures du poids en kg sont réalisées selon les recommandations internationales (COGILL 2003, OMS 1995). Le poids des femmes a été mesuré avec une balance portable électronique, pèse-personne de type SECA, de charge maximale 150 kg et de charge minimale 10 kg, avec précision de 0,1 kg. Les femmes sont pesées avec le moins de vêtements possible, en position debout, bien droites, les bras dans le prolongement du corps. Le matériel utilisé est vérifié avant chaque usage. Le poids des vêtements a été soustrait.

### **6. 2. 2. Taille (en cm)**

Les mesures de la taille en cm, sont réalisées selon les recommandations internationales (COGILL 2003, OMS 1995). La taille a été mesurée à l'aide d'une toise de marque SECA d'une longueur de 210 cm graduée en cm et avec une précision de 0,1 cm. Les graduations permettent d'apprécier le dixième du centimètre. La femme est mesurée avec une posture droite et debout avec les pieds nus, les talons joints et les bras tendus le long du corps. Les talons, les épaules et les fesses touchant le pôle de la toise, tête placée de sorte que la ligne de vision soit perpendiculaire au corps. Il faut enlever les chaussures et les parements de tête avant toute mesure. La taille a été mesurée lorsque la tête horizontale de la toise a été abaissée sur la tête des femmes.

### **6. 2. 3. Indice de Masse Corporelle**

Nous avons réalisé des mesures du poids (kg) et de la taille (m) des femmes de notre population pour pouvoir calculer l'Indice de Masse Corporelle (IMC). Ces mesures permettent de connaître et de décrire l'état pondéral des femmes avant grossesse.

L'IMC est calculé comme le poids divisé par la taille au carré ( $\text{kg/m}^2$ ). Nous avons classé les femmes selon les recommandations de l'OMS (OMS 1995) : femmes maigres ( $\text{IMC} < 18,5 \text{ kg/m}^2$ ), normopondérales ( $18,5 \leq \text{IMC} < 24,9 \text{ kg/m}^2$ ), en surpoids ( $25,0 \leq \text{IMC} < 29,9 \text{ kg/m}^2$ ) et obèses ( $\text{IMC} \geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ ).



### 6. 2. 4. Gain de poids au cours de la grossesse

Cette partie concerne les mesures du gain pondéral total et à chaque trimestre de grossesse. Le gain pondéral total se calcule comme le poids de la femme enceinte mesuré en fin de grossesse moins son poids de départ. Nous avons classé le gain de poids chez les femmes enceintes comme conforme, inférieur ou supérieur aux recommandations de l'Institut Américain de Médecine (IOM 2009). Ces recommandations ont également été adoptées par Santé Canada (SANTE CANADA 2010).

Les données sur le gain de poids des femmes à différents moments de la grossesse ont été recueillies lors des visites prénatales à la fin de chaque trimestre de grossesse (le 1<sup>er</sup> trimestre entre 13 et 15 semaines d'aménorrhée (SA), le 2<sup>ème</sup> trimestre entre 26 et 28 SA et avant accouchement pour le troisième trimestre de grossesse) (CDC 2011a), pour calculer les gains de poids trimestriels. Le gain de poids par trimestre est la différence entre le poids de chaque trimestre en cours et le poids du trimestre précédent.

Les intervalles du gain de poids au cours de la grossesse ont été définis selon les recommandations établies par l'IOM en fonction de l'indice de masse corporelle (IMC) de chaque femme avant la grossesse résumées dans le tableau 3.

Les femmes normopondérales devraient gagner entre 11,5 à 16 kg pendant la grossesse. Les femmes en surpoids devraient gagner entre 7 à 11,5 kg et les femmes obèses devraient seulement gagner entre 5 à 9 kg. Il est également recommandé de gagner entre 0,5 et 2 kg pendant le premier trimestre (CDC 2011b, IOM 2009). Dans le deuxième et le troisième trimestre, les femmes souffrant d'insuffisance pondérale devraient gagner 0,5 kg par semaine de grossesse, les femmes normales 0,4 kg/semaine, les femmes en surpoids 0,3 kg/semaine et les femmes obèses 0,2 kg/semaine (IOM 2009) (Tableau 3).

**Tableau 3.** Intervalles de gains de poids recommandés par l’Institut Américain de Médecine (IOM) en fonction de l’IMC avant la grossesse (IOM 2009).

<b>Statut Ponderal avant grossesse</b>	<b>IMC avant grossesse (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Gain de poids pendant le 1<sup>er</sup> trimestre (kg)</b>	<b>Gain de poids pendant le 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres (kg)</b>	<b>Gain de Poids Total (kg)</b>
Maigreur	≤ 18,5	0,5-2	5,28 à 6,96	12,5 à 18
Normal	18,5-24,9		4,20 à 6,0	11,5 à 16
Surpoids	25-29,9		2,76 à 3,96	7 à 11,5
Obèse	≥ 30		2,04 à 3,24	5 à 9

### 6. 3. Facteurs socio-économiques (08 questions)

L’enquête socio-économique a été réalisée lors de la première prise de contact avec la femme enceinte. Elle permet d’évaluer le niveau socioéconomique de la population étudiée et les paramètres pouvant intervenir dans le gain de poids gestationnel. Elle comporte des items portant sur le niveau d’instruction, la taille du ménage, le revenu mensuel global du ménage et les biens possédés (ordinateur, internet, climatiseur, four électrique, micro onde, véhicule). Un score de niveau de vie (SNV) est calculé en tenant compte globalement de ces caractéristiques.

#### 6. 3. 1. Niveaux d’instruction des femmes

Le niveau d’instruction des femmes enceintes de notre étude est réparti en trois catégories selon le niveau de scolarisation : un niveau bas (analphabète et primaire), un niveau moyen (moyen et secondaire plus formations) et un niveau élevé (universitaire).

#### 6. 3. 2. Niveau de vie

Vu les limites qui entachent la déclaration correcte du revenu moyen du ménage d’une part et l’aspect multiforme du niveau de vie, nous avons procédé au calcul d’un score traduisant le niveau socioéconomique des femmes enceintes de notre population selon nos objectifs et observations. Cela est déterminé par la somme de points accordés à chaque femme selon une définition que nous avons adopté en se basant sur l’enquête Step Wise et les données de certaines études (PODEVIN 2009, OMS 2005).

L'approche consiste à affecter un score, qui traduit le degré d'aisance de la femme enceinte pour chacune des variables considérées comme prédictives et qui sont regroupées dans le volet intitulé «facteurs socioéconomiques» du questionnaire. Avant de calculer le score total, nous avons regroupé certaines questions révélatrices du niveau de vie (MSPRH 2001), afin de réduire les variables incluses, de leur donner plus de signification et de faciliter le calcul du score pour chaque femme selon une échelle de cumul de points.

Les indicateurs d'établissement retenus sont : le revenu mensuel global du ménage, le nombre de personnes actives par ménage qui nous permet de définir un indice de couverture économique donné par le nombre de personnes actives pour chaque personne vivant sous le même toit. Egalement, le type d'occupation du logement (propriétaire ou locataire), le taux d'occupation par ménage, qui est défini par le rapport entre la taille du ménage (nombre de personnes) et le nombre de pièces du logement familial, et enfin les biens possédés (TV, congélateur, cuisinière, chauffe bain, climatiseur, micro onde, machine à laver, connexion internet et voiture).

Nous avons attribué une notation aux différentes composantes. La note accordée à chaque question reflète son poids dans la détermination du niveau socioéconomique. Les valeurs varient entre « 0 » et « 3 ». Cela dépend de l'importance qu'elle occupe pour augmenter le degré d'aisance de la femme enquêtée. La note "0" a été accordée à tous les items qui reflètent un niveau de vie bas, alors que la note "3" a été accordée uniquement aux items indicateurs d'un niveau de vie aisé. En faisant la somme des points, nous avons calculé un score de niveau socioéconomique. Ce score est une variable quantitative égale à la somme des points de tous les items. Il va de 3 à 21. Le total des points attribués aux différents indicateurs nous a permis de classer notre population d'étude en sous catégories homogènes. Ce procédé a permis de dégager trois niveaux de vie en fonction de l'importance du score (bas, moyen et élevé).

Le score de niveau de vie (SNV) bas est attribué aux femmes enceintes dont le total est inférieur à 10 points ; le SNV moyen pour celles dont le total des points est compris entre 10 et 15 points et le groupe de SNV élevé représente les femmes qui ont totalisé plus de 15

points. Ce score, établi sur une échelle de valeurs codifiées représente aussi une normalisation qui peut permettre une comparaison avec les autres populations.

### **6. 4. Grossesse (06 questions)**

Les renseignements sur la grossesse nous ont permis de savoir comment se déroule la grossesse. Les questions posées dans cette partie concernent les informations suivantes :

#### **6. 4. 1. Parité**

Elle est définie comme le nombre d'accouchements qu'une femme a eus, quel que soit le nombre d'enfants mis au monde pour chaque accouchement. S'il s'agit de jumeaux ou de triplés, il n'en demeure pas moins que cela reste un accouchement. La parité est souvent classée en 3 catégories (CREININ et al. 2009, WHO 2008) :

- ❖ Nullipare : est une femme dont la parité est nulle, qui n'a jamais accouché ;
- ❖ Primipare : est une femme qui a accouché une seule fois ;
- ❖ Multipare : est une femme qui a déjà accouché au moins deux fois.

#### **6. 4. 2. Signes sympathiques**

Les signes sympathiques apparus au cours de chaque trimestre de grossesse sont recherchés tels que : les nausées, les vomissements, les malaises et les variations de l'appétit. Cette partie nous a permis de savoir si les signes sympathiques sont des facteurs influant sur le gain de poids au cours de la grossesse.

#### **6. 4. 3. Connaissances des femmes enceintes**

Des questions semi ouvertes sont posées afin d'évaluer les connaissances des femmes enceintes sur le gain de poids idéal au cours de la grossesse et les sources d'informations (personnel santé, médias, entourage ou expériences précédentes). Nous avons proposé des intervalles de gain pondéral au cours de la grossesse. Les femmes ont dû indiquer le gain de poids qui leur semble idéal pendant la grossesse et les sources de ces informations.

### **6. 4. 4. Poids de naissance de la femme enceinte**

Le poids à la naissance de la femme enceinte a été relevé à partir des carnets de santé des femmes. Nous avons réparti le poids de naissance en trois groupes (MINISTRY OF HEALTH 2012, UNICEF and WHO 2004, OMS 1979) :

- Poids de naissance normal : (2500 à 4000 g)
- Petit poids de naissance : < 2500 g
- Gros poids de naissance :  $\geq$  4000 g.

### **6. 5. Habitudes et consommations alimentaires (10 questions)**

Le volet alimentaire concerne l'aspect qualitatif (comportement et habitudes alimentaires) et quantitatif (consommation alimentaire) de l'alimentation des femmes enceintes de notre population.

#### **6. 5. 1. Habitudes et comportements alimentaires**

Les comportements et les habitudes alimentaires nous permettent de décrire les attitudes des femmes enceintes face à l'alimentation et aux aliments pendant toute la période de grossesse.

Les femmes enceintes ont été interrogées sur leurs habitudes et comportements alimentaires pendant chaque trimestre de grossesse. Les questions posées sont variées entre fermées et à choix multiples. Elles regroupent des informations sur les repas sautés pendant la journée, le grignotage, le moment de grignotage et les aliments grignotés. En plus, les aliments évités et les aliments désirés par les femmes.

Des questions sont également posées afin d'identifier les changements et les modifications de l'alimentation pendant la grossesse, à savoir :

- Changement en quantité : augmentation ou diminution de la quantité prise par rapport à la quantité habituellement prise.
- Changement en qualité : ajout ou suppression d'autres variétés d'aliments.

### 6. 5. 2. Consommation alimentaire

#### 6. 5. 2. 1. Enregistrement alimentaire de 3 jours

Les données collectées lors de l'enquête de consommation alimentaire ont servi à calculer les apports moyens journaliers en énergie, en macronutriments et en micronutriments.

Les femmes enceintes ont complété un carnet de consommation alimentaire basé sur une méthode d'enregistrement alimentaire de trois jours concernant leur alimentation habituelle répétée pendant les trois trimestres de la grossesse (Annexe 2). L'enregistrement alimentaire est réalisée sur trois jours (deux jours de semaine et un jour de weekend), afin d'augmenter la précision des résultats, de s'assurer que l'on répertorie effectivement l'alimentation habituelle et pour minimiser les risques des jours atypiques.

Il est demandé aux femmes enceintes de noter tous les aliments et les boissons qu'elles consomment avec estimations des quantités en utilisant les mesures usuelles du milieu y compris les boissons (Annexe 2). Ce type de méthode nécessite un investissement plus important du sujet puisqu'il doit consigner ce qu'il consomme sur une période donnée. La femme enceinte note, pour chaque repas principal ainsi que pour les périodes entre les repas, l'ensemble des aliments qu'elle consomme. Nous avons estimé les quantités consommées de chaque aliment à l'aide des unités ménagères (cuillère, bol, verre, assiette) et d'un cahier de photographies de portions dont l'équivalence en poids est établie préalablement (GRUSON et ROMON 2007, THOMPSON 1994, CUBEAU et PEQUIGNOT 1991).

L'estimation des apports alimentaires est réalisée à l'aide d'un classeur de plusieurs feuilles du logiciel Excel conçu spécialement à cet effet. Les aliments consommés par jour sont quantifiés, estimés à l'aide d'unités ménagères et de photos puis converties en proportions de macro et micronutriments (glucides, lipides, protéines, vitamines et oligoéléments) à l'aide d'équivalences préalablement établies. Les quantités d'aliments sont converties en nutriments à l'aide de tables compilées (CIQUAL 2016, FEINBERG et al. 1991, FAO 1970).

L'évaluation des apports nutritionnels a été réalisée sur la base des recommandations françaises «ANC» (MARTIN 2001). Les apports nutritionnels retenus sont : l'énergie, les

protéines, les lipides, les glucides, les vitamines B9 (folates), A, D et les minéraux tels que le calcium, le fer, le magnésium et le zinc.

### **6. 5. 2. 2. Diversification alimentaire**

La diversité alimentaire est une mesure qualitative de la consommation alimentaire, qui rend compte de la variété des aliments auxquels les femmes enceintes ont accès. Elle permet de mesurer la qualité du régime alimentaire des femmes au cours de la grossesse. Un score de diversité alimentaire (SDA) a été fondé sur les données de la littérature (FAO 2013, ESTAQUIO et al. 2009). Ce score vise à évaluer l'adéquation nutritionnelle du régime alimentaire. Il reflète l'adéquation en nutriments et les groupes d'aliments pris en compte dans le score accordant une importance plus grande à l'apport en micronutriments. Ce score ne donne pas d'indication sur les quantités d'aliments consommées (ARIMOND et al. 2010, WEN et al. 2010).

La diversification alimentaire au sein de notre échantillon a été mesurée à partir des données issues de l'enquête de consommation alimentaire. Les groupes d'aliments retenus pour le score de diversité alimentaire sont au nombre de 9 : 1-Lait et produits laitiers, 2-Féculeux, 3- Viandes et poissons, 4-Œufs, 5-Abats, 6-Légumineuses, grains et noix, 7-Légumes feuilles vert foncé (LFVF), 8-Fruits et légumes riche en vitamine A, 9-Autres fruits et légumes (FAO 2013).

Le SDA a été construit en comptabilisant le nombre de différents groupes alimentaires consommés par chaque femme au cours de chaque trimestre de la grossesse. Le principe retenu pour l'attribution des points est le suivant : un point (point = 1) est attribué à chaque groupe d'aliment, s'il est consommé par la femme, et aucun point (point = 0) est attribué aux groupes d'aliments qui ne sont pas consommés par la femme (FAO 2013). Le SDA est donc la somme des points accordés à chaque groupe d'aliments. Il est calculé en comptant le nombre de groupes d'aliments consommés par chaque femme enceinte. Le score maximum est de 9 points. Plus le score est élevé, plus l'alimentation de la femme enceinte est diversifiée. Ce score a été réparti en 3 niveaux : faible ( $\leq 3$  groupes d'aliments), moyen (4 à 5 groupes d'aliments) et élevé ( $\geq 6$  groupes d'aliments) (FAO 2013).

### **6. 6. Activité physique, sédentarité et sommeil (06 questions)**

Cette partie permet d'étudier l'activité physique et certains indicateurs de sédentarité. Elle permet également d'investiguer si l'inactivité physique est un facteur de risque du gain pondéral gestationnel inadéquat. Elle est répétée au cours de chaque trimestre de grossesse. Les questions posées pour évaluer l'activité physique portent sur la pratique ou non d'une activité physique régulière durant chaque trimestre de grossesse, la durée moyenne de marche et les raisons qui empêchent une pratique de l'activité physique. Pour la sédentarité, les données relevées ont concerné la durée des activités sédentaires évaluées sur la base des heures de repos (Télévision, position allongée ou assise, ...). Nous avons également estimé les heures du sommeil (la nuit) et de la sieste.

### **6. 7. Facteurs psychologiques et environnementaux (02 questions)**

Cette partie concerne les facteurs psychologiques et environnementaux. Elle consiste à étudier les effets du stress maternel prénatal sur le gain pondéral gestationnel au cours des trois trimestres de la grossesse. Les questions posées portent sur l'environnement de la femme enceinte, s'il est stressant ou normal. Egalement, des questions sur les ressentis des femmes enceintes (nerveuse ou calme) ont été posées.

### **6. 8. Complications de la grossesse (04 questions)**

Cette partie permet d'évaluer l'impact du gain de poids gestationnel en dehors des recommandations de l'Institut Américain de Médecine (IOM) sur les différentes complications apparues au cours de la grossesse. Ces complications ont été étudiées à chaque trimestre de grossesse.

#### **6. 8. 1. Hypertension artérielle**

Nous avons recherché la survenue d'une hypertension artérielle (HTA) au cours de la grossesse (tension artérielle systolique  $\geq 140$  mm Hg et diastolique  $\geq 90$  mm Hg), ainsi, nous avons recherché le moment d'apparition d'HTA durant chaque trimestre de grossesse (ACOG 2013, OMS 2013). Après un repos de 5 minutes, nous avons mesuré la pression artérielle de chaque femme enceinte de notre population. Trois mesures de la pression artérielle systolique et diastolique ont été effectuées à deux minutes d'intervalle avec un dispositif OMRON W3. La pression artérielle systolique et diastolique a été calculée comme



la moyenne des trois mesures de pression artérielle à chaque trimestre de grossesse. Si la pression artérielle est élevée, il est recommandé à la femme enceinte de faire un profil tensionnel pour confirmer l'apparition d'une HTA.

### **6. 8. 2. Diabète gestationnel**

Le diabète gestationnel (DG) diagnostiqué par le professionnel de santé (Gynécologue, médecin, sage femme) la première fois au cours de la grossesse a été investigué à chaque trimestre de grossesse. Le diagnostic est basé sur la glycémie à jeun.

### **6. 8. 3. Anémie gestationnelle**

L'anémie se définit par un taux d'hémoglobine inférieur à 11 g/dl au premier et troisième trimestre de grossesse et par un taux inférieur à 10,5 g/dl au deuxième trimestre de grossesse (WHO/CDC 2008). Nos données sont basées sur les analyses sanguines des femmes enceintes (globules blancs, globules rouges, hémoglobines, hématocrites, plaquettes et volume globulaire moyen).

### **6. 8. 4. Autres complications**

Nous avons également recherché la survenue d'autres complications au cours de la grossesse (œdèmes, col ouvert).

## **6. 9. Issues de la grossesse (04 questions)**

Cette partie s'intéresse au déroulement de l'accouchement. Elle permet d'étudier l'effet du gain pondéral gestationnel inadéquat (insuffisant ou excessif) sur les issues de la grossesse, tels que le terme de grossesse, le mode d'accouchement et le poids de naissance du nouveau-né. Les données sur l'accouchement et le poids du nouveau né ont été obtenues par des appels téléphoniques avec les femmes, juste après l'accouchement. Les données recueillies ont concerné :

### **6. 9. 1. Age gestationnel et terme grossesse**

L'âge gestationnel est le seul critère utilisé pour identifier le terme de grossesse, en semaines d'aménorrhée (SA). Il est estimé comme la différence entre le premier jour de la dernière période menstruelle (DDR) et la date d'accouchement. Il est confirmé ou corrigé à

partir d'un rapport d'échographie précoce lors de la première consultation (WHO 2016, BECK et al. 2010, WHO 1977) :

- Un accouchement avant terme est défini comme tout accouchement survenant avant 37 semaines d'aménorrhée (SA) révolues et est considéré comme un accouchement prématuré ;
- Un accouchement à terme est tout accouchement survenant entre 37 et 41 SA ;
- Un accouchement après terme se passe lorsque l'âge gestationnel est supérieur ou égal à 42 SA.

### 6. 9. 2. Mode d'accouchement

Les données sur le mode d'accouchement concernaient deux types d'accouchement ; l'accouchement normal par voie basse, et l'accouchement par césarienne.

### 6. 9. 3. Poids de naissance du nouveau-né

Le poids de naissance du nouveau-né a été obtenu à partir des carnets de santé. Nous avons réparti le poids de naissance en trois groupes (MINISTRY OF HEALTH 2012, UNICEF and WHO 2004, OMS 1979) :

- Poids de naissance normal : (2500 à 4000 g),
- Hypotrophie ou petit poids de naissance : < 2500 g,
- Macrosomie ou gros poids de naissance :  $\geq$  4000 g.

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), un enfant ayant un faible poids de naissance est un enfant qui pèse à la naissance moins de 2500 g, ceci indépendamment de l'âge gestationnel de l'enfant (MINISTRY OF HEALTH 2012, UNICEF and WHO 2004, WHO 1980, WHO 1961). La macrosomie ou le gros poids à la naissance est utilisée pour décrire un nouveau-né qui est significativement plus gros que la moyenne ; un poids de naissance  $\geq$  4000 g est considéré comme macrosomique (PAUL et al. 2002).

## 7. ANALYSE STATISTIQUE DES DONNEES

Les données recueillies ont été saisies et retranscrites sous forme d'un tableur dans le logiciel Excel Microsoft 2007. L'analyse des données a été réalisée grâce au logiciel StatView

version 5 (Abacus Concepts<sup>TM</sup>, Berkeley, USA). Les résultats sont présentés sous forme de moyenne  $\pm$  écart type pour les variables quantitatives. Les variables qualitatives sont exprimées en fréquences et pourcentages.

Les comparaisons des données qualitatives (pourcentages) ont été effectuées par le test de Chi-Deux. Lorsqu'il s'agit de comparer deux pourcentages de faibles effectifs, nous avons utilisé le test exact de Fischer. Le test de Chi-Deux a été utilisé pour trouver l'association du gain pondéral gestationnel total et par trimestre, catégorisés comme insuffisant, normal et excessif avec les variables qualitatives (âge, parité, caractéristiques socio-économiques, état pondéral avant grossesse, comportement alimentaire, signes sympathiques, facteurs psychologique, complications de la grossesse et accouchement). Les représentations graphiques ont été réalisées à partir du logiciel Excel. La différence entre deux échantillons était statistiquement significative lorsque  $p < 0,05$ .

Les comparaisons des données quantitatives ont été réalisées à l'aide du test de Student et par une ANOVA. Pour les comparaisons entre deux moyennes, nous avons utilisé le test de Student non apparié quand il s'agit d'effectif inférieur à 30 et le test de l'écart réduit pour l'effectif égal ou supérieur à 30. Pour les comparaisons entre plusieurs moyennes, le test d'analyse de la variance (ANOVA) et le test à postériori de Bonferroni / Dunn sont utilisés. Le seuil de signification est fixé à 0,05.

### **8. CONSIDERATIONS ETHIQUES**

Avant la collecte des données dans une structure sanitaire, une demande préalable a été adressée au directeur de la dite formation sanitaire, demande dans laquelle nos objectifs ont été clairement explicités. Les informations que nous avons obtenu seront utilisées dans un but purement scientifique à des fins de recherche.

Les femmes enceintes qui ont répondu aux critères d'inclusion ont été informées des objectifs de l'étude et des modes de participation. Un consentement écrit éclairé a été obtenu de toutes les femmes avant de commencer l'enquête (Annexe 3). L'anonymat des femmes a été respecté, ainsi que la confidentialité des informations et le respect de l'être humain. Egalement, les données recueillies ont été exploitées dans l'anonymat.

### 9. DIFFICULTES RENCONTREES

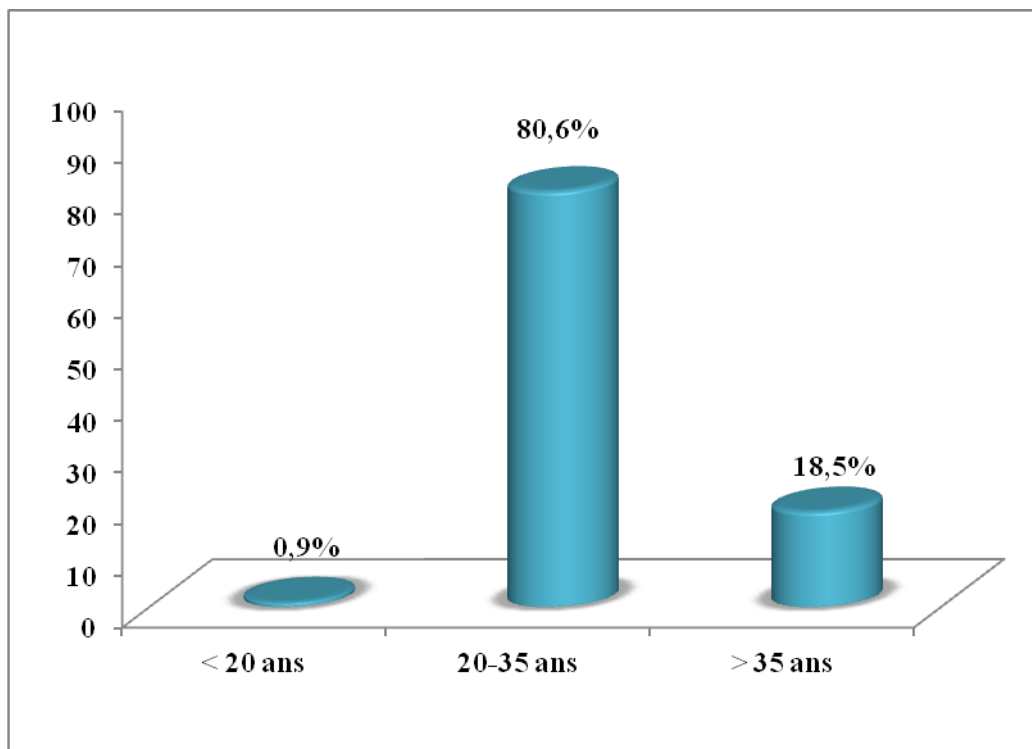
Au terme de cette étude, nous évoquons toutes les difficultés et contraintes que nous avons rencontré lors de la réalisation de notre enquête. Les principales difficultés rencontrées sont :

- Ignorance de la majorité des femmes de leur poids avant grossesse, ce qui nous a obligé à exclure les femmes qui se sont présentée après la date de mesure du poids de départ (entre 4 et 8 Semaine d'aménorrhée) ;
- Absence de données concernant le statut pondéral antérieur des femmes enceintes dans les dossiers obstétricaux. Un grand nombre de professionnels de santé ne s'intéressent pas à l'état pondéral de leurs patientes avant la grossesse. Connaître l'indice de masse corporelle (IMC) pré-grossesse des femmes est essentiel étant donné que la prise de poids recommandée pendant la grossesse est dépendante de cet IMC. Afin d'adapter au mieux son discours, le professionnel qui suit la femme enceinte doit connaître dans quelle catégorie se situe la patiente. Ce calcul rapide peut être l'occasion de discuter avec la femme enceinte de son alimentation et de son hygiène de vie et d'ouvrir le dialogue ;
- Non respect de certaines femmes enceintes des rendez-vous ce qui nous a amené à les exclure et donc une réduction de la taille de notre échantillon ;
- Refus de la presque totalité des gynécologues privés à nous donner accès à leurs cabinets.

# **RESULTATS**

## I. POPULATION D'ETUDE

Notre étude porte sur un échantillon de 300 femmes enceintes âgées de 19 à 43 ans résidant à Constantine. L'âge moyen des femmes est de  $30,4 \pm 5,1$  ans. La figure 3 présente la distribution par tranche d'âge des femmes enceintes en début de grossesse. La majorité des femmes enceintes (80,6 %) sont âgées de 20 à 35 ans.

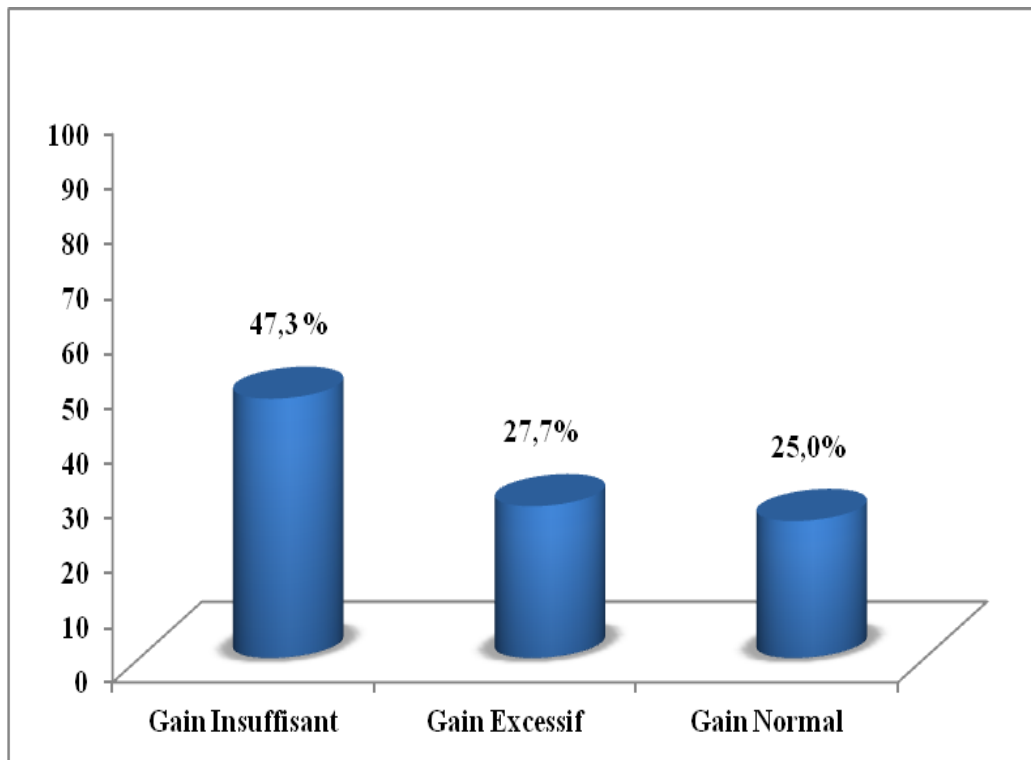


**Figure 3.** Répartition des femmes enceintes par tranche d'âge.

## II. GAIN DE POIDS GESTATIONNEL

### II. 1. Gain de poids total

Le gain de poids total au cours de la grossesse se calcule comme le poids de la femme enceinte mesuré en fin de grossesse moins son poids de départ. Le gain de poids total moyen est de  $9,0 \pm 5,7$  kg avec un gain minimal de -3,8 kg et un gain maximal de 24,0 kg. La figure 4 montre la répartition des femmes enceintes selon le gain de poids total. La majorité des femmes (75,0 %) ont un gain pondéral total inadéquat en fin de grossesse (dont 47,3 % de gain insuffisant et 27,7 % de gain excessif) et seulement 25,0 % d'entre elles ont un gain de poids conforme aux recommandations de l'IOM (IOM 2009).



**Figure 4.** Répartition des femmes selon les catégories du gain pondéral gestationnel total.

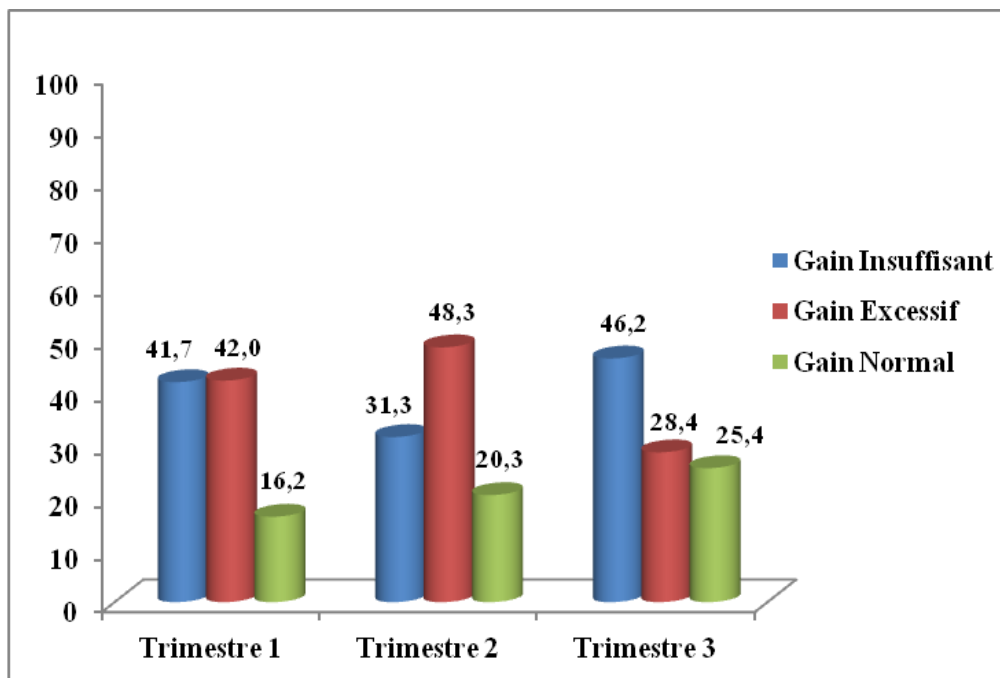
**II. 2. Gain de poids trimestriel**

Nous présentons dans le tableau 4, le gain de poids moyen par trimestre de grossesse. Au premier trimestre, le gain de poids moyen est de  $1,1 \pm 3,3$  kg. Il est de  $4,6 \pm 3,0$  kg au 2<sup>ème</sup> trimestre et de  $3,3 \pm 2,5$  kg au 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse.

**Tableau 4.** Gain pondéral moyen des femmes enceintes au cours des trois trimestres de grossesse.

	<b>Moyenne ± ET</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre (kg)	$1,1 \pm 3,3$	-15,0	10,0
Gain du 2 <sup>ème</sup> trimestre (kg)	$4,6 \pm 3,0$	-2,3	17,6
Gain du 3 <sup>ème</sup> trimestre (kg)	$3,3 \pm 2,5$	-5,7	12,7

Les fréquences des catégories de gain pondéral à la fin de chaque trimestre de grossesse sont présentées dans la figure 5. Au premier trimestre de grossesse, seules 16,2 % des femmes enceintes présentent un gain de poids normal. Lors du deuxième trimestre, 20,3 % des femmes ont un gain normal. Au troisième trimestre, 25,4 % des femmes ont un gain pondéral normal.



**Figure 5.** Fréquences de gain pondéral au cours des trois trimestres de grossesse.

### III. FACTEURS INFLUENCANT LE GAIN DE POIDS GESTATIONNEL

#### III. 1. Age des femmes enceintes

Dans la figure 6, nous montrons les fréquences des catégories de gain pondéral gestationnel total en fonction de l'âge des femmes enceintes. Nous observons que le gain excessif semble fréquent chez les femmes âgées de 20 à 35 ans (29,5 %), alors que le gain insuffisant semble fréquent chez les femmes âgées de plus de 35 ans (53,7 %). Cependant, il n'y a pas de différence significative ( $p = 0,56$ ).



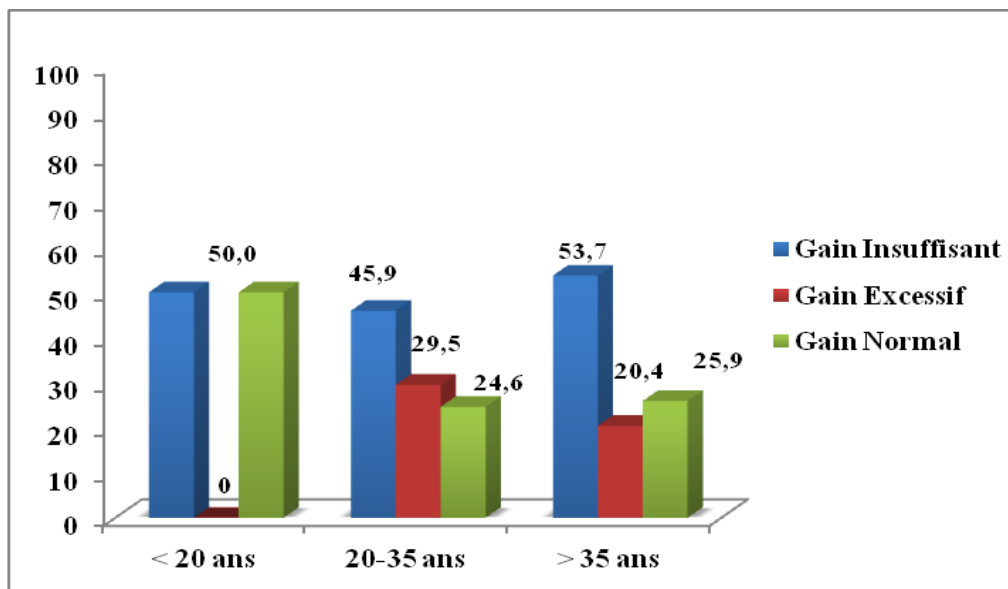


Figure 6. Gain de poids gestationnel total en fonction de l'âge des femmes enceintes.

### III. 2. Facteurs socio-économiques

#### III. 2. 1. Niveau d'instruction

Dans notre population, 39,7 % des femmes enceintes ont un niveau d'instruction moyen, 37,3 % ont un niveau d'instruction élevé et 23,0 % ont un niveau bas. La figure 7 donne les fréquences des catégories du gain pondéral total en fonction du niveau d'instruction des femmes. Chez les femmes ayant un niveau d'instruction bas, le gain insuffisant est le plus fréquent (30,3 %) comparé au gain normal (20,0 %) et gain excessif (13,3 %). Egalement, chez les femmes ayant un niveau d'instruction élevé, le gain excessif est le plus fréquent (43,4 %) comparé au gain normal (36,0 %) et gain insuffisant (34,5 %) ( $p = 0,049$ ).

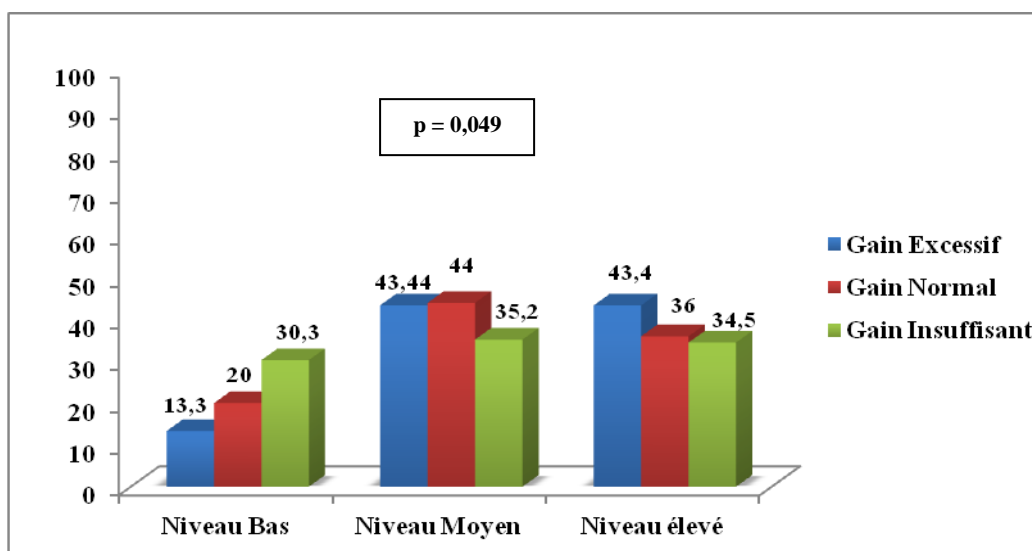
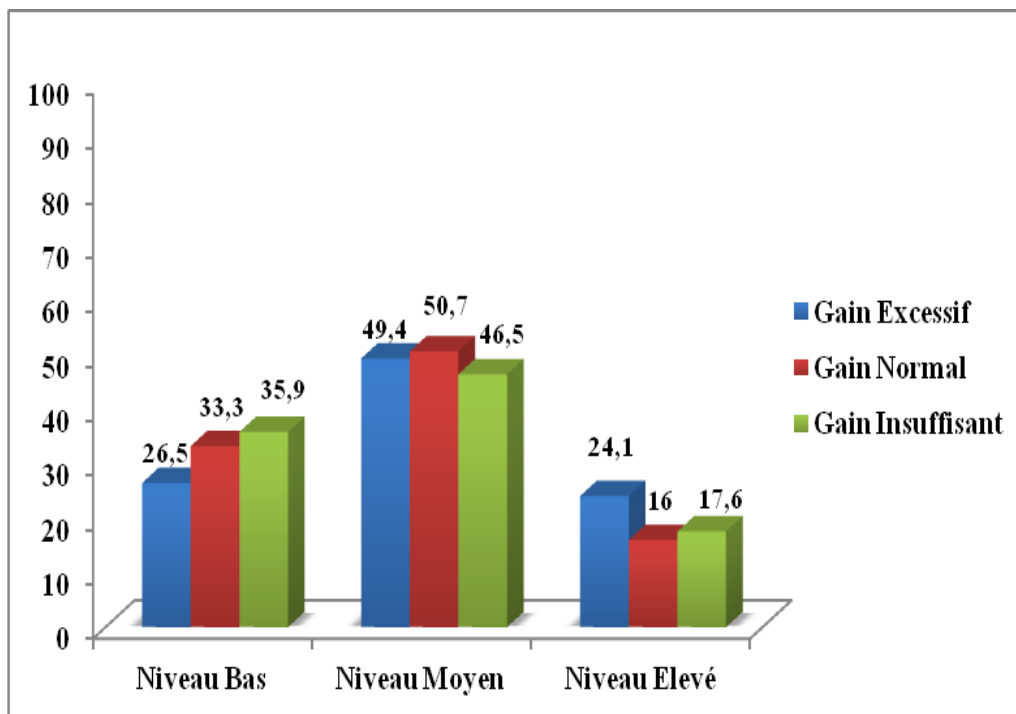


Figure 7. Gain pondéral gestationnel total en fonction du niveau d'instruction.

## III. 2. 2. Niveau de vie

Le score de niveau de vie (SNV) des femmes enceintes a été calculé sur la base de nombreux facteurs (le revenu global du ménage, le nombre des personnes actives, le taux d'occupation de logement par pièce, ainsi que les commodités du foyer disponibles) tel que décrit et élaboré dans la méthodologie. Il est répartie en trois classes (bas, moyen et élevé). Près de la moitié des femmes enceintes (49,0 %) ont un score de niveau de vie moyen. Un pourcentage de 32,8 % de femmes a un niveau bas et seules 18,2 % ont un score de niveau de vie élevé.

Nous montrons dans la figure 8, les fréquences des catégories de gain de poids total en fonction du niveau de vie des femmes enceintes. Aucune différence significative n'a été trouvée entre le gain pondéral trimestriel et total en fonction des différentes classes de niveau socioéconomique ( $p = 0,51$ ).



**Figure 8.** Gain pondéral gestationnel total selon le niveau de vie des femmes.

**III. 3. Période pré-gravidique**

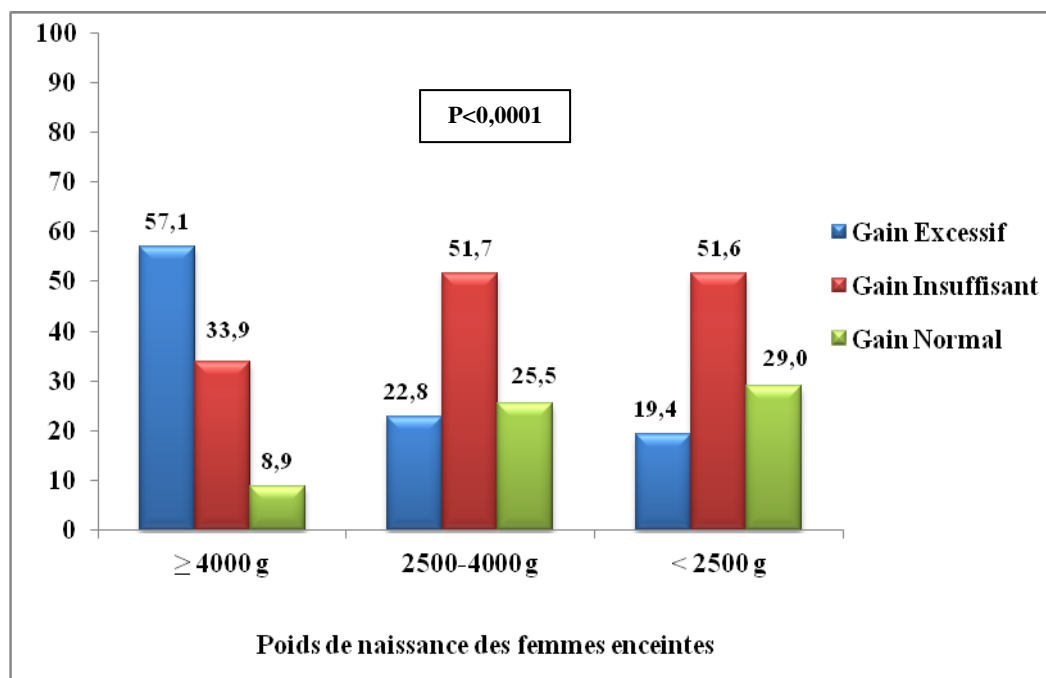
**III. 3. 1. Poids de naissance de la femme enceinte**

Parmi toutes les femmes interrogées, 246 femmes, soit 78,3 %, leurs poids de naissance (PN) ont été justifiés par le carnet de santé. Le PN moyen était de  $3279,2 \pm 686,0$  g (2000 g à 5600 g). Un pourcentage de 23,6 % des femmes était macrosomes à la naissance ( $\geq 4000$  g) et 13,8 % des femmes avaient un petit poids ( $< 2500$  g).

➤ **Poids de naissance des femmes en fonction du gain de poids total**

Le PN moyen est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral total excessif ( $3524,3 \pm 748,7$  g), comparé aux femmes avec un gain normal ( $3111,5 \pm 633,0$  g) et un gain insuffisant ( $3214,6 \pm 618,7$  g) ( $p = 0,001$ ).

La figure 9 indique la répartition du gain de poids gestationnel total en fonction du poids à la naissance des femmes enceintes. Le pourcentage de gain excessif (57,1 %) est statistiquement plus élevé chez les femmes ayant eu un gros poids à la naissance. Et le pourcentage de gain insuffisant (52,0 %) est plus élevés chez les femmes ayant eu un poids normal à la naissance et un petit poids à la naissance ( $p < 0,0001$ ).



**Figure 9.** Gain de poids gestationnel total en fonction du poids à la naissance des femmes.

### ➤ Poids de naissance des femmes en fonction du gain de poids trimestriel

Lorsque le poids de naissance (PN) moyen des femmes a été évalué en fonction du gain de poids trimestriel, il est le plus élevé ( $p = 0,02$ ) chez les femmes à gain excessif au 1<sup>er</sup> trimestre (T1) ( $3433,5 \pm 668,7$  g), comparés aux femmes avec un gain normal ( $3226,8 \pm 600,0$  g) et un gain insuffisant ( $3173,7 \pm 703,7$  g). Aucune différence significative n'est observée avec les gains du T2 et T3 (Tableau 5).

Au T1, le pourcentage de gain pondéral excessif (55,4 %) est statistiquement plus élevé chez les femmes ayant eu un gros poids à la naissance et le pourcentage de gain insuffisant (61,3 %) est plus élevés chez les femmes ayant eu un petit poids à la naissance ( $p = 0,026$ ). Au T2 et T3, aucune différence significative n'est observée entre les catégories de gain pondéral et le poids de naissance (Tableau 5).

**Tableau 5.** Gain de poids gestationnel trimestriel en fonction du poids à la naissance des femmes.

Poids de naissance (PN)	Gain Excessif	Gain Normal	Gain Insuffisant	p
<b>Gain du 1<sup>er</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	<b>3433,5 ± 668,7</b>	3226,8 ± 600,0	3173,7 ± 703,7	<b>0,02</b>
2500 à 4000 g	36,9%	<b>18,8%</b>	44,3%	<b>0,026</b>
≥ 4000 g	<b>55,4%</b>	16,1%	28,6%	
< 2500 g	25,8%	12,9%	<b>61,3%</b>	
<b>Gain du 2<sup>ème</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	3300,6±720,5	3258,2±691,0	3280,8±614,1	0,94
2500 à 4000 g	46,3%	18,8%	34,9%	0,19
≥ 4000 g	60,7%	14,3%	25,0%	
< 2500 g	48,4%	29,0%	22,6%	
<b>Gain du 3<sup>ème</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	3392,9±700,9	3328,3±722,5	3169,8±626,0	0,08
2500 à 4000 g	29,5%	26,2%	44,3%	0,34
≥ 4000 g	41,8%	27,3%	30,9%	
< 2500 g	32,3%	19,4%	48,4%	

\* les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type

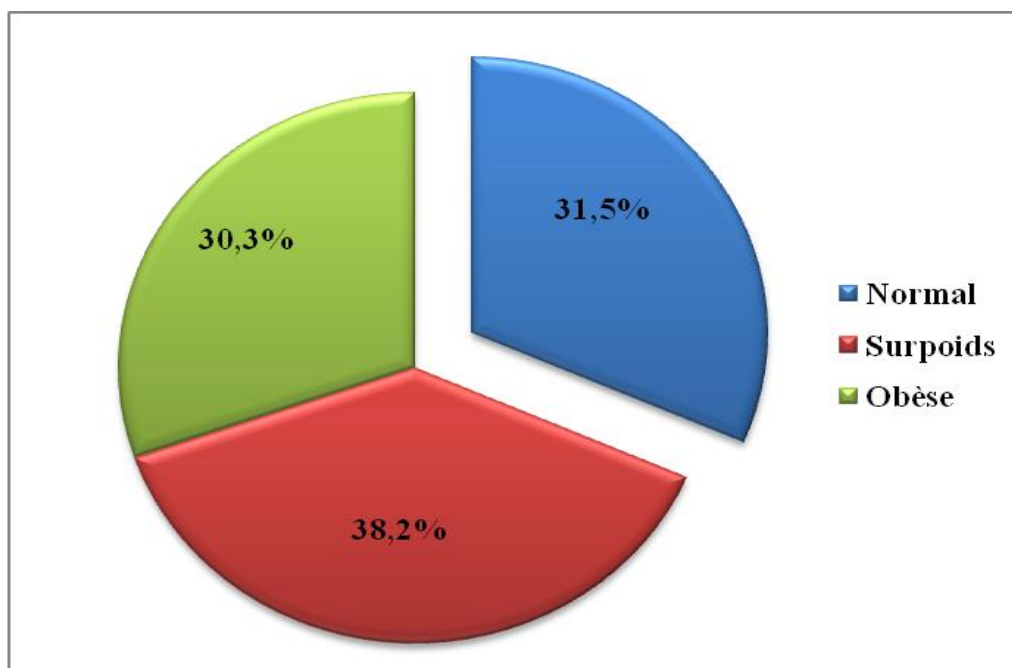
### III. 3. 2. Etat pondéral avant grossesse

L'état pondéral avant grossesse a été évalué par trois variables qui sont le poids, la taille et l'indice de masse corporelle (IMC). Le poids moyen des femmes avant grossesse était de  $72,4 \pm 13,8$  kg, la taille moyenne était de  $1,6 \pm 0,1$  m et l'IMC moyen pré-grossesse était de  $27,7 \pm 5,1$  kg/m<sup>2</sup> (Tableau 6).

**Tableau 6.** Etat pondéral des femmes avant grossesse.

	Moyenne $\pm$ ET	Min	Max
Poids pré-grossesse (kg)	$72,4 \pm 13,8$	45,0	114,0
Taille (m)	$1,6 \pm 0,1$	1,5	1,8
IMC pré-grossesse (kg/m <sup>2</sup> )	$27,7 \pm 5,1$	16,5	46,9

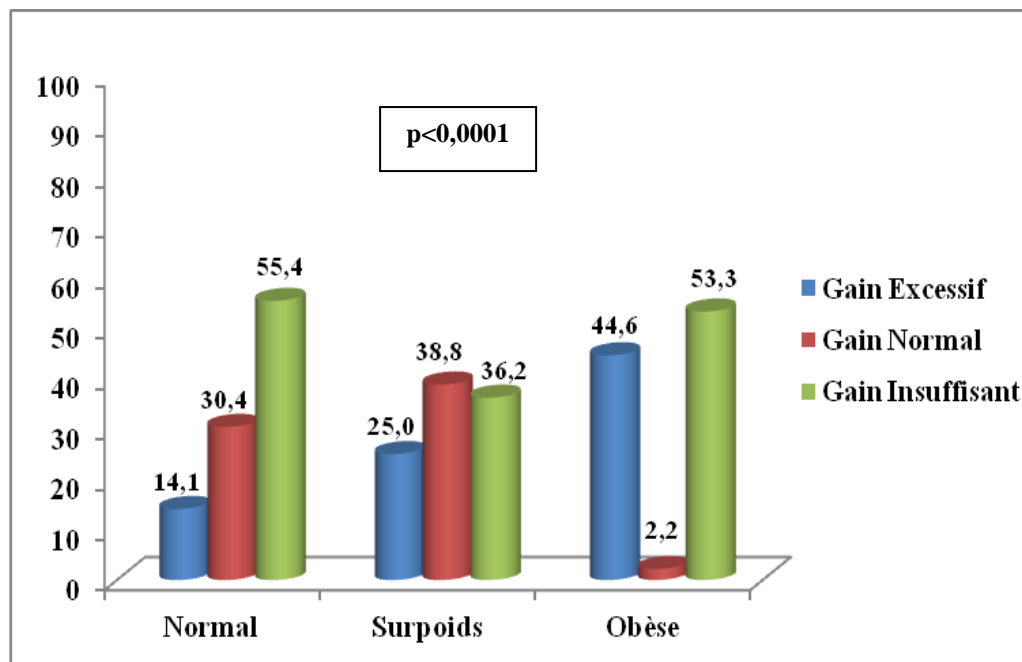
Avant grossesse, 68,5 % des femmes étaient en surpoids (dont 30,3 % obèses) et seules 31,5 % avaient un état pondéral normal avant la grossesse. Aucune des femmes de notre population n'était maigre avant grossesse (Figure 10).



**Figure 10.** Distribution de l'IMC des femmes avant la grossesse.

## ➤ Etat pondéral pré-grossesse et gain de poids total

La distribution en fréquences de catégories du gain de poids total en fonction de l'état pondéral pré-grossesse est présentée dans la figure 11. Le gain pondéral excessif est significativement plus fréquent chez les femmes obèses avant grossesse (44,6 %) et le gain pondéral insuffisant est plus fréquent chez les femmes obèses (53,3 %) et normopondérales (55,4 %) ( $p < 0,0001$ ).



**Figure 11.** Gain pondéral gestationnel total en fonction de l'état pondéral pré-grossesse.

## ➤ Etat pondéral pré-grossesse et gain de poids trimestriel

La distribution en fréquences des catégories du gain pondéral trimestriel des femmes selon leur état pondéral avant grossesse est illustrée par le tableau 7 :

L'état pondéral pré-grossesse n'a pas d'effet sur le gain de poids du 1<sup>er</sup> trimestre. Au 2<sup>ème</sup> trimestre de grossesse, le gain de poids excessif est plus fréquent chez les femmes qui étaient en surpoids (53,4 %), alors que le gain insuffisant est prédominant chez les femmes obèses avant grossesse (40,2 %) ( $p = 0,01$ ). Au 3<sup>ème</sup> trimestre, le gain de poids excessif est plus élevé chez les femmes obèses (36,3 %) et en surpoids (36,2 %) ( $p < 0,0001$ ) avant grossesse. Pour le gain insuffisant, il est plus fréquent chez les femmes normopondérales (62,0 % ;  $p < 0,0001$ ).

**Tableau 7.** Gain de poids trimestriel en fonction de l'état pondéral pré-gestationnel.

	<b>Gain Excessif</b>	<b>Gain Normal</b>	<b>Gain Insuffisant</b>	<b>p</b>
<b>Trimestre 1</b>				
Normal	44,4 %	15,2 %	40,4 %	NS
Surpoids	41,7 %	17,5 %	40,8 %	
Obèse	40,0 %	15,8 %	44,2 %	
<b>Trimestre 2</b>				
Normal	41,3 %	28,3 %	30,4 %	<b>0,01</b>
Surpoids	<b>53,4 %</b>	21,6 %	25,0 %	
Obèse	48,9 %	10,9 %	<b>40,2 %</b>	
<b>Trimestre 3</b>				
Normal	10,9 %	27,2 %	<b>62,0 %</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Surpoids	<b>36,2 %</b>	28,4 %	35,3 %	
Obèse	<b>36,3 %</b>	19,8 %	44,0 %	

Les données sont présentées sous forme des proportions (%).  
p : comparaisons effectuées par khi-deux.

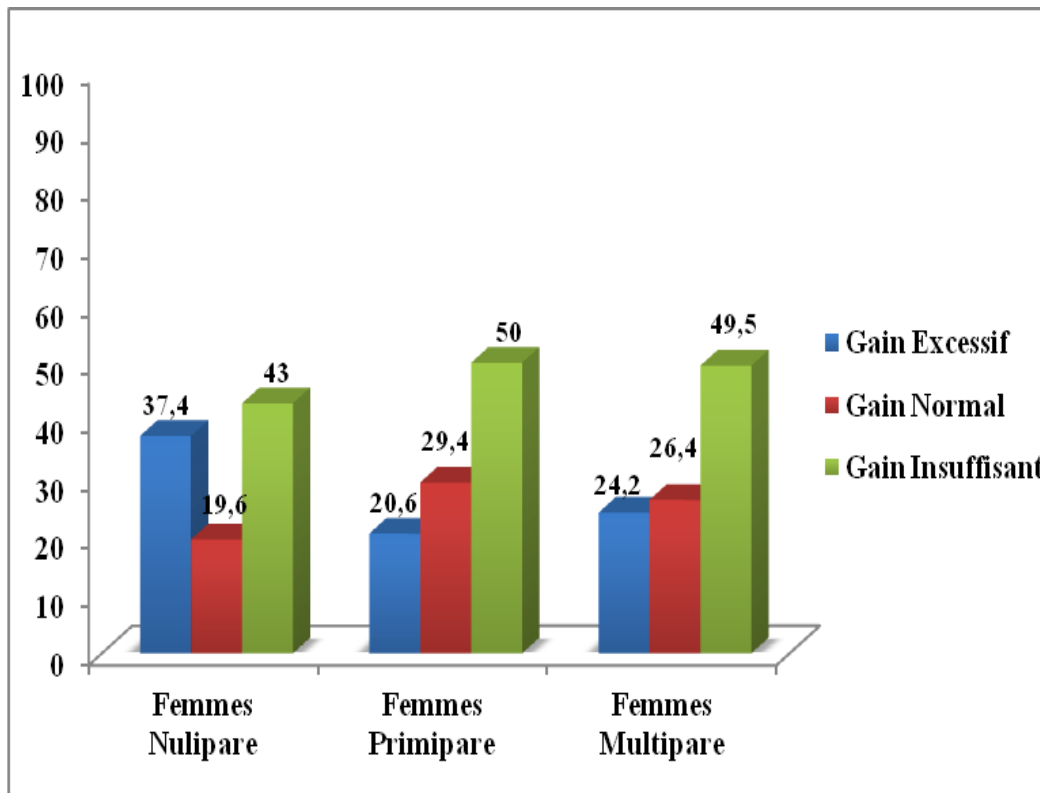
### III. 4. Période gravidique

#### III. 4. 1. Parité

Notre population d'étude est constituée de 114 femmes nulipares (36,3 %), 104 sont des primipares (33,1 %) et 96 sont des multipares (30,6 %).

#### ➤ Parité et gain de poids total

Les fréquences des catégories de gain de poids total en fonction de la parité des femmes enceintes sont représentées dans la figure 12. Le gain pondéral excessif semble fréquent chez les nullipares (37,4 %) comparé aux primipares (20,6 %) et aux multipares (24,2 %), cependant il n'y a pas de différence significative ( $p = 0,07$ ).



**Figure 12.** Gain pondéral gestationnel total en fonction de la parité des femmes.

### ➤ Parité et gain de poids trimestriel

Le tableau 8 présente les fréquences des catégories de gain pondéral par trimestre de grossesse en fonction de la parité. Au premier trimestre, aucune différence significative n'a été trouvée entre le gain pondéral trimestriel et la parité. Au deuxième trimestre, le pourcentage de gain pondéral excessif est plus élevé chez les femmes nulipares (61,7 % ;  $p = 0,0003$ ) et le pourcentage de gain pondéral insuffisant est plus élevé chez les femmes multipares (37,4 % ;  $p = 0,0003$ ). Au troisième trimestre, le pourcentage de gain de poids excessif est plus élevé chez les nulipares (37,7 % ;  $p = 0,01$ ) alors que le pourcentage de gain de poids insuffisant est plus fréquent chez les femmes primipares (51,0 % ;  $p = 0,01$ ).



**Tableau 8.** Gain de poids gestationnel trimestriel en fonction de la parité.

	<b>Gain Insuffisant</b> (%)	<b>Gain Normal</b> (%)	<b>Gain Excessif</b> (%)	<b>p</b>
<b>Gain du Trimestre 1</b>				
Nullipare	45,6	11,4	43,0	0,37
Primipare	38,5	21,2	40,4	
Multipare	38,5	17,7	43,8	
<b>Gain du Trimestre 2</b>				
Nullipare	29,0	9,3	<b>61,7</b>	<b>0,0003</b>
Primipare	28,4	32,4	39,2	
Multipare	<b>37,4</b>	19,8	42,9	
<b>Gain du Trimestre 3</b>				
Nullipare	44,3	17,9	<b>37,7</b>	<b>0,01</b>
Primipare	<b>51,0</b>	24,5	24,5	
Multipare	42,9	35,2	22,0	

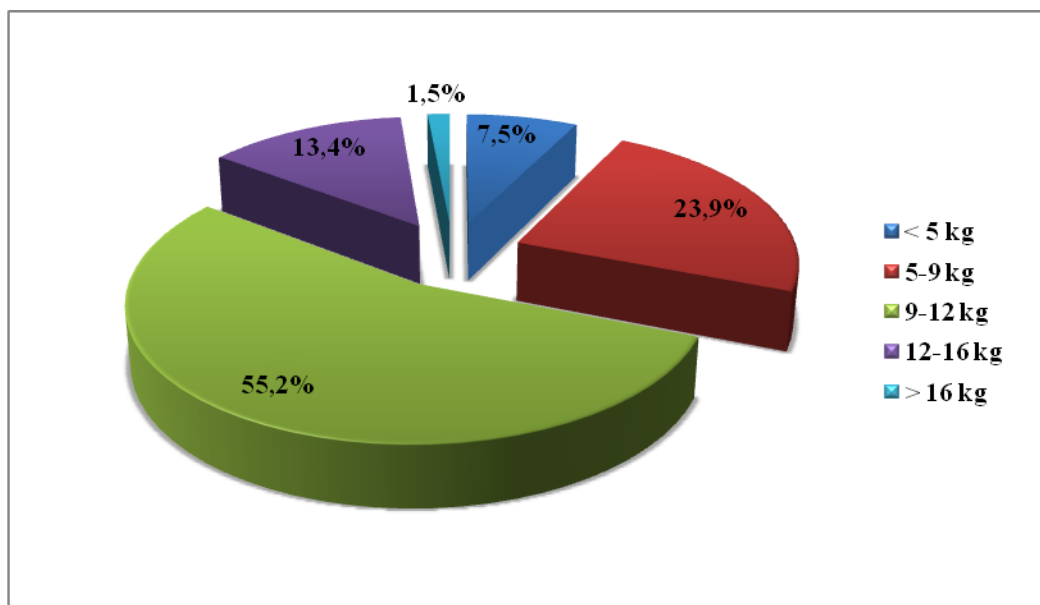
Les données sont présentées sous forme des proportions (%).

p : comparaisons effectuées par khi-deux.

### III. 4. 2. Connaissances des femmes enceintes sur le gain pondéral

#### III. 4. 2. 1. Gain de poids gestationnel idéal

Nous avons demandé aux femmes enceintes si elles ont reçu des informations sur le gain pondéral pendant la grossesse. Seules 21,3 % ont répondu par l'affirmatif. La figure 13 donne les différentes réponses des femmes concernant l'intervalle de gain idéal. La majorité des femmes (55,2 %) déclarent un intervalle de 9-12 kg. Seulement, une femme pense que le gain pondéral doit être supérieur à 16 kg et 31,4 % des femmes fixent une limite inférieure à 9 kg.



**Figure 13.** Connaissances des femmes concernant les intervalles de gain pondéral au cours de la grossesse.

Les connaissances des femmes sur le gain de poids idéal en fonction de leurs catégories de gain pondéral total réel sont représentées dans le tableau 9. Les femmes à gain normal (29,3 %) sont significativement ( $p = 0,03$ ) les plus nombreuses à déclarer connaître le gain de poids idéal, alors que celles à gain insuffisant (85,2 %) et à gain excessif (76,0 %) sont les plus nombreuses à déclarer ignorer le gain idéal. Concernant les intervalles de gain de poids idéal, quel que soit la catégorie de gain pondéral, la majorité des femmes déclare un intervalle de [9 kg - 12 kg].

**Tableau 9.** Connaissances des femmes en fonction de leur gain pondéral au cours de la grossesse.

Intervalles de gain pondéral	Gain de poids total			p
	Insuffisant (%)	Normal (%)	Excessif (%)	
Connait le gain idéal				
Oui	14,8	<b>29,3</b>	24,1	<b>0,03</b>
Non	<b>85,2</b>	70,7	<b>76,0</b>	
< 5 kg	4,5	0,0	10,0	NS
5-9 kg	36,4	13,6	20,0	
9-12 kg	45,5	72,7	50,0	
12-16 kg	9,1	13,6	20,0	
> 16 kg	4,5	0,0	0,0	

Les données sont présentées sous forme des proportions (%).  
p : comparaisons effectuées par khi-deux.

III. 4. 2. 2. Sources d'informations

Comme sources d'informations, les médias (internet, télévision, livres et presses) sont les plus citées chez 50,7 % des femmes enceintes. Seules 6,0 % des femmes ont été renseignées par un professionnel de santé (gynécologue, médecin général ou sage femme). Un pourcentage de 35,8 % des femmes considère le gain gestationnel idéal celui acquis lors des grossesses précédentes et 10,4 % ont été renseignées par leur entourage (Figure 14).

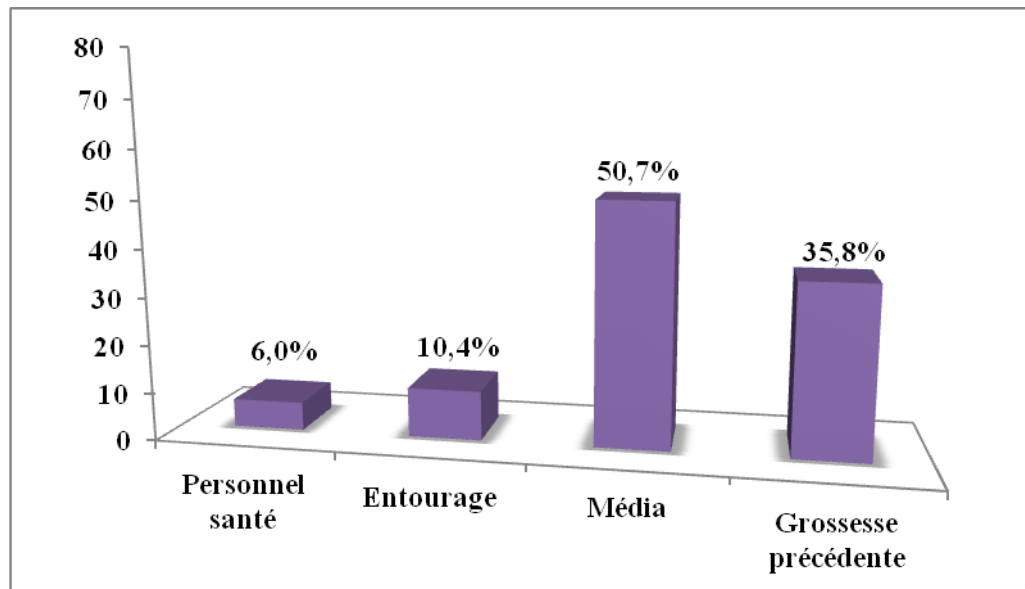


Figure 14. Sources d'informations des femmes enceintes.

Le Tableau 10 montre les sources d'informations des femmes enceintes sur le gain pondéral durant la grossesse en fonction de leur gain pondéral total réel. Le personnel de santé (gynécologue, sage-femme, ...) est la source d'information la plus fréquente chez les femmes à gain de poids normal ( $p = 0,05$ ). Les médias sont la source d'information la plus fréquente chez les femmes à gain de poids excessif ( $p = 0,02$ ).

Tableau 10. Sources d'informations des femmes enceintes selon le gain pondéral total.

Sources d'informations	Gain de poids total			
	Normal	Insuffisant	Excessif	p
Personnel santé	13,6 %	0,0 %	5,0 %	0,05
Média	50,0 %	47,6 %	80,0 %	0,02
Entourage	13,6 %	19,0 %	0,0 %	0,22
Grossesse précédente	31,8 %	33,3 %	30,0 %	0,45

p : comparaisons effectuées par khi-deux.

**III. 4. 3. Signes sympathiques de la grossesse**

Les signes sympathiques de la grossesse sont plus fréquents durant le 1<sup>er</sup> trimestre (T1) de grossesse. Un pourcentage de 86,6 % des femmes enceintes déclare avoir des signes sympathiques au T1, 44,7 % au T2 et 49,2 % au T3. Nous présentons dans le tableau 11, les différents signes sympathiques ressentis par les femmes de notre étude au cours des trois trimestres de grossesse. Les signes sympathiques les plus fréquents sont les nausées et les vomissements pour les trois trimestres de grossesse.

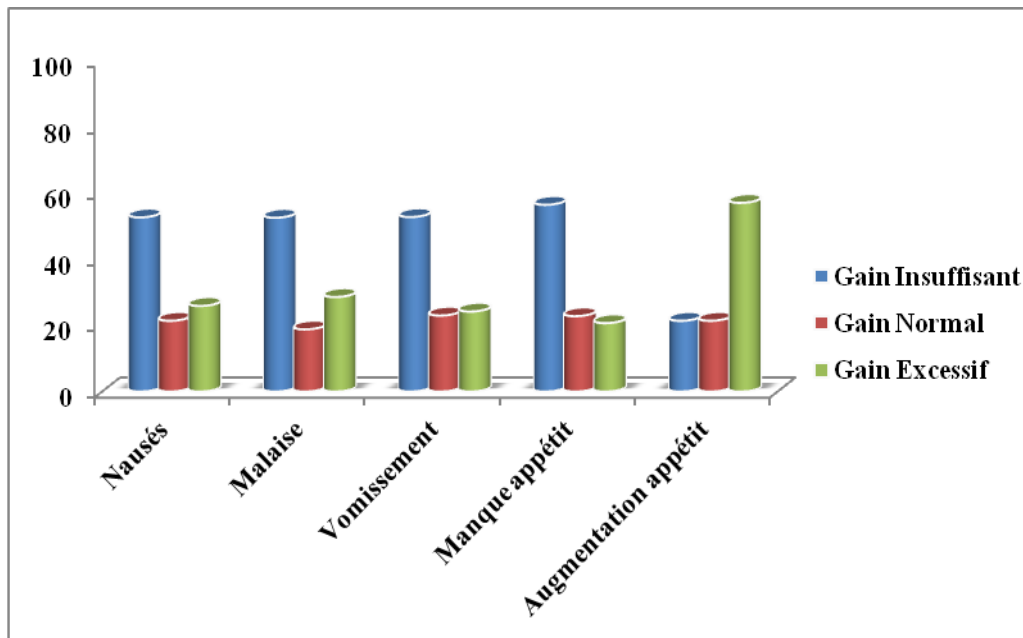
**Tableau 11.** Signes sympathiques ressentis par les femmes pendant la grossesse.

