

Table des matières

Résumé	iii
Abstract.....	iv
Table des matières	v
Liste des tableaux	vii
Liste des figures.....	viii
Liste des abréviations et des sigles.....	ix
Avant-propos	xi
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Problématique	4
1.1 Obésité	4
1.1.1 Définitions.....	4
1.1.2 Mesures	4
1.1.3 Prévalence	5
1.1.4 Causes	7
1.1.5 Conséquences.....	8
1.1.6 Prévention et traitements.....	11
1.2 Récompense alimentaire	14
1.2.1 Définitions.....	14
1.2.2 Mesures	16
1.2.3 Facteurs d'influence de la récompense alimentaire	21
1.2.4 Association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral.....	27
1.3 Comportements alimentaires	29
1.3.1 Définitions et mesures.....	29
1.3.2 Association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive	31
1.3.3 Association entre la récompense alimentaire et la désinhibition	33
1.3.4 Association entre la récompense alimentaire et la susceptibilité à la faim	35
1.4 Résumé.....	36
Chapitre 2 : Objectifs et hypothèses	37
Chapitre 3 : Récompense alimentaire (plaisir et motivation) à l'égard des aliments palatables et son association avec l'IMC et les comportements alimentaires	39
3.1 Abstract.....	40
3.2 Résumé.....	41
3.3 Introduction.....	42
3.4 Material and methods.....	44
3.4.1 Participants and study design	44
3.4.2 Questionnaires.....	44
3.4.3 Anthropometric measurements	46
3.4.4 Subjective appetite sensations.....	46
3.4.5 Sociodemographic and medical variables.....	47
3.4.6 Statistical analysis	47
3.5 Results.....	48
3.5.1 Exclusions and description of participants.....	48
3.5.2 Objective 1: Association between food reward and BMI	48
3.5.3 Objective 2: Association between food reward and eating behaviour traits	48

3.6	Discussion.....	50
3.6.1	Association between food reward and BMI.....	50
3.6.2	Association between food reward and cognitive dietary restraint.....	52
3.6.3	Association between food reward and disinhibition.....	53
3.6.4	Association between food reward and susceptibility to hunger.....	54
3.6.5	Strengths and limitations.....	55
3.7	Conclusion.....	56
3.8	Financial support, conflict of interest, authorship and acknowledgments.....	57
3.9	References.....	58
3.10	Tables.....	63
3.11	Figures.....	67
3.12	Supplementary material.....	72
	Conclusion générale.....	73
	Bibliographie générale.....	79

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Catégorie de poids corporel selon le niveau de risque pour la santé.....	5
Table 3.1 : Categories of photographic food stimuli included in the LFPQ	63
Table 3.2 : Baseline characteristics of normal-weight ($n = 76$) and obese ($n = 74$) women	64
Table 3.3 : Eating behaviour traits [†] of normal-weight ($n = 76$) and obese ($n = 74$) women (means \pm SDs)	65
Table 3.4 : Significant interactions with explicit liking, explicit wanting and implicit wanting for high-fat sweet foods and pairwise differences using Tukey-Kramer	66
Table 3.5 : Pearson's correlation coefficients for the associations of BMI and TFEQ and their subscales with LFPQ scores for each food category ($n = 150$).....	72

Liste des figures

Figure 1.1 : Mesure du plaisir et de la motivation explicites avec le LFPQ	20
Figure 1.2 : Mesure de la motivation implicite avec le LFPQ	21
Figure 1.3 : Cycle de la récompense alimentaire (adaptée en français de Kringelbach 2012)	22
Figure 1.4 : Séquence typique d'un repas (adaptée en français de Kringelbach 2012).....	22
Figure 1.5 : Sous-scores de restriction cognitive, de désinhibition et de susceptibilité à la faim (selon le TFEQ).....	30
Figure 3.1 : Means of explicit liking and wanting (\pm SE) (mm) for the main effect of flexible restraint	67
Figure 3.2 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between emotional susceptibility to disinhibition and fat	68
Figure 3.3 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between susceptibility to hunger and fat.....	69
Figure 3.4 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between susceptibility to hunger and taste	70
Figure 3.5 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between external hunger and fat	71

Liste des abréviations et des sigles

Ankk1	: <i>Ankyrin Repeat and Kinase Domain Containing 1</i>
BES	: Échelle d'hyperphagie boulimique (<i>Binge Eating Scale</i>)
BMI	: Indice de masse corporelle (<i>Body Mass Index</i>)
c.-à-d.	: C'est-à-dire
CIHR	: <i>Canadian Institutes of Health Research</i> (Instituts de recherche en santé du Canada)
cm	: Centimètre
DEBQ	: <i>Dutch Eating Behaviour Questionnaire</i>
DRD2	: Récepteur de la dopamine D2 (<i>Dopamine Receptor D2</i>)
e.g.	: <i>Exempli gratia</i> (exemple)
ES	: Taille de l'effet (<i>Effect Size</i>)
ESCC	: Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes
et al.	: <i>Et alii</i> (et les autres)
ÉVA	: Échelle visuelle analogue
GECSSP	: Groupe d'étude canadien sur les soins de santé préventifs
GLM	: Modèle linéaire généralisé (<i>Generalized Linear Model</i>)
HDL	: Lipoprotéine de haute densité (<i>High Density Lipoprotein</i>)
HFSA	: Riche en gras et en sel (<i>High-Fat Savoury</i>)
HFSW	: Riche en gras et en sucres (<i>High-Fat Sweet</i>)
Hg	: Mercure
IAT	: Test d'association implicite (<i>Implicit Association Test</i>)
i.e.	: <i>Id est</i> (c'est-à-dire)
IMC	: Indice de masse corporelle
INAF	: Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels
IST	: Théorie de l'incitatif saillant (<i>Incentive Salience Theory</i>)
kg	: Kilogramme
L	: Litre
LFPQ	: <i>Leeds Food Preference Questionnaire</i>
LFSA	: Faible en gras et en sel (<i>Low-Fat Savoury</i>)
LFSW	: Faible en gras et en sucres (<i>Low-Fat Sweet</i>)

m	: Mètre
mm	: Millimètre
mmol	: Millimole
p. ex.	: Par exemple
po	: Pouce
RS	: Échelle de la restriction (<i>Restraint Scale</i>)
SAS	: Logiciel d'analyses statistiques (<i>Statistical Analysis Software</i>)
SD	: Écart-type (<i>Standard Deviation</i>)
SE	: Erreur-type (<i>Standard Error</i>)
SNPs	: Polymorphismes d'un seul nucléotide (<i>Single Nucleotide Polymorphisms</i>)
SSS	: Satiété spécifique sensorielle (<i>Sensory-Specific Satiety</i>)
TFEQ	: <i>Three-Factor Eating Questionnaire</i>
VAS	: Échelle visuelle analogue (<i>Visual Analog Scale</i>)
VO2	: Volume d'oxygène
vs.	: Versus

Avant-propos

J'ai débuté une maîtrise en nutrition dans l'équipe de recherche de Véronique Provencher à l'Institut sur la nutrition et les aliments fonctionnels (INAF) à l'été 2014. À ce moment, il n'y avait pas de projets de recherche en cours au sein de l'équipe. Toutefois, des données de certains projets déjà menés à terme n'avaient toujours pas été analysées. Ainsi, dans le cadre de ma maîtrise, j'ai utilisé les données de l'étude MENU dont l'objectif principal était d'étudier l'impact de l'étiquetage nutritionnel sur différentes variables reliées à l'alimentation sur une période de 10 jours auprès de femmes. À mon arrivée dans l'équipe, seul l'impact de l'étiquetage nutritionnel sur les sensations d'appétit, les attitudes et les apports alimentaires avait été étudié par deux étudiantes à la maîtrise. Pour ma part, je me suis intéressée à l'association entre la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres, le statut pondéral et les comportements alimentaires. Comme le recrutement et la collecte de données de l'étude MENU se sont déroulés de septembre 2011 à mai 2013, je n'ai pas eu l'occasion de participer à ces deux étapes. Néanmoins, parallèlement à ma maîtrise, j'ai saisi deux opportunités de prendre part au recrutement et à la collecte de données dans les études SKILLS et Neurophénol. Les analyses secondaires de l'étude MENU ont mené à la rédaction d'un article pour lequel je suis la première auteure, et qui sera soumis pour publication dans la revue *Appetite* à l'automne 2016.