<b>Signes sympathiques</b>	<b>Trimestre 1</b>	<b>Trimestre 2</b>	<b>Trimestre 3</b>
	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>
Nausées	207 (65,9)	70 (23,3)	69 (23,1)
Vomissements	180 (57,3)	41 (13,7)	35 (11,7)
Malaises	160 (51,0)	28 (9,3)	18 (6,0)
Manque d'appétit	98 (31,2)	9 (3,0)	13 (4,3)
Augmentation d'appétit	14 (4,5)	38 (12,7)	69 (23,1)

➤ **Signes sympathiques en fonction du gain pondéral gestationnel**

• **Au premier trimestre**

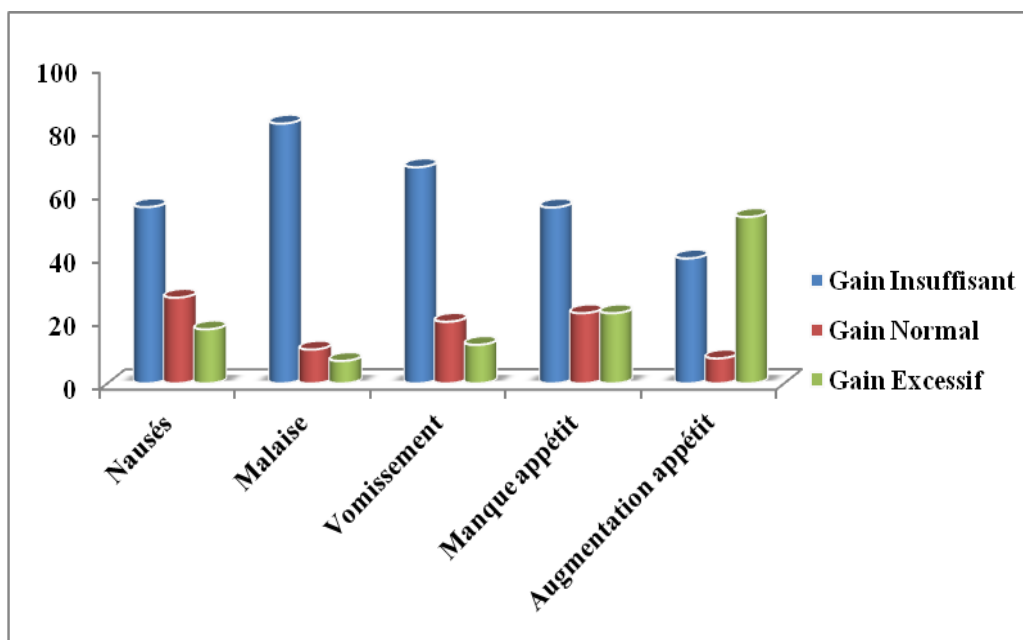
Les différents signes sympathiques ressentis par les femmes au premier trimestre en fonction du gain pondéral total sont illustrés par la figure 15. Les femmes ayant un gain pondéral insuffisant ont plus de nausées (52,7 % ; p = 0,02), de malaises (52,6 % ; p = 0,03) et de vomissements (52,8 % ; p = 0,05), alors que les femmes ayant un gain pondéral excessif ont plus d'appétit (57,1 % ; p = 0,05). Les mêmes constatations sont observées avec les catégories du gain de poids trimestriel.



**Figure 15.** Signes sympathiques du premier trimestre en fonction du gain de poids total.

- **Au deuxième trimestre**

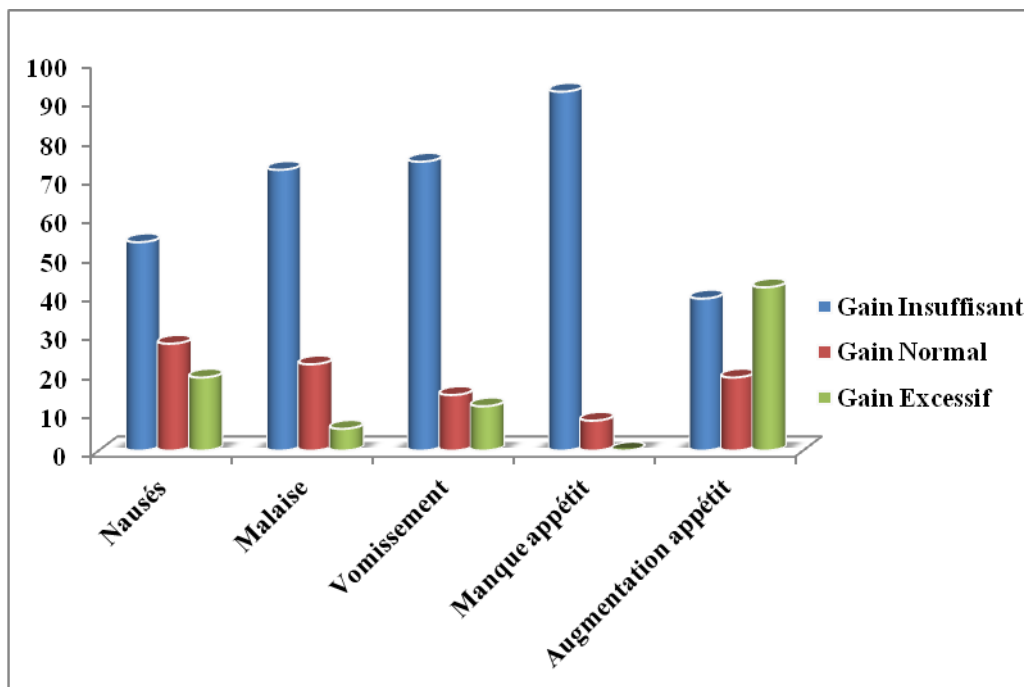
Les femmes ayant un gain de poids total insuffisant ont plus de nausées (55,7 % ;  $p = 0,05$ ), de malaises (82,1 % ;  $p = 0,0005$ ) et de vomissements (68,3 % ;  $p = 0,01$ ), tandis que les femmes ayant un gain pondéral excessif ont plus d'appétit (52,6 % ;  $p = 0,0004$ ) (Figure 16). Concernant le gain pondéral du T2, les mêmes constatations sont observées.



**Figure 16.** Signes sympathiques du 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain de poids total.

- **Au troisième trimestre**

Les femmes ayant un gain pondéral total insuffisant ont plus de vomissements (74,3 % ;  $p = 0,002$ ), de malaises (72,2 % ;  $p = 0,04$ ) et moins d'appétit (92,3 % ;  $p = 0,003$ ), alors que les femmes ayant un gain excessif ont plus d'appétit (42,0 % ;  $p = 0,01$ ). Pour les nausées, aucune différence significative n'est trouvée (Figure 17). Concernant le gain pondéral du T3, les mêmes constatations sont observées.



**Figure 17.** Signes sympathiques du 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain de poids total.

### III. 5. Comportement alimentaire

#### III. 5. 1. Aversions alimentaire au cours de la grossesse

Les aversions alimentaires de la grossesse ressentis par les femmes enceintes sont plus fréquentes au cours du premier trimestre (T1). Un pourcentage de 62,7 % des femmes déclare avoir des dégoûts au T1, 27,7 % au T2 et 18,4 % au T3. Le tableau 12 présente les aliments évités par les femmes enceintes au cours des trois trimestres de grossesse. Quel que soit le trimestre de grossesse, les aliments les plus cités sont les viandes et produits carnés ainsi que les laitages.

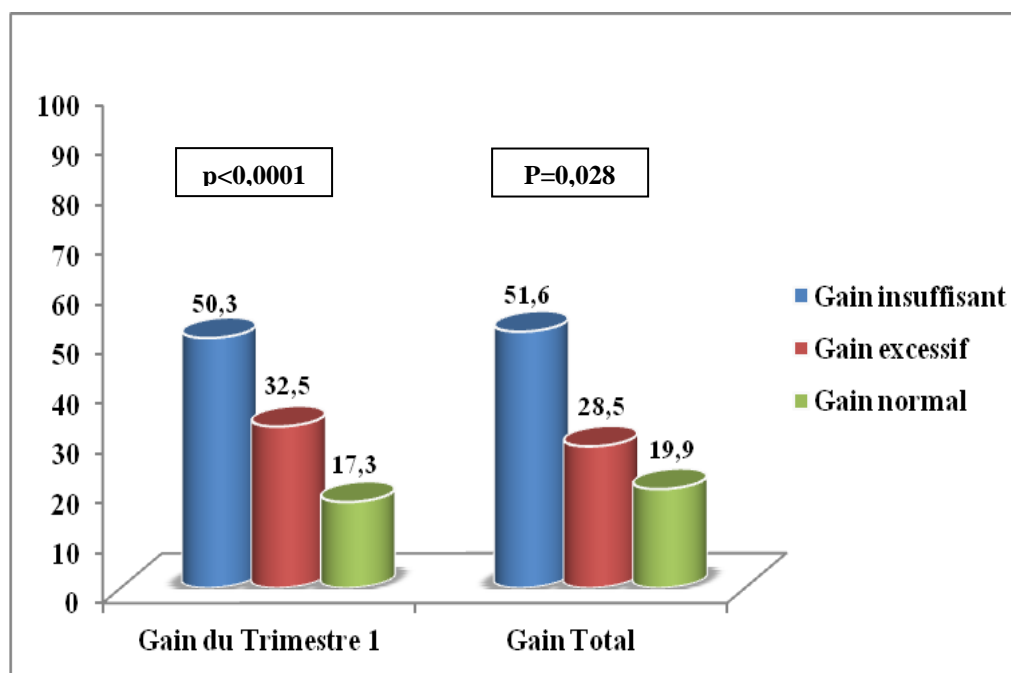
**Tableau 12.** Aliments évités au cours de la grossesse.

	1 <sup>er</sup> Trimestre N (%)	2 <sup>ème</sup> Trimestre N (%)	3 <sup>ème</sup> Trimestre N (%)
VPO	132 (42,0)	55 (18,3)	46 (15,4)
Produits laitiers	65 (20,7)	25 (8,3)	16 (5,4)
Féculent	21 (6,7)	9 (3,0)	2 (0,7)
Sucreries	20 (6,4)	5 (1,7)	/
Poisson	19 (6,1)	/	3 (1,0)
Fruits	12 (3,8)	/	/
Légumes	13 (4,1)	5 (1,7)	/
Abats	/	8 (2,7)	/
Frite	5 (1,6)	/	/

VPO : viandes, poulet, œufs.

### ➤ Aversions alimentaires en fonction du gain de poids trimestriel et total

Au premier trimestre, les aversions alimentaires sont plus fréquentes chez les femmes enceintes ayant un gain insuffisant trimestriel (50,3 % ;  $p < 0,0001$ ) et total (51,6 % ;  $p = 0,028$ ), alors que les femmes ayant un gain normal trimestriel (17,3 % ;  $p < 0,0001$ ) et total (19,9 % ;  $p = 0,028$ ) sont celles qui déclarent les moins de dégoûts (Figure 18).



**Figure 18.** Présence de dégoûts alimentaires en fonction du gain pondéral trimestriel et total.

Les aliments évités par les femmes au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain pondéral trimestriel et total sont présentés dans le tableau 13. Concernant le gain de poids total, les femmes à gain insuffisant sont significativement plus nombreuses à déclarer éviter de consommer des féculents ( $p = 0,0012$ ) et des laitages ( $p = 0,02$ ). Pour le gain de poids du 1<sup>er</sup> trimestre, les femmes à gain insuffisant sont plus nombreuses à déclarer éviter des féculents ( $p = 0,02$ ), des viandes et des produits carnés ( $p < 0,0001$ ). Aucune différence significative n'est observée avec les autres aliments évités et le gain trimestriel et total.

**Tableau 13.** Aliments évités au 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse selon le gain pondéral trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
Féculent	<b>66,7*</b>	19,0	14,3	<b>85,7*</b>	4,8	9,5
Laitages	49,2	10,8	40,0	<b>54,1*</b>	11,5	34,4
VPO	<b>55,3*</b>	16,7	28,0	51,6	22,2	26,2
Fruits	50,0	25,0	25,0	50,0	25,0	25,0
Légumes	46,2	15,4	38,5	53,8	23,1	23,1
Poisson	47,4	15,8	36,8	52,6	21,1	26,3
Sucreries	30,0	25,0	45,0	53,3	26,7	20,0

\*différence significative (Khi 2).

VPO : viandes, poulet, œufs.

Au cours du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse, aucune différence significative n'est observée entre les différents groupes de gain pondéral trimestriel et total par rapport aux dégoûts alimentaires et aliments évités.

### III. 5. 2. Envies alimentaires au cours de la grossesse

Le désir et l'envie de manger des aliments spécifiques par les femmes enceintes est plus courant durant le premier trimestre (T1) de la grossesse. La majorité des femmes (66,6 %) déclarent avoir des envies spéciales pendant le T1, contre seulement 16,3 % au T2 et 17,4 % au cours du T3.



Les aliments désirés par les femmes enceintes au cours des trois trimestres de grossesse sont présentés dans le tableau 14. Nous observons que le nombre d'aliments désirés par les femmes est plus élevé au premier trimestre comparé au deuxième et au troisième trimestre de grossesse.

Au premier trimestre, les fruits sont les aliments les plus désirés par les femmes (29,3 %). Au deuxième et troisième trimestre, respectivement 6,0 % et 7,4 % des femmes enceintes déclarent désirer des sucreries (Tableau 14).

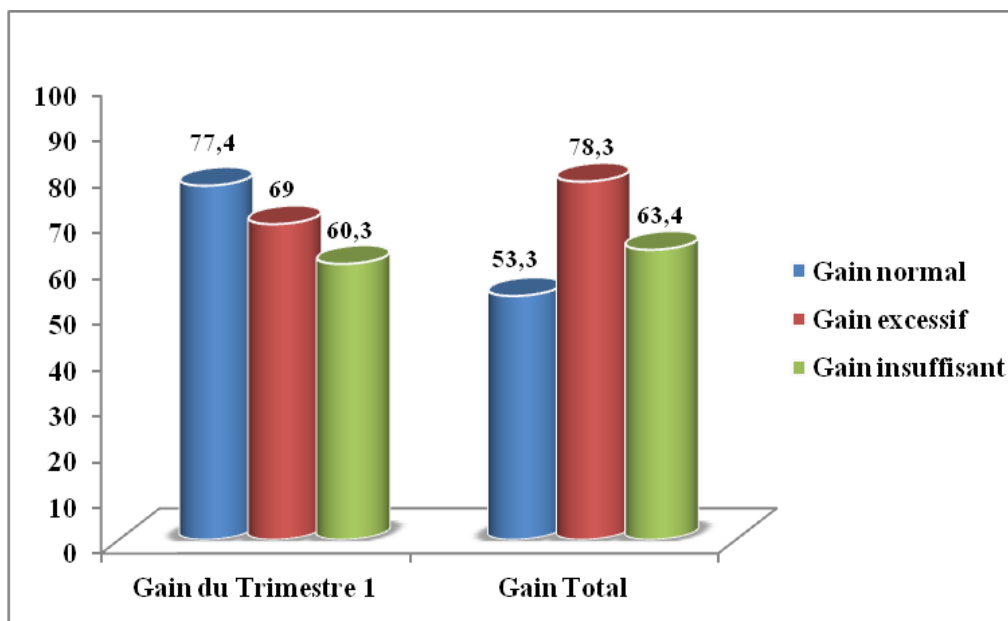
**Tableau 14.** Aliments désiré au cours de la grossesse.

	<b>Trimestre 1</b>	<b>Trimestre 2</b>	<b>Trimestre 3</b>
	N (%)	N (%)	N (%)
Fruits	<b>92 (29,3)</b>	14 (4,7)	15 (5,0)
Sucreries	<b>28 (8,9)</b>	<b>18 (6,0)</b>	<b>22 (7,4)</b>
VPO	40 (12,7)	9 (3,0)	8 (2,7)
Légumes	29 (9,2)	10 (3,3)	2 (0,7)
Féculent	28 (8,9)	/	/
Junk Food	26 (8,3)	/	3 (1,0)
Poisson	15 (4,8)	/	/
Produits laitiers	8 (2,5)	/	/
Saumures	12 (3,8)	/	/
H'rissa	3 (1,0)	/	/
Café	3 (1,0)	/	/

VPO : viandes, poulet, œufs.

### ➤ Envies alimentaires en fonction du gain de poids trimestriel et total

Au premier trimestre, les envies alimentaires sont plus fréquentes chez les femmes enceintes ayant un gain de poids excessif total (78,3 % ;  $p = 0,0039$ ), alors qu'il n'y a pas de différence significative concernant le gain de poids trimestriel (Figure 19).



**Figure 19.** Présence des envies alimentaires en fonction du gain pondéral trimestriel et total.

Dans le tableau 15, nous présentons les aliments désirés par les femmes au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain pondéral trimestriel et total. Les femmes à gain pondéral total excessif sont plus nombreuses à désirer des fruits ( $p = 0,04$ ), des sucreries ( $p = 0,02$ ) et des Junk-Food ( $p = 0,03$ ). Aucune différence significative n'est observée avec le gain pondéral trimestriel.

**Tableau 15.** Aliments désirés au 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse selon le gain pondéral trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Normal	Insuffisant	Excessif	Normal	Insuffisant
Fruits	28,8	31,4	29,0	<b>33,7*</b>	17,3	31,7
Sucreries	12,1	5,9	6,9	<b>15,7*</b>	5,3	5,6
Laitages	2,3	3,9	2,3	1,2	0,0	4,2
Junk Food	12,1	13,7	2,3	<b>13,3*</b>	12,0	4,2
Légumes	7,6	17,6	7,6	4,8	10,7	12,0
Féculent	12,1	7,8	6,1	12,0	8,0	7,0
Poisson	6,8	0,0	4,6	3,6	6,7	3,5
VPO	12,9	7,8	14,5	15,7	8,0	14,1

\*différence significative (Khi 2).

VPO : viandes, poulet, œufs.

Au cours du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse, aucune différence significative n'est observée entre les aliments désirés par les femmes enceintes et les différents groupes de gain pondéral trimestriel et total.

### III. 5. 3. Modifications des habitudes alimentaire au cours de la grossesse

Un pourcentage de 68,8 % des femmes enceintes au premier trimestre (T1), 59,7 % au deuxième (T2) et 50,8 % au troisième (T3) trimestre de grossesse, déclare modifier leur habitudes alimentaires. Les modifications des habitudes alimentaires citées par les femmes au cours des 3 trimestres de grossesse sont illustrées par le tableau 16. Au T1, la déclaration la plus fréquente est de manger moins (43,9 %). Au T2 et T3, respectivement 40,3 % et 23,1 % des femmes enceintes déclarent augmenter leur consommation alimentaire.

**Tableau 16.** Modifications des habitudes alimentaires au cours de la grossesse.

	<b>1<sup>er</sup> Trimestre</b>	<b>2<sup>ème</sup> Trimestre</b>	<b>3<sup>ème</sup> Trimestre</b>
	N (%)	N (%)	N (%)
Manger plus	27 (8,6)	121 (40,3)	69 (23,1)
Manger moins	138 (43,9)	28 (9,3)	60 (20,1)
Plus laitages	13 (4,1)	30 (10,0)	20 (6,7)
Moins laitages	9 (2,9)	3 (1,0)	/
Plus fruits et légumes	34 (10,8)	39 (13,0%)	33 (11,0)
Plus VPO	7 (2,2)	1 (0,3)	/
Moins VPO	11 (3,5)	2 (0,7)	/

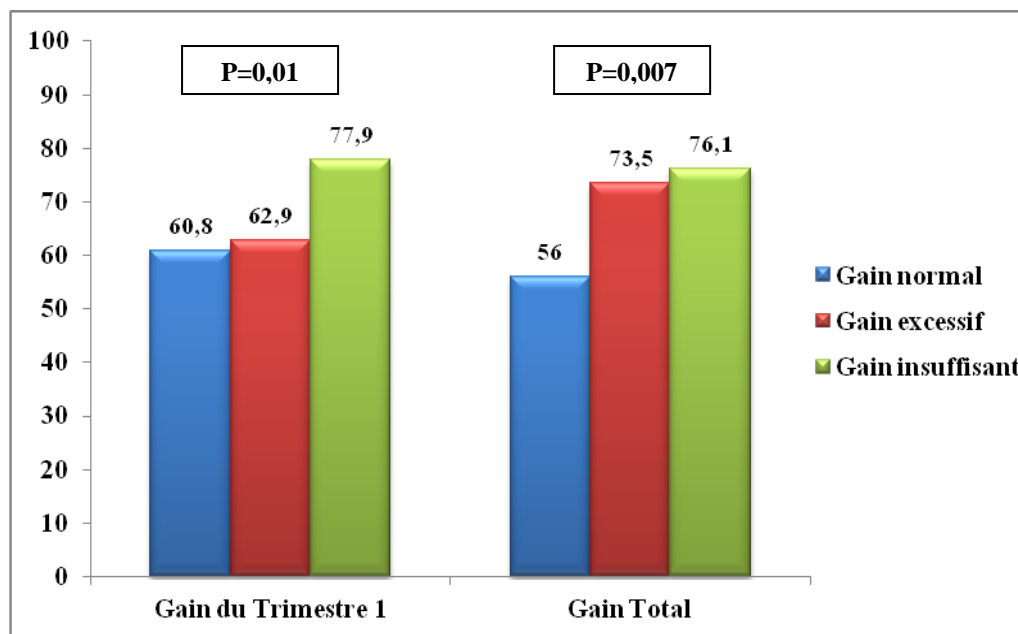
VPO : viandes, poulet, œufs.

#### ➤ Modifications des habitudes alimentaires en fonction du gain pondéral gestationnel

##### • Au premier trimestre

Les femmes ayant un gain de poids trimestriel insuffisant (77,9 %) sont les plus nombreuses à déclarer changer leurs habitudes alimentaires ( $p = 0,01$ ) (Figure 20).

Les femmes ayant un gain de poids total insuffisant (76,1 %) et excessif (73,5 %) sont les plus nombreuses à déclarer changer leurs habitudes alimentaires ( $p = 0,007$ ) (Figure 20).



**Figure 20.** Présence de modifications alimentaires au 1<sup>er</sup> trimestre selon le gain pondéral trimestriel et total.

Nous présentons dans le tableau 17, les types de modifications alimentaires au 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain pondéral trimestriel et total. Les femmes enceintes ayant un gain excessif trimestriel (15,2 % ; p = 0,01) et total (16,9 % ; p = 0,002) sont plus nombreuses à déclarer augmenter leur consommation alimentaire. Alors que, les femmes ayant un gain insuffisant trimestriel (62,6 % ; p < 0,0001) et total (59,2 % ; p < 0,0001) sont plus nombreuses à déclarer diminuer leur consommation alimentaire. Aucune différence significative n'est observée avec les autres types de modifications.

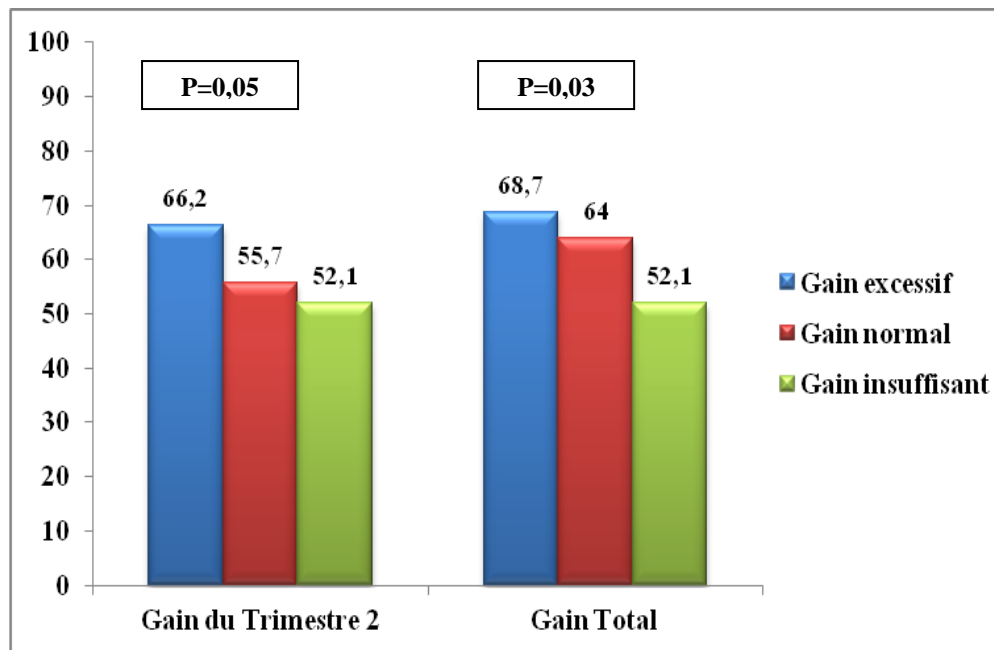
**Tableau 17.** Modifications des habitudes alimentaires au 1<sup>er</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal
Manger plus	<b>15,2*</b>	3,8	3,9	<b>16,9*</b>	4,2	5,3
Manger moins	29,5	<b>62,6*</b>	33,3	36,1	<b>59,2*</b>	29,3
Plus laitages	4,5	2,3	7,8	2,4	2,8	9,3
Moins laitages	4,5	1,5	2,0	4,8	1,4	4,0
Plus fruits et légumes	14,4	6,9	11,8	14,5	9,8	10,7

\* différence significative (khi2).

- **Au deuxième trimestre**

Au deuxième trimestre (T2), les femmes ayant un gain de poids excessif trimestriel (66,2 % ;  $p = 0,05$ ) et total (68,7 % ;  $p = 0,03$ ) sont les plus nombreuses à déclarer changer leurs habitudes alimentaires au 2<sup>ème</sup> trimestre, comparées aux femmes avec un gain normal et un gain insuffisant (Figure 21).



**Figure 21.** Présence de modifications alimentaires au 2<sup>ème</sup> trimestre selon le gain pondéral trimestriel et total.

Le tableau 18 donne les types de modifications alimentaires au 2<sup>ème</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain de poids trimestriel et total. Les femmes enceintes ayant un gain excessif trimestriel (53,1 % ;  $p < 0,0001$ ) et total (55,4 % ;  $p = 0,0042$ ) sont plus nombreuses à déclarer augmenter leur consommation alimentaire. Alors que, les femmes ayant un gain insuffisant trimestriel (16,0 % ;  $p = 0,03$ ) et les femmes à gain normal total (14,7 % ;  $p = 0,02$ ) sont plus nombreuses à déclarer diminuer leur consommation alimentaire. Aucune différence significative n'est observée avec les autres types de modifications.

**Tableau 18.** Modifications des habitudes alimentaires au 2<sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

	Gain du 2 <sup>ème</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal
Manger plus	<b>53,1*</b>	25,5	32,8	<b>55,4*</b>	33,8	36,0
Manger moins	6,2	<b>16,0*</b>	6,6	2,4	10,6	<b>14,7*</b>
Plus laitages	7,6	7,4	19,7	10,8	5,6	17,3
Moins laitages	0,0	2,1	1,6	1,2	1,4	0,0
Plus fruits et légumes	13,8	13,8	9,8	18,1	11,3	10,7

\* différence significative (khi2).

- **Au troisième trimestre**

Au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse (T3), le pourcentage de déclaration de modifications des habitudes alimentaires est proche quel que soit le groupe de gain pondéral (trimestriel et total), aucune différence significative n'est observée.

Les types de modifications alimentaires au T3 en fonction du gain pondéral trimestriel et total sont présentés dans le tableau 19. Les femmes enceintes ayant un gain excessif trimestriel (32,9 % ; p = 0,03) et total (34,9 % ; p = 0,01) sont plus nombreuses à déclarer augmenter leur consommation alimentaire. Alors que, les femmes ayant un gain insuffisant trimestriel (30,4 % ; p = 0,0002) et total (29,8 % ; p = 0,0002) sont plus nombreuses à déclarer diminuer leur consommation alimentaire. Aucune différence significative n'est observée avec les autres types de modifications.

**Tableau 19.** Modifications des habitudes alimentaires au 3<sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

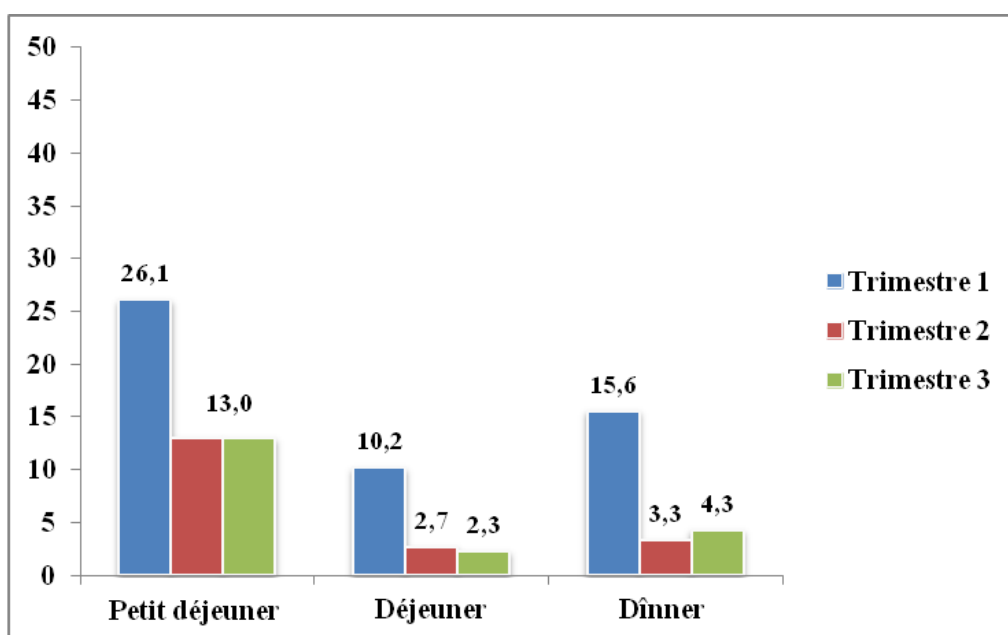
	Gain du 3 <sup>ème</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal
Manger plus	<b>32,9*</b>	18,1	21,1	<b>34,9*</b>	19,1	17,3
Manger moins	9,4	<b>30,4*</b>	13,2	7,2	<b>29,8*</b>	16,0
Plus laitages	4,7	7,2	7,9	6,0	5,0	10,7
Plus fruits et légumes	9,4	8,7	11,8	12,0	7,8	10,7

\* différence significative (khi2).

## III. 5. 4. Sauts des repas

Les fréquences des principaux repas sautés pour les trois trimestres de grossesse sont représentées dans la Figure 22 :

Au premier trimestre de grossesse, 26,1 % des femmes sautent le petit déjeuner, 10,2 % sautent le déjeuner et 15,6 % sautent le dîner. Au deuxième trimestre, 13,0 % des femmes sautent le petit déjeuner, 2,7 % sautent le déjeuner et 3,3 % sautent le dîner. Au troisième trimestre, 13,0 % des femmes sautent le petit déjeuner, 2,3 % sautent le déjeuner et 4,3 % sautent le dîner.

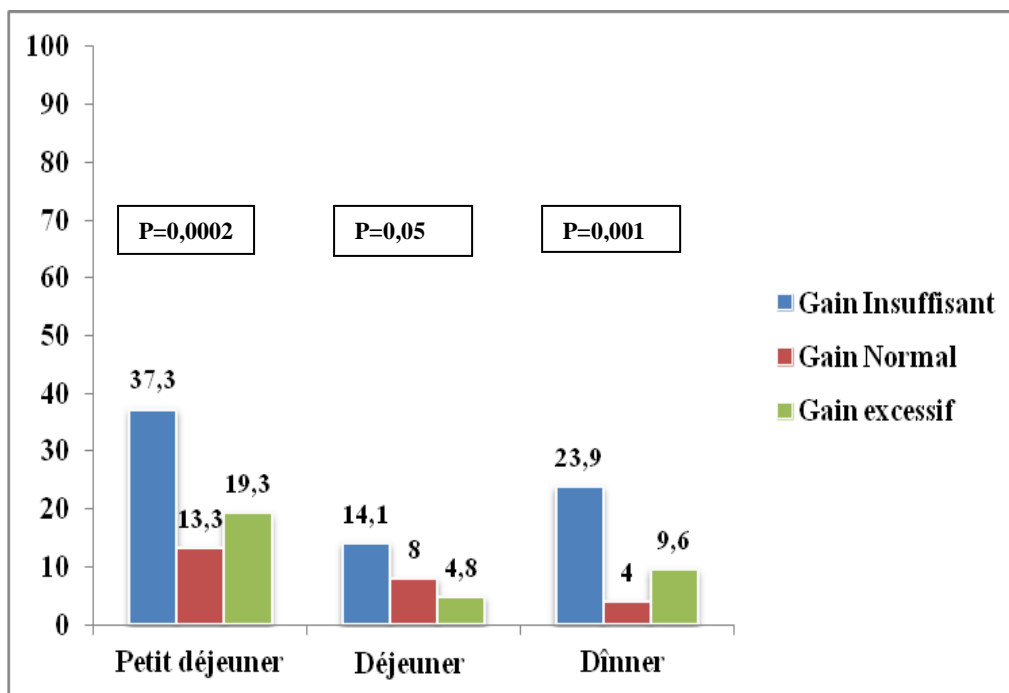


**Figure 22.** Fréquences des repas sautés par les femmes au cours des trois trimestres.

### ➤ Sauts des repas en fonction du gain de poids gestationnel

#### • Au premier trimestre

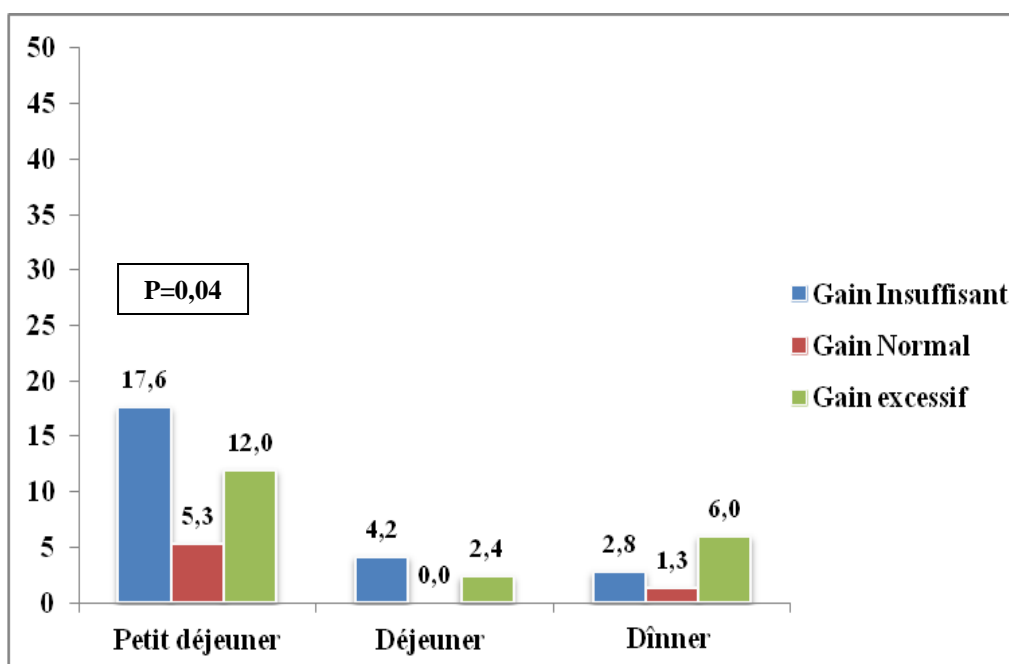
Au premier trimestre de grossesse, les femmes enceintes ayant un gain de poids trimestriel et total insuffisant sont significativement plus nombreuses à sauter tous les repas : le petit déjeuner ( $p = 0,0002$ ), le déjeuner ( $p = 0,05$ ) et le dîner ( $p = 0,001$ ) comparés aux femmes à gain normal et à gain excessif (Figure 23).



**Figure 23.** Fréquences des repas sautés au 1<sup>er</sup> trimestre en fonction du gain pondéral.

- **Au deuxième trimestre**

Les femmes enceintes ayant un gain de poids trimestriel et total insuffisant sont plus nombreuses à sauter le petit déjeuner ( $p = 0,04$ ). Aucune différence significative n'est observée pour les autres repas (Figure 24).

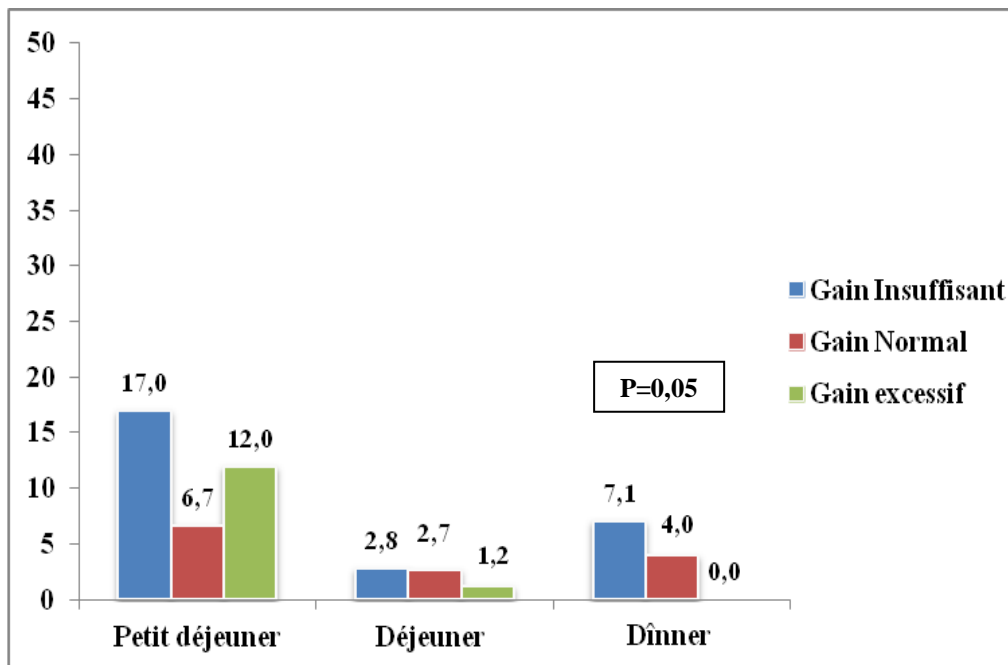


**Figure 24.** Fréquences des repas sautés au 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral.



• **Au troisième trimestre**

Les femmes ayant un gain total insuffisant sont plus nombreuses à sauter le dîner ( $p = 0,05$ ) comparés aux femmes à gain normal et à gain excessif. Aucune différence significative n'est observée entre le gain pondéral trimestriel et total et les autres repas (Figure 25).



**Figure 25.** Fréquences des repas sautés au 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral.

**III. 5. 5. Grignotage au cours de la grossesse**

Un pourcentage de 52,2 % des femmes enceintes déclare grignoter souvent en dehors des repas au premier trimestre, 57,0 % au deuxième trimestre et 51,5 % au cours du dernier trimestre de grossesse.

Au premier trimestre, le grignotage ( $p = 0,0007$ ) est plus fréquent chez les femmes ayant un gain pondéral total excessif. Au deuxième trimestre, le grignotage est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain de poids excessif trimestriel ( $p = 0,0003$ ) et total ( $p < 0,0001$ ). Durant le troisième trimestre, le grignotage est significativement plus fréquent chez les femmes ayant un gain excessif trimestriel ( $p = 0,0007$ ) et total ( $p < 0,0001$ ) (Tableau 20).

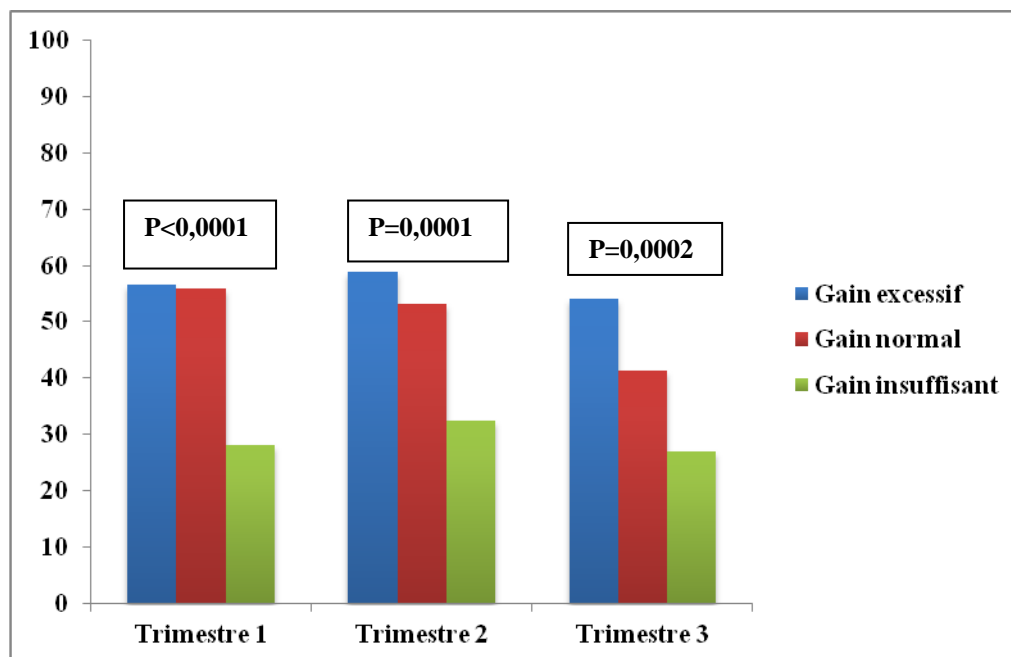
**Tableau 20.** Grignotage aux trois trimestres selon le gain pondéral trimestriel et total.

Grignotage	Gain trimestriel (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Normal	Insuffisant	Excessif	Normal	Insuffisant
Trimestre 1	56,8	58,8	45,0	<b>65,1*</b>	60,0	40,8
Trimestre 2	<b>68,3*</b>	52,5	42,6	<b>69,9*</b>	69,3	42,9
Trimestre 3	<b>68,2*</b>	50,0	42,0	<b>71,1*</b>	54,7	38,3

\* différence significative (khi2).

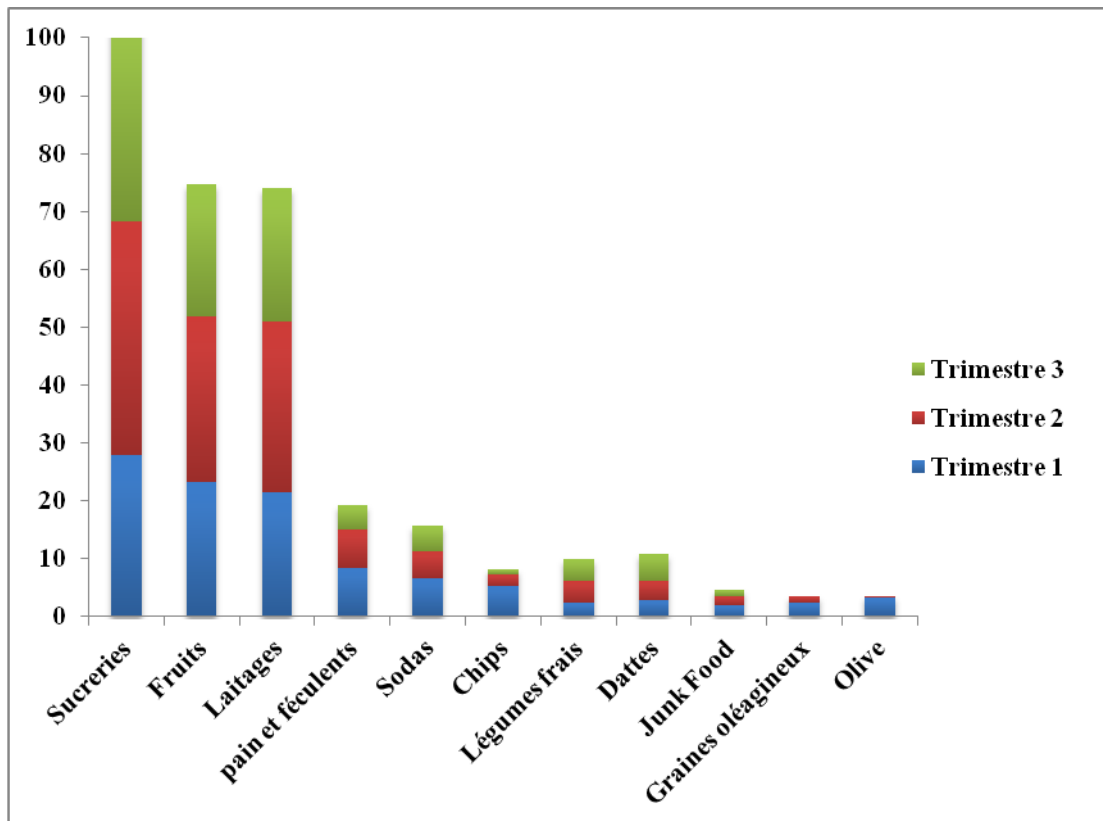
Concernant le moment de grignotage, il a lieu tout le temps pendant la journée. Au premier trimestre, 33,4 % des femmes déclarent grignoter le matin, 34,4 % l'après midi et 43,3 % la nuit. Au deuxième trimestre, 33,0 % des femmes déclarent grignoter le matin, 36,7 % l'après midi et 45,0 % la nuit. Au troisième trimestre, 32,8 % des femmes déclarent grignoter le matin, 33,4 % l'après midi et 38,1 % la nuit.

Quel que soit le trimestre considéré, le grignotage nocturne est le plus fréquent. Les femmes ayant un gain de poids excessif trimestriel et total sont plus nombreuses à grignoter la nuit (Figure 26).



**Figure 26.** Grignotage nocturne en fonction du gain pondéral total.

Les aliments grignotés cités par les femmes enceintes au cours des trois trimestres de grossesse sont illustrés par la figure 27. Les sucreries (28,0 % ; 40,3 % ; 37,8 %), les fruits (23,2 % ; 28,7 % ; 22,7 %) et les laitages (21,6 % ; 29,3 % ; 23,1 %) sont les plus cités.



**Figure 27.** Aliments grignotés au cours de la grossesse.

### ➤ Aliments grignotés en fonction du gain de poids gestationnel

#### • Au premier trimestre

Le tableau 21 présente les fréquences des aliments grignotés au premier trimestre de grossesse en fonction du gain de poids trimestriel et total. Concernant le gain pondéral du premier trimestre, les femmes ayant un gain excessif sont les plus nombreuses à grignoter des sucreries (38,6 % ;  $p = 0,0015$ ). Les femmes ayant un gain normal sont plus nombreuses à grignoter du pain et des féculents (19,6 % ;  $p = 0,0039$ ). Aucune différence significative n'est observée avec les autres aliments grignotés.

Pour le gain pondéral total, les femmes ayant un gain excessif sont plus nombreuses à grignoter des sucreries (41,0 % ;  $p = 0,0062$ ) et des fruits (34,9 % ;  $p = 0,0031$ ). Aucune différence significative n'est observée avec les autres aliments grignotés (Tableau 21).

**Tableau 21.** Aliments grignotés au 1<sup>er</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Normal	Insuffisant	Excessif	Normal	Insuffisant
Fruits	25,0	17,6	23,7	<b>34,9*</b>	30,7	16,2
Légumes frais	2,3	3,9	2,3	3,6	5,3	0,7
Produits laitiers	22,0	27,5	19,1	28,9	21,3	19,0
Sucreries	<b>38,6*</b>	23,5	19,1	<b>41,0*</b>	28,0	21,1
Sodas	6,8	3,9	7,6	8,4	5,3	5,6
Junk Food	3,0	3,9	0,0	3,6	5,3	4,2
chips	4,5	11,8	3,8	3,6	8,0	5,6
pain et féculents	4,5	<b>19,6*</b>	7,6	9,6	8,0	8,5

\* différence significative (khi2).

- **Au deuxième trimestre**

Les femmes enceintes ayant un gain pondéral excessif trimestriel et total sont significativement plus nombreuses à grignoter des sucreries ( $p = 0,0006$  ;  $p = 0,0002$ ), des fruits ( $p < 0,0001$  ;  $p = 0,0003$ ) et des produits laitiers ( $p < 0,0001$  ;  $p = 0,0007$ ). Aucune différence significative n'est observée pour les autres aliments grignotés (Tableau 22).

**Tableau 22.** Aliments grignotés au 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 2 <sup>ème</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Normal	Insuffisant	Excessif	Normal	Insuffisant
Fruits	<b>39,3*</b>	23,0	15,9	<b>47,0*</b>	34,7	19,7
Légumes frais	4,1	3,3	3,2	3,6	6,7	2,1
Produits laitiers	<b>39,3*</b>	24,6	17,0	<b>41,0*</b>	40,0	16,9
Sucreries	<b>52,4*</b>	31,1	27,7	<b>51,8*</b>	49,3	28,9
Sodas	6,2	6,6	1,1	6,0	6,7	2,8
Junk Food	2,1	0,0	2,1	3,6	2,7	0,0
pain et féculents	9,7	1,6	5,3	8,4	9,3	4,2

\* différence significative (khi2).

- **Au troisième trimestre**

Les femmes ayant un gain excessif trimestriel et total sont significativement plus nombreuses à grignoter des sucreries ( $p = 0,0002$  ;  $p < 0,0001$ ), des fruits ( $p = 0,01$  ;  $p < 0,0001$ ) et des produits laitiers ( $p = 0,03$  ;  $p < 0,0001$ ). Pour les autres aliments grignotés, aucune différence significative n'est trouvée avec le gain trimestriel et total (Tableau 23).

**Tableau 23.** Aliments grignotés au 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 3 <sup>ème</sup> trimestre (%)			Gain total (%)		
	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal
Fruits	<b>34,1*</b>	18,1	18,4	<b>44,6*</b>	16,3	22,7
Légumes frais	4,7	2,2	5,3	6,0	2,8	2,7
Produits laitiers	<b>31,8*</b>	16,7	25,0	<b>37,3*</b>	11,3	29,3
Sucreries	<b>55,3*</b>	27,5	36,8	<b>57,8*</b>	22,7	44,0
Sodas	4,7	4,3	3,9	3,6	2,8	8,0
pain et féculents	8,2	3,6	1,3	6,0	2,1	6,7

\* différence significative (khi2).

### III. 6. Consommation alimentaire

#### III. 6. 1. Apports alimentaires

Le tableau 24 présente les apports en énergie et en nutriments des femmes enceintes relevés à l'aide d'enregistrement alimentaire de 3 jours. Les apports caloriques et en nutriments augmentent significativement ( $p < 0,0001$ ) entre le 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre puis se stabilisent au troisième trimestre.

L'apport calorique moyen augmente de  $1762,8 \pm 727,3$  kcal/j au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), à  $2192,6 \pm 692,4$  kcal/j au 2<sup>ème</sup> trimestre et  $2121,1 \pm 652,4$  kcal/j au 3<sup>ème</sup> trimestre (Tableau 24). Comparés aux apports nutritionnels conseillés (ANC), 63,7 % des femmes au T1, 48,0 % au T2 et 66,9 % au T3 ont des apports caloriques inférieurs aux recommandations.

Le pourcentage moyen d'énergie provenant des protéines passe de  $14,3 \pm 3,0$  % au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), à  $14,8 \pm 2,6$  % au T2 et  $14,7 \pm 2,2$  % au T3 (Tableau 24). Un pourcentage de

17,0 % des femmes au T1, 12,3 % au T2 et 9,7 % au T3 a des apports protéiques inférieurs aux recommandations (12 à 15 %).

Le pourcentage moyen d'énergie provenant des glucides augmente de  $62,4 \pm 7,9$  % au T1, à  $62,9 \pm 6,0$  % au T2 et  $63,2 \pm 5,9$  % au T3 (Tableau 24). Un pourcentage de 80,3 % des femmes au T1, 87,7 % au T2 et 87,3 % au T3 a des apports glucidiques supérieurs aux recommandations (50 à 55 %).

Le pourcentage moyen d'énergie provenant des lipides passe de  $23,1 \pm 6,9$  % au T1, à  $22,7 \pm 5,3$  % au T2 et  $22,6 \pm 5,4$  % au T3 (Tableau 24). Un pourcentage de 84,0 % des femmes au T1, 91,3 % au T2 et 91,3 % au T3 a des apports lipidiques inférieurs aux recommandations (30 à 35 %).

L'apport quotidien moyen en calcium passe de  $475,8 \pm 279,6$  mg/j au T1, à  $559,6 \pm 236,9$  mg/j au T2 et  $548,9 \pm 222,6$  mg/j au T3. Un pourcentage de 97,0 % des femmes au T1, 94,0 % au T2 et 96,3 % au T3 a des apports inférieurs aux recommandations (Tableau 24).

L'apport quotidien moyen en fer augmente de  $8,9 \pm 6,9$  mg/j au T1, à  $10,9 \pm 4,0$  mg/j au T2 et  $10,4 \pm 3,9$  mg/j au T3. Un pourcentage de 91,7 % des femmes au T1, 86,7 % au T2 et 100 % au T3 a des apports inférieurs aux recommandations (Tableau 24).

L'apport quotidien moyen en magnésium passe de  $192,4 \pm 97,0$  mg/j au T1, à  $234,0 \pm 79,9$  mg/j au T2 et  $226,6 \pm 80,1$  mg/j au T3 (Tableau 24). Un pourcentage de 98,0 % des femmes au T1, 96,7 % au T2 et 97,3 % au T3 a des apports inférieurs aux recommandations.

L'apport quotidien moyen en zinc passe de  $6,9 \pm 3,7$  mg/j au t1, à  $8,2 \pm 3,3$  mg/j au T2 et  $8,0 \pm 3,4$  mg/j au T3 (Tableau 24). Un pourcentage de 94,0 % des femmes au T1, 94,3 % au T2 et 93,0 % au T3 a des apports inférieurs aux recommandations.

L'apport moyen en vitamine A passe de  $179,7 \pm 140,3 \mu\text{g/j}$  au T1, à  $221,9 \pm 151,1 \mu\text{g/j}$  au T2 et  $195,7 \pm 128,6 \mu\text{g/j}$  au T3 (Tableau 24). Pour l'adéquation de l'apport en vitamine B9 aux recommandations, 99,0 % des femmes au T1, 99,0 % au T2 et 100,0 % au T3 ont des apports inférieurs aux recommandations.

L'apport moyen en vitamine B9 passe de  $199,9 \pm 103,9 \mu\text{g/j}$  au T1, à  $241,5 \pm 96,9 \mu\text{g/j}$  au T2 et  $231,9 \pm 93,9 \mu\text{g/j}$  au T3. Pour l'adéquation de l'apport en vitamine B9 aux recommandations, 95,3 % des femmes au T1, 93,0 % au T2 et 95,7 % au T3 ont des apports inférieurs aux recommandations (Tableau 24).

L'apport moyen en vitamine D augmente de  $1,2 \pm 1,6 \mu\text{g/j}$  au T1, à  $1,4 \pm 1,5 \mu\text{g/j}$  au T2 et puis diminue à  $1,2 \pm 1,2 \mu\text{g/j}$  au T3 (Tableau 24). Toutes les femmes (100 %) ont des apports en vitamines D inférieurs aux apports nutritionnels conseillés.

**Tableau 24.** Apports quotidiens moyens en énergie et nutriments au 3 trimestres de grossesse (moyenne  $\pm$  écart type).

Nutriments	Trimestre 1 (T1)	Trimestre 2 (T2)	Trimestre 3 (T3)
AETQ (kcal/j)	$1762,8 \pm 727,3^{*\ddagger}$	$2192,6 \pm 692,4$	$2121,1 \pm 652,4$
Protéines (%)	$14,3 \pm 3,0$	$14,8 \pm 2,6$	$14,7 \pm 2,2$
Glucides (%)	$62,4 \pm 7,9$	$62,9 \pm 6,0$	$63,2 \pm 5,9$
Lipides (%)	$23,1 \pm 6,9$	$22,7 \pm 5,3$	$22,6 \pm 5,4$
Ca (mg/j)	$475,8 \pm 279,6^{*\ddagger}$	$559,6 \pm 236,9$	$548,9 \pm 222,6$
Fe (mg/j)	$8,9 \pm 6,9^{*\ddagger}$	$10,9 \pm 4,0$	$10,4 \pm 3,9$
Mg (mg/j)	$192,4 \pm 97,0^{*\ddagger}$	$234,0 \pm 79,9$	$226,6 \pm 80,1$
Zn (mg/j)	$6,9 \pm 3,7^{*\ddagger}$	$8,2 \pm 3,3$	$8,0 \pm 3,4$
Vitamine A ( $\mu\text{g/j}$ )	$179,7 \pm 140,3^{*\ddagger}$	$221,9 \pm 151,1$	$195,7 \pm 128,6$
Vitamine B9 ( $\mu\text{g/j}$ )	$199,9 \pm 103,9^{*\ddagger}$	$241,5 \pm 96,9$	$231,9 \pm 93,9$
Vitamine D ( $\mu\text{g/j}$ )	$1,2 \pm 1,6^*$	$1,4 \pm 1,5^{\$}$	$1,2 \pm 1,2$

AETQ : apport énergétique quotidien moyen. \* : différence significative entre T1 et T2 ;  
 $\ddagger$  : Différence significative entre T1 et T3 ;  $\$$  : différence significative entre T2 et T3

### ➤ Apports alimentaires en fonction du gain de poids

Les apports énergétiques et en nutriments pour chaque trimestre de grossesse en fonction du gain pondéral sont présentés dans le tableau 25. Quel que soit le trimestre, l'apport calorique des femmes ayant un gain de poids excessif ( $2145,3 \pm 717,6$  kcal/j au T1 ;  $2625,2 \pm 728,1$  kcal/j au T2 et  $2575,8 \pm 676,5$  kcal/j au T3) est supérieur à celui des femmes avec un gain normal ( $1880,3 \pm 626,9$  kcal/j au T1;  $2152,3 \pm 511,5$  kcal/j au T2 et  $2143,8 \pm 528,5$  kcal/j au T3) et un gain insuffisant ( $1467,6 \pm 666,3$  kcal/j au T1 ;  $1961,1 \pm 637,2$  kcal/j au T2 et  $1841,3 \pm 537,1$  kcal/j au T3) ( $p < 0,0001$ ). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport calorique est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3.

Pour le pourcentage d'énergie provenant des protéines, glucides et lipides, aucune différence significative n'est observée entre les catégories pondérales (Tableau 25). Les glucides représentent entre 62 à 63 % de l'apport énergétique total. La part protéique dans l'apport énergétique total se situe entre 14 à 15 %. Les lipides représentent entre 22 et 23 % de l'apport énergétique total.

Lors des trois trimestres de grossesse, l'apport en fer des femmes ayant un gain de poids insuffisant ( $7,2 \pm 3,8$  mg/j au T1 ;  $9,9 \pm 4,1$  mg/j au T2 et  $9,3 \pm 3,3$  mg/j au T3) ( $p < 0,0001$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $9,3 \pm 3,9$  mg/j au T1;  $10,9 \pm 4,1$  mg/j au T2 et  $10,5 \pm 4,0$  mg/j au T3) et un gain excessif ( $11,4 \pm 11,5$  mg/j au T1 ;  $12,6 \pm 4,0$  mg/j au T2 et  $12,1 \pm 4,0$  mg/j au T3) (Tableau 25). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport en fer est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3.

Au cours des trois trimestres de grossesse, l'apport en calcium des femmes ayant un gain de poids insuffisant ( $397,5 \pm 234,4$  mg/j au T1 ;  $497,9 \pm 234,2$  mg/j au T2 et  $481,9 \pm 211,0$  mg/j au T3) ( $p < 0,0001$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $492,6 \pm 233,1$  mg/j au T1;  $574,2 \pm 222,3$  mg/j au T2 et  $597,9 \pm 221,7$  mg/j au T3) et un gain excessif ( $593,3 \pm 352,2$  mg/j au T1 ;  $651,9 \pm 224,5$  mg/j au T2 et  $618,6 \pm 211,8$  mg/j au T3) (Tableau 25). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport en Ca est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3.



Quel que soit le trimestre considéré, l'apport en magnésium des femmes ayant un gain de poids insuffisant ( $158,5 \pm 74,1$  mg/j au T1 ;  $208,4 \pm 73,5$  mg/j au T2 et  $198,9 \pm 62,4$  mg/j au T3) ( $p < 0,0001$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $201,2 \pm 78,1$  mg/j au T1;  $231,5 \pm 63,5$  mg/j au T2 et  $231,5 \pm 76,1$  mg/j au T3) et un gain excessif ( $240,7 \pm 126,3$  mg/j au T1 ;  $280,1 \pm 84,2$  mg/j au T2 et  $269,4 \pm 91,0$  mg/j au T3) (Tableau 25). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport en magnésium est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3.

L'apport en zinc des femmes ayant un gain de poids insuffisant ( $5,7 \pm 3,2$  mg/j au T1 ;  $7,2 \pm 3,1$  mg/j au T2 et  $6,8 \pm 2,7$  mg/j au T3) ( $p < 0,0001$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $7,3 \pm 3,5$  mg/j au T1;  $8,4 \pm 3,0$  mg/j au T2 et  $8,3 \pm 3,5$  mg/j au T3) et un gain excessif ( $8,4 \pm 4,1$  mg/j au T1 ;  $9,8 \pm 3,2$  mg/j au T2 et  $9,9 \pm 3,7$  mg/j au T3), quel que soit le trimestre de grossesse (Tableau 25). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport en zinc est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3.

Pour les vitamines, quel que soit le trimestre de grossesse, l'apport en vitamine B9 des femmes ayant un gain pondéral insuffisant ( $167,3 \pm 88,2$  µg/j au T1 ;  $215,9 \pm 88,7$  µg/j au T2 et  $206,9 \pm 79,9$  µg/j au T3) ( $p < 0,0001$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $206,3 \pm 94,5$  µg/j au T1;  $230,7 \pm 77,2$  µg/j au T2 et  $235,3 \pm 105,0$  µg/j au T3) et un gain excessif ( $248,6 \pm 120,5$  µg/j au T1 ;  $294,8 \pm 106,1$  µg/j au T2 et  $271,7 \pm 92,5$  µg/j au T3). Egalement, pour toutes les catégories de gain pondéral, l'apport en B9 est plus faible au T1 puis augmente au T2 et se stabilise au T3. Les mêmes constatations sont observées pour la vitamine A ( $p < 0,0001$ ) (Tableau 25).

Au T1, l'apport en vitamine D des femmes ayant un gain pondéral insuffisant ( $1,5 \pm 1,6$  µg/j) est supérieur à celui des femmes avec un gain normal ( $1,0 \pm 1,6$  µg/j) et un gain excessif ( $1,1 \pm 1,2$  µg/j) ( $p = 0,02$ ). Au T2 et T3, l'apport en vitamine D des femmes ayant un gain pondéral insuffisant ( $1,2 \pm 1,4$  µg/j au T2 et  $0,9 \pm 0,9$  µg/j au T3) ( $p = 0,02$ ) est inférieur à celui des femmes avec un gain normal ( $1,6 \pm 1,4$  µg/j au T2 et  $1,3 \pm 1,8$  µg/j au T3) et un gain excessif ( $1,8 \pm 1,6$  µg/j au T2 et  $1,4 \pm 1,1$  µg/j au T3) (Tableau 25).

**Tableau 25.** Apports énergétiques totaux et en nutriments aux trois trimestres de grossesse selon les catégories de gain pondéral.

Nutriments	Gain de poids insuffisant			Gain de poids normal			Gain de poids excessif		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Energie (kcal/j)	1467,6±666,3*	1961,1±637,2	1841,3±537,1 <sup>§</sup>	1880,3±626,9*	2152,3±511,5	2143,8±528,5 <sup>§</sup>	2145,3±717,6*	2625,2±728,1	2575,8±676,5 <sup>§</sup>
Protéines (%)	14,3±3,6	14,9±2,8	14,8±2,3	14,7±2,7	15,1±2,5	15,1±2,1	14,2±2,2	14,4±2,4	14,3±2,1
Glucides (%)	62,1±8,9	62,8±6,5	63,2±6,1	62,7±7,1	63,3±5,8	63,7±6,2	62,5±6,9	62,6±5,2	62,7±5,2
Lipides (%)	23,5±7,3	22,6±6,6	22,4±5,6	22,2±7,2	22,4±5,2	22,1±5,5	23,6±6,1	23,3±4,8	23,3±4,8
Mg (mg/j)	158,5±74,1*	208,4±73,5	198,9±62,4 <sup>§</sup>	201,2±78,1*	231,5±63,5	231,5±76,1 <sup>§</sup>	240,7±126,3*	280,1±84,2	269,4±91,0 <sup>§</sup>
Ca (mg/j)	397,5±234,4*	497,9±234,2	481,9±211,0 <sup>§</sup>	492,6±233,1*	574,2±222,3	597,9±221,7 <sup>§</sup>	593,3±352,2*	651,9±224,5	618,6±211,8 <sup>§</sup>
Fe (mg/j)	7,2±3,8*	9,9±4,1	9,3±3,3 <sup>§</sup>	9,3±3,9*	10,9±4,1	10,5±4,0 <sup>§</sup>	11,4±11,5*	12,6±4,0	12,1±4,0 <sup>§</sup>
Zn (mg/j)	5,7±3,2*	7,2±3,1	6,8±2,7 <sup>§</sup>	7,3±3,5*	8,4±3,0	8,3±3,5 <sup>§</sup>	8,4±4,1*	9,8±3,2	9,9±3,7 <sup>§</sup>
Vit A (µg /j)	149,9±129,0*	193,6±153,9	171,0±128,1 <sup>§</sup>	182,7±138,6*	214,3±131,4	194,8±113,9 <sup>§</sup>	230,3±154,9*	277,1±149,7	238,3±132,2 <sup>§</sup>
Vit B9 (µg/j)	167,3±88,2*	215,9±88,7	206,9±79,9 <sup>§</sup>	206,3±94,5*	230,7±77,2	235,3±105,0 <sup>§</sup>	248,6±120,5*	294,8±106,1	271,7±92,5 <sup>§</sup>
Vit D (µg/j)	1,5±1,6*	1,2±1,4	0,9±0,9 <sup>§</sup>	1,0±1,6*	1,6±1,4	1,3±1,8 <sup>§</sup>	1,1±1,2*	1,8±1,6	1,4±1,1 <sup>§</sup>

Les données sont exprimées en moyenne ± écart-type.

\* : différence significative entre T1 et T2 ; <sup>§</sup> : différence significative entre T1 et T3.

III. 6. 2. Diversification alimentaire

L'adéquation qualitative de l'apport en nutriments des femmes de notre étude a été évaluée par un score de diversification alimentaire (SDA). Le SDA moyen est de  $4,2 \pm 1,5$  groupe d'aliments au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), de  $4,6 \pm 1,3$  groupe d'aliments au 2<sup>ème</sup> trimestre (T2) et de  $4,6 \pm 1,4$  groupe d'aliments au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3). La diversification élevée (score compris entre 6 et 9 groupes d'aliments) est observée seulement chez 21,0 % des femmes au T1, 23,3 % au T2 et 27,1 % au T3 (Tableau 26).

Tableau 26. Distribution des femmes selon le score de diversification alimentaire.

	Trimestre 1 (%)	Trimestre 2 (%)	Trimestre 3 (%)
SDA Moyen	46,5	56,0	52,2
SDA Faible	32,5	20,7	20,7
SDA Elevé	21,0	23,3	27,1

SDA : Score de diversité alimentaire

La typologie alimentaire des femmes enceintes au cours des 3 trimestres de grossesse est présentée dans la figure 28. Les aliments les plus consommés sont les féculents, les produits laitiers et fruits et légumes, pour les 3 trimestres de grossesse. Tandis que, les aliments les moins consommés sont les abats, les œufs et fruits et légumes riches en vitamine A.

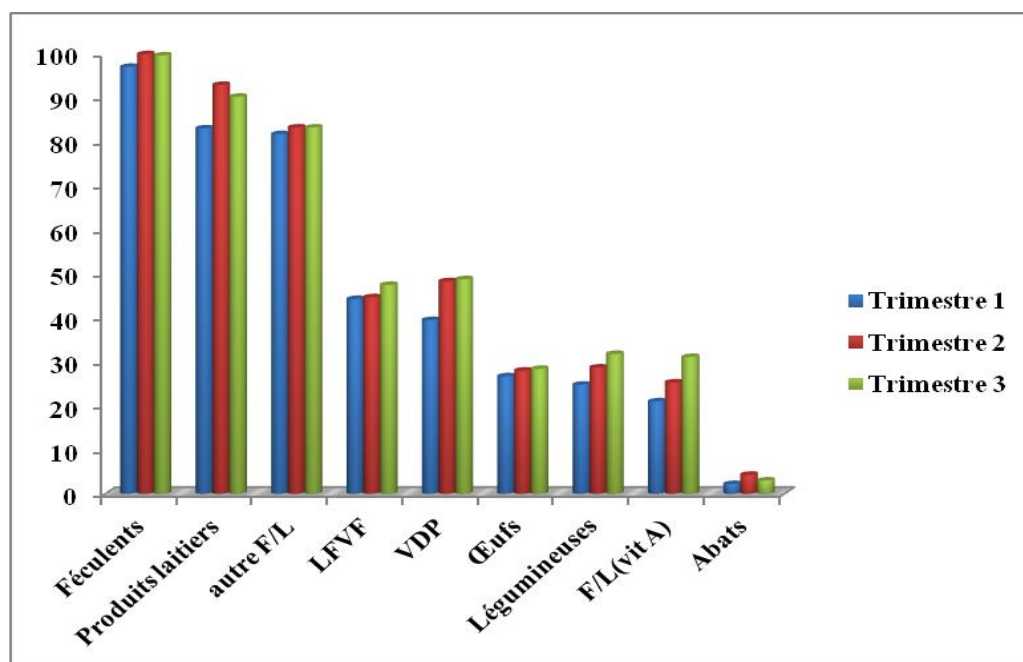


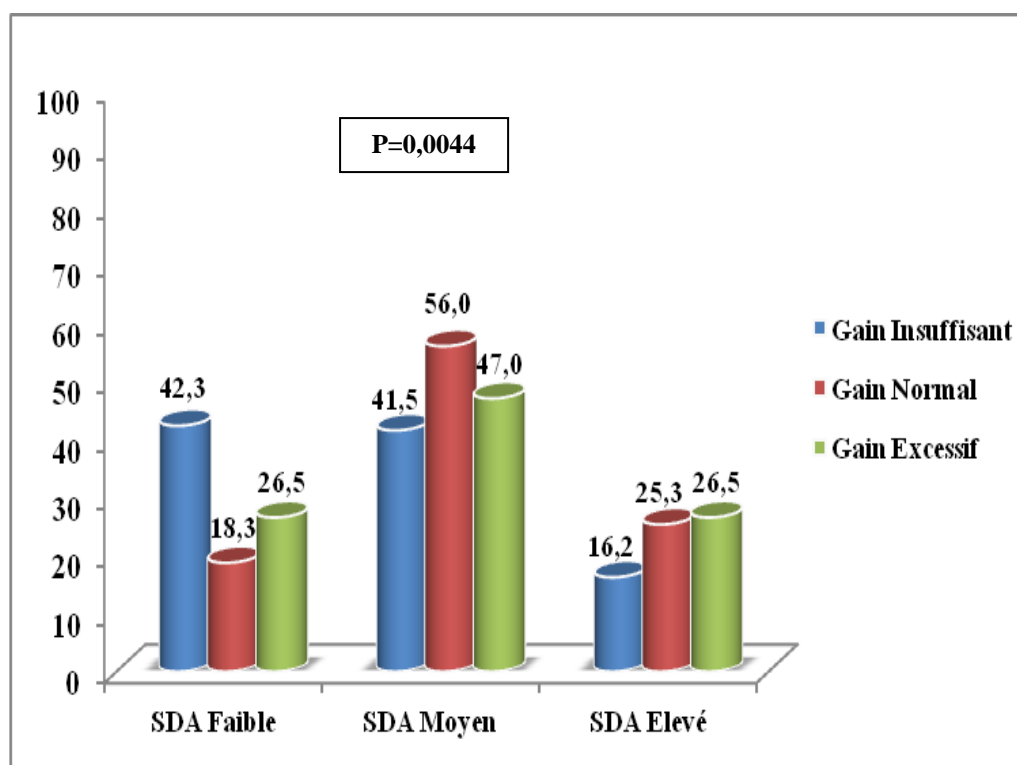
Figure 28. Typologie alimentaire des femmes au cours des 3 trimestres de grossesse.

LFVF : légumes à feuilles vertes foncé ; VDP : viandes et poissons ; F/L (Vit A) : fruits et légumes riches en vitamine A

## ➤ Diversification alimentaire en fonction du gain de poids gestationnel

### • Au premier trimestre

La figure 29 montre la diversification alimentaire au cours du 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain pondéral total. Les femmes enceintes ayant un gain normal (25,3 %) et un gain excessif (26,5 %) sont plus nombreuses à avoir un score de diversification alimentaire élevé. Alors que, les femmes avec un gain insuffisant (42,3 %) sont plus nombreuses à avoir une alimentation très peu diversifiée ( $p = 0,0044$ ). Concernant le gain pondéral trimestriel, les mêmes constatations sont observées ( $p = 0,0002$ ).