J'aimerais souligner la contribution de plusieurs personnes à la réalisation de ma maîtrise. Tout d'abord, je tiens à remercier ma directrice de maîtrise, Véronique Provencher, professeure agrégée à l'École de nutrition de l'Université Laval, pour sa confiance, son écoute, sa compréhension, son support, ses conseils toujours constructifs et sa très grande disponibilité tout au long de ma maîtrise. Merci également à ma codirectrice, Vicky Drapeau, professeure agrégée au Département d'éducation physique de la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université Laval, pour le partage de son expertise et pour avoir accepté le rôle temporaire de directrice de maîtrise pendant le congé de maternité de Véronique Provencher. Je tiens à remercier Graham Finlayson, professeur associé à l'École de psychologie de l'Université de Leeds, pour son autorisation d'utiliser son questionnaire de récompense alimentaire dans le cadre de l'étude MENU et pour sa contribution significative à la compréhension de ce questionnaire et à l'analyse des données.

Merci aussi à toute l'équipe derrière l'étude MENU. Tout d'abord, je tiens à remercier Sonia Pomerleau, professionnelle de recherche dans l'équipe de Véronique Provencher et coordonnatrice d'études cliniques à l'INAF, pour avoir orchestré d'une main de fer l'étude MENU et pour avoir toujours eu réponses à mes nombreuses questions. Merci également aux chercheurs Éric Doucet, professeur titulaire à l'École des sciences de l'activité physique de l'Université d'Ottawa et Benoît Lamarche, professeur titulaire à l'École de nutrition de l'Université Laval, pour leur contribution dans la conception de l'étude MENU. Merci également à Élise Carbonneau, candidate au doctorat en nutrition et Julie Perron, professionnelle de recherche, toutes deux à l'INAF et dont leur projet de maîtrise portait sur l'étude MENU, pour leur précieuse aide sur divers aspects de ma maîtrise. Enfin, merci à toutes les participantes de l'étude.

Je tiens à remercier chaleureusement Graham Finlayson, Vicky Drapeau, Élise Carbonneau, Éric Doucet, Benoît Lamarche, Sonia Pomerleau et Véronique Provencher pour avoir pris le temps de réviser de façon critique l'article inclus dans ce mémoire.

La réalisation de l'étude MENU a été possible grâce au financement des Instituts de recherche en santé du Canada. Une partie de ce financement m'a permis de bénéficier du Programme études-travail de l'Université Laval tout au long de la maîtrise. J'ai également été récipiendaire de la bourse Ernest-Mercier qui souligne la reconnaissance de l'implication sociale. De plus, la Faculté des études supérieures et postdoctorales m'a octroyé deux bourses de réussite : une pour le dépôt de mon protocole de recherche et une autre pour le dépôt de la version initiale de mon mémoire dans les délais attendus. Enfin, j'ai obtenu un soutien financier de la part de l'INAF et de l'Association des étudiantes et des étudiants de Laval inscrits aux études supérieures pour la présentation de mon projet de maîtrise à l'*International Society for Behavioural Nutrition and Physical Activity* en Écosse en juin 2015.

En terminant, merci à toute l'équipe Provencher, antérieure et actuelle, à mes ami(e)s, ma famille ainsi qu'à mon conjoint pour leur patience et leur support au quotidien. Je leur en suis très reconnaissante.

Introduction générale

La prise alimentaire est contrôlée par deux systèmes intimement liés. D'une part, le système homéostatique regroupe les processus physiologiques qui amènent ou retiennent un individu à manger par le biais des signaux de faim et de satiété (incluant la satiation). D'autre part, le système hédonique dépend quant à lui des préférences alimentaires qui sont guidées par le plaisir et la motivation attribués à un aliment (Dalton & Finlayson, 2013).