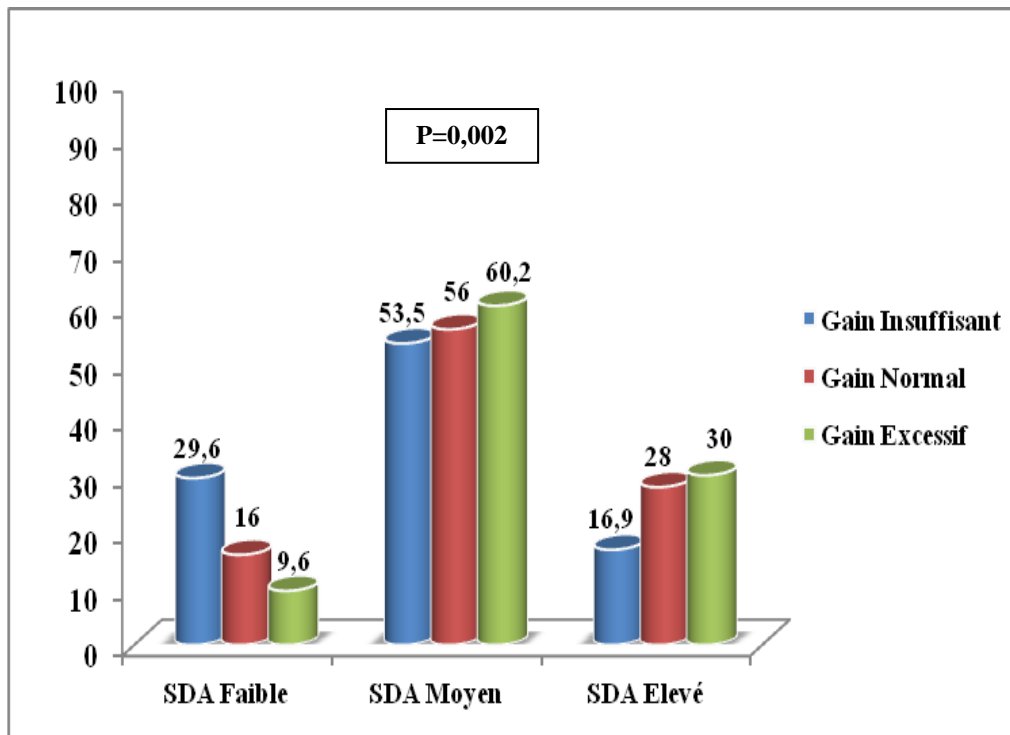


**Figure 29.** Diversification alimentaire du 1<sup>er</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.

SDA : score de diversité alimentaire.

### • Au deuxième trimestre

Les femmes ayant un gain excessif (30,1 %) et un gain normal (28,0 %) ont une alimentation très diversifiée et les femmes ayant un gain insuffisant (29,6 %) ont une alimentation très peu diversifiée ( $p = 0,002$ ) (Figure 30). Concernant le gain de poids trimestriel, les mêmes constatations sont observées ( $p = 0,005$ ).

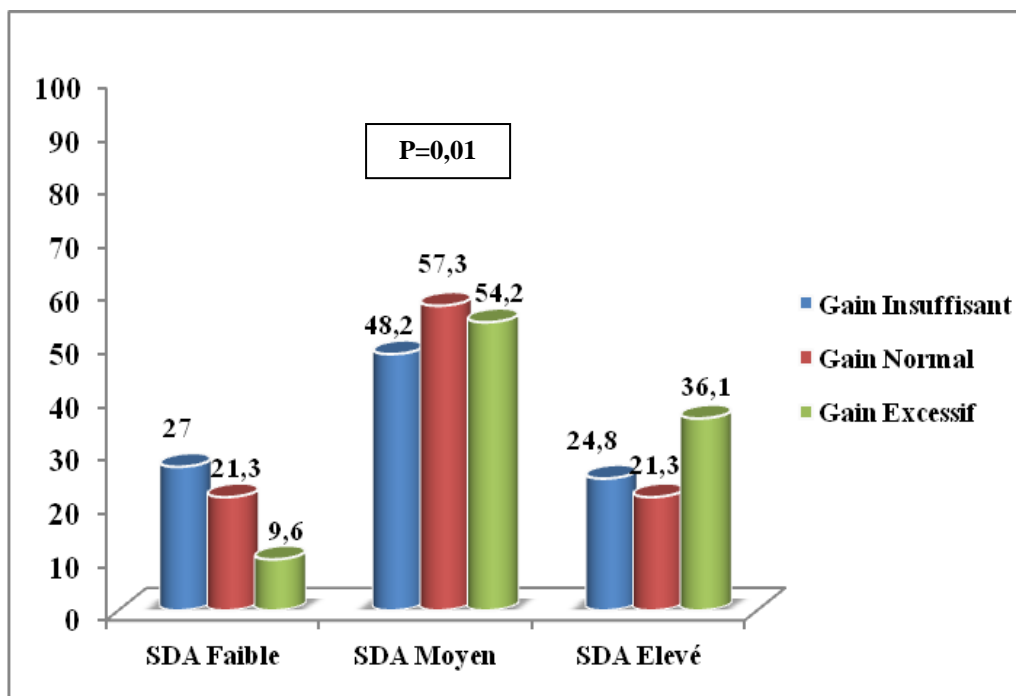


**Figure 30.** Diversification alimentaire du 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.

SDA : score de diversité alimentaire.

- **Au troisième trimestre**

Les femmes enceintes ayant un gain de poids excessif (36,1 %) ont une alimentation très diversifiée. Tandis que, les femmes ayant un gain de poids insuffisant (27,0 %) ont une alimentation très peu diversifiée ( $p = 0,01$ ) (Figure 31). Concernant le gain pondéral trimestriel, les mêmes constatations sont observées ( $p = 0,003$ ).



**Figure 31.** Diversification alimentaire du 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral total.

SDA : score de diversité alimentaire.

### III. 7. Activités physiques et sédentaires

Nous avons questionné les femmes enceintes sur la pratique d'une activité physique régulière au cours de la grossesse. Selon le trimestre, seules 11 à 16 % des femmes déclarent pratiquer une activité physique (Tableau 27). Les raisons principales de la non pratique d'activité physique citées sont principalement : ne pas avoir l'habitude de faire de l'activité physique (55,3 %), la fatigue (18,7 %), le refus du conjoint (14,6 %), avoir des enfants (12,5 %) et le manque de temps (9,5 %).

Dans le tableau 27, nous présentons les durées moyennes des activités physiques et sédentaires des femmes enceintes au cours des 3 trimestres de grossesse. La durée moyenne de marche augmente avec l'avancée de la grossesse mais sans différence significative entre trimestres ( $p = 0,21$ ). Elle est de  $21,1 \pm 8,9$  min/j au trimestre 1 (T1),  $28,0 \pm 23,7$  min/j au trimestre 2 (T2) et  $28,2 \pm 25,4$  min/j au trimestre 3 (T3). La durée moyenne de repos diminue de  $3,5 \pm 2,1$  h/j au T1 à  $3,4 \pm 1,9$  h/j au T2 et à  $3,1 \pm 1,9$  h/j au T3 ( $p < 0,01$ ). La durée moyenne du sommeil diminue avec la grossesse de  $8,0 \pm 1,9$  h/j au T1 à  $7,4 \pm 1,6$  h/j au T2 et

à  $6,4 \pm 1,5$  h/j au T3 ( $p < 0,0001$ ). La durée moyenne de sieste diminue avec la grossesse de  $48,0 \pm 66,0$  min/j au T1 à  $39,8 \pm 45,5$  min/j au T2 et  $28,2 \pm 50,2$  min/j au T3 ( $p < 0,0001$ ). Concernant les moyens de transport utilisés, nous observons qu'avec l'avancée de la grossesse, les femmes enceintes sont plus nombreuses à utiliser la voiture et le bus.

**Tableau 27.** Activités physiques et sédentaires des femmes au cours des 3 trimestres.

	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3
Activité physique			
Oui	46 (14,7 %)	47 (15,7 %)	33 (11,0 %)
Non	268 (85,3 %)	253 (84,3 %)	266 (88,9 %)
Moyens de transport			
Voiture	233 (74,0 %)	241 (80,3 %)	255 (85,3 %)
Bus	145 (46,2 %)	141 (47,0 %)	147 (49,2 %)
A pieds	9 (2,9 %)	11 (3,7 %)	8 (2,7 %)
Marche (min/j)	$21,1 \pm 8,9$	$28,0 \pm 23,7$	$28,2 \pm 25,4$
Durée de repos (h/j)	$3,5 \pm 2,1^*$	$3,4 \pm 1,9$	$3,1 \pm 1,9$
Durée du sommeil (h/j)	$8,0 \pm 1,9^{*\mu}$	$7,4 \pm 1,6^{\$}$	$6,4 \pm 1,5$
Durée de sieste (min/j)	$48,0 \pm 66,0^*$	$39,8 \pm 45,5^{\$}$	$28,2 \pm 50,2$

\* : différence significative entre T1 et T3 ;  $\mu$  : différence significative entre T1 et T2 ;  $\$$  : différence significative entre T2 et T3

### ➤ Activités physiques et sédentaires en fonction du gain de poids gestationnel

#### • Au premier trimestre

Le tableau 28 indique les activités physiques et sédentaires des femmes enceintes au cours du 1<sup>er</sup> trimestre en fonction du gain de poids trimestriel et total. Aucune différence significative n'est observée entre l'activité physique durant ce trimestre et le gain pondéral (trimestriel et total). La durée moyenne du sommeil est plus faible chez les femmes ayant un gain total insuffisant ( $7,8 \pm 1,8$  h/j ;  $p = 0,05$ ) et la durée moyenne de sieste est plus élevée chez les femmes ayant un gain total excessif ( $60,9 \pm 74,4$  min/j ;  $p = 0,0095$ ). Aucune différence significative n'est observée entre les durées moyennes de marche et de repos en fonction du gain pondéral trimestriel et total.

**Tableau 28.** Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 1<sup>er</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
Activité physique						
Oui	13,7 %	25,5 %	11,4 %	14,1 %	16,0 %	12,0 %
Non	86,3 %	74,5 %	88,6 %	85,9 %	84,0 %	88,0 %
Marche (min/j)	18,9±6,5	19,2±5,7	23,3±10,9	19,3±7,0	22,3±12,7	21,9 ±6,3
Durée de repos (h/j)	3,5±2,2	3,5±2,1	3,5±2,0	3,5±2,3	3,7±1,9	3,3±1,9
Durée du sommeil (h/j)	7,9±2,0	8,2±1,6	8,1±1,8	<b>7,8±1,8<sup>μ</sup></b>	8,3±2,1	8,1±1,6
Durée de sieste (min/j)	44,1±63,7	50,6±64,5	54,0±69,9	48,3±62,8	33,2±55,9	<b>60,9±74,4*</b>

\* : différence significative entre gain normal et excessif ; <sup>μ</sup> : différence significative entre gain normal et insuffisant

- **Au deuxième trimestre**

Les femmes ayant un gain pondéral trimestriel excessif sont plus nombreuses à déclarer ne pas pratiquer une activité physique régulière (93,8 % ;  $p < 0,00001$ ), ont une durée moyenne de marche la plus faible ( $20,6 \pm 8,6$  min/j ;  $p = 0,04$ ) et une durée moyenne de sieste la plus élevée ( $46,2 \pm 56,2$  min/j ;  $p = 0,02$ ) (Tableau 29).

Concernant le gain pondéral total, les femmes ayant un gain excessif sont plus nombreuses à déclarer la non pratique d'une activité physique (92,8 % ;  $p = 0,03$ ) et ont une durée de sieste la plus élevée ( $49,2 \pm 56,9$  min/j ;  $p = 0,04$ ). Alors que, les femmes à gain insuffisant ont une durée du sommeil la moins élevée ( $7,2 \pm 1,5$  h/j ;  $p = 0,0091$ ) (Tableau 29).



**Tableau 29.** Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 2 <sup>ème</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
Activité physique						
Oui	23,4 %	26,2 %	<b>6,2 %</b>	20,4 %	16,0 %	<b>7,2 %</b>
Non	76,6 %	73,8 %	<b>93,8 %</b>	79,6 %	84,0 %	<b>92,8 %</b>
Marche (min/j)	24,1±15,5	35,9±34,9	<b>20,6±8,6*</b>	28,8±27,6	22,3±9,0	24,3±11,9
Durée de repos (h/j)	3,5±2,0	3,3±1,8	3,4±1,8	3,2±1,8	3,7±2,2	3,3±1,6
Durée du sommeil (h/j)	7,4±1,4	7,3±1,5	7,5±1,8	<b>7,2±1,5<sup>u</sup></b>	7,8±1,6	7,6±1,6
Durée de sieste (min/j)	36,2±55,0	27,6±49,1	<b>46,2±56,2*</b>	37,5±54,1	31,7±52,8	<b>49,2±56,9*</b>

\* : différence significative entre gain excessif et normal ; <sup>u</sup> : différence significative entre gain insuffisant et normal

- **Au troisième trimestre**

Les femmes ayant un gain trimestriel excessif sont plus nombreuses à déclarer la non pratique d'une activité physique régulière (98,8 % ; p = 0,0023) et ont une durée moyenne de marche la plus faible (13,3 ± 2,9 min/j ; p = 0,02). Tandis que, les femmes ayant un gain insuffisant ont une durée moyenne du sommeil la plus faible (6,1 ± 1,6 h/j ; p = 0,0025). Aucune différence significative n'est trouvée avec les durées moyennes de repos et de sieste en fonction du gain de poids trimestriel (Tableau 30).

Pour le gain de poids total, les femmes ayant un gain excessif sont plus nombreuses à déclarer la non pratique d'une activité physique régulière durant ce trimestre (96,4 % ; p = 0,03). Aucune différence significative n'est observée entre les durées moyennes de marche, repos, sommeil et sieste en fonction du gain pondéral total (Tableau 30).

**Tableau 30.** Activités physiques et sédentaires des femmes durant le 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain trimestriel et total.

	Gain du 3 <sup>ème</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
Activité physique						
Oui	15,9 %	13,2%	<b>1,2 %</b>	14,9 %	12,0 %	<b>3,6 %</b>
Non	84,1 %	86,8 %	<b>98,8 %</b>	85,1 %	88,0 %	<b>96,4 %</b>
Marche (min/j)	30,6±29,5	21,8±31,4	<b>13,3±2,9<sup>μ</sup></b>	30,4±29,4	21,4±6,4	22,5±4,8
Durée de repos (h/j)	3,0±1,9	3,0±2,0	3,1±1,8	2,9±1,8	3,4±2,1	3,0±1,7
Durée du sommeil (h/j)	<b>6,1±1,6*</b>	6,7±1,4	6,6±1,3	6,2±1,6	6,6±1,6	6,5±1,3
Durée de sieste (min/j)	24,5±50,3	27,6±49,2	34,6±50,8	25,2±50,6	25,6±45,9	35,4±52,8

\* : différence significative entre gain insuffisant et normal ; <sup>μ</sup> : différence significative entre gain excessif et normal

### III. 8. Facteurs psychologiques

Les facteurs psychologiques incluent des caractéristiques psychologiques telles que l'environnement (stressant / normal) et le ressenti (calme / nerveux) des femmes enceintes. Nous présentons dans le tableau 31 les caractéristiques psychologiques des femmes pendant les 3 trimestres de grossesse. Quel que soit le trimestre considéré, la majorité des femmes déclare avoir un environnement stressant lors de la grossesse et être nerveuse.

**Tableau 31.** Caractéristiques psychologiques des femmes pendant les 3 trimestres de grossesse.

	Trimestre 1 N (%)	Trimestre 2 N (%)	Trimestre 3 N (%)
<b>Environnement des femmes enceintes</b>			
Normal	81 (25,8)	115 (38,3)	120 (40,1)
Stressant	233 (74,2)	185 (61,7)	179 (59,9)
<b>Ressenti des femmes</b>			
Calme	97 (30,9)	121 (40,3)	116 (38,8)
Nerveuse	217 (69,1)	179 (59,7)	183 (61,2)

## ➤ Facteurs psychologiques en fonction du gain de poids gestationnel

### • Au premier trimestre

Le Tableau 32 montre les caractéristiques psychologiques des femmes enceintes au 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse en fonction du gain de poids trimestriel et total. Le gain pondéral excessif trimestriel (45,9 % vs 30,9 % ;  $p = 0,04$ ) et total (29,1 % vs 22,2 % ;  $p = 0,05$ ) est plus fréquent chez les femmes ayant un environnement stressant comparé aux femmes ayant un environnement normal. Le gain pondéral total insuffisant est plus fréquent ( $p = 0,05$ ) chez les femmes à environnement stressant (48,9 %), comparé aux femmes à environnement normal (41,3 %).

Pour le ressenti des femmes enceintes, aucune différence significative n'est trouvée avec les catégories du gain pondéral trimestriel et total (Tableau 32).

**Tableau 32.** Caractéristiques psychologiques des femmes au 1<sup>er</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

	Gain du 1 <sup>er</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
<b>Environnement des femmes</b>						
Normal	46,9 %	22,2 %	30,9 %	41,3 %	36,5 %	22,2 %
Stressant	39,9 %	14,2 %	<b>45,9 %*</b>	<b>48,9 %*</b>	21,9 %	<b>29,1 %*</b>
<b>Ressenti des femmes</b>						
Calme	27,5%	29,4%	34,8%	24,6%	34,7%	37,3%
Nerveuse	72,5%	70,6%	65,2%	75,4%	65,3%	62,7%

\*différence significative

### • Au deuxième trimestre

Le Tableau 33 donne les caractéristiques psychologiques des femmes enceintes pendant le 2<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel et total. Le gain pondéral excessif trimestriel ( $p = 0,0069$ ) et total ( $p = 0,05$ ) est plus fréquent chez les femmes ayant un environnement stressant comparé aux femmes ayant un environnement normal. Le gain pondéral trimestriel insuffisant est plus fréquent ( $p = 0,0069$ ) chez les femmes à environnement stressant. Aucune différence n'est observée avec le gain de poids total.

Pour le ressenti des femmes, le gain pondéral insuffisant trimestriel ( $p = 0,03$ ) et total ( $p = 0,0066$ ) est plus fréquent chez les femmes les plus nerveuses (Tableau 33).

**Tableau 33.** Caractéristiques psychologiques des femmes au 2<sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

	Gain du 2 <sup>ème</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
<b>Environnement des femmes</b>						
Normal	23,1 %	30,8 %	46,2 %	53,9 %	26,1 %	20,0 %
Stressant	<b>34,9 %*</b>	15,8 %	<b>49,3 %*</b>	43,2 %	24,3 %	<b>32,4 %*</b>
<b>Ressenti des femmes</b>						
Calme	30,9%	37,7%	47,6%	31,0%	46,7%	50,6%
Nerveuse	<b>69,1%*</b>	62,3%	52,4%	<b>69,0%*</b>	53,3%	49,4%

\*différence significative

- **Au troisième trimestre**

Dans le tableau 34, nous présentons les caractéristiques psychosociales des femmes durant le 3<sup>ème</sup> trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel et total. Le gain total insuffisant est plus fréquent ( $p = 0,03$ ) chez les femmes les plus nerveuses (68,8 %) comparé aux femmes calmes (31,2 %).

Pour le ressenti des femmes enceintes, aucune différence significative n'est observée avec les catégories du gain pondéral trimestriel et total (Tableau 34).

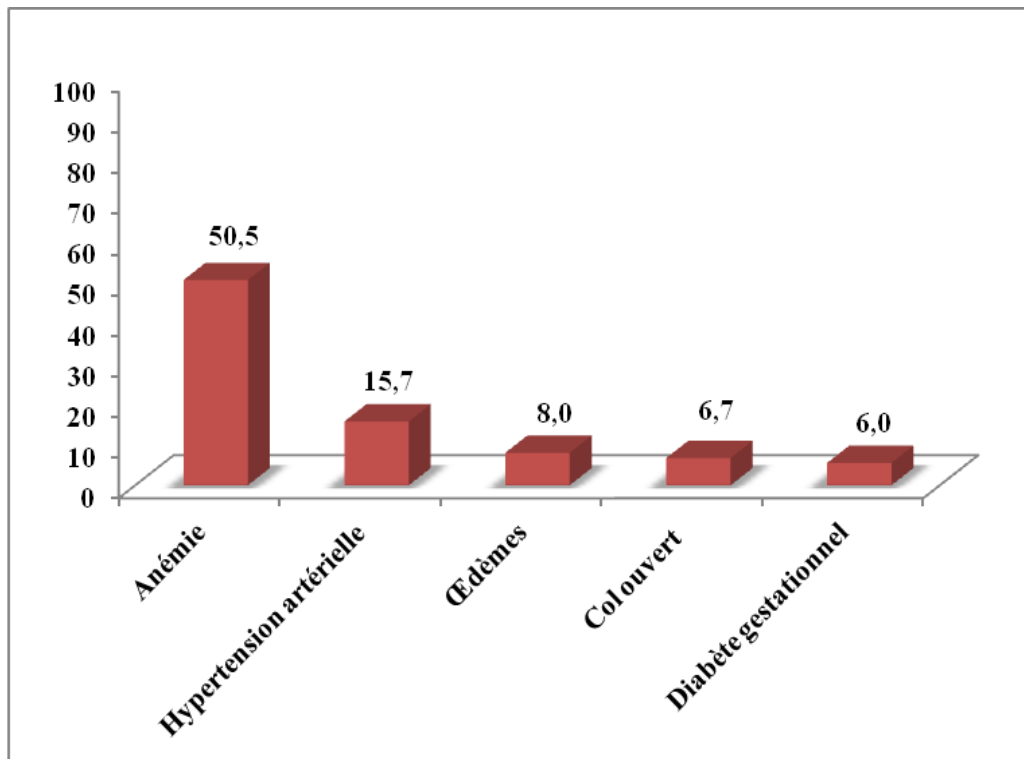
**Tableau 34.** Caractéristiques psychosociales des femmes au 3<sup>ème</sup> trimestre selon le gain trimestriel et total.

	Gain du 3 <sup>ème</sup> trimestre			Gain total		
	Insuffisant	Normal	Excessif	Insuffisant	Normal	Excessif
<b>Environnement des femmes</b>						
Normal	47,5 %	22,5 %	30,0 %	41,7 %	30,0 %	28,3 %
Stressant	45,3 %	27,4 %	27,4 %	50,8 %	21,8 %	27,4 %
<b>Ressenti des femmes</b>						
Calme	37,0%	35,5%	44,7%	31,2%	44,0%	47,0%
Nerveuse	63,0%	64,5%	55,3%	<b>68,8%*</b>	56,0%	53,0%

\*différence significative

## IV. COMPLICATIONS DE LA GROSSESSE

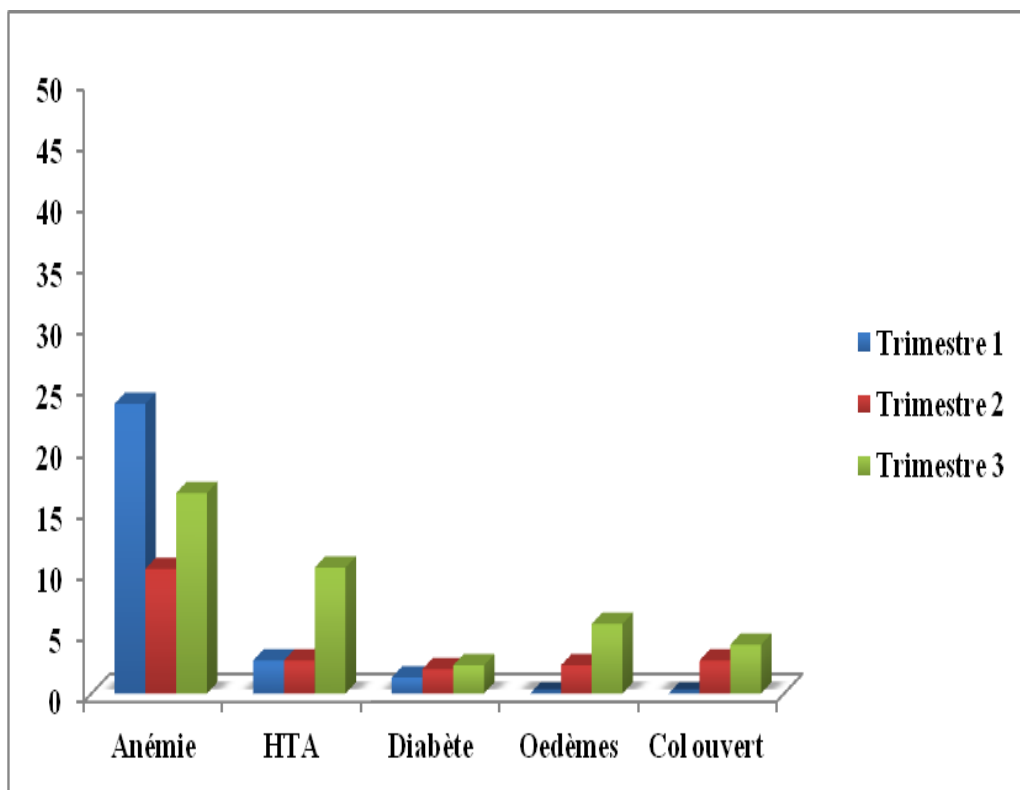
Dans notre population, 70,3 % des femmes ont développé des complications au cours de la grossesse. Les complications les plus fréquemment observées sont l'anémie (50,5 %), l'hypertension artérielle (15,7 %), les œdèmes (8,0 %) et le diabète gestationnel (6,0 %) (Figure 32).



**Figure 32.** Complications développées au cours de la grossesse.

En fonction des trimestres de grossesse, un pourcentage de 50,6 % des femmes au premier trimestre (T1), 43,3 % au deuxième trimestre (T2) et 68,9 % au troisième trimestre (T3) développe des complications. Les moments d'apparition des différentes complications lors des trois trimestres de grossesse sont illustrés par la figure 33. Le T3 est celui qui présente le pourcentage le plus élevé d'apparition de différentes complications sauf pour l'anémie, elle est la plus fréquente au premier trimestre de grossesse.

L'hypertension artérielle touche 2,7 % des femmes au T1, 2,7 % au T2 et 10,3 % au T3. Le diabète gestationnel est présent chez 1,3 % des femmes au T1, 2,0 % au T2 et 2,3 % au T3. L'anémie touche 23,7 % des femmes au T1, 10,2 % au T2 et 16,4 % au T3 (Figure 33).



**Figure 33.** Moments d'apparition des différentes complications lors des trois trimestres de grossesse.

### ➤ En fonction du gain de poids gestationnel total

La survenue des complications au cours de la grossesse en fonction du gain pondéral total est représentée dans le tableau 35. L'hypertension artérielle est significativement plus fréquente chez les femmes ayant un gain pondéral excessif (36,1 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral normal (9,3 %) et un gain pondéral insuffisant (7,0 %) ( $p < 0,0001$ ).

Les œdèmes sont plus fréquents chez les femmes ayant un gain de poids total excessif (15,7 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral normal (5,3 %) et un gain pondéral insuffisant (5,6 %) ( $p = 0,01$ ) (Tableau 35).

L'anémie gestationnelle est significativement plus fréquente chez les femmes ayant un gain pondéral total insuffisant (61,7 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral excessif (44,3 %) et un gain pondéral normal (57,3 %) ( $p = 0,04$ ) (Tableau 35).

Concernant les autres complications (diabète gestationnel et col ouvert), aucune différence significative n'est observée avec les catégories du gain pondéral total (Tableau 35).

**Tableau 35.** Complications de la grossesse en fonction du gain de poids total.

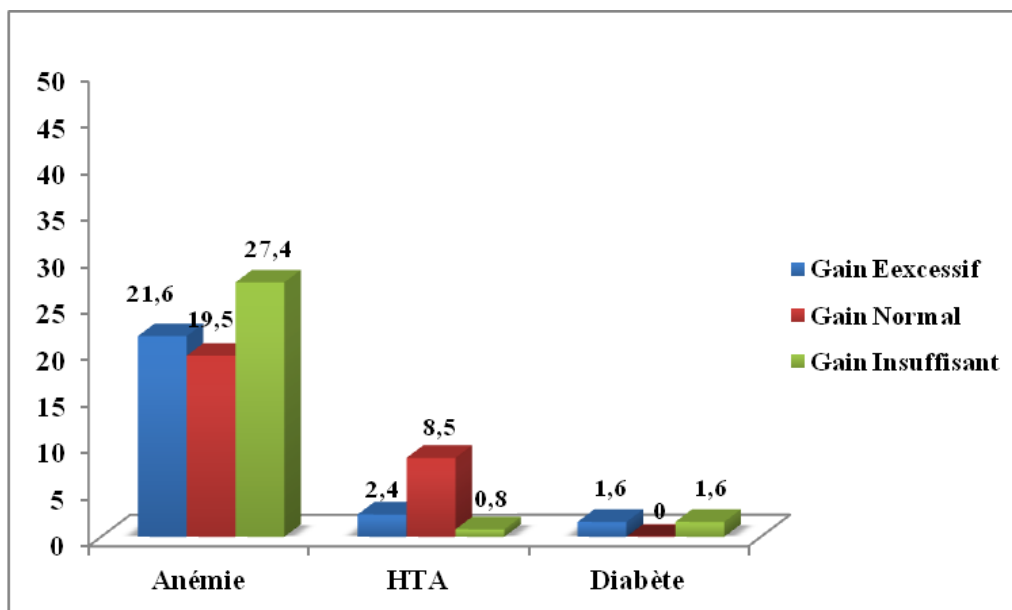
Complications	Gain de poids gestationnel total			p*
	Excessif (%)	Normal (%)	Insuffisant (%)	
HTA	<b>36,1</b>	9,3	7,0	<b>&lt;0,0001</b>
Diabète	4,8	2,7	7,0	0,38
Anémie	44,3	57,3	<b>61,7</b>	<b>0,04</b>
Œdèmes	<b>15,7</b>	5,3	4,9	<b>0,01</b>
Col ouvert	3,6	12,0	5,6	0,10

\*test de Khi 2

## ➤ En fonction du gain de poids gestationnel trimestriel

### • Au premier trimestre

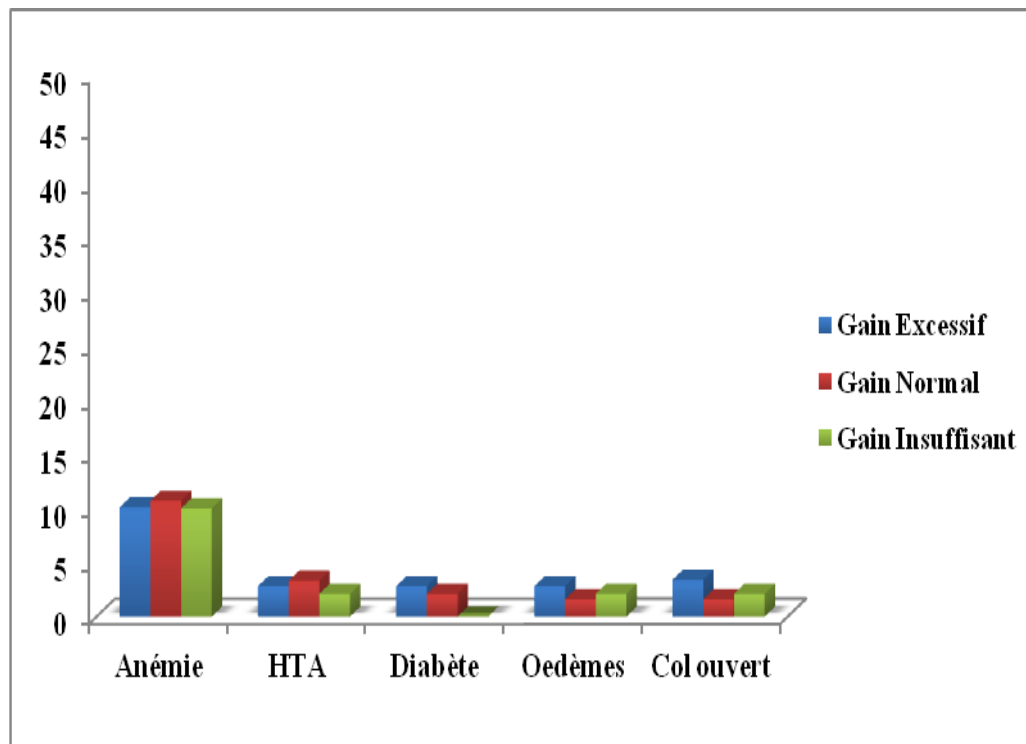
Dans la figure 34, nous montrons l'apparition des différentes complications au cours du premier trimestre (T1) de grossesse en fonction du gain pondéral du T1. Aucune différence significative n'est trouvée entre l'apparition de l'anémie, l'hypertension artérielle (HTA), le diabète et les catégories du gain de poids gestationnel trimestriel.



**Figure 34.** Complications apparues au premier trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.

- **Au deuxième trimestre**

L'apparition des différentes complications au cours du deuxième trimestre (T2) de grossesse en fonction du gain pondéral du T2 est présentée dans la figure 35. Quel que soit le gain pondéral trimestriel considéré, les différentes complications (anémie, HTA, diabète, œdèmes) apparaissent à la même fréquence, aucune différence significative n'est observée.

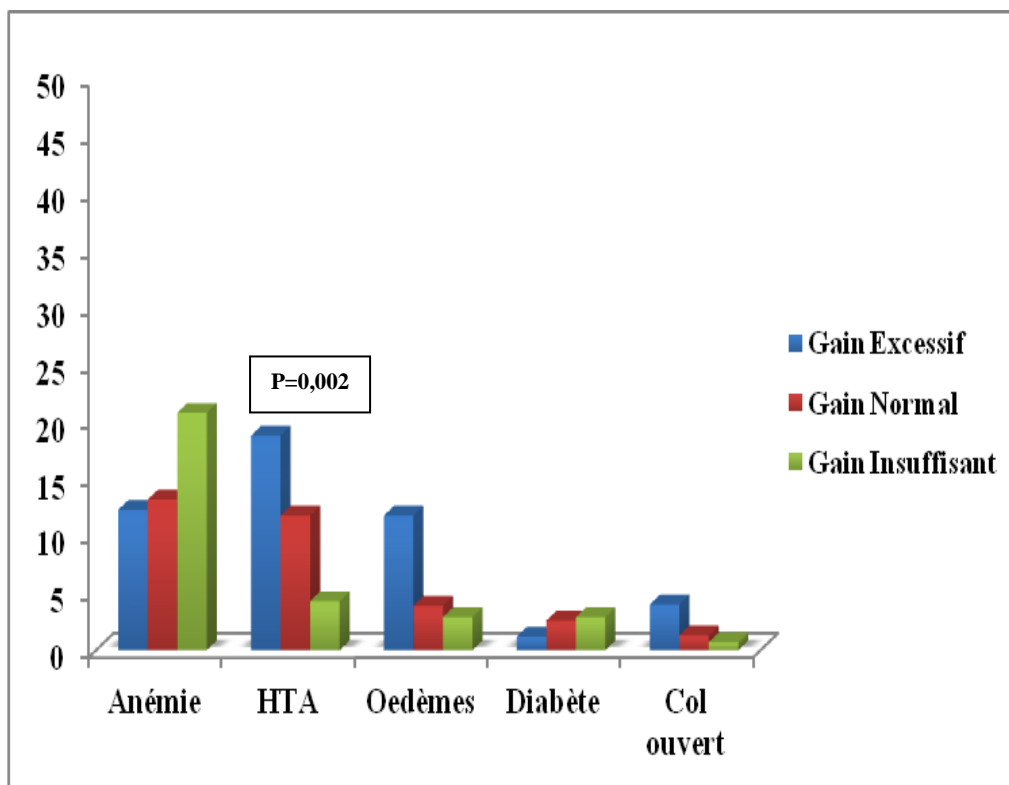


**Figure 35.** Complications apparues au deuxième trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.

- **Au troisième trimestre**

Le pourcentage d'hypertension artérielle est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif (18,8 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral normal (11,8 %) et un gain pondéral insuffisant (4,3 %) ( $p = 0,002$ ). Aucune différence significative n'est observée avec les autres complications et les catégories du gain pondéral du 3<sup>ème</sup> trimestre (Figure 36).





**Figure 36.** Complications apparues au troisième trimestre en fonction du gain pondéral trimestriel.

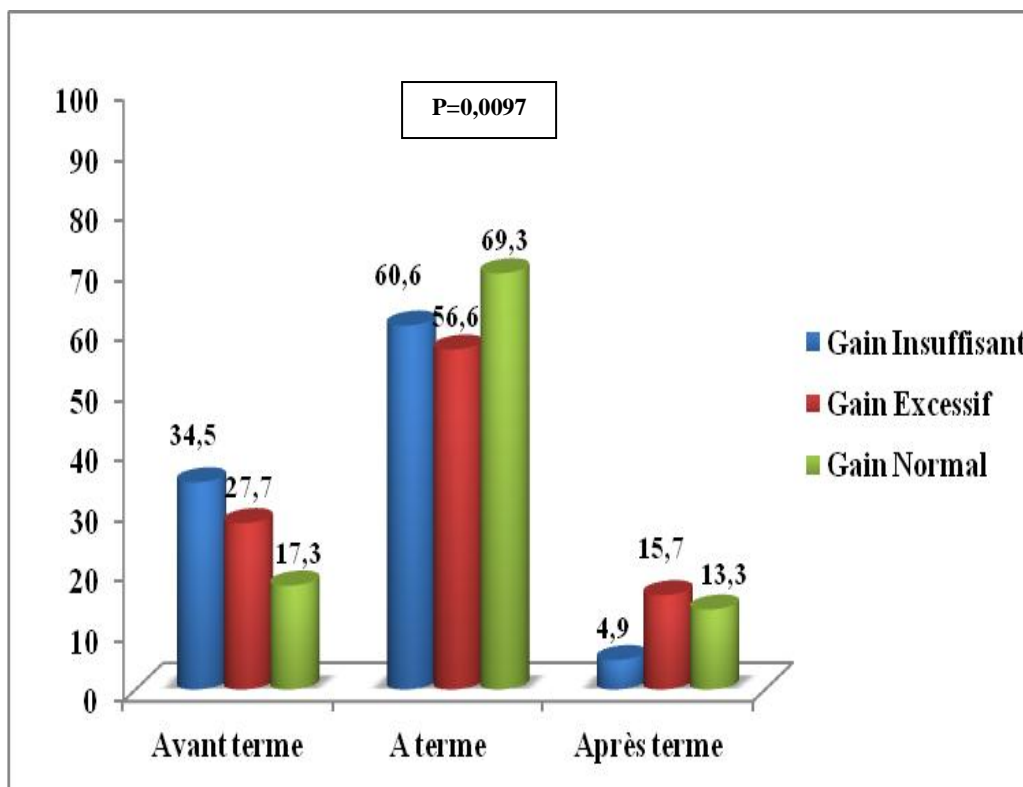
## V. ISSUES DE LA GROSSESSE

### V. 1. Terme de grossesse

Le terme moyen de grossesse est de  $38,8 \pm 2,0$  Semaine d'Aménorrhée (SA). La majorité des femmes (61,7 %) ont un terme normal ( $> 37$  SA). Le taux de prématurité ( $< 37$ SA) est de 28,3 % et le taux de dépassement de terme ( $\geq 42$ SA) concerne 10,0 % des femmes de notre population.

#### ➤ Terme de grossesse en fonction du gain de poids total

La figure 37 indique le terme de grossesse en fonction du gain de poids total. Les femmes ayant un gain pondéral insuffisant sont significativement plus nombreuses (35,0 %) à avoir accouché prématurément, comparés aux femmes avec un gain normal (17,3 %) et un gain excessif (27,7 %) ( $p = 0,0097$ ). Tandis que, les femmes ayant un gain pondéral excessif sont significativement plus nombreuses (15,7 %) à avoir accouché après terme, comparés aux femmes avec un gain insuffisant (4,9 %) et un gain normal (13,3 %) ( $p = 0,0097$ ).



**Figure 37.** Terme de grossesse des femmes selon le gain de poids total.

➤ **Terme de grossesse en fonction du gain de poids trimestriel**

Le terme de grossesse en fonction du gain de poids lors des trois trimestres de grossesse est représenté dans le tableau 36. Les femmes ayant un gain pondéral insuffisant au troisième trimestre sont significativement plus nombreuses (38,3 %) à avoir accouché prématurément, comparés aux femmes avec un gain normal (16,4 %) et un gain excessif (26,9 %) ( $p = 0,01$ ). Alors que, les femmes ayant un gain pondéral excessif sont significativement plus nombreuses (13,8 %) à avoir accouché après terme, comparés aux femmes avec un gain insuffisant (5,3 %) et un gain normal (8,2 %) ( $p = 0,01$ ). Pour le gain pondéral trimestriel du premier et deuxième trimestre, aucune différence n'a été observée.

**Tableau 36.** Terme de grossesse des femmes en fonction du gain pondéral trimestriel.

Terme de grossesse	Gain Insuffisant (%)	Gain Excessif (%)	Gain Normal (%)	p
<b>Gain du Trimestre 1</b>				
Avant terme	26,2	30,7	27,7	0,25
A terme	64,3	59,8	70,2	
Après terme	9,5	9,4	2,1	
<b>Gain du Trimestre 2</b>				
Avant terme	34,1	28,2	17,1	0,07
A terme	59,4	62,4	72,4	
Après terme	6,5	9,4	10,5	
<b>Gain du Trimestre 3</b>				
Avant terme	<b>38,3</b>	26,9	16,4	<b>0,01</b>
A terme	56,4	59,3	<b>75,4</b>	
Après terme	5,3	<b>13,8</b>	8,2	

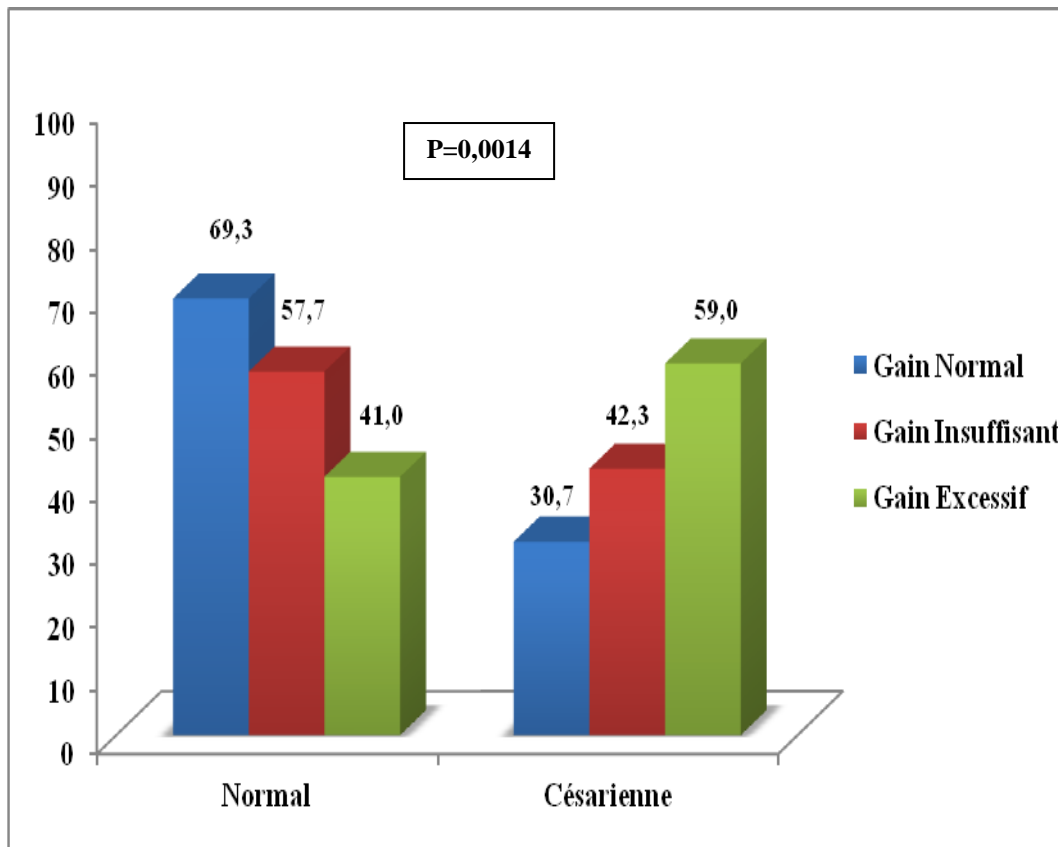
\*p : Test de Khi2

## V. 2. Mode d'accouchement

L'accouchement normal par voie basse représente 56,0 % des accouchements (dont 3,0 % par forceps et 1,0 % déclenchés). L'accouchement par césarienne concerne 44,0 % des femmes enceintes.

### ➤ Mode d'accouchement en fonction du gain de poids total

Le mode d'accouchement des femmes en fonction du gain de poids total est illustré par la figure 38. L'accouchement par voie basse est plus fréquente chez les femmes ayant un gain pondéral normal (69,3 %) alors que l'accouchement par césarienne est significativement plus fréquente chez les femmes ayant un gain de poids excessif (59,0 %) ( $p = 0,0014$ ).



**Figure 38.** Mode d'accouchement des femmes en fonction du gain de poids total.

### ➤ Mode d'accouchement en fonction du gain de poids trimestriel

Le mode d'accouchement en fonction du gain de poids trimestriel est représenté dans le tableau 37. Le taux de césarienne est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif au 3<sup>ème</sup> trimestre (56,5 %) comparés aux femmes avec un gain normal (44,7 %) et un gain insuffisant (35,5 %) ( $p = 0,009$ ). Aucune différence significative n'est observée entre le mode d'accouchement et les catégories du gain pondéral gestationnel du premier et deuxième trimestre.

**Tableau 37.** Mode d'accouchement en fonction du gain de poids trimestriel.

Mode d'accouchement	Gain de poids gestationnel			p*
	Normal (%)	Insuffisant (%)	Excessif (%)	
<b>Gain du 1<sup>er</sup> trimestre</b>				
Normal	63,8	55,6	53,5	NS
Césarienne	36,2	44,4	46,5	
<b>Gain du 2<sup>ème</sup> trimestre</b>				
Normal	54,1	57,4	55,9	NS
Césarienne	45,9	42,6	44,1	
<b>Gain du 3<sup>ème</sup> trimestre</b>				
Normal	55,3	64,5	43,5	<b>0,009</b>
Césarienne	44,7	35,5	<b>56,5</b>	

\*test de Khi 2

### V. 3. Poids de naissance des nouveau-nés

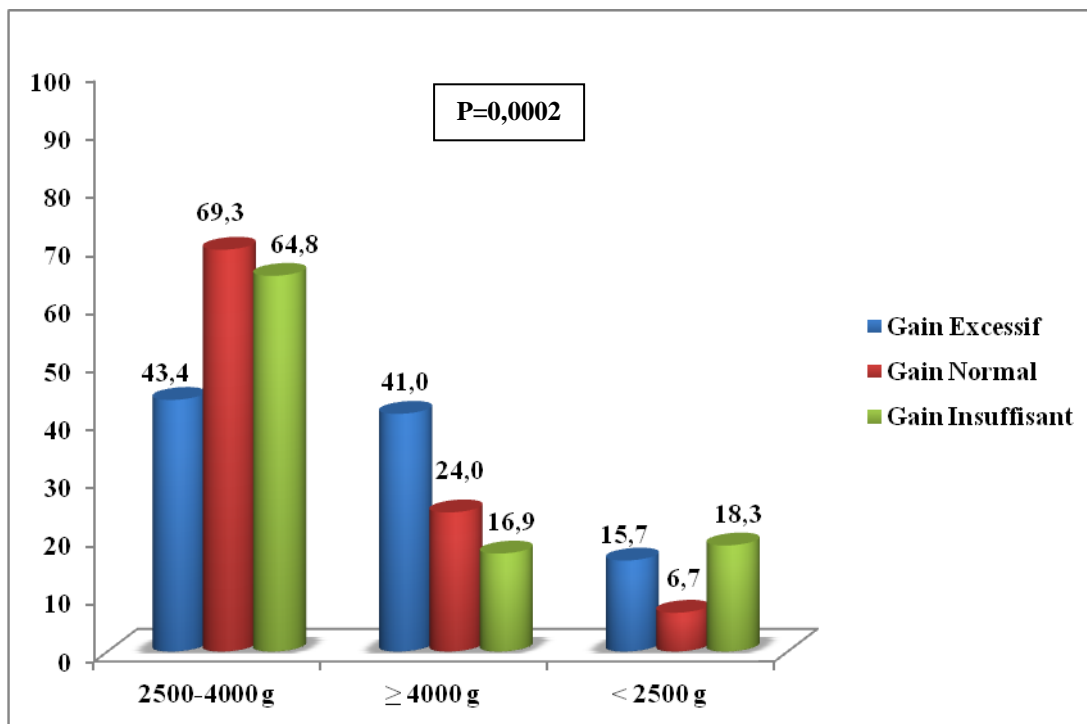
Le poids de naissance moyen des nouveau-nés est de  $3377,8 \pm 685,4$  g, avec un poids minimum de 1400 g et un poids maximum de 5500 g. Un pourcentage de 60,0 % des nouveau-nés a un poids normal à la naissance ; 25,3 % sont des macrosomes ( $\geq 4000$  g) et 14,7 % des nouveau-nés ont un petit poids à la naissance ( $< 2500$  g).

#### ➤ Poids de naissance en fonction du gain de poids total

Le poids de naissance moyen des enfants nés de femmes ayant un gain de poids total excessif ( $3571,9 \pm 802,6$  g) est supérieur ( $p = 0,0007$ ) à celui des enfants nés de femmes avec un gain de poids normal ( $3446,5 \pm 569,8$  g) et un gain de poids insuffisant ( $3228,0 \pm 635,4$  g).

Dans la figure 39, nous présentons les fréquences des différents groupes de poids de naissance des nouveau-nés en fonction du gain de poids gestationnel total. Le taux de macrosomie à la naissance ( $\geq 4000$  g) est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif (41,0 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral normal (24,0 %) et un gain pondéral insuffisant (16,9 %) ( $p = 0,0002$ ). Et le taux de petit poids à la naissance ( $< 2500$  g) est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral insuffisant

(18,3 %), comparés aux femmes à gain excessif (15,7 %) et à gain normal (6,7 %) ( $p = 0,0002$ ).



**Figure 39.** Poids de naissance des nouveaux-nés en fonction du gain de poids total.

### ➤ Poids de naissance en fonction du gain de poids de chaque trimestre

Le poids de naissance moyen, ainsi que les fréquences des différents groupes de poids de naissance des nouveau-nés en fonction du gain de poids gestationnel trimestriel sont illustrés par le tableau 38. Le poids moyen de naissance des enfants nés de femmes ayant un gain de poids trimestriel excessif au 2<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,04$ ) et au 3<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,0011$ ) est supérieur à celui des enfants nés de femmes avec un gain normal et un gain insuffisant. Aucune différence significative n'est observée avec le gain pondéral du 1<sup>er</sup> trimestre.

Le taux de macrosomie à la naissance ( $\geq 4000$  g) est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif au 3<sup>ème</sup> trimestre (40,0 %), comparés aux femmes avec un gain normal (26,3 %) et un gain insuffisant (15,9 %) ( $p = 0,0016$ ). Et le taux de petit poids à la naissance ( $< 2500$  g) est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral

insuffisant au 3<sup>ème</sup> trimestre (16,7 %) ( $p = 0,0016$ ). Pour le gain trimestriel du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre, aucune différence significative n'est observée (Tableau 38).

**Tableau 38.** Poids de naissance des nouveau-nés en fonction du gain de poids trimestriel.

Poids de naissance	Gain pondéral gestationnel			
	Gain Excessif	Gain Normal	Gain Insuffisant	p
<b>Gain du 1<sup>er</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	3412,7 ± 737,6	3381,9 ± 652,4	3341,1 ± 644,9	0,7
2500 à 4000 g	57,5 %	57,4 %	63,5 %	0,8
≥ 4000 g	26,8 %	29,8 %	22,2 %	
< 2500 g	15,7 %	12,8 %	14,3 %	
<b>Gain du 2<sup>ème</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	<b>3467,4 ± 722,1</b>	3378,5 ± 607,7	3239,0 ± 657,6	<b>0,04</b>
2500 à 4000 g	55,9 %	67,2 %	61,7 %	0,3
≥ 4000 g	30,3 %	21,3 %	20,2 %	
< 2500 g	13,8 %	11,5 %	18,1 %	
<b>Gain du 3<sup>ème</sup> trimestre</b>				
PN moyen*	<b>3580,1 ± 773,3</b>	3423,4 ± 634,4	3242,4 ± 603,8	<b>0,0011</b>
2500 à 4000 g	45,9 %	63,2 %	67,4 %	<b>0,0016</b>
≥ 4000 g	<b>40,0 %</b>	26,3 %	15,9 %	
< 2500 g	14,1 %	10,5 %	<b>16,7 %</b>	

PN : poids de naissance (g)

Poids normal: (2500g à 4000g); Macrosomie: (≥ 4000 g); Petit poids: (< 2500 g).

\* les résultats sont exprimés en moyenne ± écart type

# **DISCUSSION**



### I. GAIN DE POIDS GESTATIONNEL

#### I. 1. Gain de poids gestationnel total

Dans notre étude, le gain de poids moyen à terme est de  $9,0 \pm 5,7$  kg (-3,8 kg à 24,0 kg). Cette moyenne de gain pondéral s'inscrit dans un contexte presque similaire à celui retrouvé dans de nombreuses études menées dans les pays en développement avec un gain moyen proche de nos résultats variant de 8,5 à 9,0 kg au terme de la grossesse (HALLE-EKANE et al. 2015, KOH et al. 2013, MUNIM et al. 2012). A Constantine (Algérie), en 2002, le gain de poids moyen à terme était de 8,9 kg (TOUATI 2011). En Indonésie, il était de 8,3 kg (WINKVIST et al. 2002), au Bénin de 9,0 kg (DJORLO et al. 2002) et de 8,0 kg au République de Congo (MAFINA et al. 2002). Au Brésil, le gain de poids gestationnel moyen était de 7,0 kg à terme de grossesse (GOMA et al. 1986). Dans les pays développés, le gain pondéral à terme était plus élevé, soit une moyenne de 13,5 kg à terme (BROSKEY et al. 2017, OVERCASH et al. 2015, ACMG 2007). D'après l'étude Thurgovienne réalisée en Suisse, le gain de poids au cours de la grossesse est passé d'une moyenne de 11,6 kg en 1986 à 14,5 kg en 2004 (FRISCHKNECHT et al. 2009). En France, le gain de poids moyen pendant la grossesse était de 13,0 kg à terme (DIOUF et al. 2011). Ces valeurs sont supérieures à ceux observés dans notre population. De meilleures conditions de vie et de prise en charge prénatale en seraient la principale explication.

Nos résultats montrent que 75,0 % des femmes enceintes ont un gain pondéral gestationnel inadéquat, dont 27,7 % de gain excessif et 47,3 % de gain insuffisant. Ce pourcentage élevé de gain de poids inadéquat est similaire à celui de nombreuses études menées sur le sujet. Plusieurs études indiquent que 60,0 à 70,0 % des femmes enceintes ont un gain pondéral non conforme aux recommandations de l'Institut Américain de Médecine (GOLDSTEIN et al. 2017, PEREIRA et al. 2007, BRAWARSKY et al. 2005, DIPIETRO et al. 2003, OLSON & STRAWDERMAN 2003). Ainsi, En Afrique du Sud, ce gain de poids inadéquat a été évalué à une fréquence de 66,0 % (KRUGER 2005). En Afrique centrale, le taux de gain pondéral anormal était de 70,8 % (ASSEMBE 2009). En Europe, 60,0 % des femmes ne se sont pas conformés aux recommandations actuelles de gain de poids (GOLDSTEIN et al. 2017, DIEMERT et al. 2016). Aux Etats- Unis, 68,0 à 77,2 % des femmes ont eu un gain pondéral inadéquat (SRIDHAR et al. 2016, DEPUTY et al. 2015). Un gain de poids gestationnel inadéquat (excessif ou insuffisant) a des répercussions sur la santé

maternelle et fœtale au cours de la grossesse, en post-partum et même plus tard dans la vie (O'REILLY et al. 2013, MCCLURE et al. 2013, ENSENAUER et al. 2013, RASMUSSEN et al. 2009, NOHR et al. 2008).

Le pourcentage de gain de poids excessif observé dans notre étude (27,7 %) semble inférieur à celui des pays développés. Aux États-Unis, ils ont montré que 21,0 % des femmes ont un gain insuffisant, tandis que 47,0 % ont un gain excessif (DEPUTY et al. 2015). Dans une Meta Analyse, GOLDSTEIN et al. (2017) ont retrouvé 47,0 % de gain de poids excessif et 23 % de gain insuffisant. Des études américaines ont rapporté des pourcentages de gain de poids excessifs compris entre 66,0 % à 73,0 %, selon les lignes directrices de l'IOM (SRIDHAR et al. 2016, JOHNSON et al. 2013). CHRIS et al, ont indiqué que 62,0 % de femmes ont eu une prise de poids anormale, soit 39,6 % de prise de poids excessive, et 22,4 % de prise de poids insuffisante à terme (CHRIS et al. 2003). En Allemagne, le pourcentage de femmes prenant plus de 15 kg pendant la grossesse était passé de 18 % en 1986 à 50 % en 2004 (FRISCHKNECHT et al. 2009). Également, une étude Australienne a trouvé que 54,0 % des femmes ont dépassé les lignes directrices et 14 % ont gagné en dessous des lignes directrices (HURE et al. 2011). Au Brésil, 45 % des femmes enceintes présentaient un gain de poids supérieur à celui recommandé (DREHMER et al. 2010).

Indépendamment de la tendance générale croissante des gains de poids excessifs dans le monde entier, le gain pondéral insuffisant reste une préoccupation publique majeure tant dans les pays développés que dans les pays en développement (HALLE-EKANE et al. 2015, KOH et al. 2013). Selon nos résultats, 47,3 % des femmes ont un gain pondéral insuffisant à terme. Nos résultats sont similaires à ceux observés dans les pays en voie de développement qui ont montré une prédominance de gain pondéral gestationnel insuffisant. En Afrique centrale, 49,5 % de femmes avaient eu un gain de poids insuffisant, et 21,4 % avaient eu un gain de poids excessif (ASSEMBE 2009). En Afrique du Sud, en 2005, la prévalence de gain de poids insuffisant a été chiffrée à 33,3 % (KRUGER 2005). Au Pakistan, 74,8 % des femmes avaient un gain de poids inférieur aux recommandations de l'IOM et seules 10,0 % ont gagné plus que le poids recommandé (ALI et al. 2014). OTA et al. (2011), dans une étude prospective indiquent que 26,0 % des femmes du Vietnam gagnent au dessous de recommandations de l'IOM pendant la grossesse. En Chine, près de la moitié des femmes

n'ont pas suffisamment de gain pondéral gestationnel (LU et al. 2011). Au Brésil, 33,4 % des femmes enceintes présentaient un gain de poids inférieur à celui recommandé (DREHMER et al. 2013). Le gain pondéral insuffisant observé dans notre population pourrait être expliqué par le faible apport énergétique de ces femmes (< 2000 kcal/j) comparés aux autres catégories de gain pondéral (> 2000 kcal/j), ainsi que le pourcentage le plus élevé (plus de 50,0 %) de signes sympathiques (nausées et vomissements) chez les femmes à gain de poids insuffisant.

Le gain de poids excessif pendant la grossesse est associé à des issues défavorables, y compris des complications maternelles, obstétricales et néonatales telles que le diabète gestationnel, les troubles hypertensives, l'accouchement par césarienne, la dystocie des épaules et la macrosomie chez le nouveau né (TEBBANI et al. 2017b, ZHANG et al. 2015, RESTALL et al. 2014, BLACK et al. 2013). A l'inverse, un gain de poids insuffisant est lié à une augmentation du risque de retard de croissance intra utérin, d'un accouchement prématuré et de faible poids à la naissance, qui sont des issues associés à une augmentation de la morbidité et de la mortalité infantile (TINGYUAN et al. 2015, CATALANO et al. 2014, DAVIS et al. 2013, LANGFORD et al. 2011, RASMUSSEN 2010). Une étude portant sur 261 femmes enceintes a examiné l'effet de nombreuses variables démographiques, médicales et psychosociales et a conclu que le facteur de risque le plus important pour la mortalité foetale et infantile était un gain de poids insuffisant (KOTHARI et al. 2011).

Bien que de nombreuses études mettent l'accent sur le gain de poids excessif en tant que problème qui nécessite une attention immédiate dans les services prénatals (DREHMER et al. 2010, CRANE et al. 2009, FREDERICK 2008), les constatations qu'un pourcentage élevé de femmes enceintes ayant un gain de poids insuffisant sont également inquiétantes (FREDERICK 2008, ROCHA et al. 2005). Ces constatations renforcent l'importance de la surveillance nutritionnelle pour les femmes à risque de gain de poids excessif et insuffisant. Donc, le contrôle de l'apport alimentaire et la pratique d'une activité physique régulière sont deux facteurs clés dans la réduction du risque de gain de poids inadéquat au cours de la grossesse (GOODRICH et al. 2013, BRAWARSKY et al. 2005).

### I. 2. Gain de poids gestationnel trimestriel

Dans notre étude, le gain pondéral moyen au premier trimestre (T1) est de  $1,1 \pm 3,3$  kg. Ce chiffre est conforme aux recommandations (0,5 à 2,0 kg) (IOM 2009). Cependant, durant ce trimestre, 41,7 % des femmes ont un gain pondéral excessif et 42,0 % ont un gain pondéral insuffisant. Aux USA, SRIDHAR et al, ont observé des pourcentages assez proches de nos résultats. Un pourcentage de 46,9 % des femmes a eu un gain pondéral excessif et 32,8 % un gain insuffisant au 1<sup>er</sup> trimestre (SRIDHAR et al. 2016). Le gain de poids en début de grossesse est dû aux modifications physiologiques induites par les hormones de la grossesse dont la progestérone (DIOUF 2012, STOCK et al. 1994), à la congestion mammaire (BERNSTEIN et al. 2001, LEDERMAN et al. 1999) et la mise en réserve de tissus adipeux qui seront mobilisés par la suite pour la croissance fœtale (DIOUF 2012, BERNSTEIN et al. 2001). Au cours de ce trimestre, le fœtus subit principalement l'organogenèse, alors que la croissance est minime (BERNSTEIN et al. 2001). Le pourcentage élevé de gain de poids insuffisant observé dans notre étude pourrait être expliqué par l'apport énergétique insuffisant ( $1762,8 \pm 727,3$  kcal/j), ainsi que par les différents signes sympathiques (86,6 %) lors de ce trimestre. En effet, 65,9 % des femmes de notre population présentaient des nausées, 57,3 % des vomissements et 31,2 % des pertes d'appétit. Des études ont rapporté que les nausées et vomissements fréquents étaient associés à une perte de poids en début de grossesse (HEDDERSON et al. 2010, NIEBYL 2010).

Au deuxième trimestre (T2), le gain de poids moyen est de  $4,6 \pm 3,0$  kg. Les femmes enceintes de notre étude prennent plus de poids au cours du deuxième trimestre qu'au cours du troisième. Ceci est en accord avec plusieurs études ayant trouvé que le gain pondéral moyen est plus élevé au 2<sup>ème</sup> trimestre par rapport aux 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres (TEBBANI et al. 2018, DREHMER et al. 2013, IOM 2009, CARMICHAEL et al. 1997a, ABRAMS et al. 1995b). L'augmentation du gain de poids au deuxième trimestre de la grossesse se justifie principalement par les modifications physiologiques de la grossesse portées sur les masses grasses, l'augmentation du volume de l'utérus, et la hausse progressive du liquide plasmatique (OLAFSDOTTIR et al. 2006, LAGIOU et al. 2004). Selon nos résultats, durant ce trimestre, le pourcentage de gain pondéral excessif augmente et l'insuffisant diminue. Le gain pondéral excessif est présent chez 48,3 % des femmes et 31,3 % d'entre elles ont un gain pondéral insuffisant. Nos résultats sont proches de ceux retrouvés par DREHMER et al. (2013), où un

pourcentage de 43,4 % des femmes avait un gain de poids excessif et 28,1 % avait un gain de poids insuffisant au 2<sup>ème</sup> trimestre. Dans une étude Américaine, SRIDHAR et al. (2016) ont trouvé des chiffres plus élevés. En effet, 72,3 % des femmes ont eu un gain pondéral excessif, tandis que seules 12,9 % des femmes ont eu un gain insuffisant au 2<sup>ème</sup> trimestre (SRIDHAR et al. 2016). L'augmentation du pourcentage de gain excessif observé au T2 pourrait être expliqué par l'augmentation de l'appétit et de l'apport alimentaire dut à la disparition des signes sympathique du premier trimestre de grossesse.

Au cours du troisième trimestre (T3) de grossesse, le gain de poids est un déterminant important de la croissance fœtale. Il est influencé par l'augmentation du poids fœtal et placentaire et la rétention hydrique (SWANSON et al. 2008, BIRKHAÜSER 2005, BERNSTEIN et al. 2001). Pendant le 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse, chez nos sujets, le gain de poids moyen est de  $3,3 \pm 2,5$  kg. Un pourcentage de 46,2 % des femmes présente un gain insuffisant, alors que 28,4 % ont un gain excessif. Le ralentissement de gain de poids au T3 comparé au T2 se justifie par le fait que cette période constitue la phase catabolique du métabolisme lipidique au cours de la grossesse. En effet, au cours de cette période les graisses accumulées jusqu'à la 30<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée sont utilisées pour optimiser la croissance fœtale. Dans notre étude, le pourcentage élevé des femmes ayant un gain de poids insuffisant durant ce trimestre pourrait être expliqué par le faible apport énergétique de ces femmes ( $1841,3 \pm 537,1$  kcal/j). Ainsi, 64,0% des femmes à gain insuffisant ont des apports énergétiques inférieurs aux recommandations (ANC). Un gain pondéral insuffisant au troisième trimestre est associé à un risque accru d'un accouchement prématuré et des nouveau-nés de petit poids de naissance (IOM 2009, VISWANATHAN et al. 2008).

## II. FACTEURS INFLUENCANT LE GAIN DE POIDS GESTATIONNEL

Le gain de poids pendant la grossesse est influencé par un large éventail de facteurs. Mis à part l'influence du fonctionnement physiologique et la prédisposition génétique, certains facteurs sociaux, environnementaux et comportementaux ont également un impact décisif sur le gain pondéral gestationnel (EINERSON et al. 2011, PARK et al. 2011c).

### II. 1. Age des femmes

L'âge des femmes de notre population varie de 19 à 43 ans, avec une moyenne de  $30,4 \pm 5,1$  ans. L'âge moyen dans notre étude se rapproche de celui observé à Constantine en 2002, soit  $31,8 \pm 4,2$  ans (TOUATI 2011). La moyenne d'âge des femmes Algériennes en âge de procréer rapportée par l'enquête nationale sur la santé de la famille est de 31,0 ans (MSPRH 2015). Dans notre étude, l'âge des femmes n'a pas d'influence sur le gain de poids gestationnel total ou par trimestre. Nos résultats sont en accord avec l'étude réalisée par PODEVIN qui n'a pas montré de différence significative concernant ce critère. La moyenne d'âge des patientes ayant pris plus de 18 kg était de 28 ans et 68 % d'entre elles avaient moins de 30 ans (PODEVIN 2009).

L'influence de l'âge de la femme enceinte sur le gain de poids pendant la grossesse reste controversée. Plusieurs études ont montré que les femmes enceintes les plus âgées ont plus de chances de gain pondéral insuffisant, tandis que les femmes enceintes les plus jeunes ont des chances plus élevées de gain de poids excessif (RESTALL et al. 2014, DREHMER et al. 2010, LOWELL et al. 2010, RODRIGUES et al. 2010, GOLDONI 2009). Le pourcentage de femmes enceintes ayant un gain pondéral excessif diminue avec l'âge (STOTLAND et al. 2006, CEDERGREN 2006). L'étude de DERUELLE et al. (2004) montrait que les femmes ayant pris 18 kg et plus étaient significativement plus jeunes (moyenne d'âge de  $24,9 \pm 4,7$  ans). Par contre, d'autres auteurs ont trouvé que les femmes âgées de plus de 35 ans ont été citées comme à risque de gain de poids excessif pendant la grossesse (CHASAN-TABER et al. 2008, SCOTLAND et al. 2005). Néanmoins, KHALIL et al, ont étudié l'influence de l'âge maternel sur les issues défavorables de la grossesse et ont conclu que le facteur âge devrait être combiné avec d'autres caractéristiques maternelles pour avoir un impact négatif (KHALIL et al. 2013).

### II. 2. Facteurs socio-économiques

#### II. 2. 1. Niveau d'instruction

Nos résultats montrent qu'un pourcentage de 39,7 % des femmes enceintes a un niveau d'instruction moyen, 37,3 % a un niveau élevé et 23,0 % des femmes ont un niveau d'étude bas. Ces résultats sont proches des statistiques nationales qui ont trouvé un taux de niveau d'instruction moyen de 40,0 %, le niveau d'instruction bas est de 22,0 % et le niveau

élevé est de 6,3 % (MSPRH 2015). Dans notre étude, le niveau d'instruction des femmes a un effet sur le gain pondéral gestationnel. Le gain de poids insuffisant est plus fréquent chez les femmes ayant un niveau d'instruction bas ( $p = 0,049$ ) et le gain de poids excessif est plus fréquent chez les femmes ayant un niveau d'instruction élevé ( $p = 0,049$ ).

Le gain de poids insuffisant fréquent chez les femmes à niveau d'instruction bas pourrait être dû au fait que le niveau d'instruction bas peut correspondre aux femmes sans emploi et donc refléter indirectement un pouvoir d'achat limité et un faible accès aux aliments. Aussi, le faible niveau d'instruction pourrait influencer le choix des aliments vers ceux à faible valeur nutritive. Nos résultats sont similaires à ceux d'autres études montrant que les femmes qui ont un niveau d'études faible étaient plus susceptibles d'avoir un gain de poids insuffisant (TINGYUAN et al. 2015, OLSON & STRAWDERMAN 2003). Ainsi, le gain de poids insuffisant est retrouvé presque trois fois plus fréquent chez les femmes peu scolarisées par rapport à celles qui ont plus de 16 ans de scolarité (HICKEY 2000). CHU et al. (2009) ont constaté que les femmes ayant moins de 12 ans d'études étaient plus susceptibles de gagner moins de 06 kg, et moins susceptibles de gagner plus de 15 kg, comparé aux femmes ayant plus de 12 ans d'études.

Le gain de poids excessif plus fréquent chez les femmes à niveau d'instruction élevé pourrait s'expliquer par le fait que ces femmes ont un meilleur accès à l'information et ont plus de facilité à rechercher des informations par elles-mêmes. Cependant, une information fournie n'est pas synonyme d'une information de qualité et peut engendrer une perte des repères de la femme enceinte et donc conduire à un gain pondéral excessif (SCOTLAND et al. 2005). Certaines études ont également montré que les femmes ayant un niveau d'instruction élevé ont des chances plus élevées de gain de poids excessif au cours de la grossesse (MARANO et al. 2012, ASSEMBE 2009, KONNO et al. 2007). CHRIS et al, avaient observé que le gain de poids excessif était plus fréquent chez les femmes les plus scolarisées (CHRIS et al. 2003).

Cependant, d'autres études ont retrouvé des résultats contraires. Certaines montrent que les femmes ayant un gain de poids excessif pendant la grossesse sont plus souvent celles qui n'ont pas terminé leurs études secondaires (LOWELL et al. 2010, CEDERGREN 2006).

Tandis que d'autres études ont révélé que le niveau d'instruction n'a pas été significativement associé à un gain pondéral gestationnel excessif ou insuffisant (BRAWARSKY et al. 2005, STRYCHAR et al. 2000).

### II. 2. 2. Niveau de vie

Selon nos résultats, près de la moitié des femmes enceintes (49,0 %) ont un niveau de vie moyen, alors que 32,8 % ont un niveau de vie bas et seulement 18,2 % ont un niveau de vie élevé. Dans notre étude, le niveau de vie n'a pas d'effet sur le gain de poids pendant la grossesse, aucune différence significative n'a été trouvée entre le gain de poids gestationnel en fonction des différentes classes de niveau de vie ( $p = 0,51$ ). Ainsi, nous ne pouvons pas conclure formellement à partir de nos résultats l'existence d'un lien entre l'appartenance à une classe socioéconomique et le gain de poids pendant la grossesse. L'étude de PODEVIN, tout comme notre étude, a classé les femmes enceintes selon leur catégorie socioéconomique et non selon leur revenu socio-économique. Il n'est pas aisé d'établir une relation entre la profession et le revenu socio-économique car celui-ci ne se détermine pas seulement à partir de l'activité professionnelle, il faudrait également prendre en compte les revenus du ménage (PODEVIN 2009).