Depuis plusieurs années, le système hédonique ou la récompense alimentaire fait l'objet de plus en plus de recherches. Les études s'intéressent à caractériser la récompense alimentaire en présence de différents facteurs en observant si ses deux composantes, le plaisir et la motivation, y sont associées. Un de ces facteurs est la palatabilité. Ainsi, une augmentation de la récompense alimentaire pour les aliments palatables (c.-à-d. riches en gras et en sucres), particulièrement la composante motivationnelle, a été proposée comme un facteur de risque de surconsommation alimentaire menant à un gain de poids (voire à l'obésité) à long terme (Erlanson-Albertsson, 2005; Yeomans et al., 2004). Dans un environnement où les aliments palatables sont omniprésents, il semble plausible que le système hédonique surpasse le système homéostatique et entraîne une consommation alimentaire au-delà des besoins énergétiques (Finlayson & Dalton, 2012b). Toutefois, dans de telles conditions, ce n'est pas tous les individus qui deviennent obèses, ce qui suggère qu'il y en a qui sont plus susceptibles que d'autres au gain de poids (Blundell et al., 2005). Il existe ainsi une variabilité individuelle dans la récompense alimentaire en fonction entre autres du statut pondéral et des comportements alimentaires (Blundell et al., 2005; Davis et al., 2004; Egecioglu et al., 2011; Epstein et al., 2007a).

D'un côté, les résultats des études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral sont mitigés. Alors que certaines études indiquent que les individus obèses se récompensent davantage avec des aliments palatables en comparaison à ceux de poids normal (Carr et al., 2014; Epstein et al., 2014; Epstein et al., 2012; Epstein et al., 2007b; Franken & Muris, 2005; Giesen et al., 2010; Saelens & Epstein, 1996; Temple et al., 2009), d'autres études indiquent plutôt qu'il n'y a pas de différences entre les deux

groupes quant à la récompense alimentaire (Cox et al., 1999; Cox et al., 1998; Davis et al., 2004; French et al., 2014; Snoek et al., 2004).

D'un autre côté, l'association entre la récompense alimentaire et les comportements alimentaires (c.-à-d. restriction cognitive, désinhibition et susceptibilité à la faim) est également variable. Certaines études suggèrent que la récompense alimentaire à l'égard des aliments palatables diffère entre les individus restreints et non-restreints (Ahern et al., 2010; French et al., 2014; Giesen et al., 2009; Goldfield & Lumb, 2009; Hoefling & Strack, 2008; Houben et al., 2010, 2012; Papies et al., 2009) tandis que d'autres études suggèrent plutôt le contraire (Houben et al., 2010; Roefs et al., 2005; Sin & Vartanian, 2012; Veenstra & de Jong, 2010). Quant à la désinhibition, les études font consensus. En effet, les individus désinhibés se récompensent davantage avec des aliments palatables que les individus non-désinhibés (Dalton et al., 2013a, 2013b; Finlayson et al., 2011; Finlayson et al., 2012; French et al., 2014). Enfin, les résultats des études sur la susceptibilité à la faim semblent également aller dans le même sens, à savoir que les individus susceptibles à la faim, particulièrement celle déclenchée par des signaux externes, se récompensent davantage en comparaison avec les individus non-susceptibles à la faim externe (Brignell et al., 2009; Davis et al., 2007; Fay et al., 2015; Hepworth et al., 2010; Hou et al., 2011; Nijs et al., 2009; Rollins et al., 2014).

Dans le but de faire la lumière sur la différence des résultats entre les études et de contribuer à l'avancement des connaissances dans ce domaine précis de la nutrition, le projet de maîtrise présenté dans le cadre de ce mémoire s'intéresse à l'association entre la récompense alimentaire à l'égard des aliments palatables, le statut pondéral et les comportements alimentaires.