De nombreuses études ont rapporté un lien entre le niveau socio-économique et le gain pondéral chez les femmes enceintes. Les données des études concernent surtout l'existence d'un lien entre un niveau socioéconomique faible et une insuffisance de prise de poids pendant la grossesse (HICKEY 2000). Il a été trouvé que les femmes ayant un très faible niveau socioéconomique ont en moyenne une prise de poids inférieure aux recommandations (STOTLAND et al. 2006, CEDERGREN 2006). L'étude de GOLDONI (2009) montre que le niveau socio-économique faible entrainerait un faible gain pondéral, alors qu'un niveau socio-économique aisé favorise un gain de poids normal. En revanche, un niveau socio-économique moyen favorise un gain poids excessif. DERUELLE et al. (2004) ont retrouvé une proportion plus importante de femmes d'un niveau moyen dans le groupe des femmes ayant eu une prise de poids excessive par rapport au groupe des femmes ayant eu une prise de poids normale, tandis que les femmes, de milieu aisé, étaient plus nombreuses dans le groupe des femmes ayant eu une prise de poids normale. Les femmes de faible niveau socioéconomique se répartissaient entre les deux groupes.



### II. 3. Période pré-gravidique

#### II. 3. 1. Poids de naissance de la femme enceinte

D'après nos résultats, le poids de naissance moyen des femmes enceintes est statistiquement plus élevé chez les femmes à gain pondéral excessif au premier trimestre ( $p = 0,02$ ) et à gain excessif total ( $p = 0,001$ ). Ainsi, le pourcentage des femmes nées macrosomes ( $\geq 4000$  g) à la naissance est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain excessif au premier trimestre ( $p = 0,03$ ) et un gain excessif total ( $p < 0,0001$ ). Aucune différence significative n'est observée avec les gains du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres. Les mêmes résultats sont retrouvés par RESTALL et al. (2014), qui ont révélé une association positive entre le poids à la naissance des femmes enceintes et le gain pondéral gestationnel excessif. Une explication possible est que les femmes ayant un poids élevé à la naissance sont programmées pour un bilan énergétique positif et donc un gain pondéral excessif. OKEN et al, ont retrouvé une association forte entre le poids de naissance élevé des femmes et le gain pondéral excessif et une obésité future pour l'enfant. Ils ont montré une association directe entre poids de naissance élevé de la femme et gain de poids excessif au cours de la grossesse. Une combinaison de facteurs génétiques, de facteurs liés à l'environnement à la fois pré et postnataux (habitudes alimentaires, activité physique) sont probablement en cause (OKEN et al. 2003).

De plus, nos résultats montrent que le pourcentage des femmes enceintes nées hypotrophes ( $< 2500$  g) est associé à un gain insuffisant total ( $p < 0,0001$ ) et un gain insuffisant au 1<sup>er</sup> trimestre ( $p = 0,03$ ). Il a été trouvé que les femmes ayant un petit poids à la naissance deviendront des femmes adultes à risques qui seront plus sujettes à donner naissances à des enfants de petit poids. C'est le "cycle intergénérationnel" décrit par Barker (RAMAKRISHNAN et al. 1999). Toutes ces données justifient l'importance d'une alimentation équilibrée pour un meilleur statut nutritionnel de la mère pendant sa grossesse.

#### II. 3. 2. Etat pondéral avant grossesse

Avant grossesse, la majorité des femmes de notre étude étaient en surpoids (68,5 % dont 30,3 % obèses). Ce pourcentage est plus élevé que celui observé en 2012 et qui indique que 24,3 % des femmes Algériennes en âge de procréer sont obèses (OMS 2013). La surcharge pondérale avant grossesse est en augmentation depuis plusieurs années (WORLD OBESITY FEDERATION 2015, DJELANTIK et al. 2012, CRESSWELL et al. 2012,

POSTON et al. 2011). Selon KIM et al. (2007), aux États-Unis, un cinquième des femmes sont obèses au début de la grossesse, un chiffre qui a augmenté de 70 % au cours de la dernière décennie. En 2013-2014, le taux d'obésité pré-gravidique était de 40 à 60 %, aux USA (FLEGAL et al. 2016). Les données provenant des études transversales indiquent qu'environ 20 % des femmes Allemandes sont en surpoids et 9 à 14 % sont obèses avant grossesse (MENSINK et al. 2013, MAX RUBNER INSTITUT 2008). BLONDEL et al. (2006), ont rapporté une augmentation d'IMC pré-gestationnel des femmes en France entre 1998 et 2003. D'autres études ont également indiqué que la moitié des femmes en âge de procréer partout dans le monde sont en surpoids ou obèses (BRANUM et al. 2016, ENGLAND 2016). L'indice de masse corporelle (IMC) augmente avec l'âge. Or, par un phénomène de société, l'âge des femmes ayant leur premier enfant augmente lui aussi (DUCARME et al. 2007). Cette observation est intéressante, surtout de nos jours où l'âge de la première grossesse est de plus en plus élevé (MSPRH 2015). Les professionnels de santé vont être de plus en plus confrontés à des grossesses tardives avec des risques plus importants de prise de poids excessive pendant la grossesse. D'où la nécessité de la mise en place d'une prévention la plus adéquate possible. Lorsqu'une femme présente un IMC normal au moment où elle devient enceinte, celle-ci et son bébé risquent moins de développer des maladies (CATALANO et al. 2014, IOM 2009).

En fonction du gain pondéral total, nous avons pu mettre en évidence que l'obésité avant grossesse est un facteur de risque de gain de poids gestationnel excessif. Ainsi, le pourcentage de gain de poids excessif est significativement plus élevé chez les femmes obèses avant grossesse ( $p < 0,0001$ ). En accord avec nos résultats, plusieurs études ont montré que les femmes en surpoids et obèses avant grossesse sont les plus susceptibles d'avoir un gain de poids excessif au cours de la grossesse (TEBBANI et al. 2018, PAPAIZIAN et al. 2017, OZTURK et al. 2016, GAVARD et al. 2014, RODE et al. 2012, SIMAS et al. 2012, MARGERISON et al. 2010). KRUGER (2005), a montré que 44,4 % des femmes obèses avaient une prise de poids excessive. HAUGEN et al (2014) ont constaté que plus de 50,0 % des femmes en surpoids et obèses avaient un gain de poids gestationnel supérieur aux recommandations. Des associations similaires ont été rapportées dans d'autres études ayant examiné la relation entre l'IMC pré-gestationnel et le gain de poids au cours de la grossesse. Ils ont trouvé des taux de gain de poids gestationnel excessif chez les femmes en surpoids et

obèses allant de 44,0 % à 69,0 % (AKGUN et al. 2017, BOYLE et al. 2014, GAILLARD et al. 2013, KOWAL et al. 2012). Être en surpoids ou obèses avant grossesse et avoir un gain de poids excessif durant la grossesse sont des problèmes importants qui ont été associés à une augmentation des issues défavorables pour les femmes enceintes et leurs enfants, à court et à long terme (GUILLOTY et al. 2015, BAGHERI et al. 2013, REYES et al. 2013, FERRARO et al. 2012).

Le pourcentage de gain pondéral total insuffisant observé dans notre étude est plus élevé chez les femmes obèses (53,3 %) et normo-pondérales (55,4 %) ( $p < 0,0001$ ). Dans son étude, ASSEMBE (2009) a trouvé que le gain de poids insuffisant était plus fréquent chez 68,9 % des femmes qui avaient un IMC normal avant grossesse. Nos résultats sont concordants avec d'autres études qui ont trouvé qu'un IMC maternel avant grossesse élevé est associé à une faible prise de poids pendant la grossesse (TEBBANI et al. 2018, SATO et al. 2012, HEUDE et al. 2011). Le gain de poids insuffisant chez les femmes obèses pourrait s'expliquer par une prise en charge médicale et/ou une surveillance des femmes enceintes de leur gain de poids pour ne pas prendre trop de poids (HEUDE et al. 2011). Cependant, l'information sur le gain pondéral gestationnel idéal pour chaque femme en fonction de son IMC de départ, si elle est délivrée, se trouve parmi une quantité importante de messages à transmettre à la femme pendant sa grossesse. Ainsi, dans notre population, la majorité des femmes enceintes (78,7 %) ne connaissaient pas la valeur appropriée du gain de poids pendant la grossesse et les impacts réels d'un gain de poids anormal (excessif ou insuffisant) sur leur santé et celle de leur enfant. Ceci pourrait expliquer le pourcentage élevé de gain pondéral excessif et insuffisant observé chez les femmes obèses.

Par trimestre, nos données indiquent que l'état pondéral pré-grossesse n'a pas d'effet sur le gain du 1<sup>er</sup> trimestre. Au 2<sup>ème</sup> trimestre (T2), le gain excessif est plus fréquent chez les femmes en surpoids (53,4 %), alors que le gain insuffisant est prédominant chez les femmes obèses (40,2 %) ( $p = 0,01$ ). Au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3), le gain excessif est plus fréquent chez les femmes obèses (36,3 %) et en surpoids (36,2 %) ( $p < 0,0001$ ). Nos résultats sont en accord avec une étude qui a retrouvé qu'un pourcentage de 63,0 % de femmes en surpoids présentait un gain de poids excessif au T2 et un pourcentage de 60,0 % de femmes obèses présentait un gain de poids excessif au T3 (DREHMER et al. (2013). BUTTE et al. (2003) et

CARMICHAEL et al. (1997a) ont rapporté des taux plus élevés de gain de poids au cours du deuxième trimestre de la grossesse, avec des taux plus faibles chez les femmes obèses. Des études suggèrent que le gain de poids pendant la première moitié de la grossesse, quand les réserves de graisse s'accumulent, tend à être plus bas chez les femmes ayant des quantités plus élevées de réserves de graisse à la conception (KING 2000). DIOUF et al, ont constaté que l'IMC pré-gestationnel a été négativement associé au gain de poids du deuxième trimestre de la grossesse, mais il a été positivement associé au gain de poids du troisième trimestre (DIOUF et al. 2011).

### **II. 4. Période gravidique**

#### **II. 4. 1. Parité**

Notre population d'étude est constituée de 114 femmes nulipares (36,3 %), 104 sont des primipares (33,1 %) et 96 sont des multipares (30,6 %). Dans l'étude de TOUATI (2011), 29,0 % des femmes sont des primipares et 44,6 % sont des multipares.

Dans notre étude, le gain de poids total excessif semble plus fréquent chez les femmes nullipares (37,4 %) comparé aux primipares (20,6 %) et aux multipares (24,2 %) ( $p = 0,07$ ). De nombreuses recherches ont montré que la parité influence le gain de poids gestationnel, mais les études se contredisent. Certaines études ont retrouvé que les femmes nullipares sont plus susceptibles d'avoir un gain de poids gestationnel excessif et les femmes qui ont eu au moins un enfant sont plus susceptibles d'avoir un gain de poids insuffisant pendant la grossesse (TEBBANI et al. 2016, LOWELL et al 2010, WELLS et al. 2006, BRAWARSKY et al. 2005). STOTLAND et al. (2006), ont montré que le pourcentage de femmes ayant pris plus de poids qu'il n'était recommandé augmente avec la diminution de la parité. Les nullipares ont 1,5 fois plus de risques que les multipares de dépasser les recommandations en terme de prise de poids. D'autre part, il a été constaté que plus la parité augmente, plus le gain de poids augmente (ZALIHATA 2010). FOUMANE et al. (2014) ont trouvé que la multiparité est le seul facteur de risque de prise de poids excessive pendant la grossesse. Ce facteur, contrairement à la nulliparité, n'est pas couramment trouvé dans la littérature disponible (GAILLARD et al. 2013, HERRING et al. 2012). TOVAR et al (2011), ont conclu que les femmes multipares étaient plus susceptibles d'avoir un gain de poids gestationnel concordant avec les recommandations de l'IOM.

Par trimestre, le pourcentage de gain pondéral excessif observé au 2<sup>ème</sup> trimestre (T2) est plus élevé chez les femmes nullipares ( $p = 0,0003$ ) et le gain pondéral insuffisant est plus fréquent chez les femmes multipares ( $p = 0,0003$ ). Au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3), le pourcentage de gain trimestriel excessif observé est plus élevé chez les femmes nullipares ( $p = 0,01$ ) alors que le gain insuffisant est plus fréquent chez les femmes primipares ( $p = 0,01$ ). Nos résultats rejoignent les observations faites par CHRIS et al. (2003) et HARRIS et al. (1997), qui avaient décrit les primipares (ayant un enfant) comme à risque de gain de poids insuffisant. Selon ABRAMS et al, au T2 et T3, la parité est associée négativement au gain pondéral. La nulliparité est le prédicateur le plus important du gain de poids gestationnel excessif (ABRAMS et al. 1995a). De même, DREHMER et al. (2013), ont trouvé que 48,0 % des femmes nullipares avaient gain de poids excessif au T2 et 46,0 % au T3. Par contre, nos résultats sont différents de ceux de CHRIS et al. (2003), qui avaient également décrit les multipares comme à risque de prise de poids excessive. Le gain de poids excessif observé chez les femmes nullipares pourrait être expliqué par le manque d'expérience de ces femmes. Celles-ci auraient tendance à consommer plus, contrairement aux femmes multipares qui auraient tendance à surveiller beaucoup plus leur poids, en raison des expériences et connaissances antérieures.

#### **II. 4. 2. Connaissances des femmes sur le gain de poids gestationnel approprié**

Dans notre étude, 78,7 % des femmes enceintes déclaraient n'avoir reçu aucune information sur le gain pondéral pendant la grossesse. Ainsi, dans notre population, les connaissances des femmes en matière de prise pondérale au cours de la grossesse sont donc insuffisantes. Plusieurs travaux sur les femmes enceintes ont montré que les femmes ont reçu des informations insuffisantes et limitées sur le gain de poids gestationnel recommandé (BROWN et al. 2012, MCDONALD et al. 2011). Dans son étude, STENGEL et al (2012), ont rapporté qu'entre un tiers à la moitié des femmes enceintes n'ont eu aucune information sur le gain de poids gestationnel approprié. D'autres études rapportent que beaucoup de femmes ont déclaré recevoir des informations erronées sur le gain de poids à prendre ; les professionnels de santé ont conseillé la même prise pondérale quel que soit l'état pondéral pré-grossesse. De plus, les femmes ont déclaré que les professionnels de santé n'ont pas insisté sur l'importance du gain de poids gestationnel et ses conséquences et ne se sont pas inquiétés lorsqu'une

femme avait une prise excessive (LEIFERMAN et al. 2014, STENGEL et al. 2012, WILKINSON et al. 2012, OLANDER et al. 2011).

Nos résultats montrent que, en fonction du gain de poids gestationnel, les femmes à gain normal (29,3 %) sont plus nombreuses à déclarer connaître le gain pondéral gestationnel approprié, alors que celles à gain insuffisant (85,2 %) et à gain excessif (76,0 %) sont plus nombreuses à déclarer ignorer le gain idéal ( $p = 0,03$ ). Ces résultats confirment les résultats d'autres études ayant montré que les femmes enceintes qui ont reçu des informations et des conseils sur le gain de poids idéal au cours de la grossesse ont eu un gain pondéral conforme aux recommandations de l'IOM (WILLCOX et al. 2015, TOVAR et al. 2011). Le risque de gain de poids inadéquat (excessif ou insuffisant) est plus élevé chez les femmes qui ne reçoivent pas une éducation adéquate et / ou des conseils liés au gain de poids au cours de la grossesse (BAGHERI et al. 2013). De plus, les conseils sur le gain de poids semblent être donnés tardivement pendant la grossesse, ou ne sont pas délivrés du tout. Ne recevoir aucun conseil de la part des professionnels de santé sur le gain de poids gestationnel au cours de la grossesse, une situation assez répandue, était associée à des gains de poids gestationnels excessifs ou insuffisants (IOM 2009, COGSWELL et al. 1999). Le Collège Américain des Obstétriciens et Gynécologues (ACOG) recommande fortement le conseil préconceptionnel et/ou l'éducation sur le gain de poids idéal lors de la première visite prénatale (ACOG 2003).

Comme sources d'informations, les médias (internet, télévision, radio et presses) sont les plus citées chez 50,7 % des femmes enceintes de notre étude. Un pourcentage de 35,8 % des femmes de notre étude considère le gain gestationnel idéal celui acquis lors des grossesses précédentes. Aussi, 10,4 % des femmes ont été renseignées par leur entourage et seules 6,0 % ont été renseignées par un professionnel de santé (gynécologue, médecin général ou sage femme). Ceci est en accord avec les données de l'enquête sanitaire « Baromètre Santé Nutrition », qui retrouve toujours le même ordre d'apparition des sources dans les enquêtes de 1996, 2002 et 2008 (INPES 2008, GUILBERT et al. 2003, INPES 2002). En effet, la grossesse est un moment propice où la femme enceinte est en demande d'informations, notamment sur le gain pondéral idéal. Cependant, la majorité des femmes préfèrent l'information qu'elles trouvent par l'intermédiaire des médias et que leur transmet leur entourage. Ce qui peut s'expliquer par le besoin de compléter les informations reçues du

consultant et par l'influence de l'entourage qui peut être prépondérant. De plus, le gain de poids est abordé par les professionnels de santé seulement pour les femmes présentant des complications ou demandant des conseils. SZWAJCER et al. (2005), ont révélé que certaines femmes enceintes utilisent comme source d'information leur propre expérience lors de grossesses ultérieures.

Le personnel de santé (gynécologue, sage-femme, ...) est la source d'information la plus fréquente chez les femmes à gain de poids normal ( $p = 0,05$ ). Nos résultats sont en accord avec des études ayant rapporté que les informations fournies par les professionnels de santé sur le gain pondéral gestationnel approprié ont été associées à un gain de poids conforme aux recommandations de l'IOM (TOVAR et al. 2011, COGSWELL et al. 1999). MICHIE et al. (2011), ont indiqué que l'acquisition d'informations sur le gain de poids par le professionnel de santé est un premier pas important vers l'obtention d'un poids normal pendant la grossesse. Ces résultats mettent en évidence l'importance pour les professionnels de santé d'identifier et de comprendre les objectifs de prise de poids au cours de la grossesse. Cependant, si l'information est donnée tardivement et accompagnée par une méconnaissance des risques encourus, certaines femmes risquent une prise de poids dépassant les recommandations (CHENAIS 2007). De plus, des études ont trouvé qu'une grande proportion de personnels de santé manque de connaissances sur les recommandations de gain de poids durant la grossesse (WILKINSON et al. 2013).

Nos résultats mettent en évidence que les médias sont un facteur de risque de gain de poids excessif au cours de la grossesse. Les médias sont la source d'information la plus fréquente chez les femmes à gain pondéral excessif (80,0 % ;  $p = 0,02$ ). Ceci est concordant avec d'autres études qui ont montré que, de nombreuses femmes enceintes cherchent des informations sur le gain pondéral sur Internet ce qui peut conduire à des informations non fiables et à des messages contradictoires entraînant un gain pondéral gestationnel excessif (LEIFERMAN et al. 2014, STENGEL et al. 2012). En outre, les conseils que les femmes reçoivent pendant la grossesse sur le gain de poids gestationnel approprié sont généralement insuffisants et brefs. Le manque d'informations détaillées et personnalisées de la part des professionnels de santé conduit les femmes à rechercher des informations auprès de sources potentiellement peu fiables telles que les médias, les magazines et les blogs en ligne ; les

rendant souvent plus confuses (BROWN et al. 2012, GIRARD et al. 2012, MCDONALD et al. 2011). Pour les femmes enceintes, les médias sont un moyen rapide d'obtenir des informations et des réponses directes à des interrogations (CHENAIS 2007).

Le professionnel de santé, les médias, la famille et l'entourage jouent un rôle fondamental dans l'élaboration des informations sur le gain de poids durant la grossesse et les comportements alimentaires qui perdureront tout le long de la vie. Face à ces différentes sources disponibles, il est fondamental que la femme enceinte puisse trouver ses repères.

### **II. 4. 3. Signes sympathiques de la grossesse**

Les signes sympathiques de la grossesse sont plus fréquents durant le 1<sup>er</sup> trimestre (T1) de grossesse. Un pourcentage de 86,6 % des femmes enceintes de notre population déclare avoir des signes sympathiques au T1, 44,7 % au T2 et 49,2 % au T3. Les signes sympathiques les plus fréquents sont les nausées et les vomissements pour les trois trimestres de grossesse. Ces signes sont retrouvés dans nombreuses études (KOREN et al. 2014, CHORTATOS et al. 2013, JEWELL et al. 2003). Une méta-analyse, qui comprenait 23 études ; a montré que les nausées et vomissements de la grossesse affectent près de 70,0 % des femmes dans le monde (EINARSON et al. 2013). Dans une enquête de cohorte norvégienne, le taux de nausées et de vomissements de grossesse était de 33,0 % chez 51 675 femmes (CHORTATOS et al. 2015). Les causes sous-jacentes des nausées et des vomissements de la grossesse restent peu claires, mais les changements hormonaux sont supposés être une cause potentielle. L'augmentation rapide de l'hormone gonadotrophine chorionique humaine (HCG) et de l'œstrogène en début de grossesse ont été associées à ces troubles. La progestérone, qui est libéré pendant la grossesse, a été suggérée de causer la motilité gastrique retardée et peut donc provoquer des nausées (DAVIS 2004).

Dans notre étude, les signes sympathiques de la grossesse sont un facteur de risque de gain pondéral gestationnel insuffisant. Quel que soit le trimestre de grossesse, les femmes enceintes ayant un gain de poids trimestriel et total insuffisant sont plus nombreuses à présenter des signes sympathiques ( $p < 0,05$ ). Plusieurs études ont trouvé des résultats similaires aux nôtres. Les vomissements fréquents surtout au début de grossesse étaient associés à une faible prise de poids (HEUDE et al. 2011, FOULHY 2007, KARI 2007,



DODDS et al. 2006, KINNUNEN et al. 2003). Dans l'étude de HASTOY et al (2015), les femmes souffrant de nausées et vomissements avaient un gain de poids insuffisant pendant leur grossesse plus important que les femmes sans nausées et vomissements. Les recherches montrent que les causes de nausées et vomissements ainsi que ses conséquences maternelles et fœtales ne sont pas clairement établies (GOODWIN 2008, EINARSON et al. 2007, JEWELL et al. 2003). L'hypothèse la plus commune proposée pour expliquer les nausées et vomissements est basée sur le fait qu'ils conduisent à une fonction digestive anormale, qui se traduit par un apport insuffisant en nutriments des femmes enceintes, expliquant ainsi le gain pondéral insuffisant (BIRKELAND et al. 2015, FOULHY 2007). Des études ont rapporté que les femmes atteintes de nausées et de vomissements fréquents avaient un gain pondéral gestationnel insuffisant et un faible poids de bébé à la naissance, en comparaison avec un groupe témoin (TEMMING et al. 2014, ROSEBOOM et al. 2011, BAILIT 2005).

D'après nos résultats, nous avons également trouvé que les femmes ayant un gain pondéral gestationnel excessif ont, comme signe sympathique, une augmentation de l'appétit au cours de la grossesse ( $p < 0,05$ ). En accord avec nos résultats, OLAFSDOTTIR et al (2006), ont montré que les femmes qui mangeaient de grandes quantités de nourriture en raison d'une augmentation de leur appétit au cours de la grossesse étaient plus susceptibles de rapporter un gain de poids excessif que les femmes qui ne signalaient pas ces comportements (OLAFSDOTTIR et al. 2006).

## **II. 5. Comportement alimentaire**

### **II. 5. 1. Aversions alimentaires au cours de la grossesse**

Les aversions alimentaires de la grossesse ressenties par les femmes enceintes de notre étude sont plus fréquentes au cours du premier trimestre (T1) de grossesse. Un pourcentage de 62,7 % des femmes déclare avoir des aversions alimentaires au T1, 27,7 % au T2 et 18,4 % au T3. Le dégoût des aliments est un aspect mis en avant par les femmes surtout en premier trimestre. Ce phénomène est bien connu et est lié aux modifications hormonales du début de la grossesse (FOULHY 2007). JAMIN (2014) a décrit que les dégoûts et le changement de perception des aliments pourraient être dû à l'exacerbation olfactive liée à l'augmentation du taux d'hormones pendant la grossesse. En effet, la perception des odeurs est dépendante des

hormones et par conséquent, plus le taux d'hormones est élevé, plus la perception des odeurs est forte (SARL LIVE & WORK 2015).

Dans notre étude, les aversions alimentaires au T1 ont une influence sur le gain pondéral gestationnel. Les femmes ayant un gain insuffisant au T1 ( $p < 0,0001$ ) et un gain insuffisant total ( $p = 0,028$ ) sont significativement plus nombreuses à déclarer avoir des aversions. Alors que les femmes ayant un gain normal trimestriel et total sont celles qui déclarent les moins de dégoûts. Des résultats similaires aux nôtres ont été retrouvés par FOULHY (2007), qui a montré que les aversions alimentaires sont associées au gain pondéral gestationnel insuffisant surtout au premier trimestre de grossesse. Nos résultats pourraient être expliqués par la plus grande fréquence de nausées (65,9 %) et de vomissements (52,9 %) observés dans notre étude durant le premier trimestre de grossesse qui peuvent troubler les prises alimentaires et engendrer un gain pondéral insuffisant. De même, BAYLEY et al, ont expliqué que les aversions alimentaires sont plus souvent associées à une réponse aux nausées et aux vomissements et sont donc susceptibles d'être associées à l'évitement des aliments et à un gain de poids gestationnel insuffisant (BAYLEY et al. 2002). BROWN et al, décrivent une hypothèse qui s'appelle l'hypothèse de l'évitement du syndrome métabolique gestationnel. Cette hypothèse soutient que les aversions alimentaires pendant la grossesse peuvent avoir évolué en partie pour motiver les femmes à éviter de manger des aliments qui augmentent le risque de développer un diabète sucré gestationnel et une pré-éclampsie (BROWN et al. 2013).

Concernant les aliments évités, les viandes et produits carnés ( $p < 0,0001$ ), les laitages ( $p = 0,02$ ) et les féculents ( $p = 0,0012$ ) sont les plus évités par les femmes ayant un gain pondéral insuffisant. Nos résultats sont en accord avec plusieurs études qui ont suggéré que, les femmes enceintes trouvent généralement les aliments d'origine animale (viandes, poissons, œufs) plus aversifs que les aliments d'origine végétale (fruits et légumes), parce que les aliments d'origine animale sont soumis à des taux de détérioration et de parasitisme plus rapides que les aliments d'origine végétale (STEINMETZ et al. 2012, WEIGEL et al. 2011, FESSLER et al. 2005). Cependant, les aliments d'origine animale sont des sources de plusieurs micronutriments essentiels au développement précoce du fœtus. Les déficiences en certains micronutriments (fer, calcium, vitamine D, folates, zinc) au début de la grossesse peuvent réduire les chances de survie du fœtus ou augmenter les risques de développement

altéré (FORBES 2014, BATH et al. 2013, MACONOCHIE et al. 2007). Ces micronutriments sont mieux obtenus par la consommation d'aliments d'origine animale (BONHAM et al. 2008, BIESALSKI 2005). Le manque de consommation de tous ces aliments peut conduire à un gain pondéral insuffisant au cours de la grossesse (FLAXMAN et al. 2000).

### **II. 5. 2. Envies alimentaires au cours de la grossesse**

Le désir et l'envie de manger des aliments spécifiques par les femmes enceintes de notre étude est plus courant pendant le premier trimestre (T1) de grossesse. La majorité des femmes (66,6 %) déclarent avoir des envies spéciales lors du T1, contre seulement 16,3 % au T2 et 17,4 % au T3. Les fruits et les sucreries sont les aliments les plus désirés par les femmes au cours de la grossesse. HILL et al. (2016) ont montré que, près de 40,0 % des femmes ont des envies alimentaires pendant la grossesse. Ils ont rapporté que les aliments les plus souvent désirés étaient les aliments sucrés (35,0 %), les fruits et les jus de fruits (13,0 %) (HILL et al. 2016). Les femmes enceintes sont réputées d'avoir des envies alimentaires plus ou moins marquées. Ces modifications gustatives et olfactives ont plusieurs interprétations : Les envies alimentaires seraient l'expression de besoins physiologiques. Elles sont une façon d'adaptation pour aider la femme enceinte à satisfaire ses besoins nutritionnels. La femme peut avoir besoin de sodium et ainsi elle peut désirer des aliments salés. Egalement, avoir envie de viande rouge serait le signe d'un besoin en fer (ORLIAGUET 2013). Cependant, il n'existe à l'heure actuelle aucune preuve que les carences nutritionnelles potentielles sont traduites en fringales et envies chez les femmes enceintes. Les envies alimentaires s'expriment par un désir excessif et inhabituel d'un aliment parfois hors saison, sans rapport avec le climat et à n'importe quel moment de la journée (HUMEAU 1999).

Dans notre étude, les envies alimentaires au premier trimestre (T1) sont des facteurs de risque de gain pondéral total excessif. Les femmes ayant un gain excessif (78,3 % ;  $p = 0,0039$ ) sont significativement plus nombreuses à déclarer avoir des envies au T1. Nos résultats sont concordants avec plusieurs études ayant démontré que les envies alimentaires contribuent à un gain de poids gestationnel excessif (ORLOFF et al. 2014). De même, HILL et al. (2016), ont trouvé que les femmes ayant des envies ont pris plus de poids pendant la grossesse. KING (2000), a suggéré que les envies alimentaires de la grossesse augmentent l'apport énergétique, ce qui a été attribué à un gain de poids gestationnel excessif. D'autres

études ont suggéré que les changements physiologiques et hormonaux qui se produisent pendant la grossesse peuvent jouer un rôle dans le développement des envies de la grossesse. Un besoin accru d'énergie ou d'autres nutriments peut déclencher la consommation d'aliments spécifiques et donc entraîner un gain pondéral excessif (FAIRBURN et al. 1992, BROWN et al. 1986, HOOK 1978).

Concernant les aliments désirés au premier trimestre, les fruits ( $p = 0,04$ ), les sucreries ( $p = 0,02$ ) et les Junk-Food ( $p = 0,03$ ) sont les plus désirés par les femmes ayant un gain pondéral excessif. Au cours du T2 et T3, aucune différence significative n'est observée entre les aliments désirés par les femmes enceintes et les catégories du gain pondéral gestationnel. Les fruits, les sucreries et les Junk-Food sont des aliments riches en sucres et en lipides. Les envies de sucré pourraient être motivées par le fait que leur consommation provoque une sensation de plaisir. En revanche, elles risquent d'augmenter le gain pondéral gestationnel, d'autant plus que les femmes enceintes ont déclaré avoir rarement résisté à ces envies. L'abus de sucre est en grande partie responsable d'un gain de poids excessif, de plus, il entraîne des hypoglycémies qui incitent à une nouvelle consommation de sucre (ORLIAGUET 2013).

« Mange pour deux » est un conseil que beaucoup de grands-mères donnent encore à leur petite fille enceinte. Cette croyance est quasi universelle : la femme enceinte doit bien manger, ne pas se priver, et ses envies alimentaires doivent être assouvies au maximum. Qui ne connaît pas l'image du père allant chercher des fraises en plein hiver réclamées par leur compagne (ALEXANDRA 2011). Ces convoitises étaient réputées pour laisser des marques sur le corps de l'enfant, par exemple une envie de café « une tâche café au lait », et les envies de fraises des angiomes. D'après une croyance populaire, pour éviter que l'enfant ne naisse avec la marque d'un désir de sa mère, source de malheur pour lui, l'entourage de la femme enceinte devait satisfaire ses désirs. On pensait qu'une frustration chez la mère pouvait également entraîner une fausse-couche. Dans les mœurs traditionnelles, les envies étaient dues au fait que le fœtus prenait possession du corps et de l'esprit de sa mère. Si les envies n'étaient pas satisfaites, le fœtus essayait de sortir du ventre de sa mère qui alors perdait celui-ci (SEGELLE 2005).

### II. 5. 3. Modifications des habitudes alimentaires

Il ressort de notre étude que 68,8 % des femmes enceintes au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), 59,7 % au 2<sup>ème</sup> (T2) et 50,8 % au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3) de grossesse, déclarent modifier leur habitudes alimentaires. Ces modifications sont plus fréquentes chez les femmes ayant un gain de poids insuffisant et excessif lors du T1 ( $p = 0,007$ ) et chez les femmes ayant un gain de poids excessif au T2 ( $p < 0,05$ ). Au cours du T3, le pourcentage de déclaration de modifications des habitudes alimentaires est proche quel que soit le groupe de gain pondéral. ABRAHAM et al, ont mis en évidence le fait que l'alimentation est une préoccupation majeure chez la femme et d'autant plus lorsqu'elle est enceinte. Les futures mères ne sont pas insensibles aux modifications corporelles. Une femme sur deux change son comportement alimentaire pendant la grossesse. Les femmes craignent de perdre le contrôle des quantités ingérées. C'est cette peur qui explique que certaines femmes soit, baissent les bras et se donnent le droit de grossir entraînant une prise de poids excessive, soit, se fixent sur la composition de leur alimentation dans un souci de diététique poussé à l'extrême et ne prennent pas assez de poids (ABRAHAM et al. 1994). Dans notre étude, selon les dires des femmes, les modifications des habitudes alimentaires de certaines femmes enceintes sont basées sur des craintes telles que la peur de prendre trop de poids, la peur d'avoir un gros bébé, la peur d'accoucher par césarienne, la peur des infections alimentaires, la peur pour la santé de l'enfant à naître et la crainte des désagréments de la grossesse. C'est sur ces points que les professionnels de santé peuvent agir et diminuer les craintes en prodiguant une information nutritionnelle adaptée à chaque femme. Cependant, la diminution de consommation alimentaire au premier trimestre de grossesse peut être expliquée par la plus grande fréquence observée de nausées et de vomissements durant ce trimestre de la grossesse. Le dégoût des aliments est aussi un aspect mis en avant par les femmes (62,7 %). Ce phénomène est bien connu et est lié aux modifications hormonales du début de la grossesse. Il arrive parfois que cette période soit propice aux pertes pondérales plutôt qu'au gain.

Concernant les types de modifications alimentaires, au T1, 43,9 % des femmes déclarent manger moins et au T2 et T3, respectivement 40,3 % et 23,1 % des femmes déclarent augmenter leur consommation alimentaire. En fonction du gain de poids trimestriel et total, le gain excessif est significativement plus fréquent chez les femmes ayant déclaré augmenter leur consommation alimentaire ( $p < 0,01$ ) et le gain insuffisant est plus élevé chez

les femmes qui ont déclaré diminuer leur consommation alimentaire ( $p < 0,01$ ). De nombreux travaux ont indiqué que l'augmentation de la consommation alimentaire est liée à un gain de poids excessif, alors que la réduction de la consommation alimentaire est associée à une diminution du gain pondéral gestationnel et du poids à la naissance (BERGMANN et al. 1997, SUSSER 1991). Les femmes qui mangeaient de grandes quantités de nourriture étaient plus susceptibles de rapporter un gain de poids excessif que les femmes qui ne signalaient pas ces comportements (OLAFSDOTTIR et al. 2006). OLSON et STRAWDERMAN (2003) ont interrogé les femmes sur les changements dans la quantité de nourriture consommée avant et pendant la grossesse. Ils ont constaté que les femmes qui mangeaient "beaucoup plus" pendant leur grossesse avaient un Odds ratio ajusté de 2,35 pour un gain de poids excessif pendant la grossesse. L'augmentation ou la diminution de la consommation alimentaire augmente les risques de complications pendant la grossesse et compromet également les issues fœtales. Cependant, les effets des déficits et / ou des excès nutritionnels ne sont pas clairs (BLUMFIELD et al. 2012, BROWN 2010). Des modes de vie sains ont été associés à un gain de poids plus sain (OLAFSDOTTIR et al. 2006, OLSON et al. 2003).

### **II. 5. 4. Sauts des repas**

Dans notre étude, le saut des repas est fréquent surtout au premier trimestre (respectivement 26,1 %, 10,2 % et 15,6 % des femmes enceintes sautent le petit déjeuner, le déjeuner et le dîner). Le saut des repas est un facteur de risque de gain pondéral gestationnel insuffisant. Ainsi, au premier trimestre, les femmes ayant un gain de poids trimestriel et total insuffisant sont plus nombreuses à sauter tous les repas ( $p < 0,01$ ). Au deuxième trimestre, les femmes enceintes ayant un gain de poids trimestriel et total insuffisant sont plus nombreuses à sauter le petit déjeuner ( $p = 0,04$ ). Au troisième trimestre, les femmes ayant un gain pondéral total insuffisant sont plus nombreuses à sauter le dîner ( $p = 0,05$ ). Notre étude vient confirmer les résultats retrouvés dans d'autres études antérieures qui ont montré que les sauts des repas peuvent être la cause d'un gain de poids gestationnel inadéquat (insuffisant ou excessif) (ABRAMS et al. 1995a, IOM 1990).

Les trois repas par jour sont essentiels, afin d'assurer un apport énergétique suffisant, et de prévenir des éventuels grignotages. Le fractionnement des repas permet de répartir les calories entre les trois repas principaux et les collations. Les collations ne doivent pas

constituer un apport supplémentaire mais bien permettre de compléter l'apport des repas et d'étaler la ration alimentaire sur la journée. Un manque de fractionnement est également à l'origine d'un déséquilibre alimentaire (PNNS 2007, FOULHY 2007).

### II. 5. 5. Grignotage

Parmi les femmes enceintes interrogées, plus de 50,0 % déclarent grignoter en dehors des repas au cours de la grossesse. Ce comportement est plus fréquent chez les femmes ayant un gain de poids excessif lors des trois trimestres de grossesse ( $p < 0,0001$ ). Quel que soit le trimestre considéré, le grignotage nocturne est le plus fréquent, et les femmes ayant un gain de poids excessif sont plus nombreuses à grignoter la nuit ( $p < 0,0001$ ). Ces résultats sont similaires à ceux des études qui ont montré que le grignotage est associé à un gain de poids excessif au cours de la grossesse (OLAFSDOTTIR et al. 2006, ABRAMS et al. 1995a).

Dans notre étude, au premier trimestre (T1), les femmes ayant un gain pondéral excessif sont plus nombreuses à grignoter des sucreries ( $p = 0,0062$ ) et des fruits ( $p = 0,0031$ ). Au T2 et T3, les femmes à gain excessif sont significativement plus nombreuses à grignoter des sucreries, des fruits et des produits laitiers ( $p < 0,0001$ ). Nos résultats sont en accord avec une étude prospective de 495 femmes enceintes qui a montré que les femmes qui ont mangé plus de sucreries au début de la grossesse étaient plus susceptibles d'avoir un gain de poids excessif (OLAFSDOTTIR et al. 2006). Dans la même étude, les auteurs ont trouvé que la consommation de laitages et de sucreries durant le 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse était associée à un risque accru de gain pondéral gestationnel excessif (OLAFSDOTTIR et al. 2006).

L'augmentation de la consommation de sucreries ou de boissons sucrées a été liée à un risque accru de gain de poids excessif au cours de la grossesse (SCHULZE et al. 2004). Lors de la grossesse, les femmes sont sujettes à des fringales et des envies, elles ressentent plus fréquemment une sensation de faim qui est souvent comblée par le grignotage. De plus, les préférences alimentaires des femmes se tournent vers des produits sucrés tels que les sucreries, les sodas et les boissons sucrées, les pâtisseries, le chocolat ou les biscuits. Ces aliments sont riches à la fois en glucides simples et en lipides. En cas de consommation trop fréquente ou exagérée, ils peuvent être à l'origine d'une prise de poids excessive. D'après

GUILLOTY et al. (2015), la consommation exagérée des sucreries est significativement associé à une prise de poids excessive au cours de la grossesse.

Concernant les produits laitiers, de nombreuses études ont rapportée un gain pondéral excessif et des poids de naissance plus élevés, avec une consommation très importante de lait et de produits laitiers (OLSEN et al. 2007, MANNION et al. 2006, MOORE et al. 2004). Les auteurs suggèrent que des niveaux plus élevés de facteur de croissance analogue à l'insuline-1 (IGF-1) associé à la consommation de lait peuvent entraîner cette association. L'IGF-1 est présent dans les produits laitiers à faible teneur en matières grasses et en lait entier. Ils n'ont pas pu déterminer si les recommandations actuelles pour 3 portions de produits laitiers par jour devraient être révisées (US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES 2005). Plusieurs études ont également identifié des relations spécifiques entre le gain de poids gestationnel supérieur aux recommandations de l'IOM et la consommation excessive de produits laitiers, en raison de leur teneur élevé en sucres rapides (SAYON-OREA et al. 2013, STREULING et al. 2011, STUEBE et al. 2009).

Les fruits sont riches en vitamines et en sels minéraux mais contiennent également des sucres rapides, donc la consommation excessive des fruits pourrait entraîner un gain de poids excessif (SAYON-OREA et al. 2013, STUEBE et al. 2009). La consommation excessive des aliments riches en sucres entraîne un stockage dans le tissu adipeux, donc un gain de poids excessif (MONTIGNAC 2001).

### **II. 6. Consommation alimentaire**

La consommation alimentaire au cours de la grossesse influence le gain de poids gestationnel ainsi que la santé à court et à long terme de la mère et de l'enfant (SMITH et al. 2014, SYMONDS et al. 2012). Une alimentation adéquate au cours de la grossesse est nécessaire pour un gain de poids optimal et pour la santé de la mère et du bébé (MELERE et al. 2013). A l'inverse, une alimentation déséquilibrée est associée à un gain pondéral gestationnel inadéquat (excessif ou insuffisant) et augmente le risque de rétention de poids du post partum (OLAFDOTTIR et al. 2006, OLSON & STRAWDERMAN 2003).



### II. 6. 1. Apports alimentaires

#### ❖ Apports énergétiques totaux

Dans notre étude, l'apport énergétique total moyen augmente ( $p < 0,0001$ ) entre le 1<sup>er</sup> (1762,8 ± 727,3 kcal/j) et le 2<sup>ème</sup> trimestre (2192,6 ± 692,4 kcal/j) puis se stabilise au troisième trimestre (2121,1 ± 652,4 kcal/j). Les apports énergétiques recommandés chez les femmes enceintes au cours de la grossesse sont de 2000 kcal/j au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), de 2100 à 2200 kcal/j au 2<sup>ème</sup> trimestre (T2) et de 2350 à 2500 kcal/j au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3) (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, MARTIN 2001). Comparés à ces recommandations, 63,7 % de nos sujets au T1, 48,0 % au T2 et 66,9 % au T3 ont des apports caloriques inférieurs aux ANC. Nos résultats sont similaires aux données de l'Enquête Nationale Allemande sur la consommation alimentaire qui indique que l'apport moyen en énergie et nutriments chez les femmes enceintes est insuffisant (MAX RUBNER INSTITU 2008). Des études ont trouvé que, la ration alimentaire de la femme enceinte augmente spontanément au cours du 2<sup>ème</sup> trimestre de la grossesse (VAMBERGUE 2006). Dans notre étude, les apports caloriques insuffisants au T1, pourraient être expliqués par les fréquences élevés de nausées (65,9 %), de vomissements (52,9 %) et par les aversions alimentaires (62,7 %) observés chez nos sujets. Egalement, la crainte de faire un gros bébé ou de prendre trop de poids pendant la grossesse peut générer des comportements caloriques restrictifs pouvant expliquer l'apport calorique inférieur aux ANC au T3.

En fonction du gain pondéral trimestriel et total, l'apport calorique des femmes ayant un gain pondéral excessif est supérieur à celui des femmes avec un gain normal et un gain insuffisant ( $p < 0,0001$ ) quel que soit le trimestre de grossesse. Comparés aux apports nutritionnels conseillés (ANC), entre le T1 et le T3, 7,0 à 24,0 % des femmes à gain de poids excessif ont des apports caloriques supérieures et 18,0 à 29,0 % des apports inférieures aux ANC. Chez les femmes à gain de poids insuffisant, 0 à 5,0 % ont des apports caloriques supérieurs et 57,0 à 64,0 % des apports inférieures aux ANC. Ainsi, les femmes ayant un gain de poids excessif sont plus nombreuses à avoir des apports caloriques supérieurs aux ANC. Tandis que les femmes ayant un gain de poids insuffisant sont plus nombreuses à avoir des apports caloriques inférieurs aux ANC.

Le gain de poids est directement lié à l'apport en énergie. L'énergie est nécessaire aux mécanismes physiologiques permettant le développement du fœtus et l'accumulation de réserves chez la mère en vue de faire face aux besoins de l'allaitement. Ces deux phénomènes sont les principaux acteurs du gain de poids chez la femme enceinte. Plusieurs études ont montré qu'un apport énergétique plus élevé était associé à un gain pondéral gestationnel excessif (DIEMERT et al. 2016, GAILLARD et al. 2013, HERRING et al. 2012, STREULING et al. 2011). D'autres études ont indiqué qu'un apport énergétique faible est associé à un gain de poids insuffisant pendant la grossesse (RUSH 2001, RONDO et al. 1999, BERGMANN et al. 1997) et peut avoir des répercussions sur le poids de naissance du nouveau-né (TEBBANI et al. 2017a, PALOU et al. 2012, SYMONDS et al. 2012b). Dans une étude prospective de cohorte menée sur 406 femmes enceintes, un apport énergétique plus élevé au cours du 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse était associé à un gain gestationnel excessif, mais l'apport énergétique en début de grossesse n'était pas associé avec le gain pondéral gestationnel (OLAFSDOTTIR et al. 2006). Une revue systématique suggère qu'un apport énergétique total plus élevé durant la grossesse est associé à une prise de poids excessive. Aucune différence n'a été démontrée entre les études réalisées dans les pays à revenu élevé et les études réalisées dans les pays à revenu faible ou intermédiaire (TIELEMANS et al. 2016). Un apport alimentaire excessif au cours de la grossesse se répercute cliniquement par une prise de poids excessive, avec une majoration des risques de complications vasculaires maternelles (FOULHY 2007). Par contre, un apport énergétique total insuffisant a été associé à un risque accru de faible poids à la naissance (KAISER 2002).

Accompagner une femme enceinte dans son alimentation au cours de la grossesse est un sujet complexe, qui relève de l'éducation nutritionnelle. La grossesse est en effet un moment adaptée pour aborder ce sujet (SELLES 2010, POULAIN 2002). La nutrition pendant la grossesse n'affecte pas seulement le développement fœtal, mais aussi le risque de maladies chroniques à l'âge adulte (KOLETZKO et al. 2012, SILVEIRA et al. 2007). Une surveillance de l'alimentation est donc un moyen efficace de lutter contre un gain de poids inadéquat (excessif ou insuffisant), soit en évitant son apparition, soit en limitant son aggravation.

### ❖ Apports protéiques

D'après nos résultats, le pourcentage moyen d'énergie provenant des protéines passe de  $14,3 \pm 3,0$  % au trimestre 1 (T1), à  $14,8 \pm 2,6$  % au trimestre 2 (T2) et à  $14,7 \pm 2,2$  % au trimestre 3 (T3). Nos résultats sont conformes aux recommandations (ANC) (12 à 15 %) (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, MARTIN 2001). Dans notre étude, un pourcentage de 17,0 % des femmes au T1, 12,3 % au T2 et 9,7 % au T3 a des apports protéiques inférieurs aux recommandations. Aussi, 27,0 % des femmes au T1, 33,0 % au T2 et 29,0 % au T3 ont des apports protéiques supérieurs aux recommandations. La consommation de quantités plus élevées de protéines a été associée à un poids de naissance plus élevé (BLUMFIELD et al. 2012, MANNION et al. 2006, MOORE et al. 2004). Tandis que l'apport protéique insuffisant prédispose le fœtus à la naissance prématurée et à un faible poids à la naissance (SIEGA-RIZ et al. 2004).

En fonction du gain pondéral, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre l'apport protéique et les groupes de gain pondéral quel que soit le trimestre de grossesse. Nos résultats sont en accord avec l'étude d'OLAFSDOTTIR et al. (2006), qui ont montré l'absence de différence significative entre l'apport en protéines et les groupes de gain pondéral (OLAFSDOTTIR et al. 2006). D'autres études, n'ont pas réussi à identifier une relation entre les protéines et le gain de poids au cours de la grossesse (TIELEMANS et al. 2016, HERRING et al. 2012, STREULING et al. 2011).

Comparés aux apports nutritionnels conseillés (ANC), 19,0 à 29,0 % des femmes à gain pondéral excessif ont des apports protéiques supérieures et 11,0 à 12,0 % des apports inférieures aux ANC. Chez les femmes ayant un gain de poids insuffisant, 30,0 à 32,0 % ont des apports protéiques supérieurs et 11,0 à 23,0 % des apports inférieures aux ANC. Certaines études suggèrent que l'augmentation de l'apport protéique a été associée à un gain de poids excessif (POPA et al. 2014, SHIN et al. 2014, GAILLARD et al. 2013, STREULING et al. 2011, LAGIOU et al. 2004). D'autre part, des chercheurs ont suggéré qu'un apport élevé en protéines pourrait diminuer le gain de poids gestationnel en raison d'une dépense énergétique plus élevée parce que la thermogénèse des protéines est plus élevée que celle des glucides ou des graisses (RABEN et al. 2003). De plus, une consommation plus élevée de protéines pourrait augmenter la satiété, car il a été démontré que les protéines, et en particulier les

protéines animales, procurent un niveau de satiété plus élevé que les glucides ou les graisses, ce qui peut affecter l'apport énergétique global (MIKKELSEN et al. 2000, LATNER et al. 1999).

### ❖ Apports glucidiques

Lors des trois trimestres de grossesse, le pourcentage moyen d'énergie provenant des glucides passe de  $62,4 \pm 7,9$  % au trimestre 1 (T1), à  $62,9 \pm 6,0$  % au trimestre 2 (T2) et à  $63,2 \pm 5,9$  % au trimestre 3 (T3). Ce pourcentage est supérieur aux ANC (50 à 55 %) (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, MARTIN 2001). Comparés aux ANC, 80,3 % des femmes au T1, 87,7 % au T2 et 87,3 % au T3 ont des apports glucidiques supérieurs aux recommandations. Seules, 13,7 % des femmes au T1, 11,0 % au T2 et 12,4 % au T3 ont des apports glucidiques conformes aux recommandations (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, MARTIN 2001). La part des glucides simples dans l'ensemble des glucides s'élève à 28 % chez nos sujets, alors que celle-ci devrait être réduite au minimum à 10 % (MILLION 2008, CERIN 2004). Il a été démontré que la consommation des glucides à index glycémique élevé entraîne une surcroissance fœto-placentaire et un gain de poids gestationnel excessif (CLAPP 2002). Le remplacement d'aliments à index glycémique élevé par des aliments à index glycémique bas réduit considérablement le gain de poids au cours de la grossesse (WALSH et al. 2012). L'apport excédentaire en glucides chez les femmes de notre étude pourrait être du au fait que dans notre pays, l'alimentation est majoritairement composée de céréales et produits céréaliers riches en glucides sous différentes formes (pain, pâtes...). Une alimentation équilibrée et des modes de vie améliorés pourraient réduire le risque de gain pondéral gestationnel non optimal (NELSON et al. 2010, MOSES et al. 2006).

En fonction du gain pondéral, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre l'apport en glucides et les groupes de gain pondéral quel que soit le trimestre de grossesse. Néanmoins, 82,0 à 87,0 % des femmes à gain pondéral excessif ont des apports glucidiques supérieurs aux ANC. Des études ont mis en évidence que l'apport en glucides semble être un déterminant important du gain de poids gestationnel excessif (DIEMERT et al. 2016, MASLOVA et al. 2015, GAILLARD et al. 2013). Egalement, d'autres études ont trouvé que les femmes ayant un gain de poids excessif ont des apports en glucides supérieurs à celles avec un gain normal lors des trois trimestres de grossesse (ZULFIQAR et al. 2011, MUGAAS

2007). D'autre part, OLAFSDOTTIR et al. (2006) ont montré l'absence de différence significative entre l'apport en glucides et les groupes de gain pondéral. D'après une méta-analyse, les effets des apports glucidiques sur le gain de poids gestationnel n'ont pas été entièrement élucidés (TIELEMANS et al. 2016).

### ❖ Apports lipidiques

Le pourcentage moyen d'énergie provenant des lipides passe de  $23,1 \pm 6,9$  % au T1, à  $22,7 \pm 5,3$  % au T2 et à  $22,6 \pm 5,4$  % au T3. Nos chiffres sont inférieurs aux ANC (30 à 35 %) (MILLION 2008, PNNS 2007, CERIN 2004, MARTIN 2001). Ainsi, un pourcentage de 84,0 % des femmes au T1, 91,3 % au T2 et T3 a des apports lipidiques inférieurs aux recommandations. Selon le gain de poids gestationnel, entre le T1 et le T3, 85,0 à 92,0 % des femmes à gain pondéral normal, 84,0 à 92,0 % des femmes à gain pondéral excessif et 83,0 à 91,0 % des femmes à gain de poids insuffisant ont des apports inférieurs aux recommandations (ANC). Ceci pourrait être expliqué par le fait que l'alimentation habituelle de ces femmes est majoritairement composée de céréales, féculents et légumineuses, donc en faveur d'un excès de glucides au détriment des lipides. Des carences d'apports en lipides altèrent le développement cérébral fœtal, surtout lors de l'organogénèse (GOULD et al. 2013).

Quel que soit le trimestre de grossesse, nous n'avons pas trouvé de différence significative entre l'apport lipidique et les groupes de gain pondéral. Des chercheurs n'ont trouvé aucune association entre l'apport en lipides et le gain de poids gestationnel (STUEBE et al. 2009). Cependant, GAILLARD et al. (2013), ont montré qu'un apport élevé en lipides est associé à un gain pondéral excessif au cours de la grossesse. D'autres ont suggéré que les lipides sont probablement associés au gain de poids gestationnel, mais le type de graisse peut déterminer la directionnalité de cette relation et contribuer probablement au manque de cohérence dans l'ensemble des preuves. Ainsi, le pourcentage d'énergie provenant des graisses mono-insaturées était inversement proportionnel au risque de prise de poids excessive, tandis que le pourcentage d'énergie provenant des graisses saturées, des gras polyinsaturés et des gras trans était directement associé à un gain de poids excessif (TIELEMANS et al. 2016, STUEBE et al. 2009). Les résultats sur l'effet de l'apport en graisses maternelles étaient incohérents, et l'effet pourrait être limité à des sous-groupes de femmes (par exemple, les

femmes en surpoids) ou à des types spécifiques de graisse (par exemple, graisses saturées) (TIELEMANS et al. 2016).

### ❖ **Apports en micronutriments (sels minéraux et vitamines)**

D'après nos résultats, les apports en sels minéraux (calcium, fer, magnésium et zinc) et en vitamines (B9, A et D) augmentent ( $p < 0,0001$ ) entre le 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre puis se stabilisent au 3<sup>ème</sup> trimestre. Cependant, malgré cette augmentation, les apports moyens restent toujours largement inférieurs aux apports nutritionnels conseillés (ANC). Des études ont démontré que la carence en plusieurs micronutriments est un facteur limitant de la croissance fœtale. Certains micronutriments sont essentiels à la formation des tissus corporels, tandis que d'autres sont indispensables au métabolisme énergétique, à la formation osseuse et à la transcription des gènes (DACH REFERENZWERTE 2015, BARGER 2010, BROWN 2010, CHEVALLIER 2005). Un apport insuffisant en sels minéraux et en vitamines au cours de la grossesse est associé à des issues défavorables pour la mère et l'enfant tel que l'anémie, les anomalies du tube neural et le faible poids à la naissance (TEBBANI et al. 2017a, BLACK et al. 2013b, BLUMFIELD et al. 2012, MORI et al. 2012, HOFMEYR et al. 2010).

Quel que soit le trimestre de grossesse, entre 86 % à 100 % des femmes de notre étude ont des apports en vitamines et en minéraux nettement inférieurs aux ANC. Nos résultats sont en accord avec plusieurs études qui indiquent que les apports en micronutriments des femmes enceintes sont souvent insuffisants (TEBBANI et al. 2017a, DIEMERT et al. 2016, BLUMFIELD et al. 2013, MCGOWAN et al. 2011). Des études ont montré qu'en moyenne, aucune des femmes n'a respecté les recommandations concernant les folates, le fer et la vitamine D pendant la grossesse (DACH REFERENZWERTE 2015, MAX RUBNER INSTITUT 2008). En France, les données existantes sur le statut nutritionnel des femmes enceintes ont notamment montré des apports inadéquats en folates et vitamine D (POUCHIEU et al. 2013). Dans les pays en développement, il est estimé que 80 % des femmes enceintes ne respectent pas les apports nutritionnels conseillés pour le fer et 25 % ont un apport en vitamine A extrêmement faible (WHO 2012). En Algérie, TOUATI et al. (2007), ont trouvé des apports très faibles en fer et en vitamine D au cours de la grossesse.

En fonction du gain de poids gestationnel, les apports en vitamines et en minéraux des femmes de notre étude ayant un gain pondéral insuffisant trimestriel et total sont inférieurs à ceux des femmes avec un gain normal ( $p < 0,0001$ ) et un gain excessif ( $p < 0,0001$ ). Certaines études ont mis en évidence que des apports déséquilibrés en micronutriments avaient des effets négatifs sur le gain de poids gestationnel et ainsi sur les issues de la grossesse (AALTONEN et al. 2011). Dans notre étude, les aliments les plus évités par les femmes enceintes sont des aliments d'origine animale (viandes et produits carnés et laitages). Ces aliments sont des sources de certains micronutriments (Fe, Zn, Ca) essentiels au développement précoce du fœtus. Le manque de consommation de ces aliments pourrait conduire à un gain pondéral gestationnel insuffisant (FOULHY 2007, FLAXMAN et al. 2000).

Au premier trimestre de grossesse, les femmes de notre étude ayant un gain pondéral insuffisant sont plus nombreuses à avoir des apports très faibles en fer ( $p = 0,006$ ), en Mg ( $p = 0,0003$ ), en Zn ( $p = 0,0014$ ), en vitamine B9 ( $p < 0,0001$ ) et en vitamine D ( $p < 0,0001$ ). Les apports en calcium et en vitamine A sont similaires entre les groupes de gain pondéral. Pour les 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestres, ces apports pour la plupart des micronutriments (Fe, Zn, B9) restent plus faibles chez les femmes à gain insuffisant. Il a été démontré que, les apports insuffisants en micronutriments pendant la grossesse, surtout en premier trimestre, est d'une importance capitale, car l'insuffisance d'apport au cours de cette phase de création d'organes vitaux et de systèmes corporels peut avoir des conséquences débilantes et permanentes sur le fœtus (RAMAKRISHNAN et al. 2012). Cependant, jusqu'à présent, les travaux publiés sur les liens entre la teneur en micronutriments de l'alimentation à différents stades de la gestation et le gain pondéral gestationnel sont limités (TALAI et al. 2011).

### **II. 6. 2. Diversification alimentaire**

L'adéquation qualitative de l'apport en nutriments des femmes de notre étude a été évaluée par un score de diversification alimentaire (SDA). Le SDA moyen est de  $4,2 \pm 1,5$  groupe d'aliments au 1<sup>er</sup> trimestre (T1), de  $4,6 \pm 1,3$  groupe d'aliments au 2<sup>ème</sup> trimestre (T2) et de  $4,6 \pm 1,4$  groupe d'aliments au 3<sup>ème</sup> trimestre (T3). La diversification élevée (score compris entre 6 et 9 groupes d'aliments) est observée seulement chez 21,0 % des femmes au T1, 23,3 % au T2 et 27,1 % au T3. Les groupes alimentaires les plus

consommés par nos sujets, durant les trois trimestres de grossesse, sont le groupe des féculents, les produits laitiers et le groupe des fruits et légumes. Les groupes les moins consommés sont : les viandes et poissons, les abats, les œufs et les fruits et légumes riches en vitamine A.

Plusieurs études ont prouvé que les scores de diversité alimentaire sont des mesures fiables pour l'adéquation des micronutriments pour les femmes enceintes (BRANCA et al. 2014, ARIMOND et al. 2010, WEN et al. 2010). Dans l'étude de ALI et al. (2014), la diversité alimentaire élevée a été observée seulement chez 5,0 % des femmes au cours de la grossesse. Un pourcentage faible de femmes ayant une alimentation diversifiée est le signe d'une inadéquation du régime alimentaire suffisamment importante pour entraîner une morbidité liée à des carences en micronutriments (BRANCA et al. 2014). En accord avec ces études, nos résultats permettent de confirmer que la plupart des femmes enceintes de notre étude ont une alimentation peu diversifiée. Cela correspond à un apport alimentaire de faible qualité nutritionnelle. En effet, nous constatons que l'alimentation des femmes de notre étude se résume aux céréales et féculents qui sont les aliments de base, elles sont riches en glucides mais contiennent peu de protéines et de micronutriments. Les aliments riches en protéines de bonne qualité et en fer de biodisponibilité élevée (poissons, viandes, abats) sont très peu consommés ; il en est de même pour les fruits riches en vitamine A et autres micronutriments. Les causes pourraient être multiples : soit par un faible revenu (32,8 %) pour accéder aux aliments d'origine animal, soit par l'ignorance des valeurs nutritionnelles et soit à cause de dégoûts de viandes, poulet et œufs (42,0 %). Ce type d'alimentation ne permet pas à la femme enceinte de couvrir ses besoins nutritifs.

En fonction du gain de poids trimestriel et total, pour les trois trimestres de grossesse, les femmes de notre étude ayant un gain normal et un gain excessif sont les plus nombreuses à avoir une alimentation diversifiée, alors que, les femmes avec un gain pondéral insuffisant semblent plus nombreuses à avoir une alimentation très peu diversifiée ( $p < 0,01$ ). En accord avec nos résultats, une étude a observé que la diversité alimentaire est associée positivement au gain de poids au cours de la grossesse (ALI et al. 2014). Ils ont révélé que la diversité alimentaire et le gain pondéral gestationnel sont directement associées les unes aux autres, à la fois au deuxième et au troisième trimestre de la grossesse (ALI et al. 2014, MUNIM et al. 2012). Ainsi, si le régime alimentaire d'une femme enceinte manque de diversité, il sera



déficient en nutriments essentiels, entraînant un gain pondéral insuffisant et, par conséquent, le fœtus ne recevra pas la nutrition dont il a besoin pour avoir une croissance saine (NEGGERS et al. 2003). Ceci est confirmé par nos résultats. En effet, les femmes enceintes à gain pondéral insuffisant ont des apports en vitamine A, vitamine B9, en fer et en calcium plus faibles comparés aux femmes à gain normal et à gain excessif. C'est une indication claire pour les fournisseurs de soins de santé de mettre davantage l'accent sur une alimentation équilibrée et diversifiée, tant en quantité qu'en qualité, pour améliorer l'état nutritionnel de la mère et de son nouveau-né.

### **II. 7. Activités physiques et sédentaires**

Durant les trois trimestres de grossesse, seules 11 à 16 % des femmes de notre étude déclarent pratiquer une activité physique au cours de la grossesse. Les raisons principales du non pratique d'activité physique sont principalement : par habitude (55,3 %), la fatigue (18,7 %), le refus du conjoint (14,6 %), la présence d'enfants (12,5 %) et le manque de temps (9,5 %). Des données épidémiologiques indiquent que seulement 15 % des femmes enceintes pratiquent une activité physique durant la grossesse (EVENSON et al. 2010b). Les travaux publiés ont révélé que les femmes enceintes ayant des enfants sont moins susceptibles de faire de l'exercice. Egalement, être fatiguée et avoir de faibles niveaux d'énergie était un obstacle majeur à la participation à une activité physique pendant la grossesse (LEIFERMAN et al. 2011, MARQUEZ et al. 2009, EVENSON et al. 2008, PEREIRA et al. 2007). De plus, chez certaines femmes, la peur d'avortement, de retard de croissance intra-utérin, de difficultés à l'accouchement, ou d'accouchement prématuré pourraient être des raisons du manque d'activité physique. Elles ont besoin de protéger leur grossesse qui leur paraît fragile lors des premiers mois. En fin de grossesse, c'est plutôt le volume utérin qui freine la mobilisation.

En fonction du gain pondéral, le pourcentage de la non pratique d'une activité physique régulière est plus élevé chez les femmes ayant un gain excessif trimestriel et total au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre ( $p < 0,05$ ). Aucune différence significative n'est observée au 1<sup>er</sup> trimestre de grossesse. Plusieurs études ont montré des résultats comparables aux nôtres (HARRIS et al. 2015, RESTALL et al. 2014, HERRING et al. 2012, USDHHS 2008). Ces travaux ont rapporté une relation négative entre le gain pondéral gestationnel et l'activité physique au cours du deuxième et troisième trimestre. Le premier trimestre n'a peut-être pas

eu de lien très fort avec le gain pondéral gestationnel, car le gain de poids le plus faible survient habituellement au premier trimestre (DOWNS et al. 2012, MELZER et al. 2010, RASMUSSEN et al. 2009). BARAKAT et al. (2016), ont montré que les femmes enceintes qui ne faisaient pas d'activité physique étaient 1,5 fois plus susceptibles de présenter un gain de poids gestationnel excessif. D'autres études ont suggéré que le fait de pratiquer une activité physique pendant la grossesse empêche un gain de poids gestationnel excessif (SANABRIA-MARTINEZ et al. 2015). L'activité physique diminue généralement tout au long de la grossesse, et encourager les femmes à pratiquer une activité physique peut réduire de manière significative le risque de gain de poids excessif.

Dans notre étude, la durée moyenne de marche est la plus faible ( $p < 0,05$ ) chez les femmes ayant un gain de poids excessif au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre. STUEBE et al. (2009), ont également observé des associations négatives entre le gain de poids excessif et le temps de marche pendant la grossesse. Ces résultats suggèrent que l'activité physique pendant la grossesse peut réduire le risque de gain de poids gestationnel excessif (CHASAN-TABER et al. 2008, OLSON & STRAWDERMAN 2003). Une activité modérée mais régulière, permet une augmentation de la dépense énergétique et favorise l'oxydation des acides gras. En favorisant leur utilisation, elle diminue donc leur stockage sous forme de graisses (DOWNS et al. 2012). Les directives actuelles de l'American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) rejoignent les recommandations faites à la population adulte, à savoir pratiquer 30 minutes ou plus d'activité physique par jour la plupart des jours de la semaine, pour des grossesses non compliquées. L'ACOG recommande aux femmes enceintes de se limiter à la pratique d'activité physique d'intensité modérée comme la marche (ACOG 2015, EVENSON et al. 2014, PEREIRA et al. 2007b, OPPERT 2000). L'activité physique est donc un bon moyen de contrôler le gain de poids pendant la grossesse (IOM 2009). MELZER et al. (2010), ont rapporté que maintenir une activité physique pendant la grossesse était bénéfique pour la mère (stabilité d'humeur, amélioration de la fonction cardio-vasculaire, réduction des risques de diabète gestationnel et d'hypertension gestationnelle, ...) et pour le fœtus (réduction de la masse grasse, une plus grande tolérance au stress, ...).

D'après nos résultats, le temps moyen de repos diminue de  $3,5 \pm 2,1$  h/j au T1 à  $3,4 \pm 1,9$  h/j au T2 et à  $3,1 \pm 1,9$  h/j au T3 ( $p < 0,01$ ). Le temps moyen de repos par jour n'a

pas d'effet sur le gain de poids gestationnel, il est similaire dans les trois catégories de gain pondéral. Nos résultats sont en accord avec une étude de STUEBE et al. (2009), qui n'ont pas trouvé d'association entre le temps de repos et le gain pondéral durant la grossesse (STUEBE et al. 2009). D'autres études ont observé que des durées moyennes de repos plus longues chaque jour ont amené les femmes à être 1,04 fois plus susceptibles d'avoir un gain pondéral gestationnel excessif (HERRING et al. 2012).

Dans notre population, les durées moyennes de sommeil ( $p < 0,0001$ ) et de sieste ( $p < 0,0001$ ) diminuent avec l'avancé de la grossesse. La diminution du sommeil pourrait être expliqué par le fait que la grossesse entraîne une baisse de la quantité et la qualité du sommeil en raison de la hausse des taux d'hormones (par exemple, la progestérone), à la nycturie (se réveiller la nuit pour uriner) résultant d'une compression de la vessie, des brûlures d'estomac, des mouvements fœtaux accrus, une respiration désordonnée, une gêne liée à la grossesse (douleurs articulaires, crampes, nausées), ce qui entrave la qualité et la durée du sommeil (FERRARO et al. 2014).

Quel que soit le trimestre de grossesse, le temps moyen de sommeil est plus faible chez les femmes ayant un gain de poids insuffisant ( $p < 0,05$ ) et le temps moyen de sieste est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif ( $p < 0,05$ ). En accord avec nos résultats, une étude a identifié la privation de sommeil comme un facteur de risque de gain de poids gestationnel insuffisant (ABEYSENA et al. 2011). Un sommeil insuffisant (courte durée) joue un rôle important dans la gestion du gain de poids pendant la grossesse (FERRARO et al. 2014). Des études ont trouvé une relation bidirectionnelle entre le gain de poids gestationnel et le sommeil, de sorte qu'une courte durée de sommeil peut entraîner un gain de poids gestationnel insuffisant ou un gain de poids excessif (RESTALL et al. 2014). HERRING et al. (2012), ont observé que les femmes ayant moins de sept heures de sommeil par jour étaient 2,87 fois plus susceptibles de présenter un gain de poids gestationnel excessif que les femmes ayant sept heures de sommeil ou plus par jour (HERRING et al. 2012). Pour la sieste, il a été démontré que la durée la plus élevée est lié à un gain de poids gestationnel excessif (RESTALL et al. 2014), ceci est similaire à nos résultats. La quantité et la qualité du sommeil pendant la grossesse doivent être explorées pour mieux comprendre la relation entre le sommeil et le gain pondéral gestationnel.

Près de 20 % des professionnels de santé ne conseillent pas la pratique d'une activité physique pendant la grossesse et 28,3 % la conseillent mais uniquement pour un certain type de patientes qui sont celles pratiquant déjà un sport avant la grossesse (ACOG 2002). Or, d'après la Société des Obstétriciens et Gynécologues, la femme enceinte ayant une grossesse physiologique devrait être encouragée à faire des exercices physiques qu'elle ait ou non des habitudes sédentaires (ACOG 2002). Beaucoup de femmes ne le savent pas et c'est du devoir du professionnel de santé qui suit sa grossesse de le lui dire et de l'encourager à changer son mode de vie sédentaire. Dans l'ensemble, pour aider les femmes à s'exercer pendant la grossesse, les professionnels de la santé devraient fournir des informations sur la quantité et le type d'activité physique, ainsi que sur les bienfaits pour la femme enceinte et son bébé.

### **II. 8. Facteurs psychologiques**

Le stress est un terme générique qui englobe l'anxiété, la nervosité et la dépression, mais aussi la détresse causée par des relations interpersonnelles difficiles. La grossesse, un moment unique dans la vie d'une femme, peut provoquer des sentiments de stress dus à plusieurs facteurs environnementaux (NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE 2014, TALLEY 2013).

D'après nos résultats, la majorité des femmes enceintes (60 à 74 %) déclarent être nerveuse et avoir un environnement stressant au cours des trois trimestres de la grossesse. Ce stress maternel est le plus élevé au premier trimestre de grossesse comparé aux deux autres trimestres. Nos chiffres sont plus élevés par rapport à ceux retrouvés dans l'étude de KINGSTON et al. (2012) à Canada, qui ont observé que les taux de stress chez les femmes enceintes pendant la grossesse peuvent varier de 13 à 36 %. Une étude Australienne a démontré que le stress était le plus élevé au premier trimestre et a diminué au cours de la grossesse (BUIST et al. 2011). Egalement, en Chine, LEE et al. (2007), ont observé qu'environ 54,0 % des femmes enceintes présentaient un niveau élevé de stress et de nervosité durant au moins un trimestre. Les niveaux de stress et de nervosité tendent à être plus élevés durant le premier et le dernier trimestre. Bien que le stress durant la seconde moitié de la période de gestation soit lié à certains troubles déficitaires, il est en général plus nuisible durant les stades précoces de la gestation (GAILLARD et al. 2013, KINSELLA et al. 2009, BONARI et al. 2004). Une étude Américaine a trouvé que les femmes enceintes dans leur

premier trimestre de grossesse, qui vivait près du World Trade Center, le 11 septembre 2001, avaient des accouchements prématurés (HOBEL et al. 2008).

Dans notre étude, le stress maternel a un effet sur le gain pondéral du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre de grossesse. Les femmes ayant à la fois un gain de poids excessif et un gain de poids insuffisant au 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre sont plus nombreuses à déclarer avoir un environnement stressant ( $p < 0,05$ ). Pour le ressenti des femmes de notre étude, nos résultats montrent que les femmes les plus nerveuses ont un gain pondéral insuffisant ( $p < 0,05$ ). Nos résultats sont en accord avec des études qui ont observé que le stress peut avoir un effet défavorable sur le gain de poids gestationnel menant à un gain pondéral insuffisant ou excessif (RALLIS et al. 2014, WHITAKER et al. 2014). Les résultats des études sont mitigés ; différentes études ont eu des effets positifs, négatifs ou pas d'effets. Des études ont montré que le stress maternel est un facteur supplémentaire contribuant à un gain de poids excessif et à ses risques néfastes pour la santé (KYROU et al. 2009, ADAM et al. 2007). De plus, le stress est associé à des mauvais comportements alimentaires, des niveaux d'activité physique plus bas et de manque de sommeil qui sont tous des facteurs contribuant à un gain de poids excessif (WHITAKER et al. 2014, URIZAR et al. 2006). De même, plusieurs études ont mis en évidence que le stress maternel déclenche la libération d'hormones de stress qui contribuent à un gain pondéral excessif (ADAM et al. 2007). Cela se produit en raison d'une augmentation de la production de cortisol ; une hormone qui peut stimuler la faim et l'appétit (WHITAKER et al. 2014) et peut augmenter la suralimentation pendant les périodes de stress (BOGAERTS 2014, TALLEY 2013). Egalement, le stress maternel a été lié au développement de la dépression (HACKLEY 2010) et la dépression est associée à des mauvaises habitudes alimentaires (consommation excessive, manque d'activité physique) et peut donc contribuer à un gain de poids excessif (THOMAS et al. 2014). Au contraire, d'autres études ont démontré que le stress au cours de la grossesse a été associé à un gain de poids gestationnel insuffisant (RALLIS et al. 2014, WEBB et al. 2008, WELLS et al. 2006, BRAWARSKY et al. 2005, DIPIETRO et al. 2003). Le manque de consensus sur les mesures de stress remet en question la comparabilité des études.

Dans notre étude, nous nous sommes référés aux déclarations des femmes enceintes, ce qui pourrait être un biais dans la mesure du stress. Le stress est un phénomène qu'il est

difficile de définir et de mesurer. Telle ou telle femme estimera que quelque chose est stressante ou non en fonction de toute une série de facteurs, y compris les traits de sa personnalité, son niveau général d'anxiété et sa façon de voir la vie. Une femme qui dit ressentir beaucoup de stress pendant sa grossesse peut ne pas vivre de situations plus stressantes que d'autres femmes, mais simplement être une personne qui réagit plus négativement ou avec plus de véhémence que d'autres aux tracas de la vie quotidienne. Les femmes qui se disent stressées, angoissées ou déprimées pendant la grossesse signalent également qu'elles continuent de se sentir ainsi au moins pendant les deux premières années de vie de leur enfant (DIPIETRO et al. 2008). Il est donc difficile de différencier le stress des autres caractéristiques psychologiques ou traits de la personnalité.

### **III. COMPLICATIONS DE LA GROSSESSE**

Un pourcentage de 50,6 %, 43,3 % et 68,9 % de nos sujets développe des complications, respectivement durant le T1, T2 et T3. En fonction du gain pondéral, le taux de présence de complications au cours de la grossesse est plus élevé chez les femmes ayant un gain excessif quel que soit le trimestre considéré. Les résultats obtenus dans notre étude confirment les résultats retrouvés dans des études antérieures (TEBBANI et al. 2018, SORBYE et al. 2017, DERUELLE et al. 2004). De nombreuses études ont mis en évidence l'influence du gain de poids gestationnel sur le développement de complications maternelles et néonatales, telles que l'hypertension gravidique, le diabète gestationnel, la macrosomie, l'accouchement par césarienne et la prématurité (ZHANG et al. 2015, MCDONALD et al. 2010). Ces complications gestationnelles ont été associées à la fois à un gain de poids gestationnel insuffisant et excessif (GOLDSTEIN et al. 2017, KOH et al. 2013).

#### **III. 1. Hypertension artérielle**

Dans notre étude, l'hypertension artérielle (HTA) touche 15,7 % des femmes au cours de la grossesse. Le pourcentage d'HTA augmente au fur et à mesure des trimestres ; elle est de 2,7 % au T1, 2,7 % au T2 et 10,3 % au T3. Elle est la plus élevée lors du troisième trimestre. Selon les travaux publiés, l'HTA est constatée dans 5 à 15 % des grossesses (ACOG 2013, MACDONALD-WALLIS et al. 2013). Les troubles hypertensifs de la grossesse demeurent un problème de santé majeur pour les femmes et leurs descendants dans le monde entier (ACOG 2013). Elles figurent toujours parmi les principales causes de

morbidité et de mortalité maternelles et fœtales (ABALOS et al. 2014, CENTRE FOR MATERNAL AND CHILD ENQUIRIES 2011).

En fonction du gain pondéral total, le pourcentage d'HTA est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif (36,1 %), comparés aux femmes avec un gain normal (9,3 %) et un gain insuffisant (7,0 %) ( $p < 0,0001$ ). Ces résultats sont concordants avec plusieurs études qui ont confirmé que le gain de poids gestationnel excessif augmente le risque d'apparition d'hypertension artérielle au cours de la grossesse (TEBBANI et al. 2017b, GAILLARD 2015, TANAKA et al. 2014, MCCLURE et al. 2013). Dans l'étude de BARTON et al, le taux d'hypertension gestationnelle augmentait avec un gain de poids excessif (BARTON et al. 2015). Aussi, DERUELLE et al. (2004), ont mis en évidence qu'une prise de poids excessive pendant la grossesse augmente le risque de survenue de complications vasculaires (5,2 % versus 1,1 % ;  $p < 0,05$ ). Il s'agit principalement d'une augmentation du pourcentage d'hypertension artérielle chez les femmes avec une prise de poids excessive. Une autre étude a examiné l'impact du gain de poids gestationnel au-dessus des recommandations de l'IOM. Les chercheurs ont constaté que le risque d'être diagnostiqué avec une hypertension artérielle a augmenté de 6,0 % pour les femmes enceintes ayant un gain pondéral normal à 9,0 % chez les femmes avec un gain de poids excessif (LANGFORD et al. 2011). D'autres chercheurs suggèrent qu'il existe une relation entre le gain de poids excessif pendant la grossesse et un risque accru d'HTA, indépendamment de l'IMC avant la grossesse (JOHNSON et al. 2013, ORNAGHI et al. 2013). Bien que les mécanismes biologiques entourant l'hypertension gestationnelle ne soient pas entièrement compris, l'association entre l'excès de poids et le risque accru de maladies hypertensives est bien établie. L'adiposité entraîne la production de plus de protéine C-réactive et de cytokines inflammatoires, ainsi que contribuer à des niveaux accrus de stress oxydatif (ROBERTS et al. 2011). Cela peut expliquer l'association entre l'excès de stockage de graisses corporelle et l'apparition de maladies liées à la grossesse comme l'hypertension artérielle qui peut être médiée par ces changements physiologiques. Ce mécanisme peut également expliquer le risque observé chez les femmes ayant présenté un gain pondéral excessif. L'étude de MASHO et al (2016), a montré une plus grande probabilité d'HTA avec l'augmentation de la prise de poids.

En fonction du gain pondéral trimestriel, il n'y a pas d'influence sur l'apparition d'HTA pour le premier et le deuxième trimestre. Au troisième trimestre, l'HTA est plus fréquente chez les femmes ayant un gain de poids trimestriel excessif ( $p = 0,02$ ). Nos données confirment les résultats des études précédentes qui ont mis en évidence qu'un gain de poids excessif au cours du troisième trimestre de la grossesse est associé à un risque accru de survenue des complications hypertensives (JOHNSON et al. 2013, KOH et al. 2013, TSOI et al. 2010, SIEGA-RIZ et al. 2009, GUELINCKX et al. 2008, THORSDOTTIR et al. 2002, SHEPARD et al. 1998). Il est bien établi que l'HTA gravidique se manifeste généralement après la 20<sup>ème</sup> semaine d'aménorrhée ou plus tard pendant la grossesse (COOPER et al. 2006). Ainsi, il est difficile de préciser si la prise de poids induit la survenue des complications vasculaires ou si à l'inverse, la prise de poids est la conséquence d'une rétention hydrosodée fréquemment présente en cas d'hypertension artérielle gravidique. ABRAMS et al. (1995b), ont démontré qu'au troisième trimestre de grossesse, l'hypertension maternelle (association positive) était le prédicteur le plus important du gain de poids gestationnel excessif.

### III. 2. Diabète gestationnelle

D'après nos résultats, un pourcentage de 6,0 % des femmes a développé un diabète gestationnel (1,3 % au T1, 2,0 % au T2 et 2,3 % au T3) ; les femmes au T3 sont les plus atteintes. Il est estimé qu'environ 18,0 % de toutes les femmes enceintes ont développé un diabète gestationnel diagnostiqué la première fois pendant la grossesse (IADPSG 2010). Nos chiffres sont inférieurs à celui observé par l'Association internationale du diabète et de la grossesse (IADPSG 2010).

La présente étude n'a pas trouvé d'association significative entre le gain de poids total au cours de la grossesse et l'apparition de diabète gestationnel (DG). Ce résultat est semblable à celui de nombreuses études (TEBBANI et al. 2018, RISKIN-MASHIAH et al. 2011). MORISSET et al. (2011), n'ont pas démontré une association claire entre le gain de poids total et le risque de DG. Cela peut s'expliquer en partie par une prise en charge intensive du DG, qui a été prouvé pour réussir à limiter le gain de poids en fin de grossesse, résultant en un gain de poids total similaire entre les femmes ayant une grossesse compliquée par le DG et les femmes sans DG. BILLIONNET et al. (2017), ont suggéré que les associations entre le diabète et le gain de poids gestationnel n'ont pas pu être évaluées en raison de l'hétérogénéité du diagnostic et du traitement ainsi que de l'effet potentiel du traitement du diabète sur le gain



pondéral gestationnel. Le rôle du gain de poids gestationnel en tant que prédicteur distinct de DG n'a pas été démontré. L'association entre le gain pondéral gestationnel total et le diabète est difficile à interpréter, parce qu'une fois une femme est diagnostiquée avec un DG, son gain de poids est souvent géré intensément. Le gain de poids gestationnel est un facteur de risque de diabète gestationnel, mais la preuve d'un effet indépendant ou conjoint est incompatible (NOHR et al. 2008, CEDERGREN 2006).

Nous avons également examiné le moment d'apparition de la maladie en fonction du gain pondéral trimestriel. Nos résultats montrent qu'un gain pondéral trimestriel ne constitue pas un facteur de risque d'apparition de diabète gestationnel (DG). L'absence de relation entre le gain pondéral trimestriel et l'apparition du diabète gestationnel pourraient être dues au fait que le diagnostic de diabète survient principalement entre 26 et 28 semaines de gestation (fin 2<sup>ème</sup> trimestre), cela rend impossible de savoir si une femme enceinte a développé un DG au premier trimestre. Au deuxième et troisième trimestre, c'est plutôt les interventions prises par les femmes et les professionnels de santé (alimentation, activité physique et/ou traitement médical) qui ont influencé le gain pondéral conduisant ainsi à un gain pondéral similaire entre les femmes atteintes de DG et les femmes sans DG.

L'alimentation déséquilibrée, l'inactivité physique avant et pendant la grossesse, l'obésité prégravide (adiposité centrale) et le gain de poids excessif durant la grossesse sont des facteurs de risque modifiables de diabète gestationnel (TOBIAS et al. 2012, ZHANG et al. 2011b). Bien qu'il y ait une certaine hétérogénéité, de nombreux essais contrôlés randomisés suggèrent que le risque de diabète gestationnel peut être réduit par le régime alimentaire et l'exercice physique (KOIVUSALO et al. 2016). SORBYE et al, ont montré que les femmes atteintes de diabète gestationnel sont étroitement surveillées et reçoivent des conseils sur la nutrition et l'activité physique, ce qui peut conduire à un gain de poids gestationnel plus faible (SORBYE et al. 2017). Les interventions sur le mode de vie pendant la grossesse peuvent aider les femmes à atteindre le gain de poids gestationnel recommandé (RUIFROK et al. 2014). Selon une méta-analyse récente, les interventions comprenant l'alimentation et/ou l'exercice physique ont réduit le risque de gain de poids excessif de 20 % en moyenne (MUKTABHANT et al. 2015).

### III. 3. Anémie gestationnelle

Selon nos résultats, l'anémie est présente chez 50,5 % des femmes au cours de la grossesse. La fréquence la plus élevée de l'anémie se trouve au premier trimestre de grossesse ; elle est de 23,7 % au T1, 10,2 % au T2 et 16,4 % au T3. Dans une étude à Sidi Bel Abbes (Algérie), DEMMOUCHE et al. (2010), ont observé que la prévalence de l'anémie gestationnelle est de 74,0 %. Ce pourcentage est supérieur à celui observé dans notre population. Dans les pays en voie de développement, la morbidité et la mortalité maternelle et néonatale viennent se rattacher aux complications de l'anémie pendant la grossesse (AHANKARI et al. 2015, PHOMAPHI 2005, OMS 2004). Les études réalisées dans ces pays sur l'anémie gravidique révèlent une forte prévalence, jusqu'à plus de 50,0 % (SATO et al. 2010, HAMDAOUI et al. 1990).

Dans notre étude, le gain de poids gestationnel total constitue un facteur de risque pour l'anémie gestationnelle. Le taux d'anémie est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral insuffisant (61,7 %), comparés aux femmes avec un gain pondéral excessif (44,3 %) et un gain pondéral normal (57,3 %) ( $p = 0,04$ ). L'anémie peut s'expliquer en premier lieu par un régime alimentaire pauvre en fer (ABBASPOUR et al. 2014). Certains auteurs ont démontré que la carence en fer peut conduire à un gain pondéral gestationnel insuffisant, favorisant ainsi l'apparition d'une anémie au cours de la grossesse (FOULHY 2007, FLAXMAN et al. 2000). Ceci est confirmé par les pourcentages très élevées de carence en fer des femmes de notre population. En effet, entre 86,7 % à 100 % de nos sujets ont des apports très faibles en fer, lors des trois trimestres de grossesse. Les femmes ayant un gain de poids insuffisant sont les plus nombreuses à avoir des apports très faibles en fer ( $p = 0,006$ ).

Les études se contredisent sur la relation entre l'anémie et le gain pondéral gestationnel. L'étude de SEBIRE et al. (2001), ont retrouvé que les femmes ayant une insuffisance pondérale étaient plus susceptibles d'être anémiées pendant la grossesse. De même, SCHOLL et al, ont mis en évidence qu'en début de grossesse, l'anémie était associée à un risque accru de gain de poids gestationnel insuffisant. Au 3<sup>ème</sup> trimestre, l'anémie est toujours associée à un risque de gain de poids insuffisant (SCHOLL et al. 1994, SCHOLL et al. 1992). Cependant, d'autres études ont révélé que l'anémie gestationnelle n'est pas une

issue défavorable lors d'un gain de poids insuffisant au cours de la grossesse, par contre c'est un facteur de risque pouvant entraîner un gain pondéral gestationnel insuffisant.

### III. 4. Œdèmes

Les autres complications retrouvées chez les femmes de notre population au cours de la grossesse sont la présence des œdèmes (8,0 %) avec apparition la plus marquée au 3<sup>ème</sup> trimestre. En fonction du gain pondéral, le taux des œdèmes est le plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral total excessif ( $p = 0,01$ ). La grossesse induit de nombreux changements dans le corps féminin, y compris la rétention d'eau et de sodium induite par des niveaux accrus d'hormones. Tous ces changements conduisent à la formation des œdèmes. Les femmes souffrent d'œdèmes pendant la grossesse, en particulier au troisième trimestre (TANVEER et al. 2015). SAVITZ et al. (2011), ont démontré que les œdèmes sont associés à l'hypertension artérielle gestationnelle et de ce fait à un gain de poids excessif au cours de la grossesse. Dans une étude, le taux des œdèmes est de 8,5 % ; les chercheurs ont expliqué que la carence en fer et la présence d'hypertension gravidique étaient les raisons supposées des œdèmes pendant la grossesse (OSHI 2009). Dans notre étude, 100 % des femmes sont carencées en fer au 3<sup>ème</sup> trimestre, également le taux de l'hypertension est le plus élevé durant ce même trimestre (10,3 %).

## IV. ISSUES DE LA GROSSESSE

### IV. 1. Terme de grossesse

Dans notre étude, le terme moyen de grossesse est de  $38,8 \pm 2,0$  Semaine d'Aménorrhée (SA). La majorité des femmes (61,7 %) ont un terme normal ( $> 37$  SA). Le taux de prématurité ( $< 37$ SA) est de 28,3 % et le taux de dépassement de terme ( $> 41$ SA) concerne 10,0 % des femmes. Selon l'OMS, le taux de prématurité dans le monde varie entre 5,0 % et 18,0 % (WHO 2016). A Constantine (Algérie), en 2002, TOUATI (2011) a observé un taux de prématurité de 6,2 %. Nos résultats sont largement supérieurs aux différentes observations.

En fonction du gain pondéral, les femmes ayant un gain pondéral insuffisant (au 3<sup>ème</sup> trimestre et total) sont significativement plus nombreuses (35,0 %) à avoir accouchées prématurément, comparés aux femmes avec un gain normal (17,3 %) et un gain excessif

(27,7 %) ( $p = 0,0097$ ). Pour le gain pondéral trimestriel du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre, aucune différence n'a été observée. Plusieurs études ont trouvé que la prématurité est associée à un gain pondéral gestationnel insuffisant (VISWANATHAN et al. 2008, NOHR et al. 2007). XINXO et al. (2013) et HAN et al. (2011), ont rapporté que les femmes ayant un gain pondéral insuffisant présentaient un risque de 1,8 fois d'avoir un accouchement prématuré par rapport aux femmes avec un gain normal. Une méta-analyse a mis en évidence qu'un gain de poids gestationnel insuffisant était associé à une augmentation des naissances prématurées (GOLDSTEIN et al. 2017). Dans une revue systématique, les chercheurs ont montré que sur 13 études, 11 montraient une association significative entre le gain de poids insuffisant et la prématurité, essentiellement lorsque le gain de poids était faible dans le troisième trimestre de grossesse (CARMIEHAEL et al. 1997b). De même, l'étude de HICKEY et al. (1995), a retrouvé qu'un gain de poids inférieur aux recommandations de l'IOM au cours du troisième trimestre de la grossesse est associée à un risque accru d'accouchement prématuré. Les mêmes auteurs ont montré qu'un faible gain de poids aux premier et deuxième trimestres n'était pas associé à la prématurité (HIEKEY et al. 1995). D'autres études ont trouvé que la prématurité est associée à la fois à un gain excessif et insuffisant. L'étude de ROMAN et al. (2008), a montré que la prématurité est retrouvée significativement plus importante chez les femmes de gain de poids insuffisant et de gain de poids excessif pendant la grossesse indépendamment de l'IMC. Alors que, d'autres ont montré que la prématurité est liée à un gain de poids excessif (PARK et al. 2011, GOFFINET 2000). WILLOUGHBY et al. (2016), n'ont trouvé aucune association entre la prématurité et le gain de poids au cours de la grossesse.

Les femmes de notre étude ayant un gain pondéral excessif (total et du 3<sup>ème</sup> trimestre) sont significativement plus nombreuses (15,7 %) à avoir accouchées après terme, comparés aux femmes avec un gain insuffisant (4,9 %) et un gain normal (13,3 %) ( $p = 0,0097$ ). Nos résultats sont similaires de ceux retrouvés par DERUELLE et al. (2004), qui ont suggéré que le gain de poids excessif est un facteur de risque de dépassement de terme. D'autres études ont également prouvé que le dépassement de terme est plus fréquent chez les femmes avec un excès pondéral (HAMON et al. 2005, JOHNSON et al. 1992). Ainsi, la durée de gestation est significativement plus élevée chez les femmes ayant une prise de poids excessive comparés aux femmes ayant une prise de poids raisonnable (SCHOLL et al. 1995).

### IV. 2. Mode d'accouchement

Quarante quatre p cent (44,0 %) des femmes enceintes de notre population ont accouché par césarienne. L'accouchement par césarienne s'est accru aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement (BETTRAN et al. 2015). Ainsi, le taux de césarienne par grossesse atteignait 25,0 % en Europe, 35,6 % dans la région des Amériques, et 24,1 % dans la région du Pacifique ouest (OMS 2014). Ces chiffres sont encore bien loin de 10 à 15 % d'accouchements par césarienne recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (BETTRAN et al. 2015, WHO 2008). En France, plus d'une femme sur cinq donne naissance à son enfant par césarienne (21,0 %) (MACFARLANE et al. 2016). En Algérie, le taux d'accouchement par césarienne est en augmentation ces dernières années. Selon l'Association des gynécologues obstétriciens, le taux d'accouchement par césarienne en Algérie varie entre 38 à 40 % (AGOPO 2014). De toutes les césariennes, il est bien difficile d'estimer le nombre des interventions programmées, avec ou sans raison médicale. Du reste, même lorsqu'une raison médicale est invoquée, il est estimé que 45 % des césariennes pratiquées ne seraient pas nécessaires (WITT et al. 2015).

Nous avons pu mettre en évidence que le gain pondéral gestationnel excessif est un facteur de risque d'un accouchement par césarienne. Ainsi, le taux de césarienne est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain de poids total excessif ( $p = 0,0014$ ). De nombreuses études ont montré un plus grand risque d'accouchement par césarienne chez les femmes ayant un gain de poids excessif pendant la grossesse (BOYLE et al. 2017, GAILLARD 2015, TANAKA et al. 2014). En effet, dans l'étude de RATNER et al, l'incidence de la césarienne est statistiquement plus grande lorsque les femmes prennent plus de 12 kg, le risque est multiplié par 1,9 (RATNER et al. 1991). De plus, dans une étude portant sur plus de 4000 femmes, WITTER et al. (1995), ont démontré que le risque de césarienne augmentait linéairement avec la prise de poids, indépendamment du poids de naissance de l'enfant. Il n'y avait pas de seuil précis à partir duquel le risque de césarienne s'accélérait. Le risque de césarienne après une prise de poids de plus de 16 kg était de 6,9 %. THORS DOTTIR et al. (2002), ont retrouvé une augmentation du taux de césarienne lorsque la prise de poids dépassait 20 kg. Le risque d'accouchement par césarienne chez les femmes ayant une prise pondérale excessive est due à des modifications tissulaires pelviennes tel que l'infiltration graisseuse du pelvis qui gêne la progression du travail et de l'accouchement et qui

sont attribuables à un gain de poids excessif. Les femmes à gain excessif sont moins susceptibles d'entrer dans le travail spontané, car un travail spontané confère un moindre risque de césarienne (VAHRATIAN et al. 2005).

Bien que de nombreux facteurs aient été cités pour l'augmentation des accouchements par césarienne, le gain de poids pendant la grossesse est le principal facteur. Quel que soit l'IMC pré-gravidique d'une femme, un gain de poids excessif comparé à un gain de poids normal augmente le risque d'accouchement par césarienne (GRAHAM et al. 2014, JANG et al. 2011, SIEGA-RIZ et al. 2009). JOHNSON et al, ont évalué les issues de la grossesse en effectuant une analyse des données recueillies auprès de plus de 8 000 femmes enceintes. Ils ont constaté qu'un gain de poids excessif pendant la grossesse était associé à une probabilité accrue d'accouchement par césarienne, indépendamment de l'IMC avant grossesse (JOHNSON et al. 2013). Ainsi dans une méta-analyse, GOLDSTEIN et al. (2017), ont mis en évidence que le gain de poids excessif a été associé à un risque accru d'accouchement par césarienne dans toutes les catégories d'IMC pré-grossesse. De même, NILSES et al. (2016), ont montré que le gain de poids excessif a eu un impact plus élevé sur le taux de césarienne que le poids de la femme avant grossesse.

Nous avons également évalué le mode d'accouchement en fonction du gain de poids à chaque trimestre de grossesse. Le gain pondéral du 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre ne constitue pas un facteur de risque d'accouchement par césarienne. Par contre, le taux de césarienne est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif au 3<sup>ème</sup> trimestre de grossesse ( $p = 0,009$ ). La présente étude est en accord avec l'étude de DREHMER et al. (2013), qui ont trouvé que le gain de poids excessif total et en particulier au troisième trimestre favorise le risque d'avoir un accouchement par césarienne (DREHMER et al. 2013). Ainsi, il a été démontré dans des travaux antérieurs qu'un gain de poids excessif durant le troisième trimestre augmentait de 40 % les chances d'accouchement par césarienne. Il a été mis en évidence que malgré le fait que la macrosomie soit un prédicteur important de la césarienne, un gain de poids excessif est un facteur de risque indépendant pour ce résultat (PARK et al. 2011, STOTLAND et al. 2004).

### IV. 3. Poids de naissance des nouveau-nés

Dans notre étude, le poids de naissance moyen est de  $3377,8 \pm 685,4$  g ( $1400$  g –  $5500$  g). Selon le gain pondéral total, le poids de naissance moyen des enfants nés de femmes ayant un gain excessif ( $3571,9 \pm 802,6$  g) est supérieur à celui des enfants nés de femmes avec un gain normal ( $3446,5 \pm 569,8$  g) et un gain insuffisant ( $3228,0 \pm 635,4$  g), ( $p = 0,0007$ ). Cette constatation est cohérente avec plusieurs études qui ont montré que plus le gain de poids gestationnel est élevé, plus le poids de naissance du nouveau-né est élevé (SIEGA-RIZ et al. 2009, BUTTE et al. 2003, THORSDOTTIR et al. 1998). Dans l'étude de DERUELLE et al. (2004), le poids de naissance moyen était statistiquement plus élevé pour les enfants dont les mères avaient une prise de poids excessive pendant la grossesse.

En fonction du gain pondéral trimestriel, le poids moyen de naissance des enfants nés de femmes ayant un gain de poids trimestriel excessif au 2<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,04$ ) et au 3<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,0011$ ) est supérieur à celui des enfants nés de femmes avec un gain normal et un gain insuffisant. Aucune différence significative n'est observée avec le gain pondéral du 1<sup>er</sup> trimestre. Nos résultats sont similaires à ceux d'autres études ayant montré que le gain de poids gestationnel au cours du 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre est plus fortement associé au poids de naissance des nouveau-nés (SRIDHAR et al. 2016). Ainsi, comparé au 1<sup>er</sup> trimestre, le 2<sup>ème</sup> et le 3<sup>ème</sup> trimestre peuvent constituer la période où le gain de poids gestationnel influence le plus fortement le poids de naissance (KARACHALIOU et al. 2015, ABRAMS et al. 1995b). De même, GAILLARD et al. (2013), ont trouvé que le gain de poids gestationnel était positivement associé au poids de naissance dans tous les trois trimestres, avec l'association la plus forte survenant au 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre. Dans une étude de cohorte prospective, MARGERISON-ZILCO et al, ont trouvé que le gain pondéral gestationnel total et trimestriel étaient positivement associés au poids à la naissance, avec un impact plus fort au 2<sup>ème</sup> trimestre (MARGERISON-ZILKO et al. 2012, MARGERISON-ZILKO et al. 2010).

Dans notre population, 25,3 % des nouveau-nés sont des macrosomes ( $\geq 4000$  g). Le taux de macrosomie est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif total ( $p = 0,0002$ ) et au 3<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,0016$ ). Nos résultats viennent confirmer les résultats d'autres études ayant clairement établi l'influence du gain de poids gestationnel sur le poids de naissance des nouveau-nés (GOLDSTEIN et al. 2017, SHIN et al. 2015, KIM

et al. 2014). Ainsi, le taux de nouveau-nés macrosomes est statistiquement plus élevé chez les femmes qui ont un gain de poids excessif au cours de la grossesse (TEBBANI et al. 2018, HALLE-EKANE et al. 2015, FERRARO et al. 2012, PARK et al. 2011b, CRANE et al. 2009). Plusieurs hypothèses ont été avancées. Le glucose est l'un des substrats les plus importants du métabolisme énergétique et de la croissance fœtale. Il existe une relation linéaire entre la glycémie maternelle et la glycémie fœtale (HAY et al. 1981), ceci serait en faveur que le gain pondéral excessif favoriserait la croissance fœtale via une augmentation de la glycémie. Une autre hypothèse a fait intervenir des facteurs héréditaires pour expliquer la relation entre les deux. La femme pourrait être prédisposée à prendre plus du poids pendant la grossesse et le nouveau-né à avoir un poids de naissance plus élevé. Il est classique de retrouver une corrélation entre le poids de naissance de la mère et celui de son enfant (THORSDDOTTIR et al. 2002, TAVARES et al. 1996). D'autres auteurs ont montré qu'une prise de poids excessive pendant la grossesse est associée à une résistance maternelle à l'insuline et à une hyper-insulinémie fœtale, ceci même en absence de diabète. Donc, l'effet anabolisant de l'insuline aboutit à une augmentation du poids fœtal (HOEGSBERG et al. 1993). Aussi, le troisième trimestre est le moment où le placenta shunte le plus activement les nutriments vers le fœtus, et la majorité de la croissance fœtale et de l'accrétion graisseuse se produit (IOM 1990, BROOK 1972). Une conséquence du gain de poids excessif est le transfert de nutriments excédentaires à travers le placenta ; l'afflux de nutriments en excès, en particulier le glucose maternel, peut accélérer la croissance du fœtus et l'accumulation de graisse, et conduire donc à des nouveau-nés macrosomiques (DESOYE et al. 2011, SCHOLL et al. 2001). Il a été prouvé que le gain de poids gestationnel excessif est un facteur de risque important pour le développement de la macrosomie, indépendamment de l'IMC pré-gestationnel (MUNIM et al. 2012, LUDWIG et al. 2010, DIETZ et al. 2009a). DREHMER et al. (2013), ont également démontré que le gain de poids total et le gain de poids au troisième trimestre ont été associés positivement avec le poids à la naissance, indépendamment de l'IMC avant la grossesse et des caractéristiques maternelles. DERUELLE et al. (2004), ont trouvé une proportion plus importante de nouveau nés pesant plus de 4000 g chez les femmes ayant un gain pondéral excessif. Dans d'autres études, le risque d'avoir des nouveau-nés macrosomes est 5,0 fois plus grand chez les femmes ayant un gain de poids gestationnel excessif (WEN et al. 2015, KAC et al. 2005).



Dans notre étude, le taux des nouveau-nés de petit poids de naissance (< 2500 g) est de 14,7 %. En fonction du gain de poids gestationnel, ce taux est plus élevé chez les femmes ayant un gain insuffisant au 3<sup>ème</sup> trimestre ( $p = 0,0016$ ) et un gain insuffisant total ( $p = 0,002$ ). De nombreuses études ont également mis en évidence qu'un gain de poids insuffisant est fortement associé à un faible poids à la naissance (PAPAZIAN et al. 2017, TINGYUAN et al. 2015). MOCHHOURY et al. (2013), ont montré un pourcentage plus important de nouveau-nés pesant moins de 2500 g chez les patientes dont la prise de poids est la plus faible. Dans une revue systématique, un gain de poids insuffisant augmentait de 1,85 fois le risque de faible poids à la naissance (HAN et al. 2011). En outre, le gain de poids insuffisant a été trouvé être protecteur vis-à-vis de la macrosomie, mais il a également été associé à une augmentation de l'incidence des nouveau nés de faible poids de naissance (ALBERICO et al. 2014). Ces résultats pourraient être expliqués par un apport énergétique total faible chez les femmes de notre étude à gain pondéral insuffisant (< 2000 kcal/j) lors des trois trimestres de grossesse. Ceci est confirmé par des études qui ont montré qu'un apport énergétique insuffisant au premier trimestre entraîne des nouveau-nés de petit poids de naissance, au deuxième trimestre des nourrissons à la fois petits et minces et il est associé à une petite circonférence de la tête au troisième trimestre de grossesse (KOLETZKO et al. 2012, LANGLEY-EVANS et al. 2010).

### V. FORCES DE L'ETUDE

A notre connaissance, cette étude est la première étude prospective et longitudinale de cohorte étudiant le gain de poids gestationnel (total et trimestriel) chez les femmes enceintes à Constantine (Algérie). Notre étude évalue non seulement le gain de poids au cours de la grossesse, mais également les facteurs influant sur ce gain pondéral et les complications engendrées d'un gain pondéral inadéquat (excessif ou insuffisant). Les données ont été recueillies prospectivement. Le gain de poids a été évalué à terme de grossesse, ainsi que dans chaque trimestre et il est comparé aux recommandations de l'IOM (IOM 2009). Peu d'études se sont intéressées au gain de poids à différents moments de la grossesse et son impact sur la santé de la mère et de l'enfant.

Les points forts de cette étude comprennent la conception prospective et longitudinale et l'évaluation complète sur les trois trimestres de la grossesse. L'étude prospective permet

d'étudier un phénomène au moment où il survient, ce qui représente un avantage comparativement aux études rétrospectives. De ce fait, les mesures obtenues ne sont pas influencées par les biais de mémoire (distorsion des faits) associés aux mesures rétrospectives. Dans notre étude, le poids de la femme avant grossesse est mesuré au début de la grossesse et n'est pas auto déclaré par la femme. Il a été démontré que le poids auto déclaré sous-estime le poids réel, notamment les femmes en surpoids / obèses ont tendance à sous-estimer leur poids.

Cette étude offre la liste la plus exhaustive des facteurs qui contribuent à un gain de poids pendant la grossesse. Elle comporte des informations détaillées sur l'état de santé durant la grossesse, les habitudes et les consommations alimentaires, l'activité physique, la sédentarité et le sommeil, plus les facteurs psychologiques.

Un autre point fort de notre étude est l'évaluation de la consommation alimentaire qui a été effectuée par un enregistrement alimentaire de trois jours (deux jours de semaine et un jour de weekend). Elle a été effectuée avec beaucoup de rigueur et de précision ce qui a nécessité un temps excessivement long pour l'entrée de données, le calcul et l'analyse. Ceci est important dans un contexte de recherche. D'autre part, l'évaluation répétée à chaque trimestre de grossesse augmente la validité des résultats obtenus.

Egalement, nous avons analysé l'influence du gain de poids gestationnel sur les complications de la grossesse (HTA, diabète, anémie) et les issues périnatales (terme de grossesse, mode d'accouchement, poids de naissance des nouveau-nés) et confirmer que le gain de poids gestationnel est un facteur de risque significatif.

Les études longitudinales sont longues, mais elles peuvent constituer une excellente base pour les futures interventions chez les femmes enceintes et accroître les connaissances sur les liens entre le gain pondéral gestationnel et l'état de santé de la mère et de son enfant.

# **CONCLUSIONS**

Notre travail a pour but l'étude du gain pondéral chez la femme enceinte et son impact sur la santé de la mère et de l'enfant à Constantine (Algérie).

Le gain de poids total moyen observé à terme est de  $9,0 \pm 5,7$  kg. La majorité des femmes enceintes (75,0 %) ont un gain pondéral total inadéquat en fin de grossesse ; 47,3 % ont un gain insuffisant et 27,7 % ont un gain excessif. Au trimestre 1, le gain excessif est présent chez 41,7 % des femmes et le gain insuffisant chez 42,0 % des femmes. Au trimestre 2, 48,3 % des femmes ont un gain excessif et 31,3 % d'entre elles ont un gain insuffisant. Au trimestre 3, 46,2 % des femmes présentent un gain insuffisant et 28,4 % ont un gain excessif. Ces résultats alertent les professionnels de santé sur leur mission de conseil et de surveillance du poids durant la grossesse en fonction de l'IMC de chaque femme. Cependant, nos observations montrent que la surveillance de la prise pondérale au cours de la grossesse n'est pas une priorité pour les professionnels de santé. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS 2012a), le suivi de la prise de poids pendant la grossesse est une procédure peu coûteuse et très utile pour la mise en place d'interventions nutritionnelles visant à réduire les risques pour la mère et le fœtus.

Dans notre étude, l'âge des femmes et leur niveau de vie n'ont pas d'effet sur le gain de poids au cours de la grossesse. Le niveau d'instruction des femmes influence le gain pondéral gestationnel. Le gain insuffisant est plus fréquent chez les femmes ayant un niveau d'instruction bas et le gain excessif est plus fréquent chez les femmes ayant un niveau élevé. Pour la parité, le gain de poids excessif semble fréquent chez les femmes nullipares.

Le poids de naissance élevé des femmes est associé à un gain excessif, tandis que, le petit poids à la naissance des femmes est associé à un gain insuffisant. Ainsi, le poids de naissance des femmes enceintes pourrait être un indicateur du gain pondéral au cours de la grossesse et devrait être pris en compte.

Nous avons mis en évidence que l'obésité avant grossesse est un facteur de risque à la fois de gain de poids gestationnel excessif et insuffisant. Ainsi, le pourcentage de gain de poids excessif et insuffisant est significativement plus élevé chez les femmes obèses avant grossesse. D'où l'importance de commencer la grossesse avec un poids acceptable, afin d'éviter toutes les complications métaboliques et d'accouchement qui affectent à la fois la

mère et le nouveau-né. Cependant, comme la moitié des grossesses ne sont pas planifiées, les femmes obèses peuvent ne pas avoir la possibilité de perdre du poids avant de concevoir, ainsi, elles devraient être surveillées de façon plus stricte par leur gynécologue afin de minimiser les effets indésirables d'un gain de poids gestationnel inadéquat.

Les femmes à gain insuffisant et les femmes à gain excessif sont plus nombreuses à déclarer ignorer le gain pondéral approprié. Les médias sont la source d'information la plus fréquente chez les femmes ayant un gain pondéral excessif au cours de la grossesse. Le problème soulevé par cette thèse est le manque d'informations données par les professionnels de santé concernant le gain pondéral approprié pendant la grossesse.

Quel que soit le trimestre de grossesse, les femmes ayant un gain insuffisant sont plus nombreuses à présenter des signes sympathiques (nausées et vomissements) et à déclarer avoir des aversions alimentaires. Les viandes et produits carnés, les laitages et les féculents sont plus évités par les femmes à gain insuffisant. Alors que, les femmes ayant un gain excessif sont significativement plus nombreuses à déclarer avoir des envies. Les fruits, les sucreries et les Junk-Food sont les aliments les plus désirés par les femmes à gain excessif.

Les modifications des habitudes alimentaires sont plus fréquentes chez les femmes ayant un gain de poids insuffisant et excessif au trimestre 1 et chez les femmes ayant un gain excessif au trimestre 2. Le gain excessif est significativement plus fréquent chez les femmes ayant déclaré augmenter leur consommation alimentaire et le gain insuffisant est plus élevé chez les femmes qui ont déclaré diminuer leur consommation alimentaire. Les femmes avec un gain insuffisant sont plus nombreuses à sauter presque tous les repas, quel que soit le trimestre de grossesse. Aussi, les femmes ayant un gain excessif sont plus nombreuses à grignoter. Les aliments les plus grignotés par les femmes ayant un gain excessif sont les sucreries, les fruits et les produits laitiers.

L'apport calorique, vitaminique et en minéraux des femmes ayant un gain pondéral insuffisant est inférieur à celui des femmes avec un gain normal et un gain excessif lors des trois trimestres de grossesse. Entre le T1 et le T3, 86 à 100 % des femmes ont des apports en vitamines (B9, A et D) et en minéraux (Ca, Fe, Mg et Zn) nettement inférieurs aux ANC. C'est une indication claire pour les fournisseurs de soins de santé de mettre davantage l'accent

sur une alimentation équilibrée et diversifiée, tant en quantité qu'en qualité, pour améliorer l'état nutritionnel de la mère et de son nouveau-né.

Nos résultats mettent en évidence que l'inactivité physique est un facteur de risque de gain pondéral excessif au cours de la grossesse. Le pourcentage de la non pratique d'une activité physique régulière est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif. L'activité physique diminue généralement tout au long de la grossesse, et encourager les femmes à pratiquer une activité physique peut réduire de manière significative le risque de gain de poids excessif.

Le temps moyen de sommeil est plus faible chez les femmes ayant un gain de poids insuffisant et le temps moyen de sieste est plus élevé chez les femmes ayant un gain pondéral excessif. Le stress maternel a un effet sur le gain pondéral gestationnel. Les femmes ayant à la fois un gain excessif et un gain insuffisant au 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestre sont plus nombreuses à déclarer avoir un environnement stressant.

Nos résultats montrent que le gain de poids excessif est un facteur de risque de survenue d'hypertension artérielle gestationnelle. Alors que, le gain de poids insuffisant constitue un facteur de risque pour l'anémie gestationnelle.

Le gain pondéral gestationnel influence le terme de grossesse. Ainsi, les femmes ayant un gain insuffisant sont significativement plus nombreuses à avoir accouchées prématurément. Et les femmes ayant un gain excessif sont significativement plus nombreuses à avoir accouchées après terme. Aussi, le taux d'accouchement par césarienne est significativement plus élevé chez les femmes ayant un gain de poids excessif.

Dans notre étude, le gain pondéral gestationnel excessif est un facteur de risque de macrosomie des nouveau-nés (poids de naissance  $\geq 4000$  g), alors que, le gain pondéral insuffisant est un facteur de risque d'hypotrophie à la naissance ( $< 2500$  g).

Les objectifs de notre étude ont donc été atteints : les facteurs et les conséquences maternelles et néonatales d'un gain de poids inadéquat (excessif ou insuffisant) ont été identifiées et évaluées. Au travers de cette thèse, nous avons pu mettre en évidence des

facteurs influençant le gain de poids inadéquat, tels que l'état pondéral avant grossesse, la parité, le niveau d'instruction, les signes sympathiques, les modifications du comportement alimentaire, les apports alimentaires et la non pratique de l'activité physique. Des facteurs psychologiques ont également été mis en exergue. Aussi, des conséquences qu'engendre un gain de poids inadéquat ont été mises en évidence. Cette étude a permis de confirmer qu'un gain de poids gestationnel excessif augmente le risque d'hypertension gravidique, d'œdèmes, de dépassement de terme, d'accouchement par césarienne et des nouveau-nés avec un gros poids de naissance. Alors que, le gain pondéral insuffisant augmente le risque d'anémie gestationnelle, de prématurité et de petit poids à la naissance. Au delà de ces effets à court terme, il a été établi qu'une prise de poids anormale (excessive ou insuffisante) pendant la grossesse peut induire des conséquences à long terme telles que le surpoids qui peut conduire à l'obésité si celui-ci s'accroît à chaque grossesse, l'hypertension artérielle, des anomalies du métabolisme glucidique et des pathologies coronariennes.

La grossesse est une période délicate en termes de nutrition et de santé, aussi bien pour la mère que pour son enfant à naître. Une prise de poids contrôlée pendant la grossesse est dès lors une condition favorisant l'accouchement d'un bébé en pleine santé et le futur bien-être de l'enfant et de la mère. Ainsi, la promotion de la santé passe par la prévention d'un gain de poids inadéquat durant la grossesse qui est un enjeu important étant donné les conséquences délétères pour le nouveau-né et sa mère à court et à long terme. Il est important que les femmes enceintes soient sensibilisées aux recommandations de l'IOM, et les informer des risques surajoutés d'une prise pondérale anormale. Il faut donc les encourager et leur proposer un suivi nutritionnel adapté. Un gain de poids gestationnel inadéquat (excessif ou insuffisant) représente un important fardeau de la santé pour la mère et l'enfant.

**REFERENCES  
BIBLIOGRAPHIQUES**



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### A

- AALTONEN J, OJALA T, LAITINEN K, POUSSA T, OZANNE S, ISOLAURI E. (2011)** Impact of maternal diet during pregnancy and breastfeeding on infant metabolic programming: a prospective randomized controlled study. *Eur J Clin Nutr.* 2011;65(1):10–19.
- ABALOS E, CUESTA C, CARROLI G, QURESHI Z, WIDMER M, VOGEL JP et al. (2014)** “Pre-eclampsia, eclampsia and adverse maternal and perinatal outcomes: a secondary analysis of the World Health Organization Multicountry Survey on Maternal and Newborn Health.” WHO Multicountry Survey on Maternal and Newborn Health Research Network. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology.* Mar;121 Suppl 1:14-24.
- ABBASPOUR N, HURRELL R, KELISHADI R. (2014)** Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci* 2014; 19: 164-174.
- ABEYSENA C, JAYAWARDANA P. (2011)** “Sleep deprivation, physical activity and low income are risk factors for inadequate weight gain during pregnancy: a cohort study,” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 37, no. 7, pp. 734–740, 2011.
- ABRAHAM S, KING W, LLEWELLYN-JONES D. (1994)** Attitudes to body weight, weight gain and eating behavior in pregnancy. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 1994; 15(4):189-95.
- ABRAMS B, ALTMAN SL, PICKETT KE. (2000)** Pregnancy weight gain : still controversial. *Am J Clin Nutr* 2000 ; 71; suppl.1: 1233S - 1241S.
- ABRAMS B, CARMICHAEL S, SELVIN S. (1995a)** Factors associated with the pattern of maternal weight gain during pregnancy. *Obstetrics and Gynecology* 86(2) : 170-176.
- ABRAMS B, SELVIN S. (1995b)** Maternal weight gain pattern and birth weight. *Obstet Gynecol*; 86(2):163–9.
- ACOG (2015)** Committee opinion Number 650 : Physical Activity and Exercise during Pregnancy and the Postpartum Period. *Obstet Gynecol.* 126 : e135-42.
- ACOG (2013)** Hypertension in pregnancy: Report of the American College of Obstetricians and Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2013; 122(5):1122±1131.
- ACOG (2003)** Exercise during pregnancy and the postpartum period. *Clinical Obstetrics and Gynecology*, 46(2), 496-499. Retrieved from [http://journals.lww.com/clinicalobgyn/Citation/2003/06000/Exercise\\_During\\_Pregnancy\\_and\\_the\\_Postpartum.28.aspx](http://journals.lww.com/clinicalobgyn/Citation/2003/06000/Exercise_During_Pregnancy_and_the_Postpartum.28.aspx).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- ACOG (2002)** Committee opinion. Exercise during pregnancy and the postpartum period. Number 267, January 2002. American College of Obstetricians and Gynecologists. *International Journal of Gynaecology and Obstetrics* 77(1): 79-81.
- ADAIR L, POLLITT E, MUELLER WH. (1983)** Maternal anthropometric changes during pregnancy and lactation in a rural Taiwanese population. *Human biology*, 55: 771-787.
- ADAM T, EPEL E. (2007)** Stress, eating and the reward system. *Physiology & Behavior*, 91(4), 449-458.
- ADAMO K, FERRARO Z, GOLDFIELD G, KEELY E, STACEY D, HADJIYANNAKIS S et al. (2013)** The Maternal Obesity Management (MOM) Trial Protocol: A lifestyle intervention during pregnancy to minimize downstream obesity. *Contemporary Clinical Trials*, 35, 87-96.
- AGOPO (2014)** Déclaration de l'Association des gynécologues obstétriciens d'Oran sur les taux de césarienne en Algérie. Disponible sur le site <http://www.algerie-focus.com/2014/05/presque-une-femme-sur-deux-en-algerie-accouche-par-cesarienne/>.
- AHANKARI A, LEONARDI-BEE J. (2015)** Maternal hemoglobin and birth weight: systematic review and meta-analysis. *International Journal* 2015; 4(4):435-45.
- AKGUN N, KESKIN HL, USTUNER I, PEKCAN G, AVSAR AF. (2017)** Factors affecting pregnancy weight gain and relationships with maternal/fetal outcomes in Turkey. *Saudi Med J* 2017; Vol. 38 (5): 503-508.
- ALBERICO, MONTICO M, BARRESI V, MONASTA L, BUSINELLI C, SOINI V et al. (2014)** The role of gestational diabetes, prepregnancy body mass index and gestational weight gain on the risk of newborn macrosomia: results from a prospective multicentre study. *BMC Pregnancy and Childbirth* 2014 14:23.
- ALEXANDER BT, DASINGER JH, INTAPAD S. (2014)** Effect of low birth weight on women's health. *Clin. Ther.*, 36(12): 1913-1923.
- ALEXANDRA (2011)** « Vos envies de femme enceinte ! - Alimentation et grossesse - FORUM Grossesse & bébé », 19-déc-2011. [En ligne]. Disponible sur: <http://forum.doctissimo.fr/grossesse-bebe/alimentation-grossesse/envies-femme-enceinte>.
- ALI F, THAYER I, ALI KHAN S. (2014)** Assessment of dietary diversity and nutritional status of pregnant women in Islamabad, Pakistan. *J Ayub Med Coll Abbottabad* 2014;26(4):506-9.
- ALI RA, EGAN LJ. (2008)** Gastro-oesophagi reflux disease in pregnancy. *Digestives disorders in pregnancy* 2008; 5:793-806.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**ARIMOND M, WIESMANN D, BECQUEY E, CARRIQUIRY A, DANIELS MC, DEITCHLER M et al. (2010)** Simple food group diversity indicators predict micronutrient adequacy of women's diets in 5 diverse, resource-poor settings. *J Nutr* 2010; 140(11): 2059S-69S.

**ASSEMBE Y (2009)** Evaluation de la prise pondérale chez la femme enceinte à Yaoundé. Thèse de Doctorat d'Etat en médecine, faculté de Médecine et des sciences biomédicales, Université de Yaounde I 2009. J Cameroun. 137 pages.

**ASSOCIATION DU CANTON DE MEDECINS DE GENEVE (2007)** L'obésité pendant la grossesse constitue un problème de santé sérieux encore méconnu. *La Liberté.ch* Sept 2007.

**AYOUBI JM, BADIOU W, HININGER-FAVIER I, FAVIER M, ZRAIK-AYOUBI F, BERREBI A et al. (2012)** Nutrition et femme enceinte. *Gynécologie/Obstétrique* 2012:1-14.

**AYOUBI JM, HIRT R, BADIOU W, HININGER I, FAVIER M, ZRAIK F, BERREBI A, PONS JC. (2009)** Nutrition et femme enceinte. *EMC Gynécologie/Obstétrique*. 5-042-A-10.

### B

**BAERLOCHER K, BRÜSCHWEILER B, CAMENZIND-FREY E, DIEZI J, HÖSLI I, HUCH R, SUTTER-LEUZINGER A, VOLAND OLIVEIRA S. (2006)** L'alimentation durant la grossesse et la période d'allaitement. Quels sont les risques pour la mère et l'enfant ?". Recommandations nutritionnelles de la Commission fédérale de l'alimentation, Berne, 2006. [www.bag.admin.ch](http://www.bag.admin.ch), Rubrique Thèmes, Nutrition et activité physique.

**BAGHERI M, DOROSTY A, SADRZADEH-YEGANEH H, ESHRAGHIAN M, AMIRI E, KHAMOUSH-CHESHM N. (2013)**. Pre-pregnancy Body Size Dissatisfaction and Excessive Gestational Weight Gain. *Maternal and Child Health Journal*, 17, 699-707.

**BAILIT JL (2005)** Hyperemesis gravidarum : epidemiologic findings from a large cohort. *Am J Obstet Gynecol* 2005 ; 193 : 811-4.

**BARAKAT R, PELAEZ M, CORDERO Y, PERALES M, LOPEZ C, COTERON J, MOTTOLA MF. (2016)** Exercise during pregnancy protects against hypertension and macrosomia: randomized clinical trial. *Am J Obstet Gynecol* 2016; 214:649.e1–649.e8.

**BARGER MK (2010)** Maternal nutrition and perinatal outcomes. *Journal of Midwifery & Women's Health*. 55(6):502-511.

**BARKER D J, OSMOND C, GOLDING J, KUH D et WADSWORTH M E. (1989)** Growth in utero, blood pressure in childhood and adult life, and mortality from cardiovascular disease. *BMJ*, 298(6673):564–567. 34.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- BARTON JR, JOY SD, RHEA DJ, SIBAI AJ, SIBAI BM. (2015)** The influence of gestational weight gain on the development of gestational hypertension in obese women. *Am J Perinatol* 2015;32(07):615–620.
- BATH SC, STEER CD, GOLDING J, EMMET P & RAYMAN MP. (2013)** Effect of inadequate iodine status on UK pregnant women on cognitive outcomes in their children: results from the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *The Lancet*, 382, 331–338.
- BAYLEY TM, DYE L, JONES S, DEBONO M, HILL AJ. (2002)** Food cravings and aversions during pregnancy: relationships with nausea and vomiting. *Appetite* 38, 45–51.
- BECK S, WOJDYLA D, SAY L, BETRAN AP, MERIALDI M, REQUEJO JH et al. (2010)** "The worldwide incidence of preterm birth: a systematic review of maternal mortality and morbidity." *Bull World Health Organ* 88 (1): 31-38.
- BENCHIMOL M (2008)** Conséquences fœtales d'une prise de poids excessive au cours de la grossesse. *Réalités en Gynécologie- Obstétrique*. Juin 2008. N°131. Pages 1 à 4.
- BERGER J, DILLON JC. (2002a)** Stratégies de contrôle de la carence en fer dans les pays en développement. *Cahiers Santé* 2002; 12 (3): 22-30.
- BERGER H, CRANE J, FARINE D. (2002b)** Dépistage du diabète gestationnel, directives cliniques de la SOGC. *JOCG*, numéro 121, nov 2002 ; 1-9.
- BERGMANN MM, FLAGG EW, MIRACLE-MCMAHILL HL, BOEING H. (1997)** Energy intake and net weight gain in pregnant women according to body mass index (BMI) status. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1997; 21: 1010–1017.
- BERKANE-N, UZANS. (2004)** Supplémentation de la femme enceinte. *Actualités en périnatalogie*. Ed. Masson, 2004, vol. 33, sup.1p, p 33-36.
- BERNSTEIN IM, ZIEGLER W, BADGER GJ. (2001)** Plasma volume expansion in early pregnancy. *Obstet Gynecol*, 97(5 Pt 1):669–672.
- BERNSTEIN IM, GORAN MI, AMINI SB, CATALONA PM. (1997)** Differential growth of fetal tissues during the second half of pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 176: 28–32.
- BERTHELEMY S (2011)** Apports nutritionnels nécessaires chez la femme enceinte. *Actualités Pharmaceutiques*. 511:12-18.
- BETRAN AP, TORLONI MR, ZHANG JJ, GULMEZOGLU AM. (2015)** WHO Statement on Cesarean Section Rates. *BJOG*.
- BIESALSKI HK (2005)** Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70, 509–524.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- BILLIONNET C, MITANCHEZ D, WEILL A, NIZARD J, ALLA F, HARTEMANN A et al. (2017)** Gestational diabetes and adverse perinatal outcomes from 716,152 births in France in 2012. *Diabetologia*. 2017;60(4):636-644.
- BIRKELAND E, STOKKE G, TANGVIK RJ, TORKILDSEN EA, BOATENG J, WOLLEN AL et al. (2015)** Norwegian PUQE (Pregnancy-Unique Quantification of Emesis and nausea) identifies patients with hyperemesis gravidarum and poor nutritional intake: a prospective cohort validation study. *PLoS One* 2015; 10:e0119962.
- BIRKHAÜSER B (2005)** Métabolisme énergétique de la femme enceinte. 1420-911, 2005 ; P.63-66.
- BLACK MH, SACKS DA, XIANG AH, LAWRENCE JM. (2013)** The relative contribution of prepregnancy overweight and obesity, gestational weight gain, and IADPSG-defined gestational diabetes mellitus to fetal overgrowth. *Diabetes Care*. 2013 Jan;36(1):56–62.
- BLACK RE, VICTORIA CG, WALKER SP, BHUTTA ZA, CHRISTIAN P, ONIS M et al. (2013b)** Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *Lancet* 2013; 382(9890):427–451.
- BLOMBERG M (2011)**. Maternal and Neonatal Outcomes Among Obese Women With Weight Gain Below the New Institute of Medicine Recommendations. *OBSTETRICS & GYNECOLOGY*. VOL. 117, NO. 5, MAY 2011. 1065-1070.
- BLONDEL B, SUPERNANT K, DU MAZAUBRUN C, BREART G. (2006)** Trends in perinatal health in metropolitan France between 1995 and 2003: results from the National Perinatal Surveys. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)*, 35(4): 373–87.
- BLUMFIELD ML, HURE AJ, MACDONALD-WICKS L, SMITH R, COLLINS CE. (2013)** A systematic review and meta-analysis of micronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutr Rev*. 2013; 71(2):118–32.
- BLUMFIELD ML, HURE AJ, MACDONALD-WICKS L, SMITH R, COLLINS CE. (2012)** Systematic review and meta-analysis of energy and macronutrient intakes during pregnancy in developed countries. *Nutr Rev*. 2012; 70(6):322–336.
- BOGAERTS A (2014)** Obesity and pregnancy, an epidemiological and intervention study from a psychosocial perspective. *FVV in ObGyn*, 6(2), 81-95.
- BONARI L, PINTO N, AHN E, EINARSON A, STEINER M, KOREN G. (2004)** Perinatal risks of untreated depression during pregnancy. *Can J Psychiatry*, 49(11), 726-35.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- BONHAM MP, DUFFY EM, ROBSON PJ, WALLACE JM, MYERS GJ, DAVIDSON PW et al. (2008)** Contributions of fish to micronutrient intakes important for fetal development: a dietary survey of pregnant women in the Republic of Seychelles. *Public Health Nutrition*, 12, 1312–1320.
- BOYLE A, TIMOFEEV J, DESALE S, DRIGGERS RW and DUDLEY DJ. (2017)** Weight Gain: A Modifiable Risk Factor for Primary Cesarean Delivery. *Open Journal of Obstetrics and Gynecology*, 7, 525-531.
- BOYLE A, TIMOFEEV J, HALSCOTT T, DESALE S, DRIGGERS RW, RAMSEY PS. (2014)** Is 40 the new 30?: pregnancy outcomes by degree of weight gain among obesity subclasses. *Obstet Gynecol*. 2014;123 Suppl 1:41S.
- BRACERO LA, BYRNE DW. (1998)** Optimal maternal weight gain during singleton pregnancy. *Gynecol Obstet Invest*; 46(1):9–16.
- BRANCA F, MAHY L, MUSTAFA TS. (2014)** The lack of progress in reducing anaemia among women: the inconvenient truth. *Bulletin of the World Health Organization*. 2014;92(4):231.
- BRANUM AMKS, KIRMEYER SE, GREGORY EC. (2016)** Prepregnancy Body Mass Index by Maternal Characteristics and State: Data From the Birth Certificate, 2014. *Natl Vital Stat Rep* 2016;65:1-11.pmid:27508894.
- BRAWARSKY P, STOTLAND NE, JACKSON RA, FUENTES-AFFLICK E, ESCOBAR GJ, RUBASHKIN N et al. (2005)** Pre-pregnancy and pregnancy-related factors and the risk of excessive or inadequate gestational weight gain. *Int J Gynaecol Obstet*. 2005; 91:125-31.
- BRESSON JL, REY J. (2000)** Femmes enceintes et allaitantes. In : Martin A. *ANC 2000. Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3<sup>e</sup> éd.* Paris TEC & DOC Lavoisier, 2000.
- BRION MJ, NESS AR, ROGERS I, EMMETT P, CRIBB V, DAVEY SMITH G et al. (2010)** Maternal macronutrient and energy intakes in pregnancy and offspring intake at 10 y: exploring parental comparisons and prenatal effects. *Am J Clin Nutr*. 2010 Mar;91(3):748-56.
- BROOK CG (1972)** Evidence for a sensitive period in adipose-cell replication in man. *Lancet* 2: 624–627.
- BROSKEY NT, WANG P, LI N, LENG J, WANG L, GILMORE LA et al. (2017)** Early Pregnancy Weight Gain Exerts the Strongest Effect on Birth Weight, Posing a Critical Time to Prevent Childhood Obesity. *Obesity (Silver Spring)*. 2017 Sep;25(9):1569-1576.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**BROWN A, RUVOLO M, SABETI PC. (2013)** Many ways to die, one way to arrive: how selection acts through pregnancy. *Trends in Genetics*, 29, 585–592.

**BROWN A, AVERY A. (2012)** Healthy weight management during pregnancy: what advice and information is being provided. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 25:378-388.

**BROWN LS (2010)** *Life Cycle Nutrition: An Evidence-Based Approach*. Chapter 2 Supplement: Nutrition Requirements during Pregnancy. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.

**BROWN JE, TOMA RB. (1986)** Taste changes during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 43, 414–418.

**BUI T, CHRISTIN-MAITRE S. (2011)** Vitamine D et grossesse. *Annales d'Endocrinologie*. Octobre 2011, vol. 72, p. 23-28.

**BUIST A, GOTMAN N, YONKERS K. (2011)** Generalized anxiety disorder: Course and risk factors in pregnancy. *Journal of Affective Disorders*, 131, 277-283.

**BUTTE NF, KING JC. (2005)** Energy requirements during pregnancy and lactation. *Public Health Nutr*; 8:1010-27.

**BUTTE NF, WONG WW, TREUTH MS, ELLIS KJ, O'BRIAN SMITH E. (2004)** Energy requirements during pregnancy based on total energy expenditure and energy deposition. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79 : 1078-1087.

**BUTTE NF, ELLIS KJ, WONG WW, HOPKINSON JM and O'BRIAN SMITH E. (2003)** Composition of gestational weight gain impacts maternal fat retention and infant birth weight. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 189:1423–1432.

### C

**CABROL D, PONS JC, GOFFINET F. (2003)** *Traité d'obstétrique*. Flammarion, Paris, 2003, p 54-64.

**CAMENZIND-FREY, HESSE-LAMM M, LAIMBACHER J, BACHMANN G, KLUCKERT C, RENGGLI A et al. (2011)** L'alimentation durant la grossesse et la période d'allaitement. Brochure à l'intention des gynécologues, des obstétriciens, des pédiatres et des médecins de famille. Office fédéral de la santé publique. Zurich.

**CANADIAN DIABETES ASSOCIATION (2013)** Canadian Diabetes Association 2013 clinical practice guidelines for the prevention and management of diabetes in Canada. *Can J Diabetes* 37:S1– S212.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- CARMICHAEL S, ABRAMS B and SELVIN S. (1997a)** The pattern of maternal weight gain in women with good pregnancy outcomes. *American Journal of Public Health* 87:1984–1988.
- CARMIEHAEL SL, ABRAMS B. (1997b)** A critical review of the relationship between gestational weight gain and preterm delivery. *Obstet Gyneeol*, 1997. 89(5 Pt 2): p. 865-73.
- CARON P (2007)** Carences iodée et grossesse. Conséquences maternelles et foetales. *Nutrition et Endocrinologie*. Mars-Avril 2007. Vol 5. N°30. Pages 38 à 41.
- CATALANO PM, MELE L, LANDON MB, RAMIN SM, REDDY UM, CASEY B et al. (2014)** Inadequate weight gain in overweight and obese pregnant women: what is the effect on fetal growth? *Am J Obstet Gynecol*. 2014 Aug; 211(2):137.e1–7.
- CATALANO P, EHRENBERG H. (2006)** The short- and long-term implications of maternal obesity on the mother and her offspring. *BJOG: An International Journal of Obstetrics and Gynecology* July 7: Epub DOI: 10.1111/j.1471-0528.2006.00989.
- CDC (2011a)** Pregnancy nutrition surveillance nation. Summary of trends in maternal health indicators. [http://www.cdc.gov/pednss/pnss\\_tables/tables\\_numeric.htm](http://www.cdc.gov/pednss/pnss_tables/tables_numeric.htm). Retrieved February 25, 2014.
- CDC (2011b)** About BMI for adults. Retrieved from [http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult\\_bmi/index.html](http://www.cdc.gov/healthyweight/assessing/bmi/adult_bmi/index.html).
- CEDERGREN MI (2006)** Effects of gestational weight gain and body mass index on obstetric outcome in Sweden. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics*. 2006; 93(3): 269–274.
- CENTRE FOR MATERNAL AND CHILD ENQUIRIES (2011)** Saving mothers' lives: reviewing maternal deaths to make motherhood safer: 2006–08. The eighth report on confidential enquiries into maternal deaths in the United Kingdom. *BJOG* 2011;118(Suppl 1):1–203.
- CERIN (2004)** Alimentation de la femme enceinte. Recommandations et conseils pratiques. 2004.
- CHASAN-TABER L, SCHMIDT MD, PEKOW P, STERNFELD B, SOLOMON CG, MARKENSON G. (2008)** Predictors of excessive and inadequate gestational weight gain in Hispanic women. *Obes Silver Spring Md*. 2008 Jul; 16(7):1657±66.
- CHENAIS G (2007)** Internet pour la femme enceinte ? Analyse descriptive de 1 000 questionnaires de femmes enceintes internautes, mémoire, 2007, La revue Sagefemme, 6, 312-321.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- CHENG YW, CHUNG JH, KURBISCH-BLOCK I, INTURRISI M, SHAFER S, CAUGHEY AB et al. (2008)** Gestationnel weight gain and gestational diabetes mellitus. *Obstet Gynecol*; 112 : 1015-22.
- CHEVALIER N, AUDIIBERT C, BICAIS M, COTUU A, GERBERT J, LAURENT C et al. (2008)** Nutrition: principes et conseils. Ed Elsevier Masson: 87-91.
- CHEVALLIER L (2005)** Nutrition : principes et conseils; Masson, Paris, 2005, p 89-93.
- CHOI S-K, PARK IY, SHIN JC. (2011)** The effects of pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain on perinatal outcomes in Korean women: a retrospective cohort study. *Reprod Biol Endocrinol* [consulté le 6 nov 2013];9(6). Disponible à partir de l'URL: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1477-7827-9-6.pdf>.
- CHORTATOS A, HAUGEN M, IVERSEN P, VIKANES A, EBERHARD-GRAN M, MAGNUS P et al. (2015)** Pregnancy complications and birth outcomes among women experiencing nausea only or nausea and vomiting during pregnancy in the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2015; 15:138.
- CHORTATOS A, HAUGEN M, IVERSEN P, VIKANES A, MAGNUS P. (2013)** Nausea and vomiting in pregnancy: associations with maternal gestational diet and lifestyle factors in the Norwegian Mother and Child Cohort Study. *BJOG* 2013; 120: 1642-1653.
- CHRIS WELL MS, ERIN MARRAYS K. (2003)** Weight gain during pregnancy risk assessment monitoring system (PRAMS), 1997-2000. *March* 2003; N° 51.
- CHRISTINE M, OLSON RD, MYLA S, STRAWDERMAN MS. (2003)** Modifiable behavioral factors in a biopsychosocial model predict inadequate and excessive gestational weight gain. *Journal of THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION*. Volume 103 Number 1, 48-53.
- CIQUAL (2016)** Table de composition nutritionnelle des aliments Ciqua, Anses. Disponible sur le site <http://www.ansespro.fr/TableCIQUAL> 2016.
- CLAPP III JF (2002)** Maternal carbohydrate intake and pregnancy outcome. *Proceedings of the Nutrition Society* 2002;61(01):45-50.
- CLERGET S (2009)** Les kilos émotionnels, comment s'en libérer. Editions Albin Michel. 285 pages.
- CNGOF (1997)** Supplémentation au cours de la grossesse : recommandations pour la pratique clinique. Décembre 1997, 20 p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**COGILL B (2003)** Guide des mesures des indicateurs anthropométriques. Projet d'Assistance Technique pour l'alimentation et la nutrition. Académie pour le Développement et l'Education. Washington DC. 104 pages.

**COGSWELL ME, SCANLON KS, FEIN SB, SCHIEVE LA. (1999)** Medically advised, mother's personal target, and actual weight gain during pregnancy. *Obstetrics and Gynecology* 94(4):616–622.

**COLAU I.C, MARTIN A. (2006)** Enceinte, quelle alimentation? *Parents*, 2006, no 430, carnet n°68, 42 p.

**COOPER WO, HERNANDEZ-DIAZ S, ARBOGAST PG, DUDLEY JA, DYER S, GIDEON PS et al. (2006)** Major congenital malformations after first trimester exposure to ACE inhibitors. *NEJM*. 354:2443-2451.

**COSTELLO A, OSRIN D. (2004)** Micronutrients status during pregnancy and outcomes for newborn infants in developing countries. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79: 933-934.

**CRANE JM, WHITE J, MURPHY P, BURRAGE L, HUTCHENS D. (2009)** The effect of gestational weight gain by body mass index on maternal and neonatal outcomes. *J Obstet Gynaecol Can*. 2009;31(1):28-35.

**CREFF AF (2000)** Manuel de diététique en pratique médicale courante- Masson, pp 211-223.

**CREININ MD, SIMHAN HN. (2009)** Can we communicate gravidity and parity better? *Obstet Gynecol*. 2009 Mar 113(3):709-11.

**CRESSWELL J, CAMPBELL OM, DE SILVA MJ, FILIPPI V (2012)** Effet de l'obésité maternelle sur la mortalité néonatale en Afrique sub-saharienne: une analyse multivariée de 27 ensembles de données nationales. *Lancet*. 380 : 1325-1330.

**CUNNINGHAM FG, LINDHEIMER MD, TALER SJ. (2010)** Hypertension in pregnancy. *Journal of the American Society of Hypertension*. March–April, 2010 Volume 4, Issue 2, Pages 68–78.

### D

**D-A-CH REFERENZWERTE (2015)** Für die Nährstoffzufuhr Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SGE). Umschau/Braus, Frankfurt/ Main 2015, ISBN-10: 3829571143.

**DAILLAND P, BELKACEM H, BERL M, DUBOIS L, LAMOUR O. (2003)** Anesthésie obstétricale. Arnette. 205 pages.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**DAVIES GA, WOLFE LA, MOTTOLA MF, MACKINNON C, ARSENAULT MY, BARTELLAS E et al. (2003)** Exercise in pregnancy and the postpartum period. *J Obstet Gynaecol Can* 2003; 25 (6):516-29.

**DAVIS RR, HOFFERTH SL, SHENASSA ED. (2013)** Gestational weight gain and risk of infant death in the United States. *Am J Public Health*. 2013;doi:10.2105/AJPH.2013.301425.

**DAVIS M (2004)** Nausea and vomiting of pregnancy: An evidence-based review. *Journal of Perinatal and Neonatal Nursing*, 18(4), 312-328.

**DAYAN J, ANDRO G, DUGNAT. (1999)** Psychopathologie de la périnatalité. Masson, Paris, p 289-324.

**DE CHERNEY A, NATHAN L, LAUFER N, ROMAN A. (2012)** Current Diagnosis & Treatment: Obstetrics & Gynecology. 11th Edition, Chapter 26: Hypertension in Pregnancy.

**DELVILLE N, DERUELLE P, HOUFFIN-DEBARGE V, HÉLOU N, SUBTIL D, VAAST P. (2004)** Quels sont les effets d'une prise de poids maternelle excessive ? *Vocation Sage Femme*. Novembre- Décembre 2004. N°26. Pages 17 à 20.

**DEMMOUCHE A, MOULESSEHOUL S. (2010)** Prévalence de l'anémie ferriprive au cours de la grossesse dans la wilaya de Sidi Bel Abbes (ouest de l'Algérie). *Antropo* 2010; 21: 39-48.

**DEMPSEY JC, BUTLER CL, WILLIAMS MA. (2005)** "No need for a pregnant pause: physical activity may reduce the occurrence of gestational diabetes mellitus and preeclampsia". *Exerc Sport Sci REV*, 33: 141-149.

**DEPUTY NP, SHARMA AJ, KIM SY, HINKLE SN. (2015)** Prevalence and characteristics associated with gestational weight gain adequacy. *Obstet Gynecol*. 2015 Apr; 125(4):773±81.

**DERUELLE P, VAMBERGUE A. (2012)** Obésité et grossesse. *Endocrinologie en gynécologie et obstétrique* : 209-213.

**DERUELLE P, CLAY JC, CAZAUBIEL M, SUBTIL D, FONTAINE P, VAMBERGUE A. (2009)** Diabète gestationnel, EMC Elsevier Masson SAS, Gynécologie/Obstétrique, 5-042-C-20, 2009.

**DERUELLE P, HOUFFIN-DEBARGE V, VAAST P, DELVILLE N, HELOU N, SUBTIL D et al. (2004)** Effets maternels et foetaux d'une prise de poids excessive au cours de la grossesse dans une population de patientes de poids normal avant la grossesse. *Gynécologie Obstétrique et Fertilité*; 32 : 398-403.

**DESOYE G, GAUSTER M, WADSACK C. (2011)** Placental transport in pregnancy pathologies. *Am J Clin Nutr* 94: 1896S–1902S.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- DIEMERT A, LEZIUS S, PAGENKEMPER M, HANSEN G, DROZDOWSKA A, HECHER K et al. (2016)** Maternal nutrition, inadequate gestational weight gain and birth weight: results from a prospective birth cohort. *BMC Pregnancy and Childbirth* (2016) 16:224.
- DIETZ P M, CALLAGHAN WM, SHARMA AJ. (2009a)** High pregnancy weight gain and risk of excessive fetal growth. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 201(1), 51-56.
- DIETZ PM, CALLAGHAN WM, SMITH R, SHARMA AJ. (2009b)** Low pregnancy weight gain and small for gestational age: a comparison of the association using 3 different measures of small for gestational age. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 201(1), 53-57.
- DIETZ PM, CALLAGHAN WM, MORROW B, COGSWELL ME. (2005)** Population-based assessment of the risk of primary cesarean delivery due to excess prepregnancy weight among nulliparous women delivering term infants. *Maternal and Child Health Journal* 9(3):237–244.
- DIOUF I, BOTTON J, CHARLES MA, MOREL O, FORHAN A et al. (2012)** Specific role of maternal weight change in the first trimester of pregnancy on birth size. *Maternal and child nutrition*, Wiley, 2012, epub ahead of print. <10.1111/j.1740-8709.2012.00423.x>.
- DIOUF I, CHARLES MA, BLONDEL B, HEUDE B & KAMINSKI M (2011)** Discordant time trends in maternal body size and offspring birthweight of term deliveries in France between 1972 and 2003: data from the French National Perinatal Surveys. *Paediatr Perinat Epidemiol* 25, 210-217.
- DIPIETRO JA, COSTIGAN K, SIPSMA H. (2008)** Continuity in self-report measures of maternal anxiety, stress, and depressive symptoms from pregnancy through two years postpartum. *Journal of Psychosomatic Obstetrics and Gynecology* 2008; 29:115-124.
- DIPIETRO JA, MILLET S, COSTIGAN KA, GUREWITSCH E, CAULFIELD LE. (2003)**. Psychosocial influences on weight gain attitudes and behaviors during pregnancy. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(10), 1314-1319.
- DIVON MY, MARKS AD, HENDERSON CE. (1995)** Longitudinal measurement of amniotic fluid index in post term pregnancies and its association with foetal outcome. *Am J Obstet Gynecol*; 172: 142-6.
- DJELANTIK AA, KUNST AE, VAN DER WAL MF, SMIT HA, VRIJKOTTE TG. (2012)** Contribution of overweight and obesity to the occurrence of adverse pregnancy

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

outcomes in a multi-ethnic cohort: population attributive fractions for Amsterdam. *BJOG*; 119(3):283–290.

**DJORLO F, MEGNEGBETO A, DE SOUZA J, TAKPARA I, SANTOS P, ALIHONOU E. (2002)** Influence du poids maternel sur l'évolution de la grossesse à Cotonou. *J Gyn Obst Bio Repr*; 31; 3 : 243.

**DODDS L, FELL DB, JOSEPH KS, ALLEN VM, BUTLER B. (2006)** Outcomes of pregnancies complicated by hyperemesis gravidarum. *Obstet Gynecol* 2006 ; 107 : 285-92.

**DOWNS DS, CHASAN-TABER L, EVENSON KR, LEIFERMAN J, YEO SA. (2012)** Physical Activity and Pregnancy, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 83(4), 485-502.

**DREHMER M, DUNCAN BB, KAC G, SCHMIDT MI. (2013)** Association of Second and Third Trimester Weight Gain in Pregnancy with Maternal and Fetal Outcomes. *PLoS ONE* 8(1): e54704. doi:10.1371/journal.pone.0054704.

**DREHMER M, CAMEY S, SCHMIDT MI, OLINTO MT, GIACOMELLO A, BUSS C, et al. (2010)** Socioeconomic, demographic and nutritional factors associated with maternal weight gain in general practices in Southern Brazil. *Cad Saúde Pública*; 26:1024-34.

**DUCARME G, RODRIGUES A, AISSAOUI F, DAVITIAN C, PHARISIEN I, UZAN M et al. (2007)** Grossesse des patientes obèses: quels risques faut-il craindre?. *Gynécologie Obstétrique et fertilité*; 35 : 19- 25.

**DUPIN H, MASSE-RAIMBAULT AM. (1992)** Alimentation et nutrition humaine-ESF.

**DUPIN H (1981)** Apports nutritionnels Conseillés pour la population française. Lavoisier Tec & Doc, Paris. 172 pages.

**DURIE D, THORNBURG L, GLANTZ J. (2011)** Effect of second trimester and third-trimester rate of gestational weight gain on maternal and neonatal outcomes. *Obstet Gynecol* 2011, 118(3), 569–575.

### E

**EDWARDS LE, HELLERSTEDT WL, ALTON IR, STORY M, HIMES JH. (1996)** Pregnancy complications and birth outcomes in obese and normal-weight women: effects of gestational weight change. *Obstet Gynecol* 1996; 87(3):389–94.

**EINARSON TR, PIWKO C, KOREN G. (2013)** Prevalence of nausea and vomiting of pregnancy in the USA: a meta analysis. *J Popul Ther Clin Pharmacol* 2013;20:e163–70.

**EINARSON A, MALTEPE C, BOSKOVIC R, KOREN G. (2007)** Treatment on nausea and vomiting in pregnancy : an updated algorithm. *Can Fam Physician* 2007 ; 53 : 2109-11.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**EINERSON BD, HUFFMAN JK, ISTWAN NB, RHEA DJ and JOY SD. (2011)** New gestational weight gain guidelines: an observational study of pregnancy outcomes in obese women. *Obesity (Silver Spring)* 2011; 19: 2361-4.

**EMET T, USTÜNER I, GÜVEN SG, BALIK G, URAL UM, TEKIN YB, SENTÜRK S, SAHIN FK, AVŞAR AF. (2013)** Plasma lipids and lipoproteins during pregnancy and related pregnancy outcomes. *Arch Gynecol Obstet.* 2013 Jul; Volume 288, Issue 1, pp 49–55.

**ENGLAND PH (2016)** UK prevalence of maternal obesity. 2016. [www.noo.org.uk/NOO\\_about\\_obesity/maternal\\_obesity\\_2015/prevalence](http://www.noo.org.uk/NOO_about_obesity/maternal_obesity_2015/prevalence) (Accessed 23 Aug 2016).

**ENSENAUER R, CHMITORZ A, RIEDEL C, FENSKE N, HAUNER H, NENNSTIEL-RATZEL U et al. (2013)** Effects of suboptimal or excessive gestational weight gain on childhood overweight and abdominal adiposity: results from a retrospective cohort study. *Int J Obes (Lond)* 2013; 37: 505-12.

**ESTAQUIO C, KESSE-GUYOT E, DECHAMPS V, BERTRAIS S, DAUCHET D, GALA P et al. (2009)** Adherence to the French Programme National Nutrition Santé Guideline Score is associated with better nutrient intake and nutritional status, 190:1031-41.

**EVENSON KR, BARAKAT R, BROWN WJ, DARGENT-MOLINA P, HARUNA M, MIKKELSEN EM et al. (2014)** Guidelines for Physical Activity during Pregnancy: Comparisons From Around the World. *Am J Lifestyle Med.* 8: 102-121.

**EVENSON K, WEN F. (2010b)** National trends in self-reported physical activity and sedentary behaviors among pregnant women: NHANES 1999–2006. *Preventive Medicine.* 2010b; 50:123–128.

**EVENSON KR, MOOS MK, CARRIER K, SIEGA-RIZ AM. (2008)** Perceived barriers to physical activity among pregnant women. *Maternal & Child Health Journal.*

### F

**FAIRBURN CG, STEIN DMA, JONES R. (1992)** Eating habits and eating disorders during pregnancy. *Psychosom Med* 54, 665–672.

**FAO (2013)** Guide pour mesurer la diversité alimentaire au niveau du ménage et de l'individu. FAO. Rome ([www.foodsec.org](http://www.foodsec.org)).

**FAO/US Department of Health Education and welfare. (1970)** «Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique ». Rome (Italie), p 1-218.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- FAVIER M (1999)** Nutrition au cours de la grossesse, savoir assurer un bien être alimentaire. In XXVIIème Assise Nationale des Sages Femmes. Xème Session Européenne. 19-21 Mai 1999. Deauville. Pages 211 à 226.
- FEIG DS, NAYLOR CD. (1998)** Eating for two: are guidelines for weight gain during pregnancy too liberal? *Lancet*; 351(9108):1054–5.
- FEINBERG M, FAVIER JC, IRELAND-RIPERT J. (1991)** « Répertoire général des aliments. Table de composition » FFN/CIQUAL-INRA/ Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 281p + micro Régal.
- FERRARO Z, CHAPUT J, GRUSLIN A & ADAMO K. (2014)** The Potential Value of Sleep Hygiene for a Healthy Pregnancy: A Brief Review. *ISRN Family Medicine*, 1-7.
- FERRARO ZM, BARROWMAN N, PRUD HOMME D, WALKER M, WEN SW, RODGER M et al. (2012)** Excessive gestational weight gain predicts large for gestational age neonates independent of maternal body mass index. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2012; 25: 538-542.
- FESSLER DMT, ENG SJ, NAVARRETE CD. (2005)** Elevated disgust sensitivity in the first trimester of pregnancy. *Evolution and Human Behavior*, 26, 344–351.
- FLAXMAN SM, SHERMAN PW. (2000)** Morning sickness: a mechanism for protecting mother and embryo. *Quarterly Review of Biology*, 75, 113–148.
- FLEGAL KM, KRUSZON-MORAN D, CARROLL MD, FRYAR CD, OGDEN CL. (2016)** Trends in obesity among adults in the United States, 2005 to 2014. *JAMA*. 2016;315 (21):2284-2291.
- FORBES S (2014)** Pregnancy sickness and parent-offspring conflict over thyroid function. *Journal of Theoretical Biology*, 355, 61–67.
- FOULHY C (2007)** L'alimentation de la femme enceinte et allaitante. *Vocation Sage-femme* 2007; 56 : 8- 12.
- FOURNIER A, LAFFITTE A, PARANT O, KO-KIVOK-YUN P. (2005)** Modifications de l'organisme maternel au cours de la grossesse. In: *Encyclopédie Médico- Chirurgicale : Gynécologie-Obstétrique*. p. 008-A-10.
- FOURNIER A, LAFFITTE A, PARANT O, KO-KIVOK-YUN P. (1999)** Modifications de l'organisme maternel au cours de la grossesse. In: *Encyclopédie Médico- Chirurgicale : Gynécologie-Obstétrique*. p. 008-A-10.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**FRISCHKNECHT F, BRUHWILER H, RAILO L, LUSCHER KP. (2009)** Changes in pre-pregnancy weight and weight gain during pregnancy: Retrospective comparison between 1986 and 2004. *Swiss Med Wkly.* 2009;139 (3–4):52–55.

### G

**GAILLARD R (2015)** Maternal obesity during pregnancy and cardiovascular development and disease in the offspring. *Eur J Epidemiol.* 2015 Sep 16.

**GAILLARD R, DURMUŞ B, HOFMAN A, MACKENBACH J, STEEGERS E, JADDOE V. (2013)** Risk factors and outcomes of maternal obesity and excessive weight gain during pregnancy. *Obesity*, 21, 1046-1055.

**GALTIER-DEREURE F (2003)** Prise de poids: Quelques situations à risque. Poids et grossesse : avant, pendant et après. 43ème Journée Annuelle de Nutrition et Diététique. 31 Janvier 2003.

**GAVARD JA, ARTAL R. (2014)** The association of gestational weight gain with birth weight in obese pregnant women by obesity class and diabetic status: a population-based historical cohort study. *Matern Child Health J.* 2014;18(4):1038-1047.

**GHISOLFI I. (2002)** Alimentation de la femme enceinte et du jeune enfant, des progrès pour quels résultats en France. *JTA*, 2002.

**GIOVANGRANDI Y (2012a)** Nutrition de la femme enceinte : points forts. *La revue du praticien.* 62, 1271-1273.

**GIOVANGRANDI Y (2012b)** Grossesse normale, besoins nutritionnels d'une femme enceinte. *La revue du praticien.* 62, 1275-1285.

**GIOVANGRANDI Y, SAUVANET E. (2008)** Grossesse normale. Besoins nutritionnels d'une femme enceinte. *Revue du praticien.* 31 Décembre 2008. Vol 58. N°20. Pages 2299 à 2301.

**GIRARD AW, OLUDE O. (2012)** Nutrition education and counselling provided during pregnancy: Effects on maternal, neonatal and child health outcomes. *Paediatric and Perinatal Epidemiology.* 26(Suppl. 1):191-204.

**GIRARDET JP (2007)** Le guide nutrition pendant et après la grossesse. Programme national nutrition santé (PNNS). Ineps. 52p.

**GLADYS M (2009)** Connaissance des gestantes sur les mesures d'hygiène pendant la grossesse. *Sciences de la santé.* Congo : UPN de Congo. 50 pages.

**GODFREY K, BARKER DJP. (2001)** "Fetal programming and adult health." *Public Health Nutrition* 4(2B): 611-624.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- GOFFINET F (2000)** La césarienne a-t-elle une indication en cas de suspicion de macrosomie ? *J Gynecol Obstet Biol Reprod (Paris)* 2000;29(2 Suppl):22-9.
- GOLDONI J (2009)** Les conséquences obstétricales et néonatales de la prise de poids excessive pendant la grossesse, Université Henri Poincaré, Nancy I École de Sages-femmes Albert Fruhinsholz, p22-25.
- GOLDSTEIN FR, BOYLE AJ, RODE L, ABELL SK, MISSO M, KIM YJ et al. (2017)** Association of Gestational Weight Gain With Maternal and Infant Outcomes. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2017;317(21):2207-2225.
- GOMA E, TCHIBINDAT F. (1986)** Etude rétrospective sur la variation pondérale des femmes enceintes dans un centre de santé maternelle et infantile de Brazzaville. Journées d'étude sur Brazzaville, Avril 1986.
- GOODRICH K, CREGGER M, WILCOX S, LIU J. (2013)** A qualitative study of factors affecting pregnancy weight gain in African American women. *Matern Child Health J*, 17:432-440.
- GOODWIN TM (2008)** Hyeremesis gravidarum. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2008 ; 35 : 401-17.
- GOODWIN A, ASTBURY J, MCMEEKEN J. (2000)** Body image and psychological wellbeing in pregnancy. A comparison of exercisers and non-exercisers. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 40(4), 442-447.
- GORE SA, BROWN DM, WEST DS. (2003)** The role of postpartum weight retention in obesity among women: A review of the evidence, 2003, *Annals of Behavioral Medicine*, 26: 149-159.
- GOULD JF, SMITHERS LG, MAKRIDES M. (2013)** The effect of maternal omega-3 (n-3) LCPUFA supplementation during pregnancy on early childhood cognitive and visual development: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials *American Journal Clinical Nutrition* 97 (3) 531-544.
- GRAHAM LE, BRUNNER HLR, THOMPSON ME, ERSEL JL. (2014)** Does Amount of Weight Gain during Pregnancy Modify the Association between Obesity and Cesarean Section Delivery? *Birth*, 41, 93-99.
- GUELINCKX I, DEVLIEGER R, BECKERS K and VANSANT G. (2008)** Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obes Rev* 2008;9:140-150.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**GUILBERT P, DELAMAIRE C, ODDOUX K, LEON C, GAUTIER A, ARWIDSON P et al. (2003)** Baromètre santé nutrition 2002 premiers résultats, BEH, 2003, 18-19 : 78-81.

**GUILLAND JC, LEQUEU B. (2009)** L'encyclopédie des vitamines - Du nutriment au médicament - 3 volumes. Paris : Tec et doc, 2009, 2540 p.

**GUILLOTY N, SOTO R, ANZALOTA L, ROSARIO Z, CORDERO JF, PALACIOS C. (2015)** Diet, Pre-pregnancy BMI, and Gestational Weight Gain in Puerto Rican Women. *Matern Child Health J.* 2015 November ; 19(11): 2453–2461.

### H

**HACKLEY B (2010)** Antidepressant Medication Use in Pregnancy. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 55(2), 90-100.

**HALLE-EKANE GE, NSOM BJ, ATASHILI J, PALLE JN, NSAGHA DS, NGUEFACK CT et al. (2015)** Outcome of Pregnancy in Patients with Excessive Gestational Weight Gain in Two District Hospitals in Douala, Cameroon. *SM J Gynecol Obstet.* 2015; 1(1): 1004.

**HAMDAOUI M, SAKLY R, ALGUEMI CC, BENNOUR A, JALLOULI K, DOGHRI T. (1990)** Anémie nutritionnelle de la femme enceinte dans la région de Kairouan (Tunisie). In: Aspect actuel des carences en fer et folates dans le monde. S. Hercberg, P. Galan, H. Dupin. eds. Ed. Colloque INSERM., 1990, 197: 83-85.

**HAMMANI F (2004)** L'alimentation de la femme enceinte. *Les Dossiers de l'Obstétrique.* Novembre 2004. N°332. Pages 21 à 29.

**HAMON C, FANELLO S, CATALA L, PAROT E (2005)** Conséquences de l'obésité maternelle sur le déroulement du travail et l'accouchement. *Rev Sage-Femme.* 4: 172-177.

**HAN Z, LUTSIV O, MULLA S, ROSEN A, BEYENE J, MCDONALD SD. (2011)** Low gestational weight gain and the risk of preterm birth and low birthweight: a systematic review and meta-analyses. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2011; 90: 935-54.

**HARRIS ST, LIU J, WILCOX S, MORAN R, GALLAGHER A. (2015)** Exercise during pregnancy and its association with gestational weight gain. *Matern Child Health J.* 2015;19(3):528-37.

**HARRIS ST, ELLISON G and HOLLIDAY M. (1997)** Is there an independent association between parity and maternal weight gain? *Annals of Human Biology* 24:507–591.

**HAS (2005)** Rapport de synthèse sur le dépistage et le diagnostic du diabète gestationnel, Service des recommandations professionnelles, juillet 2005.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- HASTOY A, LIEN TRAN P, LAKESTANI O, BARAU G, GERARDIN P, BOUKERROU M. (2015)** L'hyperémèse gravidique : quelles conséquences sur la grossesse? *Journal de Gynécologie Obstétrique et Biologies de la Reproduction* 2015. 44, 154-163.
- HAY WW, SPARKS JW, QUISSELL BJ, BATTAGLIA FC, MESCHIA G. (1981)** Simultaneous measurements of umbilical uptake, fetal utilization rate, and fetal turnover rate of glucose. *Am J Physiol* 1981;240(6):E662–8.
- HEDDERSON MM, GUNDERSON EP, FERRARA A. (2010)** Gestational weight gain and risk of gestational diabetes mellitus. *Obstetrics and Gynaecology* 115(3):597-604.
- HERCBERG S (1994)** Le fer. Enseignement de la nutrition, Tome 1, Collège des enseignements en nutrition. 1994 : 123-131.
- HERCBERG S (1992)** Nutritional anaemias. *Baillieres Clin Haematol.* 1992 Jan;5(1):143-68. Review. PMID: 1596590.
- HERNANDEZ DC (2012)** Gestational weight gain as a predictor of longitudinal body mass index transitions among socioeconomically disadvantaged women. *J Womens Health (Larchmt)* 2012; 21: 1082-90.
- HERRING SJ, NELSON DB, DAVEY A, KLOTZ AA, DIBBLE LV, OKEN E et al. (2012)** Determinants of excessive gestational weight gain in urban, low-income women. *Womens Health Issues.* 2012;22(5):e439-446.
- HEUDE B, THIÉBAUGEORGES O, GOUA V, FORHAN A, KAMINSKI M, FOLIGUET B et al. (2011)** Pre-pregnancy body mass index and weight gain during pregnancy: relations with gestational diabetes and hypertension, and birth outcomes. *Matern Child Health J* 2011; 16:355-63.
- HICKEY CA (2000)** Sociocultural and behavioral influences on weight gain during pregnancy. *Am J Clin Nutr;* 71(5 Suppl):1364S-70S.
- HICKEY CA, KREAUTER M, BRONSTEIN J, JOHNSON V, MCNEAL SF, HARSHBARGER DS and WOOLBRIGHT LA. (1999)** Low prenatal weight gain among adult WIC participants delivering term singleton infants: Variation by maternal and program participation characteristics. *Maternal and Child Health Journal* 3(3):129–140.
- HIEKEY CA, CLIVER SP, MCNEAL SF, HOFFMAN HJ, GOLDENBERG RL. (1995)** Prenatal weight gain patterns and spontaneous preterm birth among nonobese black and white women. *Obstet Gyneol*, 1995. 85(6): p. 909-14.
- HILL AJ, CAIRNDUFF V, MCCANCE DR. (2016)** Nutritional and clinical associations of food cravings in pregnancy. *J Hum Nutr Diet.* 29, 281–289.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- HOBEL CJ, GOLDSTEIN A, BARRETT ES. (2008)** Psychosocial stress and pregnancy outcome. *ClinObstetGynecol.* 2008; 51(2):333-48.
- HOEGSBURG B, GRUPPUSO PA, COUSTAN DR. (1993)** Hyperinsulinaemia in macrosomic infants of non diabetic mothers. *Diabetes Care* 1993; 16: 32-6.
- HOFMEYR GJ, LAWRIE TA, ATALLAH AN, DULEY L. (2010)** Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;8:CD001059.
- HOOKE EB (1978)** Dietary cravings and aversions during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 31, 1355–1362.
- HUBIN-GAYTE M, SQUIRES C. (2012)** Étude de l'impact de la grossesse sur les comportements alimentaires à travers l'utilisation du questionnaire SCOFF. *L'Évolution Psychiatr.* avr 2012;77(2):201-212.
- HUMEAU C (1999)** Procréer, histoire et représentations, Odile Jacob. 1999.
- HURE A, COLLINS C, GILES W, PAUL J & SMITH R. (2011)** Greater maternal weight gain during pregnancy predicts a large but lean fetal phenotype: A prospective cohort study. *Maternal and Child Health Journal*, 1-11. doi: 10.1007/s10995-011-0904-8.
- HYTTEN FE (1991)** Weight gain in pregnancy. In: FE Hytten, G Chamberlain. *Clinical physiology in obstetrics.* Oxford Blackwell Scientific Publications, 173-203.

### I

- INPES (2008)** Baromètre santé nutrition, Dossier de presse 2010, 13 p.
- INPES (2007)** Le Guide Nutrition pendant et après la grossesse. Livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé. Septembre 2007.
- INPES (2002)** Baromètre santé nutrition: photographie et évolutions des comportements alimentaires des français, Dossier de presse 2004 ; 27p.
- IOM and NRC. (2009)** COMMITTEE to REEXAMINE IOM Pregnancy Weight Guidelines Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines. Washington (DC): The National Academies Press (US).
- IOM (2009)** Weight Gain During Pregnancy: Reexamining the Guidelines; Committee to Reexamine IOM Pregnancy weight Guidelines; Sponsor Briefing May 27, 2009.
- IOM (1990)** Nutrition during pregnancy, weight gain and nutrients supplements. Report of the subcommittee on Nutritional Status and weight Gain during Pregnancy and lactation, Food and Nutrition Board. Washington DC : National Academy Press, 1990 :1 - 233.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**INTERNATIONAL ASSOCIATION OF DIABETES AND PREGNANCY STUDY GROUPS (IADPSG) (2010)** Consensus Panel. International Association of Diabetes and Pregnancy Study Groups recommendations on the diagnosis and classification of hyperglycemia in pregnancy. *Diabetes Care* 2010;33:676-682.

### J

**JACOTOT B, CAMPILLO B. (2003)** Nutrition humaine. Abrégé. Masson éditeur. Paris, France. 2003 : 127-163.

**JACOVETTI C, REGAZZI R. (2012)** Adaptations métaboliques au cours de la grossesse. *Médecine des maladies Métaboliques*. 4: 279-287.

**JAMIN C (2014)** « Femmes enceintes : de véritables superhéros ! », Vue, mémoire, odorat : révélations sur ces hommes et ces femmes aux superpouvoirs ! Témoignage du Dr Christian Jamin, gynécologue-endocrinologue., 6 play, 23-févr-2014.

**JANG DG, JO YS, LEE GS. (2011)** Effect of pre-pregnancy body mass index and weight gain during pregnancy on the risk of emergency cesarean section in nullipara. *Arch Gynecol Obstet*.2011; 284(6):1389–1397.

**JEFFRIES K, SHUB A, WALKER SP, HISCOCK R, PERMEZEL M. (2009)** Reducing excessive weight gain in pregnancy: a randomised controlled trial. *Medical Journal of Australia* 191(8): 429–33.

**JEWELL D, YOUNG G. (2003)** Interventions for nausea and vomiting in early pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* 2003 ; 4 : CD000145.

**JOHANSSON IW, HAGLUND B, AHLSSON F, GUSTAFSSON J. (2015)** A high birth weight is associated with increased risk of type 2 diabetes and obesity. *Pediatr. Obes.*, 10(2):77-83.

**JOHNSON J, CLIFTON RG, ROBERTS JM, MYATT L, HAUTH JC, SPONG CY et al. (2013)** Pregnancy Outcomes With Weight Gain Above or Below the 2009 Institute of Medicine Guidelines. *Obstetrics and gynecology* 121: 969–975.

**JOHNSON JW, YANCEY MK. (1996)** critique of the new recommendations for weight gain in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1996; 174(1 Pt 1):254–8.

**JOHNSON JW, LONGMATE JA, FRENTZEN B. (1992)** Excessive maternal weight and pregnancy outcome. *Am J Obstet Gynecol*; 167 (2): 353-70.

**JUVIN P, FEVRE G, MEROUCHE M, VALLOT T, DESMONTS JM. (2001)** Gastric residue is not more copious in obese patients. *Anesth Analg*; 93: 1621-22.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### K

**KAC G, VELASQUES-MELENDZ G. (2005)** Gestational weight gain and macrosomia in a cohort of mothers and their children. *J Pediatrics*; 81(1):47-53.

**KAISER L (2002)** Position of the American Dietetic Association: Nutrition and lifestyle for a healthy pregnancy outcome. *Journal of the American Dietetic Association*, 102(10), 1479-1490.

**KALHAN SC (2000)** Protein metabolism in pregnancy. *Am Clin Nutr.*71: 1249- 1255.

**KARACHALIOU M, GEORGIU V, ROUMELIOTAKI T, CHALKIADAKI G, DARAKI V, KOINAKI S et al. (2015)** Association of trimester-specific gestational weight gain with fetal growth, offspring obesity, and cardiometabolic traits in early childhood. *Am J Obstet Gynecol* 212(502):e501–e514.

**KARI YL, STEPHAN R, MARTIN N. (2007)** Maternal predictors of birth weight: the importance of weight gain during pregnancy. *Obesity Research & Clinical Practice* 1, 243-252.

**KENNEDY G, NANTEL G, SHETTY P. (2003)** The scourge of “hidden hunger”: global dimensions of micronutrients deficiencies. *Food, Nutrition and Agriculture*, 2003; 32: 8-16.

**KHALIL A, SYNGELAKI A, MAIZ N, ZINEVICH Y, NICOLAIDES KH. (2013)** Maternal age and adverse pregnancy outcome: a cohort study. *Ultrasound Obstet Gynecol Off J Int Soc Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013 Dec; 42(6):634±43.

**KIM SY, SHARMA AJ, SAPPENFIELD W, WILSON HG, SALIHU HM. (2014)** Association of maternal body mass index, excessive weight gain, and gestational diabetes mellitus with large-for gestational- age births. *Obstet. Gynecol.*, 123(4):737-744.

**KIM SY, DIETZ PM, ENGLAND L, MORROW B, CALLAGHAN WM (2007)** Trends in pre-pregnancy obesity in nine states, 1993–2003. *Obesity (Silver Spring)* 15:986–993.

**KIND KL, MOORE VM, DAVIES MJ. (2006)** Diet around conception and during pregnancy—effects on fetal and neonatal outcomes. *Reproductive BioMedicine Online.* 2006Volume 12, Issue 5, Pages 532–541

**KING JC (2000)** Physiology of pregnancy and nutrient metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2000, 71 (suppl. 1) , 1218S- 1225S.

**KINGSTON D, SWORD W, KRUEGER P, HANNA S, MARKLE-REID M. (2012)** Life Course Pathways to Prenatal Maternal Stress. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, 41, 609-626.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- KINNUNEN TI, LUOTO R, GISSLER M, HEMMINKI E. (2003)** Pregnancy weight gain from 1960s to 2000 in Finland. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27, 1572-1577.
- KINSELLA M, MONK C. (2009)** Impact of Maternal Stress, Depression & Anxiety on Fetal Neurobehavioral Development. *Clin Obstet Gynecol*, 52(3), 425-440.
- KOH H, EE TX, MALHOTRA R, ALLEN JC, TAN TC, OSTBYE T. (2013)** Predictors and adverse outcomes of inadequate or excessive gestational weight gain in an Asian population. *J Obstet Gynaecol Res*; 39: 905-913.
- KOIVUSALO SB, RONO K, KLEMETTI MM, ROINE RP, LINDSTRÖM J, ERKKOLA M et al. (2016)** Gestational diabetes mellitus can be prevented by lifestyle intervention: the Finnish Gestational Diabetes Prevention Study (RADIEL): a randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2016; 39: 24–30.
- KOLETZKO B, BRANDS B, POSTON L, GODFREY K, DEMMELMAIR H. (2012)** Early Nutrition Programming of long term health. *Proceedings of Nutrition Society*. Aug; 71(3):371-8.
- KONNO SC, BENICIO MHD'A, BARROS AJ. (2007)** Fatores associados à evolução ponderal de gestantes: uma análise multinível. *Rev Saúde Pública*; 41:995-1002.
- KOREN G, MADJUNKOVA S, MALTEPE C. (2014)** The protective effects of nausea and vomiting of pregnancy against adverse fetal outcome-a systematic review. *Reprod Toxicol* 2014; 47:77–80.
- KOTHARI CL, WENDT A, LIGGINS O, OVERTON J, CARMEN SWEEZY L. (2011)** Assessing maternal risk for fetal-infant mortality: A population-based study to prioritize risk reduction in a Healthy Start community. *Maternal and Child Health Journal*, 15(1), 68-76.
- KOUBA S, HALLSTROM T, LINDHOLM C and HIRSCHBERG A L. (2005)** Pregnancy and neonatal outcomes in women with eating disorders. *Obstetrics and Gynecology* 105(2):255–260.
- KOWAL C, KUK J, TAMIM H. (2012)** Characteristics of weight gain in pregnancy among Canadian women. *Matern Child Health J*. 2012;16(3):668–76.
- KRUGER HS (2005)** Pregnancy outcomes of overweight and normal weight women in South African outpatient clinic. *Human Ecology Special Issue N°13*: 67-75.
- KYROU I, TSIGOS C. (2009)** Stress hormones: Physiological stress and regulation of metabolism. *Current Opinion in Pharmacology*, 9, 787-793.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### L

**LACROIX I (2009)** Pharmacovigilance chez la femme enceinte : aspects maternel et néonatal (exemple des substances psychoactives). Pharmacologie. Toulouse. 181 pages.

**LAFON D (2010)** Grossesse et travail .Ed EDP Sciences : 232 :266.

**LAGIOU P, TAMIMI RM, MUCCI LA, ADAMI H-O, HSIEH C-C, TRICHOPOULOS D. (2004)** Diet during pregnancy in relation to maternal weight gain and birth size. Eur J Clin Nutr 2004; 58: 231–237.

**LANGFORD A, JOSHUA C, CHANG JJ, MYLES T, LEET T. (2011)** Does gestational weight gain affect the risk of adverse maternal and infant outcomes in overweight women? Matern Child Health J. 7, 860-865.

**LANGLEY-EVANS DC, MCMULLEN S. (2010)** Developmental origins of adult disease. Med Princ Pract. 2010;19(2):87–98.

**LASHEN H, FEAR K, STURDEE DW. (2004)** Obesity is associated with increased risk of first trimester and recurrent miscarriage: matched case-control study. Hum Reprod, 2004. 19(7): p.1644-6.

**LATNER JD, SCHWARTZ M. (1999)** The effects of a high-carbohydrate, highprotein or balanced lunch upon later food intake and hunger ratings. Appetite 1999;33:119–28.

**LEDERMAN SA, PAXTON A, HEYMSFIELD SB, WANG J, THORNTON J, PIERSON RN. (1999)** Maternal body fat and water during pregnancy: do they raise infant birth weight? Am Obstet Gynecol. 1999 Jan; 180: 235-40.

**LEIFERMAN J, SINATRA E and HUBERTY J. (2014)** Pregnant Women's Perceptions of Patient-Provider Communication for Health Behavior Change during Pregnancy. Open Journal of Obstetrics and Gynecology, 4.

**LEIFERMAN JA, SWIBAS T, KOINNESS K, MARSHALL JA, DUNN AL. (2011)** My Baby, My Move: Examination of perceived barriers and motivating factors related to antenatal physical activity. Journal Midwifery Women's Health. 2011; 56:33–40.

**LEVY G (1995)** Prise de poids optimale au cours de la grossesse et devenir de l'enfant. Cah. Nutr. Diét; 30: 90-4.

**LEWIS DF, EDWARDS MS, ASRAT T, ADAIR CD, BROOKS G, LONDON S. (1998)** Can shoulder dystocia be predicted? Preconceptive and prenatal factors, J Reprod Med, 43 : 654-658.

**LOWELLE H, MILLER DC. (2010)** Prise de poids durant la grossesse : observation des lignes directrices de santé Canada. Rapport sur la santé. 2010;21(2):37-42.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**LU Y, ZHANG J, LU X, XI W and LI Z. (2011)** Secular trends of macrosomia in southeast China, 1994-2005. *BMC Public Health*; 11: 818.

**LUDWIG DS, CURRIE J. (2010)** The association between pregnancy weight gain and birthweight: a within family comparison. *Lancet* 2010, 376:984–990.

### M

**MACDONALD-WALLIS C, TILLING K, FRASER A, NELSON SM, LAWLOR DA. (2013)** Gestational weight gain as a risk factor for hypertensive disorders of pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2013; 209:327.e1–327.e17.

**MACFARLANE AJ, BLONDEL B, MOHANGOO AD, CUTTINI M, NIJHUIS J, NOVAK Z et al. (2016)** Wide differences in mode of delivery within Europe: risk-stratified analyses of aggregated routine data from the Euro-Peristat study. *BJOG* 2016;123:559–568.

**MACONOCHIE N, DOYLE P, PRIOR S, SIMMONS R. (2007)** Risk factors for first trimester miscarriage – results from a UK-population-based case-control study. *Epidemiology*, 114, 170–186.

**MAFINA-MIENANDI MC, GANGA-ZANDZOU PS, MAKOUMBOU P, MALONGA H, EKOUNDZOLA JR, MAYANDA HF. (2002)** Facteurs de risque des retards de croissance intra-utérine au Congo. *J Gyn Obst Biol Repr*; 31; 5: 500.

**MAMUN AA, MANNAN M, DOI SR. (2014)** Gestational weight gain in relation to offspring obesity over the life course: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2014 Apr;15(4):338–47.

**MAMUN AA, CALLAWAY LK, O'CALLAGHAN MJ, WILLIAMS GM, NAJMAN JM et al. (2011)** Associations of maternal pre-pregnancy obesity and excess pregnancy weight gains with adverse pregnancy outcomes and length of hospital stay. *BMC pregnancy and childbirth* 11: 62.

**MANNION CA, GRAY-DONALD K, KOSKI KG. (2006)** Association of low intake of milk and vitamin D during pregnancy with decreased birth weight. *Canadian Medical Association Journal*, 174(9), 1273-1277.

**MÄNNISTÖ T, MENDOLA P, VÄÄRÄSMÄKI M, JÄRVELIN MR, HARTIKAINEN AL, POUTA A et al. (2013)** Elevated blood pressure in pregnancy and subsequent chronic disease risk. *Circulation* 2013;127:681-90.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- MARANO D, GAMA SG, PEREIRA AP, SOUZA PR. (2012)** Adequação do ganho ponderal de gestantes em dois municípios do Estado do Rio de Janeiro (RJ), Brasil. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2012; 34:386-93.
- MARES P, SIPROUDIIS L, TEURNIER F. (2011)** Complications urinaires et digestives chez la femme et pendant la grossesse : une meilleure hydratation permet-elle de réduire les risques ? *La Revue de Sage-femme*. 10 (5) :214-220.
- MARGERISON-ZILKO CE, SHRIMALI BP, ESKENAZI B, LAHIFF M, LINDQUIST AR, ABRAMS BF (2012)** Trimester of maternal gestational weight gain and offspring body weight at birth and age five. *Matern Child Health J* 16: 1215–1223.
- MARGERISON-ZILKO CE, REHKOPF D, ABRAMS B. (2010)** Association of maternal gestational weight gain with short and long term maternal and child health outcomes. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*,202,574 e.1-8.
- MARQUEZ DX, BUSTAMANTE EE, BOCK BC, MARKENSON G, TOVAR A, CHASAN-TABER L. (2009)** Perspectives of Latina and Non-Latina white women on barriers and facilitators to exercise in pregnancy. *Women's Health*. 2009; 49(6):505–521.
- MARTIN A (2001)** Besoins et apports nutritionnels conseillés, besoins nutritionnels au cours de la grossesse et de la lactation. *Cah Nutr diet*; 36 (suppl 1) : 7-13.
- MASHO SW, URBAN P, CHA S, RAMUS R. (2016)** Body mass index, weight gain, and hypertensive disorders in pregnancy. *Am J Hypertens* 2016; 29:763–771.
- MASLOVA E, HALLDORSSON TI, ASTRUP A, OLSEN SF. (2015)** Dietary protein-to-carbohydrate ratio and added sugar as determinants of excessive gestational weight gain: a prospective cohort study. *BMJ Open*. 2015;5(2):e005839.
- MASSE-RAIMBAULT AM (1992)** Les femmes enceintes ou allaitantes ; In « Alimentation et nutrition humaine. Dupin H. » Edition ESR, Paris ; p 499-506.
- MAX RUBNER INSTITU (2008)** Nationale Verzehrstudie II, Ergebnisbericht, Teil 2. Karlsruhe: Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel; 2008.
- MCCLURE CK, CATOV JM, NESS R, BODNAR LM. (2013)** Associations between gestational weight gain and BMI, abdominal adiposity, and traditional measures of cardiometabolic risk in mothers 8 y postpartum. *Am J Clin Nutr* 2013, 98:1218–1225.
- MCDONALD SD, PULLENAYEGUM E, TAYLOR VH, LUTSIV O, BRACKEN K, GOOD C et al. (2011)** Despite 2009 guidelines, few women report being counseled correctly about weight gain during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 2011;205(4):333. e331-336.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- MCDONALD S D, HAN Z, BEYENE J. (2010)** Overweight and obesity in mothers and risk of preterm birth and low birth weight infants: Systematic review and meta-analyses. *British Medical Journal* 341:c3428.
- MCGOWAN C, BYRNE J, WALSH J, MCAULIFFE FM. (2011)** Insufficient vitamin D intakes among pregnant women. *European Journal of Clinical Nutrition*: 65, 1076-1078.
- MELERE C, HOFFMANN JF, NUNES MA, DREHMER M, BUSS C, OZCARIZ SG et al. (2013)** Healthy eating index for pregnancy: Adaptation for use in pregnant women in Brazil. *Revista de Saude Publica*. 2013; 47(1):20–28.
- MELZER K, MELZER Y, BOULVAIN M & KAYSER B. (2010)** Physical Activity and Pregnancy. *Sports Med*, 40(6), 493-507.
- MENSINK GBM, SCHINEKIEWITZ M, HAFTENBERGER M, LAMPERT T, ZIESE T, SCHEIDT-NAVE C. (2013)** ÜBERGEWICHT und Adipositas in Deutschland. Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). *Bundesgesundheitsblatt*. 2013 Nov 24;56:786–94.
- MICHIE S, ASHFORD S, SNEHOTTA FF, DOMBROWSKI SU, BISHOP A, FRENCH DP. (2011)** A refined taxonomy of behaviour change techniques to help people change their physical activity and healthy eating behaviours: The CALO-RE taxonomy. *Psychol Health*. 2011;26(11):1479–98.
- MIKKELSEN PB, TOUBRO S, ASTRUP A. (2000)** Effect of fat-reduced diets on 24-h energy expenditure: comparisons between animal protein, vegetable protein, and carbohydrate. *Am J Clin Nutr* 2000;72:1135–41.
- MILLION E (2008)** Besoins nutritionnels. In : Supplémentation et grossesse. Sauramps médical, Paris, 2008, p21-48.
- MILLO-GUERRE M, DE MOUZON SH (2005)** Placenta et obésité. *Revue Médecine Thérapeutique / médecine de la reproduction*. 4: 287-291.
- MINISTERE DE LA SANTE DE LA POPULATION ET DE LA REFORME HOSPITALIERE (MSPRH) (2015)** Enquête par Grappes à Indicateurs Multiples (MICS) 2012-2013. Santé mère et enfant. Algérie, MICS4, 50 pages.
- MINISTERE DE LA SANTE DE LA POPULATION ET DE LA REFORME HOSPITALIERE (MSPRH) (2001)** Enquête Nationale sur Les objectifs de la fin décennie. Santé mère et enfant. Algérie, 2000, MICS2. (EDG 2000) , 122 pages.
- MINISTRY OF HEALTH (2014)** Guidance for Healthy Weight Gain in Pregnancy. Wellington: Ministry of Health, New Zealand. [www.health.govt.nz](http://www.health.govt.nz).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**MINISTRY OF HEALTH. (2012)** Annual Health Bulletin; Ministry of Health, Nutrition and Indigenous Medicine: Colombo, Sri Lanka, 2012.

**MONTIGNAC M (2001)** Je mange donc je maigris... et je reste mince! J'ai lu, 2001, 307 pages.

**MOORE VM, DAVIES MJ, WILLSON KJ, WORSLEY A, ROBINSON JS. (2004)** Dietary composition of pregnant women is related to size of the baby at birth. *The Journal of Nutrition*, 134, 1820-1826.

**MORI R, OTA E, MIDDLETON P, TOBE-GAI R, MAHOMED K, BHUTTA ZA. (2012)** Supplémentation en zinc pour améliorer la grossesse et les résultats sur le nouveau né. Juillet 2012. Editions Cochrane summaries.

**MORISSETT AS, TCHERNOF A, DUBE MC, VEILLETTE T, WEISNAGEL ST & ROBITAILLE J. (2011)** Weight gain measures in women with gestational diabetes mellitus. *Journal of Women's Health*, 20(3), 375-380.

**MOSES RG, LUEBCKE M, DAVIS WS, COLEMAN KJ, TAPSELL LC, PETOCZ P, BRAND-MILLER JC. (2006)** Effect of a low-glycemic-index diet during pregnancy on obstetric outcomes. *American Journal Clinical Nutrition*. Oct;84(4):807-12.

**MUGAAS S (2007)** Maternal intake of energy, macronutrients and fiber during pregnancy, and relation to maternal anthropometry. Master thesis in clinical nutrition. Department of Nutrition UNIVERSITY OF OSLO May 2007.

**MUKTABHANT B, LAWRIE TA, LUMBIGANON P, LAOPAIBOON M (2015)** Diet or exercise, or both, for preventing excessive weight gain in pregnancy. *Cochrane database of systematic reviews*, issue 6, Art. no.: CD007145. doi:10.1002/14651858.CD007145.pub3.

**MUNIM S, MAHEEN H. (2012)** Association of gestational weight gain and pre-pregnancy body mass index with adverse pregnancy outcome. *J Coll Physicians Surg Pak*.2012; 22(11):694–698.

### N

**NAGLE C, SKOUTERIS H, HOTCHIN A, BRUCE L, PATTERSON D, TEALE G (2011)** Continuity of midwifery care and gestational weight gain in obese women: A randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 11(1), 174.

**NAOMI E (2009)** Weight Gain in Pregnancy, Past, Present and Future. [en ligne]. Disponible sur<[www.cdph.ca.gov/HealthInfo/healthyliving/childfamily/Documents/MONUPASotlandWeightGainTalkSac.ppt](http://www.cdph.ca.gov/HealthInfo/healthyliving/childfamily/Documents/MONUPASotlandWeightGainTalkSac.ppt)> (consulté le 02/02/11) 2009. Accessed at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20669500>).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (2014)** What is Environmental Health? Retrieved from <http://kidsenvirohealth.nlm.nih.gov/Generic.php?id=6>.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (1970)** Maternal nutrition and the course of pregnancy. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

**NAVILIAT A (2011)** Prise de poids excessive chez des patientes de poids normal avant la grossesse : causes, conséquences et prise en charge. Université Henri Poincaré, Nancy I. Ecole de Sage Femme de Metz, 2011.

**NEGGERS Y, GOLDENBERG RL. (2003)** Some thoughts on body mass index, micronutrient intakes and pregnancy outcome. *J Nutr* 2003;133(5 Suppl 2):1737S-40S.

**NELSON SM, MATHEWS P and POSTON L (2010)** Maternal metabolism and obesity: modifiable determinants of pregnancy outcome. *Human Reproduction Update* 16, 255-275.

**NIEBYL JR (2010)** Clinical practice. nausea and vomiting in pregnancy. *N Engl J Med*, 363(16):1544–1550. 134.

**NILSES C, PERSSON M, LINDKVIST M, PETERSSON K, MOGREN I. (2016)** High weight gain during pregnancy increases the risk for emergency caesarean section – Population-based data from the Swedish Maternal Health Care Register 2011–2012. *Sexual & Reproductive Healthcare* 11 (2017) 47–52.

**NOHR E, VAETH M, BAKER J, SORENSEN T, OLSEN J, RASMUSSEN K. (2009)** Pregnancy outcomes related to gestational weight gain in women defined by their body mass index, parity, height, and smoking status. *Am J Clin Nutr*. 2009 ; 90 : 1288 – 1294.

**NOHR E, VAETH M, BAKER J, SORENSEN T, OLSEN J, RASMUSSEN K. (2008)** Combined associations of prepregnancy body mass index and gestational weight gain with outcome of pregnancy. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87(6):1750–1759.

**NOHR EA, BECH BH, VAETH M, RASMUSSEN KM, HENRIKSEN TB, OLSEN J. (2007)** Obesity, gestational weight gain and preterm birth: a study within the Danish National Birth Cohort. *Paediatr Perinat Epidemiol* 21:5–14.

### O

**OKEN E, GILLMAN MW. (2003)** Fetal origins of obesity. *Obes Res*. 11(4): p. 496-506.

**OLAFSDOTTIR AS, SKULADOTTIR GV, THORSDDOTTIR I, HAUKSSON A, STEINGRIMSDOTTIR L. (2006)** Maternal diet in early and late pregnancy in relation to weight gain. *International Journal of Obesity*, 30(3), 492-499.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**OLANDER EK, ATKINSON L, EDMUNDS JK, FRENCH DP. (2011)** The views of pre- and postnatal women and health professionals regarding gestational weight gain: An exploratory study. *Sex Reprod Health*. 2011;2(1):43–8.

**OLSEN SF, HALLDORSSON TI, WILLETT WC, KNUDSEN VK, GILLMAN MW, MIKKELSEN TB et al. (2007)** Milk consumption during pregnancy is associated with increased infant size at birth: prospective cohort study. *Am J Clin Nutr* 2007;86:1104–10.

**OLSON CM and STRAWDERMAN MS. (2003)** Modifiable behavioral factors in a biopsychosocial model predict inadequate and excessive gestational weight gain. *Journal of the American Dietetic Association* 103(1):48–54.

**OLSON CM, STRAWDERMAN MS, HINTON PS & PEARSON TA. (2003)** Gestational weight gain and postpartum behaviors associated with weight change from early pregnancy to 1 y postpartum. *International Journal of Obesity*, 27, 117-127.

**OMS (2014)** Déclaration de l’OMS sur les taux de césarienne, « Epidémie de la césarienne » dans le monde ». Disponible sur le site [<http://www.lemonde.fr/sante/article/2005/04/10/l-oms-deploire-l-epidemie-de-cesarienne-dans-le-monde>].

**OMS (2013)** Centre des médias. Obésité et surpoids. Aide-mémoire N°311. Mars 2013.

**OMS (2012b)** Directives sur l’enrichissement des aliments en micronutriments. Partie II. In : OMS (2012) Disponible sur : <<http://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241594012/fr/>> (consulté le 26 septembre 2014).

**OMS (2005)** Approche Step Wise: Mesure des facteurs de risque des maladies non transmissibles dans deux wilaya pilotes en Algérie. 52 pages.

**OMS (1995)** Utilisation et interprétation de l’anthropométrie. Rapport d’un comité d’experts, OMS. Série de Rapports techniques n° 854. Genève: 498 pages.

**OMS (1979)** Definitions and recommendations. International statistical classification of diseases. Geneva: WHO; 9th revision.

**OPPERT JM (2000)** Rôle de la sédentarité et des apports alimentaires dans le gain de poids chez l’adulte. *Cahiers de Nutrition et de Diététique* - Vol 35, N° 5 - octobre 2000 - pp 317-26.

**O’REILLY JR, REYNOLDS RM. (2013)** The risk of maternal obesity to the long-term health of the offspring. *Clin Endocrinol*. 2013;78(1):9–16.

**ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTE ET FONDS DES NATIONS UNIES POUR L’ENFANCE (2004)** 'Focusing on Anaemia: Towards a joint approach for effective anaemia control', OMS, Genève.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**ORLIAGUET (2013)** « Cours sur “La psychologie de la grossesse”. » Cours élèves sages femmes L3, 2013.

**ORLOFF NC, HORMES JM. (2014)** Pickles and ice cream! Food cravings in pregnancy : hypotheses, preliminary evidence, and directions for future research. *Frontiers in Psychology* 5, 1–15.

**ORNAGHI S, TYURMOREZOVA A, ALGERI P, GIARDINI V, CERUTI P, VERTEMATI E et al. (2013)** Influencing factors for late-onset preeclampsia. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2013; 26:1299–1302.

**OSHI DC (2009)** Rural women and the financing of health care in Nigeria: Institute of Social Studies; 2009.

**OTA E, HARUNA M, SUZUKI M, ANH DD, THO LE H, TAM NT et al. (2011)** Maternal body mass index and gestational weight gain and their association with perinatal outcomes in Viet Nam. *Bull World Health Organ*; 89: 127-36.

**OVERCASH RT, HULL AD, MOORE TR, LACOURSIERE DY. (2015)** Early Second Trimester Weight Gain in Obese Women Predicts Excessive Gestational Weight Gain in Pregnancy. *Matern Child Health J* DOI 10.1007/s10995-015-1760-8.

**OZTURK S, KUBRA AYDIN E. (2016)** Assessment of the Diets and Weights of Primiparous and Multiparous Pregnant Women in the Last Trimester. *International Journal of Caring Sciences* September – December 2016 Volume 9 | Issue 3| Page 1033.

### P

**PALOU M, KONIECZNA J, TORRENS JM, SANCHEZ J, PRIEGO T, FERNANDES ML et al. (2012)** Impaired insulin and leptin sensitivity in the offspring of moderate caloric-restricted dams during gestation is early programmed. *J Nutr Biochem.* 2012;23(12):1627–1639.

**PAPAZIAN T, ABI TAYEH G, SIBAI D, HOUT H, MELKI I, RABBAA KHABBAZ L. (2017)** Impact of maternal body mass index and gestational weight gain on neonatal outcomes among healthy Middle- Eastern females. *PLoS ONE* 12(7): e0181255.

**PARK JE, LEE BE, PARK HS, HA EH, LEE SW, KIM YJ. (2011)** Association between pre-pregnancy body mass index and socioeconomic status and impact on pregnancy outcomes in Korea. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 37, 138-145.

**PARK JE, SAPPENFIELD WM, BISH C, SALIHU H, GOODMAN D, BENSYL DM. (2011b)** Assessment of the Institute of Medicine recommendations for weight gain during pregnancy: Florida, 2004-2007. *Matern Child Health J* 2011 ; 15 : 289-301.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- PARK JE, PARK S, DAILY JW, KIM SH. (2011c)** Low gestational weight gain improves infant and maternal pregnancy outcomes in overweight and obese Korean women with gestational diabetes mellitus. *Gynecol Endocrinol* 2011; 27: 775-81.
- PATTERSON ET, FREESE MP, GOLDENBERG RL. (1986)** Reducing Uncertainty: Self-diagnosis of Pregnancy. *IMAGE: JoumaZ of Nursing SchoZarship*. Volume 18, Number 3, Fall 1986.
- PAUL VK, DEORARI AK, SINGH M. (2002)** Management of low birth weight babies. In: Parthasarathy A, editor. *IAP Textbook of Pediatrics*. 2nd ed. New Delhi: Jaypee Brothers; 2002. p. 58-63.
- PELLAE M (2002)** Grossesse et Nutrition, une alimentation à la carte. *Profession Sage Femme*. Juin 2002. N°86. Pages 16 à 18.
- PELLE C, COUSIN-VERLIN C. (2009)** Le poids : élément de reprise tabagique dans le post-partum. *La revue Sage-femme* 2009;8:292-8.
- PEREIRA MA, ALVARENGA M. (2007)** Disordered eating: Identifying, treating, preventing, and differentiating it from eating disorders. *Diabetes Spectrum*, 20(3), 141-148.
- PEREIRA MA, RIFAS-SHIMAN SL, KLEINMAN KP, RICH-EDWARDS JW, PETERSON KE, GILLMAN MW. (2007b)** Predictors of change in physical activity during and after pregnancy: Project Viva. *Am J Prev Med* 2007;32:312–9. PubMed: 17383562.
- PHOMAPHI J (2005)** Rapport sur la sante dans le monde. Organisation Mondiale de la Santé : 45-58.
- PLUMEY L (2002)** L'alimentation pendant la grossesse. (émission) *Les Maternelles*, France 3, 28 novembre 2002.
- PNNS (2007)** Le guide nutrition pendant et après la grossesse. Livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé. In: *Programme National Nutrition Santé 2007*.
- PNNS (2002)** La santé vient en mangeant. L'équilibre alimentaire.pour tous. [plaquette informative 1 . IN PES, 2002.
- PODEVIN E (2009)** Complications materno-fœtales liées a une prise de poids excessive pendant la grossesse chez des femmes ayant un indice de masse corporelle normal avant la grossesse. Mémoire de fin d'étude ESF Caen.
- PONGCHAROEN T, GOWACHIRAPANT S, WECHARAK P, SANGKET N, WINICHAGOON P. (2015)** Pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain in Thai pregnant women as risks for low birth weight and macrosomia. *Asia Pac J Clin Nutr* 25 (4), 810-817.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**POPA AD, POPESCU RM, BOTNARIU GE. (2014)** Adequate weight gain in pregnancy: an analysis of its determinants in a cross-sectional study. *Srp Arh Celok Lek* 2014;142:695–702.

**POSTON L, HARTHOORN LF, VAN DER BEEK EM. (2011)** Obesity in pregnancy: implications for the mother and lifelong health of the child. A consensus statement. *Pediatr Res*; 69(2):175–180.

**POUCHIEU C, LEVY R, FAURE C, ANDREEVA VA, GALAN P, HERCBERG S et al. (2013)** Socioeconomic, Lifestyle and Dietary Factors Associated with Dietary Supplement Use during Pregnancy. *PLoS ONE* 8, e70733 (2013).

**POUDEVIGNE MS, O'CONNOR PJ. (2006)** A review of physical activity patterns in pregnant women and their relationship to psychological health". *Sports Med*, 36 : 19-38.

**POULAIN J-P (2002)** « des risques de médicaliser l'alimentation quotidienne » dans « Manger aujourd'hui : attitudes, normes et pratiques » Éditions Privat Paris 2002.

**PRATHER H, SPITZNAGLE T, HUNT D. (2012)** Benefits of exercise during pregnancy. *PM &R*. 4:845-850.

### R

**RABEN A, AGERHOLM-LARSEN L, FLINT A, HOLST JJ, ASTRUP A. (2003)** Meals with similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. *Am J Clin Nutr* 2003;77:91–100.

**RALLIS S, SKOUTERIS H, MCCABE M, MILGROM J. (2014)** A prospective examination of depression, anxiety and stress throughout pregnancy. *Women and Birth*, 27, e36–e42.

**RAMAKRISHNAN U, GRANT F, GOLDENBERG T, ZONGRONE A, MARTORELL R. (2012)** Effect of women's nutrition before and during early pregnancy on maternal and infant outcomes: A systematic review. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*. 26 (Suppl. 1): 285-301.

**RAMAKRISHNAN U (2004)** Nutrition and low birth weight : from research to practice. *Am J Clin Nutr*. 2004; 79 : 17-21.

**RAMAKRISHNAN U, MARTORELL R, SCHROEDER DG, FLORES R. (1999)** Role of intergenerational effects on linear growth. *Journal of nutrition* 1999, 129(2): 544S-549S.

**RASMUSSEN KM (2010)** Maternal Supplementation Differentially Affects the Mother and Newborn. *The Journal of Nutrition*. 140, 402-406.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- RASMUSSEN KM, ABRAMS B, BODNAR LM, BUTTE NF, CATALANO PM, SIEGA-RIZ A. (2010)** Recommendations for weight gain during pregnancy in the context of the obesity epidemic. *Obstet Gynecol* 2010, 116:1191–1195.
- RASMUSSEN KM, CATALANO PM, YAKTINE AL. (2009)** New guidelines for weight gain during pregnancy: what obstetrician/gynecologists should know. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2009;21(6):521-6
- RATNER RE, HAMMER LH. (1991)** « Effets de la gestation dans le gain de poids des femmes souffrant d'obésité morbide » *Am J Perinatol.* 1991; 8 : 21-24.
- RESTALL A, TAYLOR R, THOMPSON J, FLOWER D, DEKKER G, KENNY L et al. (2014)** Risk Factors for Excessive Gestational Weight Gain in a Healthy, Nulliparous Cohort. *Journal of Obesity*, 1-9.
- REYES NR, KLOTZ AA, HERRING SJ. (2013)** A qualitative study of motivators and barriers to healthy eating in pregnancy for low-income, overweight, African-American mothers. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics.* 2013; 113(9):1175–1181.
- RISKIN-MASHIAH S, DAMTI A, YOUNES G, AUSLANDER R. (2011)** Pregestational body mass index, weight gain during pregnancy and maternal hyperglycemia. *Gynecol Endocrinol.*2011; 27(7):464–467.
- ROBERTS JM, AUGUST PA, BAKRIS G, BARTON JR, BERNSTEIN IM, DRUZIN M et al. (2013)** Hypertension in pregnancy. Report of the American College of Obstetricians and Gynecologists' Task Force on Hypertension in Pregnancy. *Obstet Gynecol* 2013;122:1122-31.
- ROBERTS JM, BODNAR LM, PATRICK TE, POWERS RW. (2011)** The role of obesity in preeclampsia. *Pregnancy Hypertens* 2011; 1:6–16.
- ROCHA DS, NETTO MP, PRIORE SE, LIIVA NM, ROSADO LE, FRANCESCHINI SC. (2005)** Estado nutricional e anemia ferropriva em gestantes: relação com o peso da criança ao nascer. *Rev Nutr Campinas* 2005;18(4):481-9.
- RODE L, KJAERGAARD H, OTTESEN B, DAMM P, HEGAARD HK. (2012)** Association between gestational weight gain according to body mass index and postpartum weight in a large cohort of Danish women. *Matern Child Health J* 2012, 16:406–413.
- RODRIGUES PL, OLIVEIRA LC, ADOS SB, KAC G. (2010)** Determinant factors of insufficient and excessive gestational weight gain and maternal-child adverse outcomes. *Nutrition;* 26:617-23.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**RONDO PH, TOMKINS AM. (1999)** Maternal and neonatal anthropometry. *Ann. Trop. Paediatr.* 19,349–356.

**ROSEBOOM TJ, RAVELLI AC, VAN DER POST JA, PAINTER RC. (2011)** Maternal characteristics largely explain poor pregnancy outcome after hyperemesis gravidarum. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2011;156:56–9.

**ROSSO P, FRANÇOIS P. (1995)** *Clin Nutr.*1985 et.Obstétrique, 1995 ; Flammarion, 141, 41 :644.

**RUIFROK AE, ROGOZINSKA E, VAN POPPEL MN, RAYANAGOUDAR G, KERRY S, DE GROOT CJ et al. (2014)** i-WIP (InternationalWeight Management in Pregnancy) Collaborative Group. Study protocol: differential effects of diet and physical activity based interventions in pregnancy on maternal and fetal outcomes individual patient data (IPD) meta-analysis and health economic evaluation. *Syst Rev.* 2014;3:131.

**RUSH D (2001)** Maternal nutrition and perinatal survival. *Nutr. Rev.* 59, 315–326.

### S

**SACCO LM, CAULFIELD LE, ZAVALETA N, RETAMOZO L. (2003)** Dietary pattern and usual nutrient intakes of Peruvian women during pregnancy. *Eur J Clin Nutr.* 2003; 57 : 1492-1497.

**SACHET P (1999)** Le coup de pouce médical à l'alimentation. In : *Guide de l'alimentation de la femme enceinte.* Ed. Stock 1999, pp 783-191.

**SACHET P (1989)** Nutrition et grossesse. Paris France *Encycl Med Chir Obstet*; 5042 A10 : 6.

**SALLE BL (2007)** Métabolisme phosphocalcique en périnatalogie. *Profession Sage- Femme*, septembre 2007, n°138, pp 23-25.

**SAMA JC, IFFY L. (1998)** Maternal weight and fetal injury at birth: data deriving from medico-legal research, *Med Law*, 17: 61-68.

**SANABRIA-MARTÍNEZ G, GARCÍA-HERMOSO A, POYATOS-LEÓN R, ÁLVAREZ-BUENO C, SÁNCHEZ-LÓPEZ M, MARTÍNEZ-VIZCAÍNO V. (2015)** Effectiveness of physical activity interventions on preventing gestational diabetes mellitus and excessive maternal weight gain: a meta-analysis. *BJOG* 2015; 122:1167–1174.

**SANTÉ CANADA (2010)** Recommandations canadiennes relatives au gain de poids durant la grossesse. Ottawa : gouvernement du Canada. Document consulté de : <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/nutrition/prenatal/qa-gest-gros-qr-fra.php>.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- SARL LIVE, WORK (2015)** « Satiété : Définition donnée par le Lexique de l'Alimentation et de la Santé », 2015. [En ligne]. Disponible sur: <http://www.lexique-alimentation-sante.com/Definition/Satiete>.
- SATO A, FUJIMORI E. (2012)** Nutritional status and weight gain in pregnant women. *Rev. Latino-Am. Enfermagem* 2012 May.-June;20(3):462-8.
- SATO APS, FUJIMORI E, SZARFARC SC, BORGES ALV, TSUNECHIRO MA. (2010)** Food consumption and iron intake of pregnant and reproductive aged women. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* 2010; 18: 247-254.
- SAYON-OREA C, BES-RASTROLLO M, BASTERRA-GORTARI FJ, BEUNZA JJ, GUALLAR-CASTILLON P, DE LA FUENTE-ARRILLAGA C et al. (2013)** Consumption of fried foods and weight gain in a mediterranean cohort: The SUN project. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2013; 23(2):144–150.
- SCHIEVE LA, COGSWELL ME, SCANLON KS, PERRY G, FERRE C, BLACKMORE-PRINCE C et al. (2000)** Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: Associations with preterm delivery. The NMIHS Collaborative Study Group. *Obstetrics and Gynecology* 96(2):194–200.
- SCHLIENGER JL (2011)** Etat des lieux des compléments alimentaires chez la femme enceinte. *Médecine des maladies Métaboliques*. Octobre 2011, vol. 5, n°5, p. 521-532.
- SCHOLL T, SOWERS M, CHEN X, LENDERS C. (2001)** Maternal glucose concentration influences fetal growth, gestation, and pregnancy complications. *Am J Epidemiol* 154: 514–520.
- SCHOLL T, HEDIGER M, SCHALL J, ANCES I, SMITH W. (1995)** Gestational weight gain, pregnancy outcome, and postpartum weight retention. *Obstetrics & Gynecology*, 86, 423-427.
- SCHOLL T, HEDIGER M. (1994)** Anemia and iron-deficiency anemia: compilation of data on pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 1994;59(suppl): 492S–501S.
- SCHOLL T, HEDIGER M, FISCHER R, SHEARER J. (1992)** Anemia vs iron deficiency: increased risk of preterm delivery in a prospective study. *Am J Clin Nutr* 1992;55:985– 8.
- SCHULZE MB, MANSON JE, LUDWIG DS, COLDITZ GA, STAMPFER MJ, WILLETT WC et al. (2004)** Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA* 2004; 292: 927–934.
- SCOTLAND NE, HAAS JS, BRAWARSKY RA. (2005)** Body mass index provider advice and target gestational weight gain; 105 (3): 633-8.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- SEBIRE NJ, JOLLY M, HARRIS J, REGAN L, ROBINSON S. (2001)** Is maternal underweight really a risk factor for adverse pregnancy outcome? A population-based study in London. *Br J Obstet Gynaecol*;108(1):61-6.
- SEGELLE L. (2005)** « Croyances et rituels du début de grossesse en France », Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine générale, Limoges, 2005.
- SELLES E (2010)** « L'éducation alimentaire de la femme enceinte, vers une alimentation consciente. » dans *Les dossiers de l'obstétrique*, Octobre 2010, n°397.
- SHAW GM, TODOROFF K, CARMICHAEL SL, SCHAFFER DM, SELVIN S (2001)** Lowered weight gain during pregnancy and risk of neural tube defects among offspring. *Int J Epidemiol.* 30: 60-65.
- SHEPARD MJ, SAFTLAS AF, LEO-SUMMERS L, BRACKEN MB. (1998)** Maternal anthropometric factors and risk of primary cesarean delivery. *Am J Public Health* 1998;88:1534–8.
- SHIN D, SONG W. (2015)** Prepregnancy body mass index is an independent risk factor for gestational hypertension, gestational diabetes, preterm labor, and small- and large for-gestational-age infants. *J. Matern.-Fetal Neonatal Med.*, 28(14):1679-1686.
- SHIN D, BIANCHI L, CHUNG H, WEATHERSPOON L, SONG W. (2014)** Is gestational weight gain associated with diet quality during pregnancy? *Matern Child Health J* 2014;18:1433–43.
- SIBETCHEU D, FOMO MA. (2004)** Allaitement, état nutritionnel des enfants et des femmes. *EDS*; 10: 197-198.
- SIEGA-RIZ AM, VISWANATHAN M, MOOS MK, DEIERLEIN A, MUMFORD S, KNAACK J et al. (2009)** A systematic review of outcomes of maternal weight gain according to the Institute of Medicine recommendations: birthweight, fetal growth, and postpartum weight retention. *Am J Obstet Gynecol.* 2009;339:e1-14.
- SIEGA-RIZ AM, SAVITZ DA, ZEISEL SH, THORP JM, HERRING A. (2004)** Second trimester folate status and preterm birth. *Am J Obstret Gynecol.* 191(6): 1851-57.
- SIEGA-RIZ AM, ADAIR LS, and HOBEL CJ. (1994)** Institute of Medicine maternal weight gain recommendations and pregnancy outcome in a predominantly Hispanic population. *Obstetrics and Gynecology* 84(4): 565-573.
- SILVEIRA PP, PORTELLA AK, GOLDANI MZ, BARBIERI MA. (2007)** Developmental origins of health and disease (DOHaD). *Journal Pediatrics* Nov-Dec; 83(6):494-504.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- SIMAS TA, WARING ME, LIAO X, GARRISON A, SULLIVAN GM, HOWARD AE, HARDY JR. (2012)** Prepregnancy weight, gestational weight gain, and risk of growth affected neonates. *J Womens Health* 2012, 21:410–417.
- SIMON C, PERRIN A-E. (2002)** Nutrition de la femme enceinte, Cahiers de Nutrition et de Diététique – Vol 37, N° 1 - février 2002 - pp. 59-64.
- SINGER M (2011)** Evaluation de l'information des femmes enceintes sur l'équilibre alimentaire et le gain pondéral.
- SLYVKA Y, ZHANG Y, NOWAK F. (2015)** Epigenetic effects of paternal diet on offspring: emphasis on obesity. *Endocrine*. 2015;48(1):36–46.
- SMITH CJ, RYCKMAN KK. (2014)** Epigenetic and developmental influences on the risk of obesity, diabetes, and metabolic syndrome. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2014;8:295–302.
- SORBYE LM, SKJAERVEN R, KLUNGSOYR K, MORKEN NH. (2017)** Gestational diabetes mellitus and interpregnancy weight change: A population- based cohort study. *PLoS Med* 14(8): e1002367.
- SRIDHAR SB, XU F, HEDDERSON MM. (2016)** Trimester-Specific Gestational Weight Gain and Infant Size for Gestational Age. *PLoS ONE* 11(7): e0159500.
- STEINMETZ AR, ABRAMS ET, YOUNG SL. (2012)** Patterns of nausea, vomiting, aversions, and cravings during pregnancy on Pemba Island, Zanzibar, Tanzania. *Ecology of Food and Nutrition*, 51, 418–430.
- STENGEL M, KRASCHNEWSKI J, HWANG S, KJERULFF K, CHUANG C. (2012)** What My Doctor Didn't Tell Me?: Examining Health Care Provider Advice to Overweight and Obese Pregnant Women on Gestational Weight Gain and Physical Activity. *Women's Health Issues*, 22(6), E535-E540.
- STOCK M, METCALFE J. (1994)** In the physiology of reproduction. New-York, Raven press, 1994; 946-83.
- STOTLAND NE, CHENG YW, HOPKINS LM, CAUHEY AB. (2006)** Gestational weight gain and adverse neonatal outcome among term infants. *Obstet Gynecol*. 2006 Sep ; 108 : 635-643.
- STOTLAND NE, HOPKINS LM, CAUGHEY AB. (2004)** Gestational weight gain, macrosomia, and risk of cesarean birth in nondiabetic nulliparas. *Obstet Gynecol* 104: 671–677.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**STREULING I, BEYERLEIN A, ROSENFELD E, SCHUKAT B, VON KRIES R. (2011)** Weight gain and dietary intake during pregnancy in industrialized countries a systematic review of observational studies. *J Perinat Med.* 2011;39:123-9.

**STRYCHAR IM, CHABOT C, CHAMPAGNE F, GHADIRIAN P, LEDUC L, LEMONNIER MC et al. (2000)** Psychosocial and lifestyle factors associated with insufficient and excessive maternal weight gain during pregnancy. *Journal of the American Dietetic Association*, 100(3), 353-356.

**STUEBE AM, OKEN E, GILLMAN MW. (2009)** Associations of diet and physical activity during pregnancy with risk for excessive gestational weight gain. *Am J Obstet Gynecol.* 2009;201:58e1-8.

**SULLIVAN EA, DICKINSON JE, VAUGHAN GA, PEEK MJ, ELLWOOD D, HOMER CS et al. (2015)** Maternal super-obesity and perinatal outcomes in Australia : a national population-based cohort study. *BMC Pregnancy and Childbirth* (2015) 15:322.

**SUSSER M (1991)** Maternal weight gain, infant birth weight and diet: causal consequences. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1384–1396.

**SWANSON LD, BEWTRA C. (2008)** Increase in normal placental weight related to increase in maternal body mass index. *Matern felt Neonatal Med.* 2008 Feb; 21(2) :111-3.

**SYMONDS ME, MENDEZ MA, MELTZER HM, KOLETZKO B, GODFREY K, FORSYTH S et al. (2012)** Early life nutritional programming of obesity: mother-child cohort studies. *Ann Nutr Metab.* 2012;62(2):137–45.

**SYMONDS ME, POPE M, SHARKEY D, BUDGE H. (2012b)** Adipose tissue and fetal programming. *Diabetologia* 2012;55(6):1597–1606.

### T

**TALAI RAD N, RITTERATH C, SIEGMUND T, WASCHER C, SIEBERT G, HENRICH W et al. (2011)** Longitudinal analysis of changes in energy intake and macronutrient composition during pregnancy and 6 weeks post-partum. *Arch Gynecol Obstet.* 2011;283(2):185–90.

**TALLEY L (2013)** Stress Management in Pregnancy. *International Journal Of Childbirth Education*, 28(1), 43-45.

**TANAKA T, ASHIHARA K, NAKAMURA M, KANDA T, FUJITA D, YAMASHITA Y et al. (2014)** Associations between the pre-pregnancy body mass index and gestational weight

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

gain with pregnancy outcomes in Japanese women. *J Obstet Gynaecol Res.* 2014; 40(5):1296–1303.

**TANVEER F, SHAHID S. (2015)** Frequency of Lower Extremity Edema during Third Trimester of Pregnancy. *Asian J. Med. Sci. (SAJMS)* Vol. 1 (2): 41-43.

**TAVARES M, RODRIGUES T, CARDOSO F, BARROS H, LEITE LP. (1996)** Independent effect of maternal birth weight on infant birth weight. *J Perinat Med* 1996;24(4):391–6.

**TEBBANI F, OULAMARA H, AGLI A. (2018)** Effects of gestational weight gain on pregnancy complications. *Nutrition clinique et métabolisme* 32 (2018) pp. 28-33. Doi 10.1016/j.nupar.2017.09.011.

**TEBBANI F, OULAMARA H, AGLI A. (2017a)** Maternal Nutrition and Birth Weight: Role of Vitamins and Trace Elements. *JFIV Reprod Med Genet* 5: 199. doi: 10.4172/2375-4508.1000199.

**TEBBANI F, OULAMARA H, AGLI A. (2017b)** Pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain as risk factors on maternal and birth outcomes. *ejbps*, 2017, Volume 4, Issue 7, 139-144.

**TEBBANI F, OULAMARA H, AGLI A. (2016)** Early Weight Gain during Pregnancy: Which Women are the Most Affected? *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, Vol.5, No.2, June 2016, pp. 151 ~ 157.

**TEMMING L, FRANCO A, ISTWAN N, RHEA D, DESCH C, STANZIANO G et al. (2014)** Adverse pregnancy outcomes in women with nausea and vomiting of pregnancy. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2014; 27:84–8.

**TENNANT P, RANKIN J, BELL R. (2011)** Maternal body mass index and the risk of fetal and infant death: a cohort study from the North of England. *Human Reproduction*, Volume 26, Issue 6, 1 June 2011, Pages 1501–1511.

**THÉRON GB, THOMPSON ML. (1998)** The usefulness of weight gain apart to identify women who will develop preeclampsia. *Eur Gynaecol Biol*; 78: 47-51.

**THOMAS M, VIETEN C, ADLER N, AMMONDSON I, COLEMAN-PHOX K, EPEL E, LARAIA B. (2014)** Potential for a Stress Reduction Intervention to Promote Healthy Gestational Weight Gain: Focus Groups with Low-Income Pregnant Women. *Women's Health Issues*, 24(3), E305-E311.

**THOMPSON FE, BYERS T. (1994)** Dietary assessment resource manual. *J Nutr*; 124(11 Suppl): 2245S-2317S.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- THORSDOTTIR I, TORFADOTTIR JE, BIRGISDOTTIR BE, GEIRSSON RT. (2002)** Weight gain in women of normal weight before pregnancy: complications in pregnancy or delivery and birth outcome. *Obstet Gynecol* 2002; 99(5 Pt 1):799–806.
- THORSDOTTIR I, BIRGISDOTTIR BE. (1998)** Different weight gain in women of normal weight before pregnancy : Postpartum weight and birth weight. *Obstet Gynecol* 1998; 92 : 377-83.
- TIELEMANS MJ, GARCIA AH, PERALTA SANTOS A, BRAMER WM, LUKSA N, LUVIZOTTO MJ et al. (2016)** Macronutrient composition and gestational weight gain: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2016;103:83–99.
- TINGYUAN W, YANWEI L. (2015)** Inadequate gestational weight gain and adverse pregnancy outcomes among normal weight women in China. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(2):2881-2886.
- TOBIAS DK, ZHANG C, CHAVARRO J, BOWERS K, RICH-EDWARDS J, ROSNER B et al. (2012)** Prepregnancy adherence to dietary patterns and lower risk of gestational diabetes mellitus. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 96: 289-95.
- TORLONI M R, BETRÁN AP, HORTA BL, NAKAMURA MU, ATALLAH AN, MORON AF, VALENTE O. (2008)** Prepregnancy BMI and the risk of gestational diabetes: A systematic review of the literature with meta-analysis. *Obesity Reviews: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity* 10(2):194-203.
- TOUATI D (2011)** Statut nutritionnel et sociodémographique d'une cohorte de femmes enceintes d'el Khroub (Constantine, Algerie). Répercussions sur le poids de naissance du nouveau-né. Thèse de Doctorat en sciences alimentaires Spécialité : Nutrition Humaine. N° d'ordre : 64/TS/2011 N° de Série : 02/INAT/2011.
- TOUATI-MECHERI D, AGLI A, POTIER DE COURCY G. (2007)** Apports nutritionnels d'une population de femmes enceintes de Constantine (ALGÉRIE). *Cah. Nutr. Diét.*, 42, 5, 2007.
- TOVAR A, GUTHRIE LB, PLATEK D, STUEBE A, HERRING S J, OKEN E. (2011)** Modifiable predictors associated with having a gestational weight gain goal. *Maternal & Child Health Journal*, 15, 1119-1126.
- TSOI E, SHAIKH H, ROBINSON S, TEOH TG. (2010)** Obesity in pregnancy: a major healthcare issue. *Postgrad. Med. J.* 86, 617–623, doi: 10.1136/pgmj.2010.098186 (2010).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

### U

**UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND and WORLD HEALTH ORGANIZATION, (2004).** Low Birthweight: Country, regional and global estimates. UNICEF, New York.

**URIZAR G, HURTZ S, ALBRIGHT C, AHN D, ATIENZA A, KING A. (2006)** Influence of maternal stress on successful participation in a physical activity intervention. *Women & Health*, 42(4).

**US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, PHYSICAL ACTIVITY GUIDELINES ADVISORY COMMITTEE (2008)** Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report, 2008. Washington, DC: 2008.

**US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES AND US DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (2005)** Dietary guidelines for Americans, 2005. Washington, DC: US Government Printing Office; 2005.

### V

**VAAST I (2006)** Diététique de la femme enceinte et allaitante. *Vocation Sage-Femme*; 41: 12-6.

**VAHRATIAN A, ZHANG J, TROENDLE JF, SCISCIONE AC, HOFFMAN MK. (2005)** Labor Progression and Risk of Cesarean Delivery in Electively Induced Nulliparas. *Obstetrics & Gynecology*, 105, 698-704.

**VAMBERGUE A (2006)** Stratégie de dépistage et de diagnostique : que nous ont apporté les dernières études ? *Diabète et Obésité*. Décembre 2006. Vol 1. N°4. Pages 120 à 123.

**VISWANATHAN M, SIEGA-RIZ AM, MOOS MK, DEIERLEIN A, MUMFORD S, KNAACK J et al. (2008)** Outcomes of maternal weight gain. *Evid Rep Technol Assess* 2008; 168: 1-223.

**VIVIES S, BABLON S, LABOURDETTE J. (2007)** *Petit futé Paris baby*. Ed Aubert. Paris : 39-44.

### W

**WAFFS LEGARTH J, VANQSAARD K. (2008)** A randomised trial of the effects of dietary in counselling on gestational weight gain and glucose metabolism in obese pregnant women. *Int J obes (Lond)* 2008 Jan 29.

**WALKER L (2007)** Managing excessive weight gain during pregnancy and the postpartum, *Obstet Gynecol Neonatal Nurs*, 36(5):490-500.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- WALSH J, MCGOWAN C, MAHONY R, FOLEY M, MCAULIFFE F. (2014)** Obstetric and Metabolic Implications of Excessive Gestational Weight Gain in Pregnancy. *Obesity* | VOLUME 22 | NUMBER 7 | JULY 2014.
- WALSH JM, MCGOWAN CA, MAHONY R, FOLEY ME, MCAULIFFE FM. (2012)** Low glycaemic index diet in pregnancy to prevent macrosomia (ROLO study): randomised control trial. *British Medical Journal*. Aug 30;345.
- WATKINS ML, RASMUSSEN SA, HONEIN MA, BOTTO LD, MOORE CA. (2003)** Maternal obesity and risk for birth defects. *Pediatrics*; 111 (5 part 2) : 1152-58.
- WEBB JB, SIEGA-RIZ AM, DOLE N. (2008)** Psychosocial determinants of adequacy of gestational weight gain. *Obesity*, 17, 300-309.
- WEIGEL MM, COE K, CASTRO NP, CAIZA E, TELLO N, REYES M. (2011)** Food aversions and cravings during early pregnancy: association with nausea and vomiting. *Ecology of Food and Nutrition*, 50, 197– 214.
- WELLS CS, SCHWALBERG R, NOONAN G, GABOR V. (2006)** Factors influencing inadequate and excessive weight gain in pregnancy: Colorado, 2000–2002. *Maternal and Child Health Journal* 10(1):55–62.
- WEN LM, LV Y. (2015)** Inadequate gestational weight gain and adverse pregnancy outcomes among normal weight women in China. *Int. J. Clin. Exp. Med.*, 8(2):2881-2886.
- WEN LM, FLOOD VM, SIMPSON JM, RISSEL C, BAUR LA. (2010)** Dietary behaviours during pregnancy: findings from first time mothers in southwest Sydney, Australia. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2010;7(13):1–7.
- WHITAKER K, YOUNG-HYMAN D, VERNON M, WILCOX S. (2014)** Maternal Stress Predicts Postpartum Weight Retention. *Matern Child Health J*, 18, 2209–2217.
- WHO (2016)** Recommendations on Antenatal Care for a Positive Pregnancy Experience. Geneva, Switzerland:World Health Organization; 2016.
- WHO (2012)** Guideline: Daily iron and folic acid supplementation in pregnant women. Geneva, World Health Organization, 2012.
- WHO/CDC (2008)** Worldwide Prevalence of Anemia 1993-2005 WHO Global Data base on Anemia, WHO Press, Geneva, Switzerland, 2008. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43894/1/9789241596657\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43894/1/9789241596657_eng.pdf). Consulté le 21 Juillet 2016. Google Scholar.
- WHO (2008)** 2008–2013 action plan for the global strategy for the prevention and control of noncommunicable diseases: prevent and control cardiovascular diseases, cancers, chronic respiratory diseases and diabetes. Geneva: WHO; 2008

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- WHO (2007)** Reaching Optimal Iodine Nutrition in Pregnant and Lactating Women and Young Children.
- WHO (1995)** Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO Expert Committee, technical report, 1995; series 854.
- WHO (1980)** The incidence of low birth weight : a critical of available information World health statistiq. 1980; 33: 197-224.
- WHO (1977)** "WHO: recommended definitions, terminology and format for statistical tables related to the perinatal period and use of a new certificate for cause of perinatal deaths. Modifications recommended by FIGO as amended October 14, 1976.
- WHO (1961)** "Aspects of low birth weight.report of the expert committee of maternal child health." WHO technical report 217: 3-16.
- WIBOWO N, PURWOSUNU Y, SEKIZAWA A, FARINA A, TAMBUNAN V, BARDOSONO S. (2012)** Vitamin B<sub>6</sub> supplementation in pregnant women with nausea and vomiting. Int J Gynaecol Obstet 2012; 116(3):206–10.
- WILKINSON SA, POAD D, STAPLETON H. (2013)** Maternal overweight and obesity: a survey of clinicians' characteristics and attitudes, and their responses to their pregnant clients. BMC Pregnancy Childbirth 13:117.
- WILKINSON SA, STAPLETON H. (2012)** Overweight and obesity in pregnancy: the evidence-practice gap in staff knowledge, attitudes and practices. Aust N Z J Obstet Gynaecol. 2012; 52(6):588–92.
- WILLCOX JC, CAMPBELL KJ, MCCARTHY EA, LAPPAS M, BALL K, CRAWFORD D et al. (2015)** Gestational weight gain information: seeking and sources among pregnant women. BMC Pregnancy and Childbirth (2015) 15:164.
- WILLOUGHBY DS, BADER SG. (2016)** Gestational weight gain and preterm birth in obese women: a systematic review and meta-analysis. BJOG. 2016;123(2):199-206.
- WINKVIST A, HAKIM M, NUDRIATI D, DIBLEY M. (2002)** Anthropometry change during pregnancy of Indian Women related to birth weight. AM J Clin Nutr 2002 ; 75 : 1072 - 1077.
- WITT WP, WISK LE, CHENG ER, MANDELL K, CHATTERJEE D, WAKEEL F et al. (2015)** Determinants of Cesarean Delivery in the US: A Lifecourse Approach. Matern Child Health J (2015) 19: 84-93.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**WITTER FR, CAULTFIELD LE, STOLTZTUS RJ. (1995)** Influence of maternal anthropometric status and birth weight on the risk of cesarean delivery. *Obstet Gyneol*, 1995. 85(6): p. 947-51.

**WOLFF S, LEGARTH J, VANGSGAARD K, TOUBRO S, ASTRUP A. (2008)** A randomised trial of the effects of dietary counselling on gestational weight gain and glucose metabolism in obese pregnant women. *Int J obes*. 32: 495-501.

**WORLD OBESITY FEDERATION (2015)** Numbers of females of childbearing age either overweight or obese by region. London; [http://www.worldobesity.org/site\\_media/library/resource\\_images/Numbers\\_of\\_females\\_childbearing\\_age\\_in\\_English.pdf](http://www.worldobesity.org/site_media/library/resource_images/Numbers_of_females_childbearing_age_in_English.pdf), accessed 7 March 2016.

### X

**XINXO S, BIMBASHI AZ KAKARRIQI E, ZAIMI E. (2013)** Association between maternal nutritional status of pre pregnancy, gestational weight gain and preterm birth. *Mater Sociomed* 2013; 25: 6-8.

### Z

**ZHANG CH, LIU XY, ZHAN YW, ZHANG L, HUANG YJ, ZHOU H. (2015)** Effects of Prepregnancy Body Mass Index and Gestational Weight Gain on Pregnancy Outcomes. *Asia-Pac J Public Health Asia-Pac Acad Consort Public Health*. 2015 Sep; 27(6):620±30.

**ZHANG Z, KRIS-ETHERTON PM, HARTMAN TJ. (2014)** Birth weight and risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes in US children and adolescents: 10 year results from NHANES. *Matern. Child Health J.*, 18(6): 1423-1432.

**ZHANG C, NING Y. (2011b)** Effect of dietary and lifestyle factors on the risk of gestational diabetes: review of epidemiologic evidence. *Am J Clin Nutr*. 94(suppl):1975S-9S.

**ZALIHATA A (2010)** gain de poids au cours de la grossesse. Thèse de doctorat en médecine. Université d'Antananarivo faculté de médecine. N° 8006. P : 38.

**ZULFIQAR T, RIZVI F, JALALI S, SHAMI SA, TASNIM N, JAHAN S. (2011)** Effects of maternal macronutrient intake in 3rd trimester of normal pregnancy on the maternal weight gain and neonatal birth weight of full term neonates. *Rawal Med J* 2011;36:137–42.

# **ANNEXES**

## ANNEXE 1. QUESTIONNAIRE DESTINE AUX FEMMES ENCEINTES

N° Questionnaire : |\_|\_|\_|\_|

**I. IDENTIFICATION**

1. Nom : ..... 2. Prénom : .....
3. Date et lieu de naissance : ...../...../.....
4. Date de visite : ...../...../.....
5. Lieu de visite : .....
6. Lieu de résidence (Adresse) : .....
7. N° tel : .....

**II. FACTEURS SOCIOECONOMIQUES**

8. Instruction de la femme enceinte (diplôme, années d'études) : .....
9. Type d'habitat :  
 Villa  Appartement  
 Logement évolutif (maison individuel)  Bidonville  
 Autre : .....
10. Vous occupez ce logement en tant que :  Propriétaire  Locataire
- 11a. Quel est le nombre de pièces que vous occupez dans ce logement ? |\_|\_|\_|.
- 11b. Dans ce logement, est-ce qu'il y a ?  
 Nombre Télévision  Chauffage  Machine à laver  
 Réfrigérateur  Chauffe bain  Ordinateur  
 Congélateur  Climatiseur  Connexion internet  
 Cuisinière  Micro onde  Voiture
12. Nombre de personnes vivant sous le même toit : |\_|\_|
13. Nombre de personnes actives participant aux dépenses du ménage : .....
14. Revenu global mensuel du ménage :  
 < 20000 DA  [20000 à 40 000[DA  [40000 à 55000[DA  
 [55000 à 75000[DA  >75000 DA

**III. RENSEIGNEMENT SUR LA GROSSESSE ET ETAT DE SANTE :**

15. Date des dernières règles (DDR) : ...../...../.....
16. Parité (nombre d'accouchements) |\_|
- 17a. Avez-vous reçu des informations sur le gain pondéral gestationnel approprié  
 Oui  Non
- 17b. Si oui, Savez- vous quelle est la prise de poids idéale pendant la grossesse ?  
 <5kg  5-9 kg  9-12 kg  12-16 kg  > 16 kg
- 17c. Comment avez-vous eu l'information sur la prise de poids durant la grossesse ?  
 Sage-femme, Gynécologue  Télévision, internet, livres  
 Entourage, famille  je le savais déjà
18. Poids de la femme enceinte à sa naissance : .....g

**IV. MESURES ANTHROPOMETRIQUE**

Poids avant la grossesse: |\_|\_|\_|,|\_|\_| kg  
 Taille : |\_|\_|\_|,|\_| cm

**V. ANALYSES SANGUINES**

Globules blanc (Leucocytes) : |\_|\_|,|\_|\_| µl  
 Globules rouges (Hématies) : |\_|,|\_|\_| µl  
 Hémoglobines : |\_|\_|,|\_|\_| g/dl  
 Hématocrite: |\_|\_|,|\_|\_| %  
 Plaquettes : |\_|\_|\_| 10<sup>3</sup> µl  
 VGM (volume globulaire moyen) : |\_|\_|,|\_|\_| µl

## PREMIER TRIMESTRE

N° Questionnaire : |\_|\_|\_|\_|

Date de visite : ...../...../.....

**I. RENSEIGNEMENT SUR LA GROSSESSE ET ETAT DE SANTE :**

19. Age gestationnel : .....semaines

20a. Souffrez-vous de complications pendant ce 1<sup>er</sup> trimestre ?  Oui  Non

20b. Si oui, la ou lesquelles?

 Hypertension artérielle Anémie Diabète gestationnel Autres : .....

21. Au cours de ce trimestre ? Quels sont les symptômes ressentis :

 Fatigue excessive Nausées Malaise Vomissements manque de l'appétit Augmentation de l'Appétit Autres : .....**II. HABITUDES ALIMENTAIRES**22a. Votre alimentation a-t-elle changé depuis que vous êtes enceintes ?  Oui  Non

22b. Si oui, comment ?

 Je mange plus Je mange moins Je mange plus de produits laitiers Je mange moins de produits laitiers Je mange plus de fruits et légumes Je mange moins de fruits et légumes Je mange beaucoup de viandes Je ne mange pas de viandes Je ne mange pas de poisson Je ne mange pas des œufs Autres : .....

23. Quel est le repas que vous sautez le plus souvent?

 Petit déjeuner Collation Déjeuner Goûter Dîner

24a. Grignotez-vous souvent en dehors des repas?

 Oui Non24b. Si oui, quand ?  Matin Après midi Soir A n'importe quel moment

24c. Type de grignotage:

 Fruits Produits laitiers Sucreries Pâtisseries Sodas Pizza Gâteaux secs Sandwich Chips Cacahuètes Autres: .....25a. Pendant ce 1<sup>er</sup> trimestre, évitez-vous certains types d'aliments ? Oui Non

25b. Si oui, quel type d'aliment : .....

26a. Pendant le 1<sup>er</sup> trimestre, avez-vous des envies spéciales pour certains types d'aliments ? Oui Non

26b. Si oui, pour quel type d'aliment : .....

**III. ACTIVITE PHYSIQUE, SEDENTARITE ET SOMMEIL**27a. Pendant ce 1<sup>er</sup> trimestre, faites-vous une activité physique régulière? Oui Non

27b. Si oui, quel type ? ..... pendant combien de temps ? .....

27c. Si non, qu'est ce que vous en empêche ?

 Le manque de temps L'éloignement Le manque d'accompagnant L'absence de structures ou d'espaces Je ne faisais pas avant Autres : .....

28. Comment faites-vous vos trajets habituels (le plus souvent) ?

 En bus en voiture A pied

29. Combien de temps par jour passez-vous en repos (TV, position allongée ou assise) ?

 h  mn (jour de semaine) h  mn (week-end)



30. Quelle est en moyenne la durée de votre :

Sommeil   h   mn

Sieste   h   mn

#### IV. ENVIRONNEMENT ET STRESS

31. Comment vous sentez vous ? :

Nerveuse

Calme

32. Votre environnement est-il ?

Stressant

Normal

#### V. MESURES ANTHROPOMETRIQUE

Poids du premier trimestre :

,   kg

Pression artérielle : Systolique

1<sup>er</sup> mesure   ,  2<sup>ème</sup> mesure   ,  3<sup>ème</sup> mesure   ,

Pression artérielle : Diastolique

1<sup>er</sup> mesure   ,  2<sup>ème</sup> mesure   ,  3<sup>ème</sup> mesure   ,

NB : date de prochaine visite : .../.../.....

### DEUXIEME TRIMESTRE

N° Questionnaire :

Date de visite : ...../...../.....

#### I. RENSEIGNEMENT SUR LA GROSSESSE ET ETAT DE SANTE :

33. Age gestationnel : .....semaines

34a. Souffrez-vous de complications pendant ce 2<sup>ième</sup> trimestre ?  Oui  Non

34b. Si oui, la ou lesquelles?

Hypertension artérielle

Anémie

Diabète gestationnel

Autres : .....

35. Au cours de ce trimestre ? Quels sont les symptômes ressentis :

Fatigue excessive

Nausées

Malaise

Vomissements

Anorexie

Augmentation de l'Appétit

Autres : .....

#### II. HABITUDES ALIMENTAIRES

36a. Votre alimentation a-t-elle changé au cours de ce 2<sup>e</sup> trimestre ?  Oui  Non

36b. Si oui, comment ?

Je mange plus

Je mange moins

Je mange plus de produits laitiers

Je mange moins de produits laitiers

Je mange plus de fruits et légumes

Je mange moins de fruits et légumes

Je mange beaucoup de viandes

Je ne mange pas de viandes

Je ne mange pas de poisson

Je ne mange pas des œufs

Autres : .....

37. Quel est le repas que vous sautez le plus souvent?

Petit déjeuner

Collation

Déjeuner

Goûter

Dîner

38a. Grignotez-vous souvent en dehors des repas?  Oui  Non

38b. Si oui, quand ?  Matin

Après midi

Soir

A n'importe quel moment

38c. Type de grignotage:

Fruits

Produits laitiers

Sucreries

Pâtisseries

Sodas

Pizza

Gâteaux secs

Sandwich

Chips

Cacahuètes

Autres: .....

39a. Pendant ce 2<sup>ième</sup> trimestre, évitez-vous certains types d'aliments ?

Oui

Non

39b. Si oui, quel type d'aliment : .....

40a. Pendant le 2<sup>ième</sup> trimestre, avez-vous des envies spéciales pour certains types d'aliments ?  
 Oui  Non

40b. Si oui, pour quel type d'aliment : .....

**III. ACTIVITE PHYSIQUE, SEDENTARITE ET SOMMEIL**

41a. Pendant ce 2<sup>ième</sup> trimestre, faites-vous une activité physique régulière?  
 Oui  Non

41b. Si oui, quel type ?..... pendant combien de temps ? .....

41c. Si non, qu'est ce que vous en empêche ?

- Le manque de temps  L'éloignement  
 Le manque d'accompagnant  L'absence de structures ou d'espaces  
 Je ne faisais pas avant  Autres : .....

42. Comment faites-vous vos trajets habituels (le plus souvent) ?

- En bus  en voiture  A pied

43. Combien de temps par jour passez-vous en repos (TV, position allongée ou assise) ?

- h  mn (jour de semaine)  h  mn (week-end)

44. Quelle est en moyenne la durée de votre :

- Sommeil  h  mn Sieste  h  mn

**IV. FACTEURS SOCIOPSYCHOLOGIQUES**

45. Vous considérez-vous comme :  Nerveuse  Calme  
 46. Votre environnement est-il ?  Stressant  Normal

**V. MESURES ANTHROPOMETRIQUE**

Poids du deuxième trimestre:  ,  kg

Pression artérielle : Systolique

1<sup>er</sup> mesure  ,  2<sup>ème</sup> mesure  ,  3<sup>ème</sup> mesure  ,

Pression artérielle : Diastolique

1<sup>er</sup> mesure  ,  2<sup>ème</sup> mesure  ,  3<sup>ème</sup> mesure  ,

NB : date de prochaine visite : ..../..../.....

**TROISIEME TRIMESTRE**

N° Questionnaire :

Date de visite : ..../..../.....

**I. RENSEIGNEMENT SUR LA GROSSESSE ET ETAT DE SANTE :**

47. Age gestationnel : .....semaines

48a. Souffrez-vous de complications pendant ce 3<sup>ième</sup> trimestre ?  Oui  Non

48b. Si oui, la ou lesquelles?

- Hypertension artérielle  Anémie  
 Diabète gestationnel  Autres : .....

49. Au cours de ce trimestre ? Quels sont les symptômes ressentis :

- Fatigue excessive  Nausées  Malaise  
 Vomissements  Anorexie  
 Augmentation de l'Appétit  Autres : .....

**II. HABITUDES ALIMENTAIRES**

50a. Votre alimentation a-t-elle changé au cours de ce 3<sup>e</sup> trimestre ?  Oui  Non

50b. Si oui, comment ?

- Je mange plus  Je mange moins  
 Je mange plus de produits laitiers  Je mange moins de produits laitiers  
 Je mange plus de fruits et légumes  Je mange moins de fruits et légumes  
 Je mange beaucoup de viandes  Je ne mange pas de viandes  
 Je ne mange pas de poisson  Je ne mange pas des œufs  
 Autres : .....

51. Quel est le repas que vous sautez le plus souvent?  
 Petit déjeuner  Collation  Déjeuner  
 Goûter  Dîner
- 52a. Grignotez-vous souvent en dehors des repas?  Oui  Non
- 52b. Si oui, quand ?  Matin  Après midi  Soir  A n'importe quel moment
- 52c. Type de grignotage:  
 Fruits  Produits laitiers  Sucreries  Pâtisseries  
 Sodas  Pizza  Gâteaux secs  Sandwich  
 Chips  Cacahuètes  Autres:.....
- 53a. Pendant ce 3<sup>ième</sup> trimestre, évitez-vous certains types d'aliments ?  
 Oui  Non
- 53b. Si oui, quel type d'aliment : .....
- 54a. Pendant le 3<sup>ième</sup> trimestre, avez-vous des envies spéciales pour certains types d'aliments ?  
 Oui  Non
- 54b. Si oui, pour quel type d'aliment : .....

### III. ACTIVITE PHYSIQUE, SEDENTARITE ET SOMMEIL

- 55a. Pendant ce 3<sup>ième</sup> trimestre, faites-vous une activité physique régulière?  
 Oui  Non
- 55b. Si oui, quel type ?..... pendant combien de temps ? .....
- 55c. Si non, qu'est ce que vous en empêche ?  
 Le manque de temps  L'éloignement  
 Le manque d'accompagnant  L'absence de structures ou d'espaces  
 Je ne faisais pas avant  Autres : .....
56. Comment faites-vous vos trajets habituels (le plus souvent) ?  
 En bus  en voiture  A pied
57. Combien de temps par jour passez-vous en repos (TV, position allongée ou assise) ?  
 h  mn (jour de semaine)  h  mn (week-end)
58. Quelle est en moyenne la durée de votre :  
Sommeil  h  mn Sieste  h  mn

### IV. FACTEURS SOCIOPSYCHOLOGIQUES

59. Vous considérez-vous comme :  Nerveuse  Calme
60. Votre environnement est-il ?  Stressant  Normal

### V. MESURES ANTHROPOMETRIQUE

- Poids du troisième trimestre:     ,   kg
- Pression artérielle : Systolique  
1<sup>er</sup> mesure   ,  2<sup>ème</sup> mesure   ,  3<sup>ème</sup> mesure   ,
- Pression artérielle : Diastolique  
1<sup>er</sup> mesure   ,  2<sup>ème</sup> mesure   ,  3<sup>ème</sup> mesure   ,

### APRES ACCOUCHEMENT

61. Date d'accouchement : ...../...../.....
62. Terme de grossesse :  
 Avant terme  A terme  Après terme
63. Mode d'accouchement :  
 Normal  Césarien
64. Poids du bébé : .....g

**ANNEXE 2. CARNET DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE (3 Jours)**

**Premier trimestre**

**Nom** :.....

**Prénom** :.....

**Premier jour :**

**Date** :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

**Deuxième jour :**

**Date** :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

**Troisième jour :**

**Date** :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

## Deuxième trimestre

Date :...../...../.....

Nom :.....

Prénom :.....

Premier jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

Deuxième jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

Troisième jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

## Troisième trimestre

Date :...../...../.....

Nom :.....

Prénom :.....

Premier jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

Deuxième jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

Troisième jour :

Date :...../...../.....

Type d'aliments	Heure	Quantité

## ANNEXE 3. FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECLAIRE ECRIT



*Université Constantine 1 (UC1)*  
*Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des*  
*Technologies Agro-Alimentaires*  
*(INATAA)*



Consentement à lire attentivement avant de signer

Je certifie avoir donné mon accord pour participer à une étude nutritionnelle sur les femmes enceintes. J'accepte volontairement de participer à cette étude et je comprends que ma participation n'est pas obligatoire et que je peux stopper ma participation à tout moment sans avoir à me justifier ni encourir aucune responsabilité. Mon consentement ne décharge pas les organisateurs de la recherche de leurs responsabilités et je conserve tous mes droits garantis par la loi.

Au cours de cette expérience, j'accepte que soient recueillies des données anthropométriques. Je comprends que les informations recueillies sont strictement confidentielles et à usage exclusif des investigateurs concernés. Je sais que mes données personnelles ne pourront être communiquées que sous une forme anonyme.

J'ai compris que ma participation à cette recherche permettra l'avancement de la recherche scientifique et du savoir.

Nom du volontaire : .....

Signature du volontaire:.....

Nom de l'investigateur: .....

Signature de l'investigateur : .....

**ANNEXE 4. TRAVAUX SCIENTIFIQUES SE RAPPORTANT A LA THESE****PUBLICATIONS**

- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Early Weight Gain during Pregnancy: Which Women are the Most Affected?. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, Vol.5, No.2, June 2016, pp. 151 ~ 157.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Maternal Nutrition and Birth Weight: Role of Vitamins and Trace Elements. *JFIV Reprod Med Genet* 2017, 5: 199. doi: 10.4172/2375-4508.1000199.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain as risk factors on maternal and birth outcomes. *ejbps*, 2017, Volume 4, Issue 7, 139-144.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Effects of gestational weight gain on pregnancy complications. *Nutrition clinique et métabolisme* 32 (2018) pp. 28-33. Doi 10.1016/j.nupar. 2017.09.011.

**COMMUNICATIONS**

- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Facteurs affectant l'état pondéral des femmes enceintes en premier trimestre de grossesse. Séminaire International sur les Sciences Alimentaires (SISA) 2014. Université des Frères Mentouri Constantine, 14-16 Octobre 2014.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Indice de masse corporelle pré-grossesse et gain de poids gestationnel : relations avec l'anémie, l'hypertension artérielle et l'issue de la grossesse. 2<sup>ème</sup> Congrès International de la Société Algérienne de Nutrition (SAN), Alger, Sheraton Club des Pins, du 13 au 15 Octobre 2015.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Prise de poids précoce au cours de la grossesse : quelles femmes sont les plus touchées ?. The First International Congress of Nutrition & Food Science "from Bench to Bedside". Tlemcen, 20-22 Novembre 2015.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Gain pondéral, alimentation et complications pendant la grossesse (CONSTANTINE, ALGERIE). Journées francophones de nutrition (JFN). Nantes, France, 13-15 Décembre 2017.
- Tebbani F, Oulamara H, Agli A. Les effets du gain de poids sur les complications de la grossesse. Séminaire International sur les Sciences Alimentaires (SISA) 2018. Université des Frères Mentouri Constantine, 15-16 Octobre 2018.



## Early Weight Gain during Pregnancy: Which Women are the Most Affected?

Tebbani Fouzia, Oulamara Hayet, Agli Abdenacer

Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Algeria

---

### Article Info

#### Article history:

Received Feb 29, 2016

Revised Mar 27, 2016

Accepted Apr 29, 2016

---

#### Keyword:

First and second trimester

Pregnancy

pre-pregnancy BMI

Weight gain

Health and social status

---

### ABSTRACT

Maternal weight gain during pregnancy is a good prediction tool in short and long term health of pregnant women and their children. To study the effect of early weight gain of pregnant women until the end of the 2<sup>nd</sup> trimester of pregnancy, depending on their pre-pregnancy body mass index. 116 healthy pregnant women were followed until the 2<sup>nd</sup> trimester of pregnancy, their weight and height before pregnancy, as well as the current weight at the end of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> trimesters were collected. Data included age, parity, eating habits and physical activity level. Statistics were performed using the Statview software. The mean pre-pregnancy BMI was  $27 \pm 5.27$  kg/m<sup>2</sup>. Weight gain in the 2<sup>nd</sup> trimester is  $6.33 \pm 4.84$  kg. It decreases with the increasing age of the mother (25% of women between 20 and 24.9 years vs 12.5% of more than 35). Also, it decreases with the increasing number of children (62.5% in nulliparous vs 25% in multiparous). Breakfast is skipped by 64.5 % of overweight pregnant women in the 1st trimester and 90 % in the 2<sup>nd</sup> one. 80.17% and 69.83% of pregnant women do not practice any physical activity. Overweight and obese pregnant women before pregnancy do not take enough weight during pregnancy. Prospects will to analyze behaviors related to health and social status.

Copyright © 2016 Institute of Advanced Engineering and Science.  
All rights reserved.

---

### Corresponding Author:

Tebbani Fouzia,

Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA),

Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Algeria.

E-mail: fouziatebani@yafoo.fr

---

## 1. INTRODUCTION

Rates of obesity have increased significantly over the past several decades. Today over 35 % of reproductive age women are obese (Body Mass Index (BMI)  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), and 8 % are extremely obese (BMI  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>) [1]. The obesity epidemic is impacting pregnancy. Over half of all women entering pregnancy in the United States are either overweight or obese [2].

Numerous studies have shown obesity and excessive gestational weight gain (GWG) are associated with both maternal and fetal complications including gestational diabetes, hypertension, preeclampsia, fetal macrosomia, cesarean delivery, and postpartum weight retention [3],[4].

Weight gain during pregnancy is attributable to the uterus and its contents (foetus, amniotic fluid and placenta), breasts, blood and interstitial fluid. A smaller fraction of that weight gain is due to an increase in cellular water and deposition of new fat and protein constituting maternal reserves [5]. Though the range of weight gain considered normal is wide, it depends on the pre-gestational body mass index (BMI) [6]. The most widely accepted recommendations regarding GWG are those published by the Institute of Medicine (IOM) of the United States of America [7].

These guidelines state that healthy women who have a normal weight for their height (BMI 18.5–24.9) should gain 11.5–16 kg during pregnancy. Overweight women (BMI 25–29.9) should gain 7–11.5 kg and obese women (BMI greater than 30) should only put on 5–9 kg. It is also recommended to gain between 0.5 and 2 kg during the first trimester [4]. In the second trimester, underweight women should gain 0.5 kg each week of pregnancy, normal women 0.4 kg/week, overweight women 0.3kg/week and obese women 0.2kg/week [4].

Despite these guidelines, over 55 % of obese women gain more than the recommended amount [2]. GWG is not linear over the course of pregnancy. Weight gain starts slowly in the first trimester and increases more consistently in the second and third trimesters [8]. The ability to identify women at risk for excessive gestational weight gain allows for weight management interventions.

The second half of pregnancy is characterized by progressive insulin resistance [9],[10], and maternal fat accumulation appears to influence subsequent maternal insulin resistance [9],[11]. The pattern of GWG is higher in the second trimester at a rate of 0.563 kg per week and birth weight is strongly correlated with weight gain during that period [12].

Previous studies have suggested that excessive early GWG might be associated with an early increase in insulin resistance leading to exhaustion of the pancreatic B cell. This B cell depletion could reduce the capacity to compensate for the increasing insulin resistance of pregnancy, and therefore lead to hyperinsulinemia, maternal hyperglycemia and excessive fetal growth [9], [13]-[15].

However it is important to remember the proposed objectives by the Swedish study of 2007 which allow decreasing the number of caesarean sections but also of persistent overweight and obesity in 1 year of childbirth, without increasing the number of other complications. These objectives are a weight gain of 10 kg maximum, regardless of the initial Body Mass Index of the patient. A weight gain more than 10 kg at 6 months of pregnancy is deemed excessive (risk factor of gestational diabetes). It is to be modulated according to the pre-pregnancy BMI [16]. Our study assessed the effect of early weight gain of pregnant women until the end of the 2<sup>nd</sup> trimester of pregnancy, depending on their pre-pregnancy body mass index.

## 2. RESEARCH METHOD

We conducted a prospective and a longitudinal cohort study nearby 116 pregnant women during the first and second trimesters of pregnancy in maternities, antenatal centers and private gynecologists in Constantine, Algeria from December 2013 to August 2015. The participants were recruited and followed-up longitudinally, as described previously. The trimesters were defined as first (less than 16 complete weeks), second (15–28 complete weeks). Women were recruited before 16 weeks of amenorrhea. Women were eligible for participation if they entered prenatal care before the 16<sup>s</sup> week of amenorrhea, aged 18 years old and more and were healthy and mentally competent. We excluded women refusing to participate in the study, missing information on pre-pregnancy weight, known diabetes, hypertension and anemia before pregnancy. Potentially eligible women were sent an informational letter explaining the study and its objectives and requesting their participation. Written consent was obtained from the mother at inclusion. At enrollment, a standardized questionnaire was completed. Data collected include maternal characteristics (age, parity), maternal pre-pregnancy weight, height, pre-pregnancy BMI, weight gain at the end of the first and second trimesters of pregnancy, eating habits (such as eating between meals, taking or not of breakfast and consuming more fried foods) and the practice of physical activity (at least walking). These informations were obtained by face to face interview with each pregnant woman. Weight and height were measured according to a standard protocol. Weights of pregnant women were self reported or recorded at the early first trimester during their first visit and continued in every trimester by using an electronic weighing balance Seca to the nearest 0.1 kg. Height was measured in cm using a locally made anthropometer. The pregnant women were asked to maintain an upright and erect posture with her feet together and the back of her heels touching the pole of the anthropometer. The height was measured when the horizontal headpiece was lowered onto the women's head. We calculated pre-pregnancy BMI using either a documented first trimester weight and height or a self reported weight. Pre-pregnancy body mass index (BMI) was computed as reported weight (kg) divided by square of measured height (m) and categorized into four groups as underweight (<18.5 kg/m<sup>2</sup>), normal (≥18.5 and <25 kg/m<sup>2</sup>), overweight (≥25 and <30 kg/ m<sup>2</sup>) and obese (≥30 kg/ m<sup>2</sup>). Pre-pregnancy BMI and gestational weight gain were categorized based on Institute of Medicine BMI groups and gestational weight gain guidelines [4]. Weight (in kg) at each prenatal visit (at the end of the first and the second trimesters) were collected. The weight gain variate was categorical and had 3 values: weight gain above, below, or within IOM recommendations. At the end of the first trimester of pregnancy, all women should gain between 0.5 and 2 kg [4]. In the second trimester, underweight women should gain 0.5 kg each week of pregnancy, normal women 0.4 kg/week, overweight women 0.3kg/week and obese women 0.2kg/week [4].

Statistical analysis was performed using Stat View software. Quantitative variables were analyzed by student's t-test and one way- ANOVA. Binary logistic regression analysis was done to find out the association among body mass index, gestational weight gain, some maternal factors such as age, height and parity. P values < 0.05 were considered significant. The  $\chi^2$  test was used in comparison analyses, whereas correlations were evaluated by Pearson and Spearman tests.

### 3. RESULTS AND ANALYSIS

The database contained 245 women, and, of these, 116 women met all inclusion criteria and were included in the study. We excluded women with missing or implausible information on pre-pregnancy BMI, pre-pregnancy weight, known diabetes, hypertension and anemia before pregnancy.

We identified 116 patients who received care through maternities, antenatal centers and private gynecologists in Constantine, Algeria from December 2013 to August 2015. All women initiated care at less than 16 weeks of amenorrhea and had a documented first trimester weight.

The socio-demographic and other characteristics (age, parity, pre-pregnancy body weight, height, body mass index and gestational age) of the 116 women in the analysis cohort are shown in Table 02. Mean weight before pregnancy was  $71 \pm 13.99$  kg, the overall mean pre-pregnancy BMI was  $27.29 \pm 5.27$  kg/m<sup>2</sup>. GWG in the first trimester was  $1.25 \pm 3.8$  kg and in second trimester was  $6.34 \pm 4.84$  kg (0.53 kg/week). A majority of the women 43 (37.07%) started pregnancy with a normal body mass index (BMI). The second largest BMI group was overweight 36 (31.03%) and obese 35 (30.17%). The majority of women in the sample were between 20 and 34 years of age (81.03%).

Table 2. Distribution of participants according to clinical characteristics and weight gain (n= 116)

Category	M $\pm$ SD	Minimum	Maximum
Age (years)	30 $\pm$ 5.00	20	42
20-34.9	81.03%		
$\geq$ 35	18.96%		
Parity	1 $\pm$ 0.99	0	4
Nulliparity	47 (40.52%)		
Primiparity	36 (31.03%)		
Multiparity	33 (28.48%)		
Pregnancy term	27 $\pm$ 1.13 weeks of amenorrhea	23	28
Initial weight (kg)	71 $\pm$ 13.99	45	114
Height (m)	1.61 $\pm$ 0.06	1.46	1.72
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.29 $\pm$ 5.27	16.52	46.84
Weight gain (1 <sup>st</sup> trimester)	1.25 $\pm$ 3.8	-15	9
Weight gain (2 <sup>nd</sup> trimester)	6.34 $\pm$ 4.84	-4,1	17.2

Data are mean  $\pm$  SD or n (%) unless otherwise specified

In general, as pre-pregnancy BMI increased, the amount of weight gained during pregnancy decreased ( $7.96 \pm 4.86$  kg in normal weight women vs  $4.58 \pm 4.14$  kg in obese ones,  $p=0.0017$ ) (Table 03).

The rate of maternal weight gain from the first to the second trimester of pregnancy was a significant predictor of excessive weight gain.

Table 3. Distribution of participants according to weight gain in the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> trimesters of pregnancy by pre-pregnancy state weight

Pre-pregnancy state weight	Weight gain (M $\pm$ SD)	
	1 <sup>st</sup> Trimester	2 <sup>nd</sup> Trimester
Underweight	2.59 $\pm$ 0.18	7.55 $\pm$ 0.78
Normal	1.66 $\pm$ 3.22	7.96 $\pm$ 4.86
Overweight	1.1 $\pm$ 3.47	6.04 $\pm$ 5.06 (P=0.09)
Obese	0.83 $\pm$ 4.81	4.58 4.14 (P= 0.0017)

Second- GWG rate varied with many sociodemographic characteristics, including maternal age and parity. In contrast, first-trimester GWG rate did not vary with these characteristics, but was associated with behaviors including, pregnancy physical activity, and diet pattern. GWG rate varied across pre-pregnancy BMI categories for second trimester gain but not for first-trimester gain.

Among the 116 women analyzed, 62.5% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 25% of overweight and 12,5% of obese women had an excessive early gestational weight gain ( $p=0.02$ ) (Figure 1).

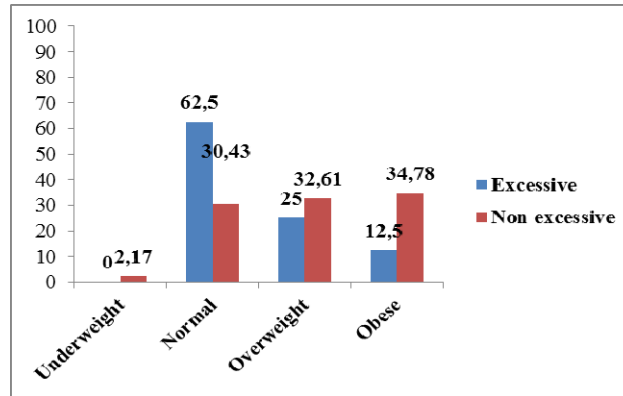


Figure 1. Pre-pregnancy state weight and 2<sup>nd</sup> trimester weight gain

Gestational weight gain decreased with the increasing age of the mother (25% of women between 20 and 24.9 years vs 12.5% in women of more than 35 years old,  $p=0.07$ ) (Figure 3).

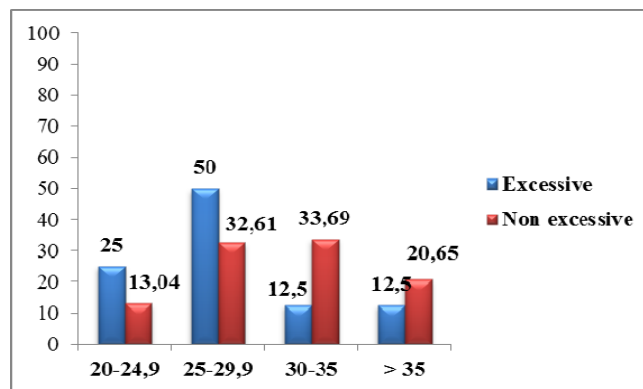


Figure 2. Distribution of pregnant women weight gain (2<sup>nd</sup> trimester) according to age

As shown in Figure 3, 62.5% of nulliparous, 12.5% of primiparous and 25% of multiparous women had excessive weight gain in the 2nd trimester. Weight gain decreases with the increasing number of children (62.5% in nulliparous women vs 25% in multiparous,  $p=0.02$ ).

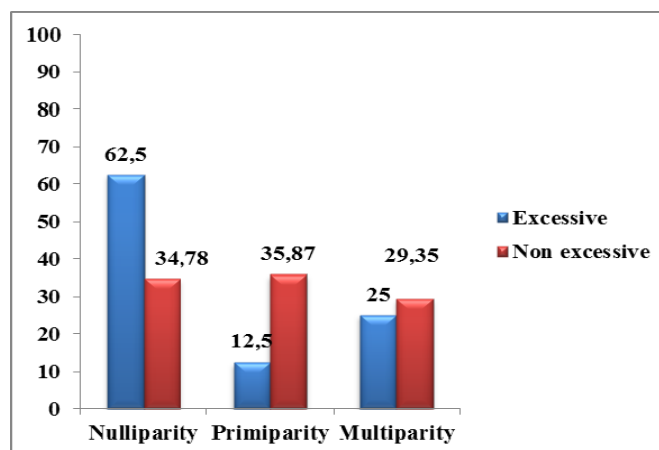


Figure 3. Distribution of pregnant women weight gain (2<sup>nd</sup> trimester) according to parity

GWG was significantly lower in older, more parous women, with age and parity strongly related ( $p=0.01$ ,  $p=0.07$ ) (Figure 2 and 3). Maternal weight gain during pregnancy decreased with increasing pre-pregnancy BMI, and obese women differed from their peers with a mean of 4 kg gained vs. about 8 kg for the other women. Also, obese women were also less likely to be nulliparous than women with a normal BMI.

Breakfast is skipped by 64.5 % of overweight pregnant women in the 1st trimester and 90 % in the 2<sup>nd</sup> one. A percentage of 80.17% (of which 63.41% are overweight) and 69.83% (of which 59.26% are overweight) of pregnant women do not practice any physical activity.

### 3.1. Discussion

In this study, 62.5% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 25% of overweight and 12.5% of obese women had an excessive early gestational weight gain ( $p=0.02$ ) greater than the 2009 IOM recommendations.

In 2009, the U.S. Institute of Medicine (IOM) published revised guidelines for gestational weight gain. The goal of these guidelines is to optimize both maternal and child outcomes, and to decrease the rates of both maternal postpartum and childhood obesity [17]. These guidelines do not specifically address the timing of excessive weight gain during the pregnancy (early vs. late).

As obesity becomes more prevalent in pregnancy, it is increasingly important for clinicians to monitor gestational weight gain. Our data suggest a divergence in weight gain patterns as early as 12–14 weeks. Women who exceeded pregnancy weight recommendations started to accelerate their weight gain at the beginning of the second trimester and gained a majority of weight during that trimester. Women who gained more than two kgs at 12–14 weeks were likely to exceed gestational weight gain (96 % positive predictive value [95 % CI 79–99 %]).

All obese women had minimal weight gain to no weight gain until mid-pregnancy. [18]. Another large study of over 58,000 women within a Danish National Birth Cohort showed a mean gestational weight gain for obese primiparous women of 11.3 kg and 9.9 kg for multiparous women. In this cohort 45 % of obese women gained less than 10 kg and the mean weight gain decreased with increasing BMI [19].

Our results showed that weight gain in pregnancy was lower when pre-pregnancy BMI was elevated. In particular, women who were overweight or obese before pregnancy generally gained less weight during pregnancy and very few women had an excessive weight gain. However, during pregnancy, fat is stored to secure energy supply during fetal growth and lactation. In obese women, no additional storage is necessary, which suggests that pregnancy weight gain could be restricted because of physiological mechanisms. Our study was based on self-reported measures of weight before pregnancy whereas many studies have found that weight is more likely to be under-reported by women with a high pre-pregnancy BMI [20]. Such a bias would therefore impact on the calculation of gestational weight gain and lead to an over-estimation of weight gain in overweight and obese women.

To our knowledge there is a study that examines gestational age specific weight gain as a predictor for excessive gestational weight gain. Chmitorz et al. [21] identified second trimester specific cutoffs as good predictors of excessive GWG in obese and overweight women (93.3 % PPV [95 % CI 90–96 %]). Using second trimester cutoffs they were able to predict total excessive gestational weight gain in more than 70 % of the population [21].

Gestational weight gain was significantly less in older and more parous women, a finding consistent with the existing literature [22]. In this sample, gestational weight gain decreased with the increasing age of the mother (25% of women between 20 and 24.9 years vs 12.5% in women of more than 35 years old,  $p=0.07$ ). Also, 62.5% of nulliparous, 12.5% of primiparous and 25% of multiparous women had excessive weight gain in the 2nd trimester. Weight gain decreases with the increasing number of children (62.5% in nulliparous women vs 25% in multiparous,  $p=0.02$ ).

There is evidence that physical activity along with dietary modification and weight monitoring can decrease gestational weight gain [23], [24]. A meta-analysis by Streuling et al. [23] examined 12 randomized trials assessing the impact of a physical activity intervention on GWG. Studies included had participants exercise at least three times a week for 20–60 min starting in the first or second trimester. Physical activity included aerobics, running, cycling, water aerobics and muscle strengthening. Women who engaged in any physical activity during pregnancy had a significantly lower gestational weight gain compared to those who did not (mean difference -0.61 kg; 95 % CI -1.17, -0.06). Although exercise overall reduced total GWG the meta-analysis did not find a dose-dependent effect of exercise on gestational weight gain.

Studies have shown that both zero weight gain and weight loss are associated with decreased rates of preeclampsia, cesarean delivery, large for gestational age infants, operative vaginal deliveries, and admission to neonatal intensive care units [25],[26].

A limitation of our study is the use of self-reported weights of participants. This is important because self-reported weights may cause misclassification of gestational weight gain. Obese women tend to

underreport weight and therefore overestimate gestational weight gain [27]. Measured pre-pregnancy weight may not be universally available and first trimester weight is often considered acceptable. Our methodology of calculating total gestational weight gain using either a self-reported weight or documented first trimester weight reflects how clinicians examine gestational weight gain in a real world setting.

#### 4. CONCLUSION

In our cohort we found that women at risk for exceeding gestational weight gain goals are normal and underweight women before pregnancy rather than overweight and obese ones, less aged (< 35 years old), nulliparous and primiparous women comparing with multiparous ones. This finding should encourage health professionals to better inform pregnant women about the importance of weight gain adapted to their BMI.

However, as less than a third of women currently meet the recommended gestational weight gain limits by the Institute of Medicine, it is important, in a health public point of view, to set up programs to help pregnant women to comply with these recommendations.

Future research should focus on interventions that provide education regarding food choices and encourage women to engage in physical activity early in pregnancy. These interventions should specifically target women who gain more weight at the beginning of the second trimester.

#### REFERENCES

- [1] K. M. Flegal, *et al.*, "Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999–2010," *JAMA*, vol. 307, pp. 491–497, 2012.
- [2] CDC, "Pregnancy nutrition surveillance nation. Summary of trends in maternal health indicators," 2011. [http://www.cdc.gov/pednss/pnss\\_tables/tables\\_numeric.htm](http://www.cdc.gov/pednss/pnss_tables/tables_numeric.htm). Retrieved February 25, 2014.
- [3] American College of Obstetricians and Gynecologists, "Obesity in pregnancy," ACOG Committee Opinion 549. Washington, DC, ACOG, 2013.
- [4] Institute of Medicine, "Weight gain during pregnancy: Reexamining the guidelines," Washington, DC, National Academies Press, 2009.
- [5] Royal College of Obstetricians and Gynaecologists, "CMACE/RCOG joint guideline: management of women with obesity in pregnancy," London, Royal College of Obstetricians and Gynecologists, 2010.
- [6] American College of Obstetricians and Gynecologists, "Obesity in pregnancy. Committee Opinion No. 549. American College of Obstetricians and Gynecologists," *Obstet Gynecol*, vol. 121, pp. 213–217, 2013.
- [7] Davies G. A., *et al.*, "SOGC clinical practice guidelines: obesity in pregnancy. No. 239, February 2010," *Int J Gynaecol Obstet*, vol/issue: 110(2), pp. 167–173, 2010.
- [8] D. Durie, *et al.*, "Effect of second trimester and third-trimester rate of gestational weight gain on maternal and neonatal outcomes," *Obstetrics and Gynecology*, vol/issue: 118(3), pp. 569–575, 2011.
- [9] Hedderson M. M., *et al.*, "Gestational weight gain and risk of gestational diabetes mellitus," *Obstet Gynecol*, vol/issue: 115(3), pp. 597–604, 2010. [PubMed: 20177292].
- [10] Buchanan T. A. & Xiang A. H., "Gestational diabetes mellitus," *J Clin Invest*, vol/issue: 115(3), pp. 485–491, 2005. [PubMed: 15765129].
- [11] "Body fat mass and the proportion of very large adipocytes in pregnant women are associated with gestational insulin resistance," *Int J Obes (Lond)*, 2015. doi: 10.1038/ijo.2015.232.
- [12] Rasmussen K. M., *et al.*, "New guidelines for weight gain during pregnancy: what obstetrician/gynecologists should know," *Curr Opin Obstet Gynecol*, vol/issue: 21(6), pp. 521–526, 2009. [PubMed: 19809317].
- [13] Herring S. J., *et al.*, "Weight gain in pregnancy and risk of maternal hyperglycemia," *Am J Obstet Gynecol*, vol/issue: 201(1), pp. 61, e1–e7, 2009. [PubMed: 19371858].
- [14] Brown J. E., *et al.*, "Variation in newborn size according to pregnancy weight change by trimester," *Am J Clin Nutr*, vol/issue: 76(1), pp. 205–209, 2002. [PubMed: 12081836].
- [15] Edwards L. E., *et al.*, "Pregnancy complications and birth outcomes in obese and normal-weight women: effects of gestational weight change," *Obstet Gynecol*, vol/issue: 87(3), pp. 389–394, 1996. [PubMed: 8598961].
- [16] Claesson I. M., *et al.*, "Consumer satisfaction with a weight-gain intervention programme for obese pregnant women," *Midwifery*, 2007. (Epub ahead of print).
- [17] Rasmussen K. M., *et al.*, "Recommendations for weight gain during pregnancy in the context of the obesity epidemic," *Obstet Gynecol*, vol/issue: 116(5), pp. 1191–1195, 2010. [PubMed: 20966705].
- [18] J. A. Hutcheon, *et al.*, "Pregnancy weight gain charts for obese and overweight women," *Obesity*, vol/issue: 23(3), pp. 532–535, 2015.
- [19] E. A. Nohr, *et al.*, "Pregnancy outcomes related to gestational weight gain in women defined by their body mass index, parity, height, and smoking status," *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 90, pp. 1288–1294, 2009.
- [20] Rowland M. L., "Self-reported weight and height," *Am J Clin Nutr*, vol. 52, pp. 1125 – 1133, 1990.
- [21] A. Chmitorz, *et al.*, "Do trimester-specific cutoffs predict whether women ultimately stay within the Institute of Medicine/National Research Council guidelines for gestational weight gain? Findings of a retrospective cohort study," *American Journal of Clinical Nutrition*, vol/issue: 95(6), pp. 1432–1437, 2012.

- [22] Chasan T. L., *et al.*, “Predictors of excessive and inadequate gestational weight gain in Hispanic women,” *Obesity* (Silver Spring), vol. 16, pp. 1657–66, 2008.
- [23] I. Streuling, *et al.*, “Physical activity and gestational weight gain: A meta-analysis of intervention trials,” *BJOG*, vol. 118, pp. 278–284, 2011.
- [24] I. Streuling, *et al.*, “Can gestational weight gain be modified by increasing physical activity and diet counseling? A meta-analysis of intervention trials,” *American Journal of Clinical Nutrition*, vol/issue: 92(4), pp. 678–687, 2010.
- [25] M. Blomber, “Maternal and neonatal outcomes among obese women with weight gain below the new Institute of Medicine recommendations,” *Obstetrics and Gynecology*, vol. 117, pp. 1065–1070, 2011.
- [26] D. W. Kiel, *et al.*, “Gestational weight gain and pregnancy outcomes in obese women: How much is enough?” *Obstetrics and Gynecology*, vol. 110, pp. 752–758, 2007.
- [27] A. Mandujano, *et al.*, “Women’s reported weight: Is there a discrepancy?” *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine*, vol/issue: 25(8), pp. 1395–1398, 2012.

Research Article

# Maternal Nutrition and Birth Weight: Role of Vitamins and Trace Elements

Tebbani F\*, Oulamara H and Agli A

Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Constantine University, Algeria

## Abstract

**Introduction:** Pregnancy is a period of increased metabolic needs. Vitamins, minerals and trace elements are major determinants of the health of the pregnant woman and the fetus.

**Objective:** To evaluate maternal intakes of vitamins and trace elements in the first, second and third trimesters of pregnancy and assess their effect on birth weight.

**Materials and methods:** A prospective and longitudinal study have been conducted among 226 pregnant women throughout the whole period of pregnancy in the centers of prenatal consultations and follow up in Constantine (Algeria) from December 2013 to June 2016. We analyzed maternal intakes of iron, minerals and vitamins by comparing them to the normally recommended dietary allowances (ANC) and then by multivariate analysis, we studied the correlation between these intakes and birth weight. Statistics were performed using the Statview TM and SPSS software.

**Results:** This study noted the positive effect of some maternal factors on birth weight, such as maternal age, parity, pre-pregnancy BMI and pregnancy term. The average daily intake of minerals (iron, calcium, zinc and magnesium) and vitamins (B9, B1 and E) were below the recommended intakes (ANC). In contrast, average intakes of vitamin C in the 2nd and 3rd trimesters of pregnancy corresponded to the ANC. Only magnesium intakes in the first trimester ( $p=0.02$ ) and vitamin B9 in third one ( $p=0.004$ ) were significantly correlated with birth weight.

**Conclusion:** Intakes of trace elements and vitamins in our study population are reduced compared to the ANC. The correction of the pregnant women diet is urgently needed. Thus, promoting quality over quantity to avoid deficiencies in trace elements and vitamins which are harmful to the development and fetal growth.

**Keywords:** Pregnancy; Birth weight; Trace elements

## Introduction

Pregnancy is a period of increased metabolic needs, due to physiological changes of the pregnant woman and needs of the fetus. Vitamins, minerals and trace elements, commonly known as micronutrients (calcium, iron, zinc, magnesium, vitamins B9 and C), are major determinants of the health of the pregnant woman and her fetus [1,2].

A diversified diet, naturally rich in vitamins and trace-elements, allows satisfying most needs during pregnancy and breastfeeding. Supplementation should not be systematic because it exists in pregnant women a physiological mechanism of adaptation which increases the assimilation of all micronutrients [3].

In fact, zinc is important for embryogenesis, fetal growth and protein synthesis [4]. Magnesium is essential for ossification, cellular integrity and the functioning of several enzymes [5]. Iron is involved in erythropoiesis, metabolism of the skin and mucous membranes, fights against infection, muscular function and cell growth [6]. Calcium allows bone mineralization of the fetus. It also intervenes in the functioning of the nervous system and muscular work as well as in blood coagulation [7].

During pregnancy, vitamins requirements are increased. Group B vitamins are used as co-enzymes. For example, thiamine (B1) allows the assimilation and metabolism of carbohydrates. The key role of folates in DNA synthesis means that a deficiency will be associated to dysfunctions at the time of cell division. The relationship between folate deficiency in pregnant women and neural tube formation abnormalities is now well established [8]. Vitamin C, or ascorbic acid is a vitamin that, by its role in the stabilization of the membranes and its antioxidant properties, can play a role on birth weight but the effects are mostly demonstrated in developed countries [9]. Vitamin E which plays a role of antioxidant, protecting thus polyunsaturated fatty acids of oxidative destruction in

cell membranes [10]. It participates in the formation and structure of membrane phospholipids (in particular in brain cells) [11]. The serum levels of tocopherol are two times higher than those observed in non-pregnant women. The recommended intake is 12 mg/day [12].

Deficiency in one or more of these minerals and trace elements can promote the appearance of some complications such as prematurity and intrauterine growth restriction [13]. Recent studies have shown that most micronutrients can be limiting factors of fetal growth. Some are essential to the formation of body tissues, while others are indispensable for energy metabolism and the transcription of genes. In this context, the study of iron deficiency consequences, as well as the protective role of some vitamins against oxidative stress, of pre-eclampsia represents perhaps the most demonstrative examples [14,15].

However, a debate persists about the influence of trace elements intakes on birth weight and the importance of single or multiple supplementations in order to improve fetal trophicity. For some, systematic preventive mineral supplementation would even be harmful in some situations [16].

**\*Corresponding author:** Fouzia Tebbani, Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Constantine 1 University, Algeria, Tel: +21331600246; E-mail: [fouziatebbani@yahoo.fr](mailto:fouziatebbani@yahoo.fr)

**Received** February 10, 2017; **Accepted** March 17, 2017; **Published** March 24, 2017

**Citation:** Tebbani F, Oulamara H, Agli A (2017) Maternal Nutrition and Birth Weight: Role of Vitamins and Trace Elements. JFIV Reprod Med Genet 5: 199. doi: 10.4172/2375-4508.1000199

**Copyright:** © 2017 Tebbani F, et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



In scientific literature and in particular in our country (developing countries), few studies were interested in the evaluation of trace elements intakes during pregnancy and even less to their effect on birth weight. However, in these countries, we are witnessing an epidemiological transition and a change in eating habits with abandon of Mediterranean diet and a more frequent inactivity [17].

The objective of this study was to evaluate maternal intakes of trace elements and vitamins during all the period of pregnancy (first, second and third trimester) in our population and appreciate their correlation to birth weight.

## Materials and Method

A prospective and a longitudinal study was conducted among 226 pregnant women throughout all the period of pregnancy at antenatal centers in Constantine (Algeria), from December 2013 to June 2016.

The principal objective of this study was to evaluate maternal intakes of trace elements and vitamins in a population of pregnant women during the first, second and third trimesters of pregnancy and to compare them with the recommended dietary allowances (ANC) [18]. The secondary objective was to detect by a multivariate analysis a possible correlation between dietary intakes of trace elements, vitamins and birth weight.

We excluded from the study women with a history of diabetes, hypertension, auto-immune or endocrine pathologies as well as women ignoring their starting weight. Among all women meeting the inclusion criteria, only 226 pregnant women were accepted to participate in the study.

Data used for this study was the interrogation and the study of blood tests of pregnant women at their presentation for prenatal follow-up consultations at each trimester of pregnancy. Gestational age was calculated from the last menstrual period and confirmed by an ultrasound of the first trimester of pregnancy.

After consent, all pregnant women were asked about their socio-demographic characteristics. For each pregnant woman, we noted age, parity, term and pre-pregnancy weight and height in order to calculate pre-pregnancy BMI. Fetal data were birth weight.

Pregnant women have also completed a food questionnaire based on 24 h recall method concerning their repeated usual diet during the three trimesters of pregnancy. Energy intakes, vitamins (B1,

B9, C and E), trace-elements (Fe, Mg, Zn) and calcium have been calculated. The information collected was processed by Excel. Foods consumed per day are quantified, estimated using household units and photos then converted into proportions of macro and micronutrients (carbohydrates, lipids, proteins, vitamins and trace-elements) using equivalences previously established. The amounts of food are converted into nutrients using compiled tables [19,20].

Assessment of nutrient intakes was made on the basis of French Recommendations ANC 2001 [18].

Data processing was performed by Stat View and SPSS software, that of the conversion of foods into nutrients with Excel. Means were compared using the analysis of variance (ANOVA); t test allowed the comparison between group means of the three trimesters. The study of correlations was performed by the "Pearson correlation" test, univariate and multivariate analysis by the Chi<sup>2</sup> test. The statistical significance (p) was set at 0.05.

## Results

During the study period, 226 pregnant women in the first trimester of pregnancy were included in the study. The age of women varied from 19 to 43 years with a mean of 30.1 ± 4.9 years. Epidemiological parameters of our population are represented in Table 1.

The mean birth weight (BW) of newborns was 3378.9 ± 667.6 g. Fetal macrosomia was observed in 22.1% of cases (50/226). 14.6% (33/226) of newborns have a low birth weight. The rate of caesarean deliveries was 39.4%.

We found a significant correlation between maternal age and birth weight (p=0.05) (Table 1). The rate of overweight and obesity was high in our population. In fact, 68.1% of pregnant women had a BMI ≥ 25 kg/m<sup>2</sup> (of which 31.4% obese) (Table 2).

Our study identified pre-pregnancy BMI as an independent factor and significantly correlated to birth weight (Table 2). Also, parity, pre-gestational weight and pregnancy term were the most correlated factors to birth weight with a correlation coefficient (r) of 0.22; 0.30 et 0.50 respectively (p<0.0001) (Table 1).

The study of daily food intakes showed an average daily caloric intake of (1831.3 ± 832.7 kcal/day, 2202.9 ± 852.7 kcal/day, 2096.2 ± 750.0 kcal/day), respectively in the three trimesters of pregnancy (Table 3). This is in concordance with insufficient daily intakes of trace elements.

Parameter	Mean <sup>a</sup>	Minimum	Maximum	r	p
Age (years)	30.1 ± 4.9	19.2	42.9	0.13	0.05
Parity	1.0 ± 1.0	0.0	4.0	0.22	<0.0001
Initial Weight (kg)	72.4 ± 13.8	45.0	114.0	0.30	<0.0001
Height (m)	1.6 ± 0.0	1.4	1.7	0.10	0.12
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.8 ± 5.2	16.5	46.9	0.27	<0.0001
Term (SA)	38.9 ± 1.8	32.0	43.0	0.50	<0.0001

r: correlation coefficient; p: Degree of statistical significance  
<sup>a</sup> Results are expressed as mean ± SD

Table 1: Epidemiological characteristics of pregnant women and their correlation with birth weight (univariate analysis).

Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	Effective	(%)	r	p
<18.5	4	1.8	-0.36	0.71
[18.5-24.9]	68	30.1	0.34	0.004
[25-29.9]	83	36.7	0.13	0.25
≥ 30	71	31.4	0.31	0.007

BMI: Body Mass Index; r: Correlation Coefficient; p: Degree of Statistical Significance

Table 2: Body mass index in the study population and its correlation to birth weight.

Macronutrients	Average intake <sup>a</sup> (g/j)			ANC <sup>b</sup>			Correlation coefficient (r)			p		
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>
<b>Trimesters</b>												
<b>AETQ (kcal/j)</b>	<b>1831.3 ± 832.7</b>	2202.9 ± 852.7	<b>2096.2 ± 750.0</b>	<b>2000</b>	<b>2100-2200</b>	<b>2500</b>	<b>0.17</b>	0.05	<b>0.13</b>	<b>0.009</b>	0.45	<b>0.04</b>
<b>Protein Intake (g/j)</b>	37.0 ± 11.8	36.5 ± 9.1	36.8 ± 9.4	<b>47</b>	<b>52</b>	<b>61</b>	-3.9	-0.06	0.05	0.99	0.33	0.44
<b>Carbohydrate intake (g/j)</b>	157.0 ± 27.0	157.4 ± 26.2	156.5 ± 25.9	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	0.007	-0.05	-0.02	0.91	0.44	0.76
<b>Fat intake (g/j)</b>	25.7 ± 10.4	25.7 ± 10.9	26.0 ± 10.4	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	-0.02	0.06	0.01	0.68	0.32	0.87

AETQ: Average Daily Energy Intake  
a Results are expressed as mean ± SD  
b Values are expressed as mean

**Table 3:** Average daily intakes of macronutrients in the population and their correlation to birth weight.

Element	Average intake <sup>a</sup> (mg/j)			ANC <sup>b</sup> (mg/j)			Correlation coefficient (r)			p		
	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>
<b>Trimesters</b>												
<b>Iron</b>	9.3 ± 5.3	11.8 ± 6.9	11.1 ± 6.2	<b>20-30</b>	<b>20-30</b>	<b>30</b>	0.11	0.003	0.05	0.11	0.96	0.48
<b>Magnesium</b>	<b>202.5 ± 101.8</b>	257.2 ± 145.4	242.3 ± 121.3	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>0.16</b>	-0.04	0.09	<b>0.02</b>	0.59	0.19
<b>Zinc</b>	7.5 ± 4.6	8.5 ± 4.5	8.3 ± 4.8	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	0.06	0.01	0.10	0.34	0.87	0.12
<b>Calcium</b>	493.1 ± 280.9	583.6 ± 286.0	<b>559.4 ± 269.5</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	0.09	0.04	<b>0.12</b>	0.18	0.57	0.06
<b>Vitamin B9</b>	<b>210.3 ± 122.1</b>	259.9 ± 140.7	<b>343.0 ± 148.8</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>0.12</b>	-0.07	<b>0.19</b>	0.07	0.27	<b>0.004</b>
<b>Vitamin B1</b>	<b>0.9 ± 0.5</b>	1.1 ± 0.5	1.0 ± 0.5	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	<b>1.8</b>	<b>0.11</b>	-0.07	0.09	0.09	0.31	0.20
<b>Vitamin C</b>	115.4 ± 111.2	135.2 ± 123.1	132.4 ± 118.3	<b>120</b>	<b>120</b>	<b>120</b>	0.06	-0.10	0.09	0.38	0.12	0.15
<b>Vitamin E</b>	5.0 ± 4.0	5.8 ± 4.8	5.9 ± 4.6	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	0.01	-0.05	0.06	0.84	0.49	0.40

a Results are expressed as mean ± SD  
b Values are expressed as mean

**Table 4:** Correlation between trace elements intakes and birth weight.

In fact, daily intakes of iron in the three trimesters of pregnancy of our population were clearly lower than ANC. This deficiency was also noticed for the average daily intakes of calcium, zinc and magnesium, which were much lower than the ANC (Table 4).

In contrast, compared to other trace elements, we found a positive but not significant correlation between zinc intakes of the third trimester of pregnancy and birth weight (r=0.10; p=0.12). For magnesium, we found a positive and significant correlation between the intakes of the first trimester of pregnancy and birth weight (r=0.16; p=0.02). Concerning calcium, a positive but not significant correlation was noted between the intakes of the third trimester of pregnancy and birth weight (r=0.12; p=0.06) (Table 4).

Intakes of vitamin C corresponded to the ANC. On the other side, daily intakes of vitamin E in the three trimesters of pregnancy of our population were less than ANC. However, we found a positive but not significant correlation between the intakes of vitamin B1 (r=0.11; p=0.09) and birth weight in the first trimester of pregnancy. Our results showed a positive but not significant correlation in the first trimester (r=0.12; p=0.07) and a significant one in the third trimester (r=0.19; p=0.004) between folate intakes and birth weight (Table 4).

## Discussion

There is a wide range of data which support the concept that micronutrients deficiencies adversely affect maternal health and pregnancy outcomes. It is important to highlight here that no micronutrient is alone responsible for these results. It is therefore very unlikely that the supplementation or the isolated correction of a deficiency causes important effects as long as the others remain.

This study allowed highlighting a net deficiency in trace elements intakes in our population compared to the ANC and an unsatisfactory average daily calorie intakes in the 1<sup>st</sup> and 3<sup>rd</sup> trimesters of pregnancy (1831.3 ± 832.7 Kcal/day; 2096.2 ± 750.0 Kcal/day), respectively. This care state contrasts with a frequent overweight (68.1%).

In literature, martial deficiency and its influence on fetal weight

and the pregnancy outcome were the most studied [21]. This is a global problem affecting both developing and developed countries. Indeed, according to a French study, more than two thirds of pregnant women have total depletion of iron reserves; leading to iron deficiency anemia in late pregnancy in 20 to 30% of them [21]. It is the same for our population, for whom daily iron intakes (9.3 ± 5.3 mg/j; 11.8 ± 6.9 mg/j; 11.1 ± 6.2 mg/j) respectively in the three trimesters of pregnancy are much lower than the ANC. Our study did not demonstrate a significant correlation between iron intakes and birth weight. This confirms the results of studies already published which did not show a significant effect of these intakes on birth weight, both at the first second and third trimesters of pregnancy [22,23].

The benefits of iron and folate supplementation was recently summarized in the Cochrane review [24], it appears that despite the reduction of maternal anemia by systematic supplementation, there is no evidence that iron alone or associated with folate is correlated with birth weight or fetal and/or neonatal morbidity. A fortiori, it currently seems that only the extreme values of maternal hemoglobin are associated with a greater risk of fetal hypotrophy [16]. Therefore, a systematic iron supplementation is currently much discussed because of its deleterious effect related to the Fenton/Haber-Weiss reaction and the free radicals it generates [25,26].

Our study showed a positive but not significant correlation between zinc intakes of the third trimester of pregnancy and birth weight (r=0.10; p=0.12); however this trace element plays an important role in the transcription of several proteins indispensable for embryogenesis, cell differentiation and fetal growth [27]. King has listed 41 related publications, including 17 reports a significant correlation between birth weight and various indicators of maternal zinc status. In contrast, these studies have not shown a net beneficial effect of zinc supplementation during pregnancy. Zinc intakes in our population was lower than the ANC, this could be explained by the high rate of overweight in our population; knowing that obese women with an excessive caloric intakes are particularly exposed to a zinc deficiency [28].

The results of studies on the effect of calcium or of its supplementation during pregnancy on birth weight are divergent. In a recent review of literature including ten studies, the majority shows no effect on birth weight and other neonatal parameters [29]. We noticed a positive but not significant correlation between calcium intakes and birth weight ( $r=0.12$ ;  $p=0.06$ ). It therefore deserves to be confirmed by wider studies before concluding that it has a direct and independent effect. Studies are concentrating on the effects of calcium on maternal hypertension and eclampsia. For now, no effect of calcium is demonstrated on birth weight [8].

Magnesium intakes in our population were lower than the recommended one; it is close to that observed in France (250 mg/day) [30]. In fact, magnesemia rates are variable depending on the time of pregnancy, it is known as being very low in the third trimester [31]. However, four of the seven supplementation studies included in the Cochrane review, have allowed establishing the relationship between birth weight and magnesium intakes [32]. It seems according to this review that magnesium supplementation allows reducing by 30% the risk of intrauterine growth restriction [31]. In several retrospective studies, they have found that magnesium rates during pregnancy were associated with risk of preeclampsia, preterm and small birth weight [33,34]. This promising association has triggered a number of controlled supplementation studies that have recently been reviewed [34]. The authors of the Cochrane review have concluded that there is not at present, enough evidences to demonstrate that a diet supplemented with magnesium during pregnancy can be beneficial. There are no studies of magnesium supplementation in developing countries, where the deficiency could be more important.

Daily folate intakes in the three trimesters of pregnancy of our population were much lower than the ANC. Our results showed a positive but non-significant correlation in the first trimester ( $r=0.12$ ;  $p=0.07$ ) and a significant one in the third trimester ( $r=0.19$ ;  $p=0.004$ ) between folate intakes and birth weight. Observational studies have shown associations between a low level of folate in maternal blood and premature births [8]. Rao et al. have then demonstrated that the increase in birth weight is related to the increased concentration of folate in maternal blood. They were able to conclude that the increase in the frequency of consumption of green leafy vegetables measured during the 28th week of gestation is associated with an increase in birth weight [35]. Birth weight increases on average by 141 g between pregnant women who consume green leafy vegetables less than once a week and those who consume them on alternate days.

Vitamins C and E are the two main antioxidant substances of the body; their deficiency would be implicated in the genesis of preeclampsia and intrauterine growth restriction [36,37]. Some studies have shown the positive correlation between maternal status in these two vitamins and birth weight [37,38]; however, these studies are old and of different methodology. Finally, in a recent update of the Cochrane database [37] No significant correlation between supplementation in these vitamins and fetal weight has not been demonstrated. Our results agree with these suggestions.

Finally, it is necessary to underline the difficulty of studies on the link between maternal nutrition and fetal growth; this one depends on maternal nutrition, but also on other factors that are often entangled [38] such as intestinal absorption, endocrine and metabolic state, genetic and environmental factors. However, this study allowed us to show that trace elements intakes of our population are lower than the ANC; this is secondary to an imbalance between quantity and quality of consumed food. This anomaly certainly translates the epidemiological and cultural transition that knows our population characterized by an

abandonment of a Mediterranean diet based on vegetables and cereals towards a more energetic diet but less rich in trace elements.

## Conclusion

Intakes of trace elements and vitamins in our study population are reduced compared to the ANC. The impact of nutritional status and wealth of food intakes in micronutrients (vitamins and trace elements) of the mother during pregnancy but also during the weeks before conception, on the development and growth of the fetus, is now well established. Thus, promoting quality over quantity to avoid deficiencies in trace elements and vitamins which are harmful to the development and fetal growth is urgently needed. Recent data suggest that maternal nutrition may also play a role on the health of the future adult.

## References

1. Costello AMdL, Osrin D (2004) Micronutrients status during pregnancy and outcomes for new-born infants in developing countries. *Am J Clin Nutr* 79: 933-934.
2. Zazzo JF (1995) Oligoéléments et grossesse. *Repr Hum Horm* 8: 539-45.
3. Chevallier L (2005) Nutrition. Principes et conseils. Masson, Paris. 89-93.
4. McCall KA, Huang C, Fierke CA (2000) Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *J Nutr* 130: 1437S-46S.
5. Durlach J (2004) New data on the importance of gestational Mg deficiency. *J Am Coll Nutr* 23: 694S-700S.
6. Hercberg S (1986) Evaluation du statut en fer des populations. Choix des indicateurs et dimension du problème de carence en fer en termes de santé publique. Thèse de doctorat d'Etat es Sciences. Université Paris VII. France. 420 pages.
7. Mulligan ML, Felton SK, Riek AE, Bernal-Mizrachi C (2010) Implications of vitamin D deficiency in pregnancy and lactation. *Am J Obstet Gynecol* 202: 429.
8. Jacotot B, Campillo B (2003) Nutrition humaine. Abrégé. Masson éditeur. Paris, France, pp: 127-163.
9. Ramakrishnan U (2004) Nutrition and low birth weight: From research to practice. *Am J Clin Nutr* 79: 17-21.
10. Dupin H (1981) Apports nutritionnels Conseillés pour la population française. LavoisierTec & Doc, Paris 172 pages.
11. Masse-Raimbault AM (1992) Les femmes enceintes ou allaitantes; In Alimentation et nutrition humaine. Dupin H. Edition ESR, Paris. 499-506.
12. Martin AA (2001) Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Edition Tec et Doc. Lavoisier. Paris 606 pages.
13. Glenville M (2006) Nutritional supplements in pregnancy: commercial push or evidence based? *Curr Opin Obstet Gynecol* 18: 642-647.
14. Bodnar LM, Tang G, Ness RB, Harger G, Roberts JM (2006) Periconceptional multivitamin use reduces the risk of preeclampsia. *Am J Epidemiol* 164: 470-477.
15. Rumbold AR, Maats FH, Crowther CA (2005) Dietary intake of vitamin C and vitamin E and the development of hypertensive disorders of pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 119: 67-71.
16. Favier M, Hinger-Favier I (2004) Is systematic iron supplementation justified during pregnancy? *Gynecol Obstet Fertil* 32: 245-250.
17. Ben Romdhane H, Haouala H, Belhani A, Drissa H, Kafsi N, et al. (2005) Epidemiological transition and health impact of cardiovascular disease in Tunisia. *Tunis Med* 83: 1-7.
18. Martin AB (2001) Besoins et apports nutritionnels conseillés, besoins nutritionnels au cours de la grossesse et de la lactation. *Cah Nutr diet*, pp: 367-413.
19. Feinberg M, Favier JC, Ireland-ripert J (1991) Répertoire général des aliments. Table de composition FFN/CIQUAL-INRA/Tec et Doc, Lavoisier, Paris 281p micro Régal.
20. FAO/US Department of Health Education and welfare (1970) Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique. Rome (Italie), pp: 1-218.

21. Hercberg S, Galan P, Preziosi P (2000) La déficience en fer au cours de la grossesse en France. *Cah Nutr Diet* 35: 13-23.
22. Godfrey K, Robinson S, Barker DJ, Osmond C, Cox V (1996) Maternal nutrition in early and late pregnancy in relation to placental and fetal growth. *BMJ* 312: 410-414.
23. Mathews F, Yudkin P, Neil A (1999) Influence of maternal nutrition on outcome of pregnancy: Prospective cohort study. *BMJ* 319: 339-343.
24. Pena-Rosas JP, Viteri FE (2006) Effects of routine oral iron supplementation with or without folic acid for women during pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* CD004736.
25. Pierre JL, Fontecave M (1999) Iron and activated oxygen species in biology: The basic chemistry. *Biometals* 12: 195-199.
26. Kadiiska MB, Burkitt MJ, Xiang QH, Mason RP (1995) Iron supplementation generates hydroxyl radical *in vivo*. An ESR spin-trapping investigation. *J Clin Invest* 96: 1653-1657.
27. Favier M, Hininger-Favier I (2005) Zinc and pregnancy. *Gynecol Obstet Fertil* 33: 253-258.
28. Tamura T, Goldenberg RL, Johnston KE, Chapman VR (2004) Relationship between pre-pregnancy BMI and plasma zinc concentrations in early pregnancy. *Br J Nutr* 91: 773-777.
29. Atallah AN, Hoffmeyer GJ, Duley L (2002) Calcium supplementation in pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems the Cochrane library. In: *The Cochrane library Issue 4*: CD001059.
30. Galan P, Lafond JL, Arnaud J, Preziosi P, Durlach V, et al (1999) Apports alimentaires et statut biologique en magnésium dans la population adulte en France. *Cah Nutr Diet* 34: 88-93.
31. Durlach J (2000) Magnésium et grossesse: Fréquence et importance de la déficience magnésique gravidique. *Cholé-Doc* 60: 1-6.
32. Makrides M, Crowther CA (2002) Magnesium supplementation in pregnancy (Cochrane review). In: *The Cochrane library Issue 4*.
33. Ramakrishnan U (2004) Nutrition and low birth weight: From research to practice. *Am J Clin Nutr* 79: 17-21.
34. Makrides M, Crowther CA (2000) Magnesium supplementation in pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* CD000937.
35. Rao S, Yajnik CS, Kanade A, Fall CH, Margetts BM, et al. (2001) Intake of micronutrient-rich foods in rural Indian mothers is associated with the size of their babies at birth: Pune Maternal Nutrition Study. *J Nutr* 131: 1217-1224.
36. Chappell LC, Seed PT, Briley AL, Kelly FJ, Lee R, et al. (1999) Effect of antioxidants on the occurrence of pre-eclampsia in women at increased risk: A randomised trial. *Lancet* 354: 810-816.
37. Rumbold AR, Maats FH, Crowther CA (2005) Dietary intake of vitamin C and vitamin E and the development of hypertensive disorders of pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 119: 67-71.
38. Lepercq J, Boileau P (2005) Physiologie de la croissance fœtale. *EMC-Gynécologie Obstétrique* 2: 199-208.

**Citation:** Tebbani F, Oulamara H, Agli A (2017) Maternal Nutrition and Birth Weight: Role of Vitamins and Trace Elements. JFIV Reprod Med Genet 5: 199. doi: [10.4172/2375-4508.1000199](https://doi.org/10.4172/2375-4508.1000199)

### OMICS International: Publication Benefits & Features

#### Unique features:

- Increased global visibility of articles through worldwide distribution and indexing
- Showcasing recent research output in a timely and updated manner
- Special issues on the current trends of scientific research

#### Special features:

- 700+ Open Access Journals
- 50,000+ editorial team
- Rapid review process
- Quality and quick editorial, review and publication processing
- Indexing at major indexing services
- Sharing Option: Social Networking Enabled
- Authors, Reviewers and Editors rewarded with online Scientific Credits
- Better discount for your subsequent articles

Submit your manuscript at: <http://www.omicsgroup.org/journals/submission>



## PRE-PREGNANCY BODY MASS INDEX AND GESTATIONAL WEIGHT GAIN AS RISK FACTORS ON MATERNAL AND BIRTH OUTCOMES

Tebbani Fouzia\*, Oulamara Hayet and Agli Abdenacer

Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Algeria.

\*Corresponding Author: Tebbani Fouzia

Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Algeria.

Article Received on 15/05/2017

Article Revised on 04/06/2017

Article Accepted on 25/06/2017

### ABSTRACT

Maternal pre-pregnancy body mass index (BMI) and gestational weight gain (GWG) have been reported to be associated with pregnancy outcomes. The aim of this study was to evaluate the effects of pre pregnancy BMI and gestational weight gain on maternal and birth outcomes. A prospective and a longitudinal cohort study was conducted among pregnant women who had attended antenatal centers in Constantine, Algeria, between 2013 and 2015. 200 pregnant women aged 19 to 41 years old were followed for 9 months of pregnancy. They underwent body weight measurement during routine examination at first, second and third trimester. Baby birth weight also measured after delivery. Data included age, parity and maternal outcomes. Results showed that mean BMI was  $27.3 \pm 4.7$  kg/m<sup>2</sup> and mean GWG was  $8.9 \pm 5.4$  kg. Of all subjects, 33% were in a normal weight range, which left 41 and 26% classified as overweight and obese before pregnancy. Among these subjects, only 27.5% of women had gained the recommended amount of weight, with 48.5% gaining less than recommended, and 24% gaining more than recommended by the IOM. The average birth weight of infants born to inadequate GWG women was lower than that of those born to adequate GWG women ( $3232 \pm 564$  g vs  $3470 \pm 464$  g,  $p=0.04$ ). The risk of gestational hypertension ( $p=0.0006$ ) and diabetes ( $p=0.04$ ) increased steadily with pre-pregnancy BMI. Also, the risk of hypertension increased with excessive GWG ( $p<0.0001$ ). Conclusion; the effects of gestational weight gain on pregnancy outcomes depend on the woman's pre-pregnancy BMI.

**KEYWORDS:** Pre-pregnancy body mass index, gestational weight gain, maternal outcomes, birth outcomes.

### INTRODUCTION

Low or high pre-pregnancy body mass index (BMI) and inadequate or excess gestational weight gain (GWG) are linked to an increased risk of adverse birth outcomes.<sup>[1,2]</sup> Several studies have shown that maternal excessive gestational weight gain (GWG) was associated with increased risks of pregnancy-induced hypertension, gestational diabetes mellitus (GDM), caesarean delivery and large for gestational age infant, and maternal inadequate GWG was associated with increased risks of low birth weight and small for gestational age infant.<sup>[3,4]</sup>

In 2009 the Institute of Medicine (IOM)<sup>[5]</sup> published new recommendations regarding GWG. These guidelines state that healthy women who have a normal weight for their height (BMI 18.5–24.9) should gain 11.5–16 kg during pregnancy. Overweight women (BMI 25–29.9) should gain 7–11.5 kg and obese women (BMI greater than 30) should only put on 5–9 kg. It is also recommended to gain between 0.5 and 2 kg during the first trimester.<sup>[6]</sup> In the second and the third trimesters, underweight women should gain 0.5 kg each week of

pregnancy, normal women 0.4 kg/week, overweight women 0.3kg/week and obese women 0.2kg/week.<sup>[5]</sup>

The guidelines have been validated by several studies demonstrating that weight gain in accordance with the guidelines is associated with optimal birth weight and obstetric outcomes. Women gaining either above or below IOM guidelines have higher risks of many adverse outcomes.<sup>[7,8]</sup> Despite these guidelines, over 55 % of obese women gain more than the recommended amount.<sup>[6]</sup>

GWG is not linear over the course of pregnancy. It starts slowly in the first trimester and increases more consistently in the second and third trimesters.<sup>[9]</sup> The ability to identify women at risk for excessive or inadequate gestational weight gain allows for weight management interventions.

In Algeria, this is the first study on weight gain in pregnant women. We do not have any previous data on the effect of pre-pregnancy BMI and gestational weight gain on maternal and birth outcomes.

Therefore, our study assessed each trimester and total GWG in pregnant women with the aim of evaluating the effects of gestational weight gain on maternal and birth outcomes in different body mass index (BMI) classes.

## MATERIALS AND METHODS

We conducted a prospective and a longitudinal cohort study. We followed for 9 months a cohort of Algerian pregnant women, aged 19 to 41 years old, residing in the city of Constantine, Algeria. Among all women who presented to prenatal consultation centers, only 200 pregnant women were accepted to participate in the study. They were recruited at three different sites; at maternities, antenatal centers and private gynecologists, from December 2013 to December 2015. The participants were recruited and followed-up longitudinally, once at the end of each trimester of pregnancy. The trimesters were defined as first (less than 16 weeks of amenorrhea), second (16–28 weeks of amenorrhea) and third (29–41 weeks of amenorrhea).

Demographic characteristics of the pregnant women included: age, parity, pre-pregnancy weight and height, pre-pregnancy BMI, weight gain at the end of the first, second and third trimester of pregnancy and total GWG. Maternal outcomes evaluated included anemia, gestational hypertension, gestational diabetes and cesarean delivery. Gestational hypertension was defined according to the Canadian Hypertension Society as a diastolic blood pressure  $\geq$  90mm Hg on at least two measurements.<sup>[10]</sup> Birth outcomes evaluated included gestational age at delivery, preterm birth < 37 weeks of amenorrhea and birth weight (including low birth weight < 2500 g and high birth weight  $\geq$  4000 g). These informations were obtained by face to face interview with each pregnant woman.

Women were eligible for participation if they entered prenatal care before the 16<sup>th</sup> week of amenorrhea, aged 18 years old and more and were healthy and mentally competent. We excluded women refusing to participate in the study, women with missing information on pre-pregnancy weight, known diabetes, hypertension and anemia before pregnancy.

Potentially eligible women were given an informational letter explaining the study and its objectives and requesting their participation. A signed consent was obtained from each study participant.

Weight and height were measured according to a standard protocol. Pre-pregnancy weight was self reported or measured if the pregnant woman consults at the early first trimester. Weight gain was measured at the end of each trimester of pregnancy (first, second and third) by using an electronic weighing balance Seca to the nearest 0.1 kg. Height was measured in cm using a locally made anthropometer. Pregnant women were asked to maintain an upright and erect posture with her feet together and the back of her heels touching the pole

of the anthropometer. The height was measured when the horizontal headpiece was lowered onto the women's head.

Pre-pregnancy body mass index (BMI) was calculated using a pre-pregnancy weight and height. Pre-pregnancy BMI was computed as weight (kg) divided by square of measured height (m). We categorized women's pre-pregnancy weight according to the World Health Organization (WHO) standards. Weight gain (in kg) at each prenatal visit (at the end of the first, second and third trimesters) and total GWG were collected. We used the 2009 Institute of Medicine (IOM) guidelines on GWG to categorize women's weight gain as below, within or above recommended.<sup>[11]</sup> These guidelines have also been adopted by Health Canada.<sup>[12]</sup>

Statistical analyses were performed using Stat View software. Data were expressed as means  $\pm$  standard deviation (SD) or percentages (number). Differences between groups were tested for statistical significance by using Student's t-test, or one-way ANOVA and multiple comparisons. Analysis was done to find out the association among body mass index, gestational weight gain and some maternal characteristics such as age and parity. The  $\chi^2$  test was used in comparison analyses. Comparisons were made between recommended weight gain, less than recommended weight gain, and more than recommended weight gain in each BMI class. A value of  $P < 0.05$  was considered significant.

## RESULTS

Demographic data of all subjects are shown in Table 1. Mean pre-pregnancy BMI was  $27.3 \pm 4.7$  kg/m<sup>2</sup>. GWG in the first, second and third trimester was respectively  $1.2 \pm 3.5$  kg,  $4.7 \pm 2.9$  kg and  $3.1 \pm 2.3$  kg. Mean total GWG in this population was  $8.9 \pm 5.4$  kg, and infant birth weight was  $3335.9 \pm 586.4$  g.

Of all subjects, 33% were in a normal weight range, which left 41 and 26% classified as overweight and obese before pregnancy, respectively. Among these subjects, only 27.5% of women had gained the recommended amount of weight, with 48.5% gaining less than recommended, and 24% gaining more than recommended by the IOM.

Table 2 shows gestational weight gain (GWG) over pregnancy among different weight gain groups. Women with excessive and inadequate weight gain were more likely to begin pregnancy with a higher BMI compared to those with an adequate weight gain ( $p = 0.005$ ). Over the first trimester, women with excessive GWG gained more weight compared to women with inadequate and adequate GWG ( $p < 0.0001$ ).

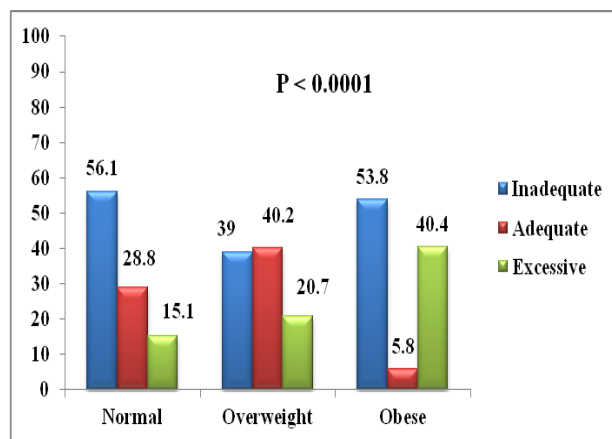
Table 3 shows the distribution of participants according to total and each trimester weight gain by pre-pregnancy BMI. In general, as pre-pregnancy BMI increased, the amount of weight gained during pregnancy decreased.

During the first trimester, there are no significant differences in the three BMI groups. For second and third trimesters, weight gain is higher in normal weight women than in overweight ( $p < 0.05$ ) and obese women ( $p < 0.0001$ ).

Among the 200 pregnant women analyzed, 15.15% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 20.7% of overweight and 40.4% of obese women had an excessive GWG. Whereas 56.1% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 39.0% of overweight and 53.8% of obese women had an inadequate GWG, ( $p < 0.0001$ ) (Fig 1).

There were no differences in gestational age at delivery, rates of gestational hypertension, gestational diabetes and mode of delivery between GWG groups. The average birth weight of infants born to inadequate and excessive GWG women was lower than that of those born to adequate GWG women ( $p = 0.04$ ) (Table 4).

The risk of gestational hypertension increased steadily with pre-pregnancy BMI (26.9% of obese women vs. 3.0% of normal weight women,  $p = 0.0006$ ). Similarly, gestational hypertension was significantly higher in women with excessive GWG than in those with adequate GWG ( $p < 0.0001$ ). Gestational diabetes also increased with pre-pregnancy BMI ( $p = 0.04$ ). The risk of both low and high birth weight was observed more in obese women ( $p = 0.0007$ ) and in women with excessive GWG ( $p = 0.04$ ) (Table 5).



**Fig 1: Maternal weight gain based on pre-pregnancy BMI.**

**Table 1: Characteristics of 200 pregnant women.**

Category	Mean $\pm$ SD
Age (years)	30.3 $\pm$ 4.9
20-35	167 (83.5%)
> 35	33 (16.5%)
Parity	1.0 $\pm$ 0.9
Primiparity	69 (34.5%)
Multiparity	131 (65.5%)
Pre-pregnancy weight (kg)	71.1 $\pm$ 12.7
Height (m)	1.6 $\pm$ 0.1
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.3 $\pm$ 4.7
Normal (18.5-24.9)	66 (33%)
Overweight (25-29.9)	82 (41%)
Obese ( $\geq 30$ )	52 (26%)
Total GWG (kg)	8.9 $\pm$ 5.4
Inadequate	97 (48.5%)
Normal	55 (27.5%)
Excessive	48 (24%)
GWG (kg) based on trimester	
First trimester	1.2 $\pm$ 3.5
Second trimester	4.7 $\pm$ 2.9
Third trimester	3.1 $\pm$ 2.3
Gestational age (weeks of amenorrhea)	38.9 $\pm$ 2.0
Birth weight (g)	3335.9 $\pm$ 586.4

Data are mean  $\pm$  SD or n (%) unless otherwise specified.

**Table 2: Comparison of gestational weight gain (kg) between groups (n=200).**

	Inadequate GWG N= 97	Adequate GWG N=55	Excessive GWG N= 48	p*
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.5 $\pm$ 5.4	25.8 $\pm$ 3.1	28.7 $\pm$ 4.3	0.005
First trimester GWG (kg)	-0.6 $\pm$ 3.3	1.8 $\pm$ 2.5	4.0 $\pm$ 2.9	<0.0001
Second trimester GWG (kg)	3.4 $\pm$ 2.8	5.5 $\pm$ 2.4	6.2 $\pm$ 2.7	<0.0001
Third trimester GWG (kg)	2.2 $\pm$ 2.2	3.6 $\pm$ 1.8	4.4 $\pm$ 2.4	<0.0001
Total GWG (kg)	5.0 $\pm$ 3.8	10.8 $\pm$ 3.1	14.7 $\pm$ 3.5	<0.0001

Data are Mean  $\pm$  SD, GWG: gestational weight gain

\*Comparison performed using ANOVA analysis

**Table 3: Distribution of participants according to weight gain in the three trimesters of pregnancy by pre-pregnancy BMI.**

Pre-pregnancy BMI	Weight gain (kg) (M ± SD)			
	First trimester	Second trimester	Third trimester	Total weight gain
Normal	1,6 ± 2,9	5,8 ± 2,6	3,8 ± 2,5	11,2 ± 5,1
Overweight	1,0 ± 3,3	4,6 ± 2,4*	3,1 ± 1,9*	8,7 ± 4,8*
Obese	0,8 ± 4,5	3,3 ± 3,4 <sup>§</sup>	2,3 ± 2,5 <sup>§</sup>	6,5 ± 5,6 <sup>§</sup>

\*: significant difference between overweight and normal ( $p < 0.05$ ).

<sup>§</sup>: significant difference between obese and normal ( $p < 0.0001$ ).

**Table 4: Maternal and birth outcomes classified by gestational weight gain groups.**

	Inadequate GWG	Adequate GWG	Excessive GWG	p
<b>Maternal outcomes</b>	38.7 ± 2.2	39.3 ± 1.6	38.6 ± 2.2	0.15*
Gestational age at delivery (weeks)				
Gestational hypertension	8 (8.2%)	3 (5.4%)	15 (31.2%)	0.26
Gestational diabetes	2 (2.1%)	1 (1.3%)	3 (6.2%)	0.75
Anemia	39 (44.3%)	17 (36.2%)	14 (31.1%)	0.18
Mode of delivery				
Vaginal delivery	61 (62.9%)	36 (65.4%)	25 (52.1%)	0.99
Cesarean delivery	36 (37.1%)	19 (34.5%)	23 (47.9%)	0.99
<b>Birth outcomes</b>				
Birth weight (g)	3232.1 ± 564.5	3470.9 ± 464.1	3391.0 ± 714.8	0.04*

Data are Mean ± SD or n (%) unless otherwise specified

\*Comparison performed using ANOVA

**Table 5: Maternal and birth outcomes classified by pre-pregnancy BMI and gestational weight gain.**

Pregnancy Outcomes	Pre pregnancy BMI				Gestational weight gain (GWG)			
	Normal weight	Overweight	Obese	P-value*	Inadequate	Adequate	Excessive	p-value*
Gestational hypertension	2 (3.0%)	10 (12.2%)	14 (26.9%)	0.0006	8 (8.2%)	3 (5.4%)	15 (31.2%)	< 0.0001
Gestational diabetes	0	2 (2.4%)	4 (7.7%)	0.04	2 (2.1%)	1 (1.8%)	3 (6.2%)	0.3
Anemia	22 (36.1%)	31 (43.7%)	17 (35.4%)	0.5	39 (44.3%)	17 (36.2%)	14 (31.1%)	0.3
Cesarean delivery	23 (34.8%)	32 (39.0%)	23 (44.2%)	0.5	36 (37.1%)	19 (34.5%)	23 (47.9%)	0.3
Macrosomia <sup>§</sup>	7 (10.6%)	8 (9.8%)	18 (34.6%)	0.0007	12 (12.4%)	8 (14.5%)	13 (27.1%)	0.04
Low birth weight <sup>§</sup>	6 (9.1%)	7 (8.5%)	7 (13.5%)	0.0007	11 (11.3%)	2 (3.6%)	7 (14.6%)	0.04

Data are n (%) unless otherwise specified.

\*Comparison performed using Chi-square test.

<sup>§</sup>Macrosomia is defined as birth weight ≥ 4000g

<sup>§</sup>Low birth weight is defined as birth weight < 2500g

## DISCUSSION

In Algeria, this is the first study on weight gain in pregnant women. We do not have any previous data on the effect of pre-pregnancy BMI and gestational weight gain on maternal and birth outcomes. Therefore, our aim was to evaluate the effects of gestational weight gain on maternal and birth outcomes in different body mass index (BMI) classes and compared it with the recommended weight gain by IOM.

In this study, 15.15% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 20.73% of overweight and 40.38% of obese women had an excessive gestational weight gain

( $p < 0.0001$ ) greater than the IOM recommendations. In the other hand, 56.06% of normal pre-pregnancy BMI women, 39.02% of overweight and 53.85% obese women had an inadequate gestational weight gain ( $p < 0.0001$ ) less than the IOM recommendations. The goal of these guidelines is to optimize both maternal and child outcomes, and to decrease the rates of both maternal postpartum and childhood obesity.<sup>[13]</sup>

Our results showed that weight gain in pregnancy was lower when pre-pregnancy BMI was elevated. In particular, women who were overweight or obese before pregnancy generally gained less weight during pregnancy and very few women had an excessive weight



gain. However, during pregnancy, fat is stored to secure energy supply during fetal growth and lactation. In obese women, no additional storage is necessary, which suggests that pregnancy weight gain could be restricted because of physiological mechanisms.

In the present study, we found that maternal weight gain increase significantly during second and third trimester, with mean total maternal weight gain ranged at  $8.95 \pm 5.41$ kg. This maternal weight gain was proper with the IOM recommendation about maternal weight gain during pregnancy. Ota *et al.*,<sup>[14]</sup> and Yang *et al.*,<sup>[15]</sup> found the same result with our study. Maybe, it is because of decreasing emesis symptoms in second and third trimesters and also increasing of uterine size and volume, so does the other maternal organic tissues. Maternal weight gain also affected by Leptin, a protein-like produced by adipose tissue that regulate appetite and body weight.

We found that maternal pre-pregnancy BMI plays a more important role than GWG in maternal outcomes, especially in pregnancy complications. Pregnancy-induced hypertension and gestational diabetes are the two key common pregnancy complications. Previous studies have reported that maternal obesity is associated with increased risks of adverse pregnancy outcomes including gestational diabetes and pregnancy-induced hypertension.<sup>[16,17,18]</sup>

For neonatal outcomes, both higher pre-pregnancy BMI and excessive GWG could result in high maternal glucose, free fatty acid, and amino acid concentrations, thus leading to the risk of greater infant size at birth. Therefore, maternal pre-pregnancy BMI has similar effects as GWG in the neonatal outcomes.<sup>[19]</sup> Our results are in accordance with Heude *et al.*<sup>[20]</sup> who found that obese women were twice more likely to have high birth weight babies. In addition, those who gained weight above the recommended level are significantly at increased risk of high birth weight. This could be due to the life style and eating habits of pregnant obese women along with the genetic factors.

Also, similarly with our study, many investigators reported similar associations between pre-pregnancy BMI and birth weight. Fleten *et al.*<sup>[21]</sup> reported a direct association between BMI and birth weight among 43,705 Norwegian mothers. The authors concluded that a one-unit increase in BMI resulted in a 20.3 gram increase in birth weight. Moreover, in a study among 292,568 singleton term Chinese pregnancies, pre-pregnancy underweight was associated with an increased risk of delivering a low birth weight infant (OR: 1.9, 95% CI: 1.3-1.6), while overweight and obese women had a 2.5- and 3.5-fold likelihood of giving birth to a macrosomic infant, respectively.<sup>[22]</sup>

In addition, a systematic review of the effect of maternal weight gain during pregnancy on birth weight confirmed

our findings that excessive GWG increased risk of high birth weight in normal and obese pregnant women.<sup>[23]</sup>

We acknowledge that the relationship between maternal health conditions and birth outcomes is complex since especially maternal anthropometry is the consequence of many other genetic or environmental factors such as eating habits, exercise and social economic conditions<sup>[24]</sup> that themselves can impact on pregnancy outcomes.

## CONCLUSIONS

The effects of gestational weight gain on pregnancy outcomes depend on the woman's pre-pregnancy BMI. Being overweight/obese and having a high weight gain, as well as being underweight and having a low weight gain, were associated with increased risks for adverse pregnancy outcomes in pregnant women. Our findings from the present study confirmed the association between pre-pregnancy BMI and GWG and adverse birth outcomes.

## ACKNOWLEDGMENTS

We thankfully acknowledge all pregnant women and we are grateful to them who participated in the study and took time out of their busy lives to take part in our interviews.

## CONFLICT OF INTEREST AND FUNDING DISCLOSURE

The authors have no conflicts of interest.

## REFERENCES

1. Flenady V, Koopmans L, Middleton P, Froen JF, Smith GC, Gibbons K, *et al.* Major risk factors for stillbirth in high-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 2011; 377: 1331–40.
2. Heaman M, Kingston D, Chalmers B, Sauve R, Lee L, Young D. Risk factors for preterm birth and small-for-gestational-age births among Canadian women. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 2012; 27: 54–61.
3. Guelinckx I, Devlieger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity*, 2008; 9: 140–150.
4. Young TK, Woodmansee B. Factors that are associated with cesarean delivery in a large private practice: the importance of prepregnancy body mass index and weight gain. *American journal of obstetrics and gynecology*, 2002; 187: 312–318; discussion 318–320.
5. Institute of Medicine. *Weight gain during pregnancy: Re-examining the guidelines*. Washington, DC: National Academies Press, 2009.

6. CDC. Pregnancy nutrition surveillance nation. Summary of trends in maternal health indicators. [http://www.cdc.gov/pednss/pnss\\_tables/tables\\_numeric.htm](http://www.cdc.gov/pednss/pnss_tables/tables_numeric.htm). Retrieved February 25, 2014; 2011.
7. Parker JD, Abrams B. Prenatal weight gain advice: an examination of the recent prenatal weight gain recommendations of the Institute of Medicine. *Obstet Gynecol*, 1992; 79: 664–9.
8. Schieve LA, Cogswell ME, Scanlon KS, Perry G, Ferre C, Blackmore-Prince C, et al. Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: associations with preterm delivery. The NMIHS Collaborative Study Group. *Obstet Gynecol*, 2000; 96: 194–200.
9. Durie, D., Thornburg, L., & Glantz, J., Effect of second trimester and third-trimester rate of gestational weight gain on maternal and neonatal outcomes. *Obstetrics and Gynecology*, 2011; 118(3): 569–575.
10. Helewa ME, Burrows RF, Smith J, Williams K, Brain P, Rabkin SW. Report of the Canadian Hypertension Society Consensus Conference: 1. Definitions, evaluation and classification of hypertensive disorders in pregnancy. *CMAJ*, 1997; 157: 715–25.
11. Institute of Medicine (US) and National Research Council (US) Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines, Rasmussen KM, Yaktine AL. Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines. Washington (DC): The National Academies Press (US), 2009.
12. Health Canada. Prenatal Nutrition Guidelines for Health Professionals: gestational weight gain. Health Canada, 2010. Available from: <http://www.oxfordcounty.ca/Portals/15/Documents/Public%20Health/Healthy%20You/Nutrition/ewbambsa-eng.pdf> [Accessed 25 September 2014].
13. Rasmussen KM, Abrams B, Bodnar LM, Butte NF, Catalano PM, Maria Siega-Riz A. Recommendations for weight gain during pregnancy in the context of the obesity epidemic. *Obstet Gynecol*, 2010 Nov; 116(5): 1191–1195. [PubMed: 20966705].
14. Ota E, Haruna M, Suzuki M, Anh D D, Tho L H, Tam N T T et al. Maternal Body Mass Index and Gestational Weight Gain and Their Association With Perinatal Outcomes in Viet Nam. *Bull World Health Organ*, 2011; 89: 127-136.
15. Yang M J. Interrelationship of Maternal Serum Leptin, Body Mass Index and Gestational Age. *J Chin Med Assoc*, 2005; 68(10): 452-457).
16. Guelinckx I, Devlieger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obes Rev.*, 2008; 9: 140–150.
17. Nohr EA, Vaeth M, Baker JL, Sorensen T, Olsen J, et al., Combined associations of prepregnancy body mass index and gestational weight gain with the outcome of pregnancy. *Am J Clin Nutr.*, 2008; 87: 1750–1759.
18. Gibson KS, Waters TP, Catalano PM, Maternal weight gain in women who develop gestational diabetes mellitus. *Obstet Gynecol*, 2012; 119: 560–565.
19. Ogunyemi D, Hullett S, Leeper J, Risk A. Prepregnancy body mass index, weight gain during pregnancy, and perinatal outcome in a rural black population. *The J Matern Fetal Med*, 1998; 7: 190-3.
20. Heude B, Thiébauges O, Goua V, Forhan A, Kaminski M, Foligué B, et al. Pre-pregnancy body mass index and weight gain during pregnancy: relations with gestational diabetes and hypertension, and birth outcomes. *Matern Child Health J.*, 2012; 16: 355-63.
21. Fleten C, Stigum H, Magnus P, Nystad W. Exercise during pregnancy, maternal prepregnancy body mass index, and birth weight. *Obstet Gynecol*, 2010; 115: 331-7.
22. Liu Y, Dai W, Dai X, Li Z. Prepregnancy body mass index and gestational weight gain with the outcome of pregnancy: a 13-year study of 292,568 cases in China. *Arch Gynecol Obstet.*, 2012; 286: 905-11.
23. Siega-Riz AM, Viswanathan M, Moos MK, Deierlein A, Mumford S, Knaack J et al. A systematic review of outcomes of maternal weight gain according to the Institute of Medicine recommendations: birth weight, fetal growth, and postpartum weight retention. *Am J Obstet Gynecol*, 2009; 201: 339 e1-14.
24. Trotter LJ, Bowen DJ, Beresford SA. Testing for racial/ethnic differences in the association between childhood socioeconomic position and adult adiposity. *Am J Public Health*. 2010; 100: 1088–1094.



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com

**NUTRITION CLINIQUE**  
et **MÉTABOLISME**

Nutrition clinique et métabolisme 32 (2018) 27–32

Original article

# Effects of gestational weight gain on pregnancy complications

*Les effets du gain de poids sur les complications de grossesse*

Fouzia Tebbani\*, Hayet Oulamara, Abdenacer Agli

*Institute of Nutrition, Food and Food Technologies (INATAA), Laboratory of Nutrition and Food Technologies (LNTA), Constantine 1 University, Constantine, Algeria*

Received 14 July 2017; received in revised form 13 September 2017; accepted 15 September 2017  
Available online 20 December 2017

## Abstract

**Introduction and objective.** – Gestational weight gain (GWG) has been reported to be associated with pregnancy outcomes. The aim of this study was to evaluate the effects of GWG on maternal and birth complications.

**Materials and methods.** – A prospective and longitudinal cohort study was conducted among pregnant women who had attended antenatal centers in Constantine, Algeria, between 2013 and 2015. Two hundred pregnant women aged 19 to 41 years old were followed for 9 months of pregnancy. They underwent body weight measurement during routine examination at first, second and third trimester. GWG was categorized as below, within or above the Institute of Medicine (IOM) (2009) recommendations. Data included age and parity. Pregnancy outcomes were analyzed in relation to GWG.

**Results.** – Mean GWG was  $8.9 \pm 5.4$  kg. Among all subjects, only 27.5% of women had gained the recommended amount of weight, with 48.5% gaining less than recommended, and 24.0% gaining more than recommended by the IOM. High birth weight was significantly more frequent in women with excessive weight gain, compared to those with normal gain (27.1% vs 14.5%,  $P=0.04$ ). The percentage of low birth infants was statistically very high in pregnant women with excessive weight gain, compared to women with normal gain (14.6% vs 3.6%,  $P=0.04$ ). The risk of gestational hypertension increased with excessive GWG ( $P<0.01$ ).

**Conclusion.** – The pregnancy and birth outcomes depend on the women's gestational weight gain.

© 2018 Association pour le développement de la recherche en nutrition (ADREN). Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Gestational weight gain; Gestational hypertension; Macrosomia; Low birth weight

## Résumé

**Introduction et objectifs.** – Le gain de poids durant la grossesse (GPG) peut être associé aux issues de la grossesse. L'objectif de cette étude était d'évaluer les effets du GPG sur les complications maternelles et néonatales.

**Patientes et méthodes.** – Une étude prospective et longitudinale était menée auprès des femmes enceintes ayant fréquenté les centres de consultation prénataux de Constantine, Algérie, entre 2013 et 2015. Deux cents femmes enceintes âgées de 19 à 41 ans étaient suivies durant les neuf mois de leur grossesse. Leur poids était mesuré lors des examens de routine au premier, deuxième et troisième trimestre. Le GPG était classé comme inférieur, conforme ou supérieur aux recommandations 2009 de l'Institut de médecine (IOM). Les données incluaient l'âge et la parité. Les issues de la grossesse étaient analysées en relation avec le GPG.

**Résultats.** – Le gain de poids moyen était de  $8,9 \pm 5,4$  kg. Seulement 27,5 % femmes prenaient du poids selon les recommandations, 48,5 % ne prenaient pas assez de poids et 24,0 % en prenaient trop. Un poids élevé des nouveaux-nés à la naissance était plus fréquent lorsque les mères avaient eu un GPG excessif versus celles qui avaient eu un GPG normal ( $p=0,04$ ). La proportion de nouveaux-nés de faible poids à la naissance était plus élevée s'ils étaient issus de mères ayant eu un GPG excessif versus celles qui avaient eu un GPG normal (14,6 % vs 3,6 %,  $p=0,04$ ). Le risque d'hypertension artérielle gestationnelle augmentait en cas de GPG excessif ( $p<0,01$ ).

**Conclusion.** – Les issues maternelles et néonatales de la grossesse dépendent du GPG des mères.

© 2018 Association pour le développement de la recherche en nutrition (ADREN). Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Gain de poids gestationnel ; Hypertension gestationnelle ; Macrosomie ; Faible poids à la naissance

\* Corresponding author.

E-mail address: [fouziatbani@yahoo.fr](mailto:fouziatbani@yahoo.fr) (F. Tebbani).

## 1. Introduction

Gestational weight gain (GWG) is a unique and complex biological phenomenon and is one of the factors that support normal fetal growth and development. Research indicates that suboptimal GWG, whether excessive or inadequate, is associated with a series of maternal and neonatal complications and even life-threatening diseases [1,2]. Several studies have shown that maternal excessive GWG was associated with increased risks of pregnancy-induced hypertension, gestational diabetes mellitus (GDM), caesarean delivery and large infant for gestational age, and maternal inadequate GWG was associated with increased risks of low birth weight and small infant for gestational age [3,4].

In 2009, the Institute of Medicine (IOM) [5] published new recommendations regarding GWG. These guidelines state that healthy women who have a normal weight for their height (BMI 18.5–24.9) should gain 11.5–16 kg during pregnancy. Overweight women (BMI 25–29.9) should gain 7–11.5 kg and obese women (BMI greater than 30) should only put on 5–9 kg. It is also recommended to gain between 0.5 and 2 kg during the first trimester [6]. In the second and the third trimesters, underweight women should gain 0.5 kg each week of pregnancy, normal women 0.4 kg/week, overweight women 0.3 kg/week and obese women 0.2 kg/week [5].

The guidelines have been validated by several studies demonstrating that weight gain in accordance with the guidelines is associated with optimal birth weight and obstetric outcomes. Women gaining either above or below IOM guidelines have higher risks of many adverse outcomes [7,8]. Despite these guidelines, over 55% of obese women gain more than the recommended amount [6].

GWG is not linear over the course of pregnancy. It starts slowly in the first trimester and increases more consistently in the second and third trimesters [9]. The ability to identify women at risk for excessive or inadequate GWG allows for weight management interventions. However, understanding the associations of GWG with possible pregnancy complications is complex, as a broad range of factors [10,11]. Moreover, most of the previous studies examining the association of excessive or inadequate GWG with unfavorable pregnancy outcomes were mainly conducted in developed countries [12,13].

In Algeria, this is the first study on studying weight gain in pregnant women. We do not have any previous data on the effects of GWG on maternal and birth complications. Therefore, our study assessed each trimester and total GWG in pregnant women with the aim of evaluating the effects of GWG on maternal and birth outcomes.

## 2. Materials and methods

We conducted a prospective and longitudinal cohort study. We followed for 9 months a cohort of Algerian pregnant women, aged 19 to 41 years old, residing in the city of Constantine, Algeria. Among all women who presented to prenatal consultation centers, only 200 pregnant women were accepted to participate in the study. They were recruited at three different

sites; at maternities, antenatal centers and private gynecologists, from December 2013 to December 2015. The participants were recruited and followed up longitudinally, once at the end of each trimester of pregnancy. The trimesters were defined as first (less than 16 weeks of amenorrhea), second (16–28 weeks of amenorrhea) and third (29–41 weeks of amenorrhea).

Women were eligible for participation if they entered prenatal care before the 16th week of amenorrhea (the end of the first trimester of pregnancy), aged 18 years old and more and were healthy and mentally competent. We excluded women refusing to participate in the study, women with missing information on pre-pregnancy weight (in order to calculate pre-pregnancy BMI and weight gain), known diabetes, hypertension and anemia before pregnancy. Potentially eligible women were given an informational letter explaining the study and its objectives and requesting their participation. A signed consent was obtained from each study participant.

Demographic characteristics of the pregnant women included: age, parity, pre-pregnancy weight and height, pre-pregnancy BMI, weight gain at the end of the first, second and third trimester of pregnancy and total GWG. Maternal complications evaluated included anemia, gestational hypertension, gestational diabetes, pregnancy term (preterm < 37 weeks of amenorrhea and after term > 42 weeks of amenorrhea) and cesarean delivery. Gestational hypertension was defined according to the Canadian Hypertension Society as a diastolic blood pressure > 90 mmHg on at least two measurements [14]. Birth complications evaluated included macrosomia (defined as birth weight  $\geq$  4000 g) and low birth weight (defined as birth weight < 2500 g). These information were obtained by face to face interview with each pregnant woman.

Weight and height were measured according to a standard protocol [15,16]. Pre-pregnancy weight was measured when the pregnant woman consulted at the early first trimester. During pregnancy, weight was measured at the end of each trimester (first, second and third) by using an electronic weighing balance Seca to the nearest 0.1 kg and weight gain of each pregnancy trimester was calculated by subtracting the previous trimester weight from the current trimester weight. Height was measured in centimetres using a Seca toise, with a length of 2 m graduated in centimeters and with a precision of 0.1 cm. Pregnant women were asked to maintain an upright and erect posture with her feet together and the back of her heels touching the pole of the anthropometer. The height was measured when the horizontal headpiece was lowered onto the women's head.

Pre-pregnancy body mass index (BMI) was calculated using a pre-pregnancy weight and height. Pre-pregnancy BMI was computed as weight (kg) divided by square of measured height (m). We categorized women's pre-pregnancy weight according to the World Health Organization (WHO) standards [16]. Weight gain (in kg) at each prenatal visit (at the end of the first, second and third trimesters) and total GWG were collected. We used the 2009 IOM guidelines on GWG to categorize women's weight gain as below, within or above recommended [17]. These guidelines have also been adopted by Health Canada [18].

Statistical analyses were performed using Stat View software version 5 (Abacus Concepts<sup>TM</sup>, Berkeley, USA) and SPSS.

Data were expressed as mean ± standard deviation (SD) or percentages. Differences between groups were tested for statistical significance by using Student's *t*-test, or one-way ANOVA and multiple comparisons. Analysis was done to find out the association among BMI, GWG and some maternal characteristics such as age and parity. The  $\chi^2$  test was used in comparison analyses. Comparisons were made between recommended weight gain, less than recommended weight gain, and more than recommended weight gain in each BMI class. A value of  $P < 0.05$  was considered significant.

### 3. Results

Demographic data of all subjects are shown in Table 1. Mean pre-pregnancy BMI was  $27.3 \pm 4.7 \text{ kg/m}^2$ . GWG in the first, second and third trimester was respectively  $1.2 \pm 3.5 \text{ kg}$ ,  $4.7 \pm 2.9 \text{ kg}$  and  $3.1 \pm 2.3 \text{ kg}$ . Mean total GWG in this population was  $8.9 \pm 5.4 \text{ kg}$ , and infant birth weight was  $3335.9 \pm 586.4 \text{ g}$  (Table 1).

Of all pregnant women, 33.0% were in a normal weight range, which left 41.0% and 26.0% classified as overweight and obese before pregnancy, respectively (Table 1). Among these women, only 27.5% of women had gained the recommended amount of weight, with 48.5% gaining less than recommended, and 24.0% gaining more than recommended by the IOM (Fig. 1).

Table 2 shows changes in weight gain (GWG) during the three trimesters of pregnancy, in the three classes of gain (adequate, inadequate and excessive). Women with excessive and inadequate weight gain were more likely to begin pregnancy with a higher BMI compared to those with an adequate weight gain ( $P = 0.005$ ). During the three trimesters of pregnancy, women with excessive weight gain had more weight compared

Table 1  
Distribution of pregnant women according to demographic characteristics and weight gain.

Category	Mean ± SD	Minimum	Maximum
Age (years)	30.3 ± 4.9	19.5	41.6
20–35	167 (83.5%)		
> 35	33 (16.5%)		
Parity	1.0 ± 0.9	0.0	4.0
Primiparity	69 (34.5%)		
Multiparity	131 (65.5%)		
Pre-pregnancy weight (kg)	71.1 ± 12.7	45.0	114.0
Height (m)	1.6 ± 0.1	1.5	1.8
Pre-pregnancy BMI (kg/m <sup>2</sup> )	27.3 ± 4.7	16.5	46.8
Normal (18.5–24.9)	66 (33.0%)		
Overweight (25–29.9)	82 (41.0%)		
Obese (≥ 30)	52 (26.0%)		
Total GWG (kg)	8.9 ± 5.4	–3.8	+22.0
GWG (kg) based on trimester			
First trimester	1.2 ± 3.5	–15.0	+12.6
Second trimester	4.7 ± 2.9	–2.3	+17.6
Third trimester	3.1 ± 2.3	–5.7	+12.7
Gestational age (weeks of amenorrhea)	38.9 ± 2.0	27.0	43.0
Birth weight (g)	3335.9 ± 586.4	1400.0	5000.0

Data are mean ± SD or *n* (%) unless otherwise specified. BMI: body mass index; GWG: gestational weight gain.

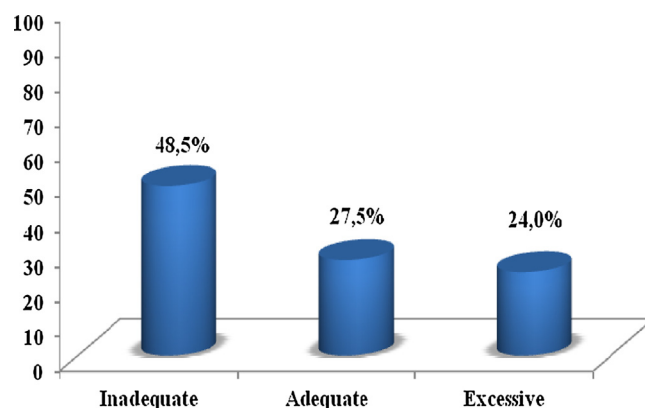


Fig. 1. Distribution of pregnant women according to total gestational weight gain.

Table 2  
Changes in weight gain during the three trimesters of pregnancy.

	InadequateGWG	AdequateGWG	ExcessiveGWG	<i>P</i> *
Total GWG (kg)	5.0 ± 3.8	10.8 ± 3.1	14.7 ± 3.5	<0.0001
First trimester GWG (kg)	–0.6 ± 3.3	1.8 ± 2.5	4.0 ± 2.9	<0.0001
Second trimester GWG (kg)	3.4 ± 2.8	5.5 ± 2.4	6.2 ± 2.7	<0.0001
Third trimester GWG (kg)	2.2 ± 2.2	3.6 ± 1.8	4.4 ± 2.4	<0.0001

Data are mean ± SD. GWG: gestational weight gain.

\* Comparison performed using ANOVA analysis.

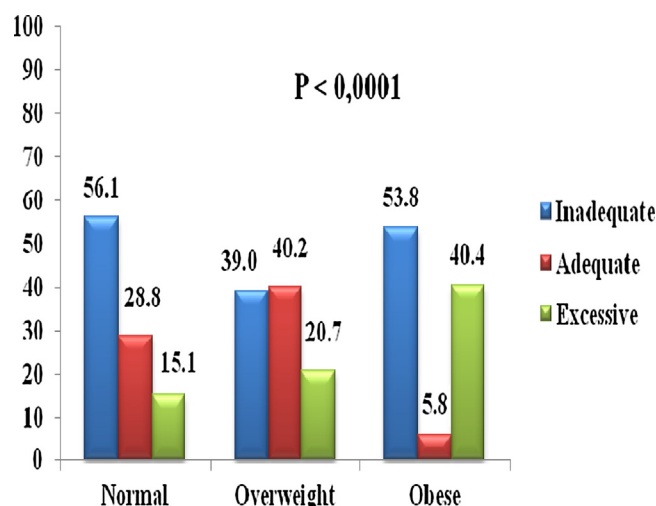


Fig. 2. Maternal weight gain based on pre-pregnancy BMI.

to pregnant women with inadequate and adequate weight gains ( $P < 0.0001$ ).

The distribution of total weight gain according to the pre-pregnancy BMI of women in our population is presented in Fig. 2. Excessive weight gain was most frequent in obese women (40.4%) compared to overweight women (20.7%) and normal weight ones (15.1%) ( $P < 0.0001$ ). On the other hand, inadequate weight gain was more common in women with normal

Table 3  
Maternal outcomes classified by gestational weight gain (GWG).

	Excessive GWG (%)	Inadequate GWG (%)	Adequate GWG (%)	P*
<i>Maternal complications</i>				
Gestational hypertension	<b>31.2</b>	8.2	5.5	<b>&lt; 0.01</b>
Gestational diabetes	6.3	2.1	1.8	NS
Anemia	31.1	44.3	36.2	NS
Preterm delivery	31.3	25.8	14.5	NS
After term delivery	18.8	17.5	20.0	NS
Cesarean delivery	47.9	37.1	34.5	NS
<i>Birth complications</i>				
Macrosomia <sup>a</sup>	<b>27.1</b>	12.4	14.5	<b>0.04</b>
Low birth weight <sup>b</sup>	<b>14.6</b>	11.3	3.6	<b>0.04</b>

Data are (%) unless otherwise specified. NS: non significant; the numbers are in bold, to show the significance of the results

<sup>a</sup> Macrosomia is defined as birth weight  $\geq$  4000 g.

<sup>b</sup> Low birth weight is defined as birth weight  $<$  2500 g.

\* Comparison performed using Chi<sup>2</sup> test.

pre-pregnancy BMI (56.1%), compared to overweight women (39.0%) ( $P < 0.0001$ ).

Table 3 presents maternal and birth complications based on GWG. We have found that gestational hypertension was significantly more frequent in pregnant women with excessive weight gain compared to women with adequate gain (31.2% vs 5.5%,  $P < 0.01$ ). However, no significant difference was observed between the occurrence of gestational diabetes and weight gain during pregnancy. For anemia, even though the difference was not significant, we have observed that it was frequent in women with inadequate GWG compared to the other groups of gain. Concerning the other maternal outcomes such as preterm delivery, after term delivery and cesarean delivery, no significant differences were found.

In regards to newborns, the risk of both low and high birth weight was observed more in women with excessive GWG. High birth weight ( $\geq$  4000 g) was significantly more frequent in women with excessive weight gain, compared to those with normal gain (27.1% vs 14.5%,  $P = 0.04$ ). The same ascertainment has been found with low birth weight ( $<$  2500 g). The percentage of low birth weight infants was statistically very high in pregnant women with excessive weight gain, compared to women with normal gain (14.6% vs 3.6%,  $P = 0.04$ ) (Table 3).

#### 4. Discussion

In Algeria, this is the first study on studying GWG in pregnant women. We do not have any previous data on the effect of GWG on pregnancy complications. Therefore, our aim was to evaluate the effects of GWG on maternal and birth outcomes in different BMI classes and compared it with the recommended weight gain by IOM.

In this study, we have found that 15.2% of women with a normal pre-pregnancy BMI, 20.7% of overweight and 40.4% of obese women had an excessive GWG ( $P < 0.0001$ ) greater than the IOM recommendations. On the other hand, 56.1% of normal pre-pregnancy BMI women, 39.0% of overweight and 53.9% obese women had an inadequate GWG ( $P < 0.0001$ ) less than the IOM recommendations [5]. The goal of these guidelines is to optimize both maternal and child outcomes, and to decrease the

rates of both maternal postpartum and childhood obesity [19]. Optimal weight gain in pregnancy is a matter of debate because of its relation to optimal perinatal outcome, better health later in life, normal adult weight, and nonobesity, and better health in pregnancy and delivery with a minimum of complications [20].

Our results showed that excessive GWG was more frequent in obese women compared to normal weight women. These findings are in accordance with some studies which found that women who are overweight or obese are more likely to gain excessive gestational weight [21–23]. In contrast with our results, other studies reported that total pregnancy weight gain is negatively associated with pre-pregnancy BMI [24,25]. The reason for this is not obvious, it can be speculated that medical management and/or personal efforts for not gaining too much weight could be responsible for a part of this association. However, during pregnancy, fat is stored to secure energy supply during fetal growth and lactation. In obese women, no additional storage is necessary, which suggests that pregnancy weight gain could be restricted because of physiological mechanisms [25].

In our study, the majority of pregnant women did not know the appropriate amount of weight gain during pregnancy and the actual impacts of an abnormal (excessive or inadequate) weight gain on their health and that of their child. However, specific information on ideal GWG, if delivered, is found among a significant amount of messages to be transmitted to woman during pregnancy, which is not ideal for women to understand and retain these information. Added to these difficulties, the possible contradictions between the sources of information that are available to women: the health care professional, the media including the Internet with discussion forums for pregnant women as well as the close entourage to the woman. In addition, advice on a balanced diet, keeping regular physical activity and weight gain seem to be given late in pregnancy, and in most cases are not issued at all.

In the present study, we found that maternal weight gain increased significantly during second and third trimester, with mean total maternal weight gain ranging at  $8.95 \pm 5.41$  kg. This maternal weight gain was proper with the IOM recommendation about maternal weight gain during pregnancy. Ota et al. [26] and Yang et al. [27] found the same result as our study. Maybe it is

because of decreasing emesis symptoms in second and third trimesters and also increasing of uterine size and volume, so does the other maternal organic tissues.

Our data confirm the results of previous studies that found an increased risk of maternal gestational hypertension in case of excessive weight gain [28,29]. Both extremes, excessive or inadequate GWG can lead to adverse pregnancy outcomes. Maternal complications arising from excessive GWG include an increased rate of caesarean section, hypertensive disorders, diabetes, weight retention and abdominal adiposity. The latter conditions determine a women's lifetime risk for cardiovascular disease [30,31].

Fetal risks include stillbirth, miscarriage, malformation, macrosomia, as well as an increased risk of premature death and transgenerational obesity [32]. Higher excessive GWG could result in high maternal glucose, free fatty acid, and amino acid concentrations, thus leading to the risk of greater infant size at birth. We have found that the risk of both low and high birth weight was observed more in women with excessive GWG. Our results are in accordance with Heude et al. [25] who found that women who gained weight above the recommended level were significantly at increased risk of high birth weight. This could be due to the life style and eating habits of pregnant obese women along with the genetic factors.

Beyond maternal and neonatal effects, excessive weight gain can lead to maternal consequences in the longer term. Postpartum weight retention is directly and significantly correlated with weight gain during pregnancy. When it exceeds 18 kg, the residual weight after delivery is of the order of 5 kg [33]. Research has suggested an association between GWG and failure to initiate and sustain breastfeeding among postpartum women. Specifically, gaining more than the IOM recommended weight was associated with shorter breastfeeding duration [34].

## 5. Conclusions

Excessive as well as inadequate weight gain during pregnancy could lead to adverse pregnancy outcomes. Our findings from the present study indicated that gestational hypertension and infant weight at birth are important outcomes of maternal excessive GWG. These results highlight the need for gaining adequate weight during pregnancy. Preconception counseling, especially for obese women, emphasizing the importance of proper physical activity and healthy eating to avoid excessive weight gain and its adverse effects, could have beneficial outcomes in pregnant women. Health care providers should inform women to limit their GWG to the range specified for their pre-pregnancy BMI. It is important to pay more attention to maternal influences during pregnancy to prevent the intergenerational cycle of obesity. Strategies to raise public awareness of the risks of maternal adiposity and weight gain during pregnancy on offspring's future health are required. Consequently, the impact in daily clinical practice is: firstly, the need to inform specifically obese women at the beginning of their pregnancy that they are at higher risk than non-obese ones, and secondly, to straightly follow the weight gain during pregnancy, especially in obese women.

## Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

## References

- [1] Ensenauer R, Chmitorz A, Riedel C, Fenske N, Hauner H, Nennstiel-Ratzel U, et al. Effects of suboptimal or excessive gestational weight gain on childhood overweight and abdominal adiposity: results from a retrospective cohort study. *Int J Obes (Lond)* 2013;37:505–12.
- [2] Tsai IH, Chen CP, Sun FJ, Wu CH, Yeh SL. Associations of the pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain with pregnancy outcomes in Taiwanese women. *Asia Pac J Clin Nutr* 2012;21:82–7.
- [3] Guelinckx I, Devlieger R, Beckers K, Vansant G. Maternal obesity: pregnancy complications, gestational weight gain and nutrition. *Obes Rev* 2008;9:140–50.
- [4] Young TK, Woodmansee B. Factors that are associated with cesarean delivery in a large private practice: the importance of prepregnancy body mass index and weight gain. *Am J Obstet Gynecol* 2002;187:312–8 [discussion 318–320].
- [5] Institute of Medicine. *Weight gain during pregnancy: re-examining the guidelines*. Washington, DC: National Academies Press; 2009.
- [6] CDC. *Pregnancy nutrition surveillance nation. Summary of trends in maternal health indicators*; 2011. [cdc.gov/pednss/pnss\\_tables/tables\\_numeric.htm](http://cdc.gov/pednss/pnss_tables/tables_numeric.htm). Retrieved February 25, 2014.
- [7] Parker JD, Abrams B. Prenatal weight gain advice: an examination of the recent prenatal weight gain recommendations of the Institute of Medicine. *Obstet Gynecol* 1992;79:664–9.
- [8] Schieve LA, Cogswell ME, Scanlon KS, Perry G, Ferre C, Blackmore-Prince C, et al. Prepregnancy body mass index and pregnancy weight gain: associations with preterm delivery. The NMIHS Collaborative Study Group. *Obstet Gynecol* 2000;96:194–200.
- [9] Durie D, Thornburg L, Glantz J. Effect of second trimester and third-trimester rate of gestational weight gain on maternal and neonatal outcomes. *Obstet Gynecol* 2011;118(3):569–75.
- [10] Chu SY, Callaghan WM, Bish CL, D'Angelo D. Gestational weight gain by body mass index among US women delivering live births, 2004–2005: fueling future obesity. *Am J Obstet Gynecol* 2009;200:271 [e1–7].
- [11] Olson CM, Strawderman MS. Modifiable behavioral factors in a biopsychosocial model predict inadequate and excessive gestational weight gain. *J Am Diet Assoc* 2003;103:48–54.
- [12] Beydoun HA, Tamim H, Lincoln AM, Dooley SD, Beydoun MA. Association of physical violence by an intimate partner around the time of pregnancy with inadequate gestational weight gain. *Soc Sci Med* 2011;72:867–73.
- [13] Stevens-Simon C, Roghmann KJ, McAnarney ER. Relationship of self-reported prepregnant weight and weight gain during pregnancy to maternal body habitus and age. *J Am Diet Assoc* 1992;92:85–7.
- [14] Helewa ME, Burrows RF, Smith J, Williams K, Brain P, Rabkin SW. Report of the Canadian Hypertension Society Consensus Conference: 1. Definitions, evaluation and classification of hypertensive disorders in pregnancy. *CMAJ* 1997;157:715–25.
- [15] Cogill B. *Guide to measuring anthropometric indicators*. Technical assistance project for food and nutrition. Washington, DC: Academy for Development and Education; 2003. p. 104.
- [16] WHO, Expert Committee. *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Geneva: WHO, technical report; 1995 [series 854].
- [17] Institute of Medicine (US) and National Research Council (US) Committee to Reexamine IOM Pregnancy Weight Guidelines, Rasmussen KM, Yaktine AL. *Weight gain during pregnancy: reexamining the guidelines*. Washington (DC): The National Academies Press (US); 2009.
- [18] Health Canada. *Prenatal nutrition guidelines for health professionals. Gestational weight gain*. Health Canada; 2010. [Available from: [oxfordcounty.ca/Portals/15/Documents/Public%20Health/Healthy%20You/Nutrition/ewba-mbsa-eng.pdf](http://oxfordcounty.ca/Portals/15/Documents/Public%20Health/Healthy%20You/Nutrition/ewba-mbsa-eng.pdf). Accessed 25 September 2014].

- [19] Rasmussen KM, Abrams B, Bodnar LM, Butte NF, Catalano PM, Maria Siega-Riz A. Recommendations for weight gain during pregnancy in the context of the obesity epidemic. *Obstet Gynecol* 2010;116(5):1191–5 [PubMed: 20966705].
- [20] Lederman SA. Pregnancy weight gain and postpartum loss: avoiding obesity while optimizing the growth and development of the fetus. *J Am Med Womens Assoc* 2001;56:53–8.
- [21] Haugen M, Brantsæter AL, Winkvist A, Lissner L, Alexander J, Oftedal B, et al. Meltzer. Associations of pre-pregnancy body mass index and gestational weight gain with pregnancy outcome and postpartum weight retention: a prospective observational cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth* 2014;14:201.
- [22] Brawarsky P, Stotland N, Jackson R, Fuentesafflick E, Escobar G, Rubashkin N, et al. Pre-pregnancy and pregnancy-related factors and the risk of excessive or inadequate gestational weight gain. *Int J Gynaecol Obstet* 2005;91(2):125–31, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijgo.2005.08.008>.
- [23] Olson CM, Strawderman MS, Hinton PS, Pearson TA. Gestational weight gain and postpartum behaviors associated with weight change from early pregnancy to 1-year postpartum. *Int J Obes (Lond)* 2003;27:117–27, <http://dx.doi.org/10.1038/sj.ijo.0802156>.
- [24] Diouf I, Charles MA, Blondel B, Heude B, Kaminski M. Discordant time trends in maternal body size and offspring birthweight of term deliveries in France between 1972 and 2003: data from the French National Perinatal Surveys. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2011;25: 210–7.
- [25] Heude B, Thiébauges O, Goua V, Forhan A, Kaminski M, Foliguet B, et al. Pre-pregnancy body mass index and weight gain during pregnancy: relations with gestational diabetes and hypertension, and birth outcomes. *Matern Child Health J* 2011;16:355–63.
- [26] Ota E, Haruna M, Suzuki M, Anh DD, Tho LH, Tam NTT, et al. Maternal body mass index and gestational weight gain and their association with perinatal outcomes in Viet Nam. *Bull World Health Organ* 2011;89:127–36.
- [27] Yang MJ. Interrelationship of maternal serum leptin, body mass index and gestational age. *J Chin Med Assoc* 2005;68(10):452–7.
- [28] Jensen DM, Ovesen P, Beck-Nielsen H. Gestational weight gain and pregnancy outcomes in 481 obese glucose-tolerant women. *Diabetes Care* 2005;28:2118–22.
- [29] Deruelle P. Effets maternels et fœtaux d'une prise de poids maternelle excessive au cours de la grossesse dans une population de patientes de poids normal avant la grossesse. *Gynecol Obstet Fertil* 2004;32:398–403.
- [30] Gaillard R. Maternal obesity during pregnancy and cardiovascular development and disease in the offspring. *Eur J Epidemiol* 2015;30:1141–52.
- [31] McClure CK, Catov JM, Ness R, Bodnar LM. Associations between gestational weight gain and BMI, abdominal adiposity, and traditional measures of cardiometabolic risk in mothers 8-year postpartum. *Am J Clin Nutr* 2013;98(5):1218–25.
- [32] Flenady V, Koopmans L, Middleton P, Frøen JF, Smith GC, Gibbons K, et al. Major risk factors for stillbirth in high-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2011;377(9774):1331–40.
- [33] Benchimol M. Conséquences fœtales d'une prise de poids excessive au cours de la grossesse. *Realites Gynecol Obstet* 2008;131:1–4.
- [34] Hilson JA, Rasmussen KM, Kjolhede CL. Excessive weight gain during pregnancy is associated with earlier termination of breast-feeding among white women. *J Nutr* 2005;136(1):140–6.



## ABSTRACT

The purpose of our work is to study weight gain in pregnant women and its impact on the health of the mother and child in Constantine (Algeria).

This study focused on the follow-up during the nine months of pregnancy of women attending prenatal consultation services in Constantine between December 2013 and July 2016. This is a longitudinal study of a cohort of 300 pregnant women aged 19 to 43 years.

The average total weight gain observed is  $9.0 \pm 5.7$  kg. A percentage of 47.3% of women have inadequate weight gain, 27.7% have excessive weight gain and only 25.0% of women have weight gain consistent with the recommendations of the American Institute of Medicine (IOM).

Excessive weight gain is more frequent in nulliparous women, women with a high level of education, who had a high birth weight, obese before pregnancy and who reported not knowing the ideal gain. This weight gain is also more common among women who increased their food consumption, not practicing physical activity and with a stressful environment. Inadequate weight gain is more frequent in women with a low birth weight, obese before pregnancy, with a low level of education and who reported not knowing the ideal gain, have sympathetic signs, have food aversions, and have insufficient caloric, vitamin, and mineral intakes. This gain is also common among women with a low duration of sleep and with a stressful environment.

Maternal and neonatal consequences were noted. Thus, this study confirmed that excessive weight gain is a risk factor for gestational hypertension, edema, term exceeded, caesarean delivery and newborns with a big weight. Insufficient weight gain increases the risk of gestational anemia, preterm and low birth weight.

Adequate weight gain during pregnancy is a condition favoring the birth of a healthy baby and the future well-being of the child and the mother. Thus, the promotion of health through the prevention of inadequate weight gain (excessive or insufficient) during pregnancy is an important issue given the deleterious consequences for the newborn and mother in the short and long term.

**Key words:** Weight gain, pregnancy, risk factors, health, mother, new born.

## ملخص

يهدف هذا البحث الى دراسة زيادة الوزن لدى النساء الحوامل وتأثيرها على صحة الأمهات و الأطفال في قسنطينة (الجزائر).

دراستنا تتعلق بمتابعة النساء الحوامل (خلال 9 أشهر من الحمل) المترددات على عيادات ما قبل الولادة بقسنطينة بين ديسمبر 2013 و يوليو 2016. إنها دراسة طولية, فوجية أجريت على 300 امرأة حامل تتراوح أعمارهم بين 19 و 43 عاما.

متوسط زيادة الوزن الكلي للنساء الحوامل هو  $9,0 \pm 5,7$  كيلو غرام. 47.3% من النساء الحوامل لديهم زيادة في الوزن غير كافية, 27.7% لديهم زيادة مفرطة في الوزن و 25% فقط من النساء الحوامل حصلن على زيادة في الوزن تتفق مع توصيات المعهد الأمريكي للطب (IOM).

يعد الوزن المكتسب الزائد أكثر شيوعا عند النساء اللواتي ليس لهن أطفال, ذوات المستوى العالي من التعليم, اللواتي كان لديهن وزن مرتفع عند الولادة, البدينات قبل الحمل, اللواتي يجهلن الوزن المكتسب المثالي أثناء الحمل. يعتبر هذا الوزن الزائد أيضا أكثر شيوعا لدى النساء اللواتي أعلن عن زيادة في كمية الأغذية المتناولة, لا يمارسن أي نشاط بدني و يعشن في بيئة متوترة. يعد الوزن المكتسب الغير الكافي أكثر انتشارا بين النساء ذوات الوزن المنخفض عند الولادة, البدينات قبل الحمل, اللواتي يجهلن الوزن المكتسب المثالي أثناء الحمل, يعانين من الغثيان و القيء, و الوحم في بداية الحمل. هذا الوزن غير الكافي هو أيضا أكثر شيوعا عند النساء اللواتي لديهن ساعات نوم أقل و يعشن في بيئة متوترة.

في هذه الدراسة تم تحديد عواقب على صحة الأم و الطفل. لقد أكدت نتائجنا أن الوزن المكتسب الزائد هو عامل خطر لإرتفاع ضغط الدم, للولادة القيصرية و لإنجاب أطفال بوزن كبير. أما الوزن المكتسب غير الكافي يزيد من خطر الإصابة بفقر الدم الحلمي, الإنجاب قبل الأوان و إنجاب أطفال بوزن منخفض .

يعد إكتساب الوزن الكافي أثناء الحمل شرطا أساسيا لولادة طفل سليم بوزن مثالي. وبالتالي, فإن تعزيز الصحة من خلال منع إكتساب وزن زائد أو غير كافي أثناء الحمل يعتبر أمر مهم بالنظر إلى العواقب الوخيمة للمولود و الأم على المدى القريب و البعيد .

**الكلمات المفتاحية:** زيادة الوزن, الحمل, عوامل الخطر, الصحة, الأم, المولود.

## RESUME

Notre travail a pour but l'étude du gain pondéral chez la femme enceinte et son impact sur la santé de la mère et de l'enfant à Constantine (Algérie).

Cette étude a porté sur le suivi durant les neuf mois de grossesse des femmes fréquentant les services de consultations prénatales à Constantine entre Décembre 2013 et Juillet 2016. C'est une étude longitudinale d'une cohorte de 300 femmes enceintes âgées de 19 à 43 ans.

Le gain de poids total moyen observé à terme est de  $9,0 \pm 5,7$  kg. Un pourcentage de 47,3 % des femmes a un gain pondéral insuffisant, 27,7 % des femmes ont un gain excessif, et seulement 25,0 % des femmes ont un gain de poids conforme aux recommandations de l'Institut Américain de Médecine (IOM).

Les facteurs influençant le gain de poids excessif sont la nulliparité, le niveau d'instruction élevé, le poids de naissance élevé de la femme, l'obésité avant grossesse et l'ignorance du gain gestationnel idéal. Ce gain excessif est également plus fréquent chez les femmes ayant augmenté leur consommation alimentaire, ne pratiquant pas d'activité physique et avec un environnement stressant. Le gain de poids insuffisant est plus fréquent chez les femmes ayant eu un petit poids à la naissance, obèses avant grossesse, ayant un niveau d'instruction bas et les femmes ayant déclaré ignorer le gain idéal, présentant des signes sympathiques, ayant des aversions alimentaires et ont des apports caloriques, vitaminiques et en minéraux insuffisants. Ce gain est également fréquent chez les femmes ayant une durée faible de sommeil et avec un environnement stressant.

Des conséquences maternelles et néonatales ont été relevées. Ainsi, cette étude a permis de confirmer qu'un gain pondéral excessif est un facteur de risque d'hypertension artérielle gestationnelle, d'œdèmes, de dépassement de terme, d'accouchement par césarienne et de nouveau-nés avec un gros poids. Le gain pondéral insuffisant augmente le risque d'anémie gestationnelle, de prématurité et d'hypotrophie à la naissance.

Un gain de poids adéquat pendant la grossesse est une condition favorisant l'accouchement d'un bébé en pleine santé et le futur bien-être de l'enfant et de la mère. Ainsi, la promotion de la santé passe par la prévention d'un gain de poids inadéquat (excessif ou insuffisant) durant la grossesse qui est un enjeu important étant donné les conséquences délétères pour le nouveau-né et sa mère à court et à long terme.

**Mots clés** : Gain de poids, grossesse, facteurs de risque, santé, mère, nouveau-né.