Ce mémoire comprend trois chapitres. Le premier chapitre fait une brève synthèse de la littérature sur la problématique de l'obésité en association avec la récompense alimentaire et les comportements alimentaires. Les objectifs spécifiques ainsi que les hypothèses associées seront énoncés au second chapitre. Le troisième chapitre détaille entre autres la méthodologie et les résultats du présent projet de maîtrise sous la forme d'un article scientifique rédigé en anglais. Cet article sera soumis pour publication dans une revue scientifique avec comité de révision par les pairs, soit la revue *Appetite*, à l'automne

2016. Ce dernier chapitre est suivi d'une conclusion qui résume les principaux résultats du projet de recherche et discute entre autres des implications pratiques et des perspectives futures.

Chapitre 1 : Problématique

1.1 Obésité

Cette première section aborde le sujet de l'obésité en six points : les définitions, les mesures, la prévalence, les causes, les conséquences ainsi que la prévention et les traitements.

1.1.1 Définitions

L'embonpoint et l'obésité se définissent comme étant une « accumulation anormale ou excessive de graisse corporelle qui présente un risque pour la santé » (Organisation mondiale de la Santé, 2016). Cette accumulation résulte d'un déséquilibre énergétique où l'apport énergétique excède la dépense énergétique, ce qui mène à une balance énergétique positive à long terme. Les facteurs y contribuant seront détaillés dans la section 1.1.4. De plus, selon l'*American Association of Clinical Endocrinologists* et l'*American College of Endocrinology*, l'obésité est une maladie chronique, mais cette définition est loin de faire l'unanimité au sein de la communauté scientifique (Garvey et al., 2014). L'obésité représente également un des enjeux de santé publique les plus importants du 21^e siècle au Québec comme ailleurs (Tremblay, 2011).

1.1.2 Mesures

Plusieurs techniques sont utilisées pour mesurer l'embonpoint et l'obésité. Le système canadien de classification du poids en utilise principalement deux, soit l'indice de masse corporelle (IMC) et le tour de taille (Santé Canada, 2003). L'IMC est l'indicateur le plus couramment utilisé chez l'adulte pour mesurer le niveau de risque pour la santé relié à un surplus de poids. Il se calcule en divisant le poids en kilogrammes (kg) par la taille en mètres élevée au carré (m²). L'IMC est classé selon le niveau de risque qu'il représente pour la santé (Tableau 1.1) (Santé Canada, 2003). Dans le cadre de ce mémoire, le terme « surplus de poids » désigne la combinaison de l'embonpoint et de l'obésité, soit un $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$.

L'IMC comporte un certain nombre de limites. Il s'agit d'une mesure indirecte du niveau d'adiposité (Santé Canada, 2003), puisqu'entre autres, il ne tient pas compte de la

distribution du tissu adipeux ni de la composition corporelle (Despres, 2011). Considérant ces limites, l'utilisation d'une mesure complémentaire à l'IMC comme le tour de taille revêt toute son importance.

Tableau 1.1 : Catégorie de poids corporel selon le niveau de risque pour la santé

Catégorie de poids corporel		IMC (kg/m ²)	Niveau de risque pour la santé	
Poids insuffisant		< 18,5	Risque accru	
Poids normal		18,5 – 24,9	Moindre risque	
Surplus de poids	Embonpoint	25,0 – 29,9	Risque accru	
	Obésité globale	Obésité classe I	30,0 – 34,9	Risque élevé
		Obésité classe II	35,0 – 39,9	Risque très élevé
		Obésité classe III	40,0 et plus	Risque extrêmement élevé

Inspiré de Le Bodo et collaborateurs (2016).

Le tour de taille est un indicateur du niveau de risque pour la santé associé à un surplus de poids dans la région abdominale (Santé Canada, 2003). Il est considéré comme une mesure complémentaire dans l'évaluation du risque pour la santé lorsque l'IMC se situe à l'intérieur de l'intervalle 18,5-34,9 kg/m². Dans le cas d'un IMC plus grand ou égal à 35,0 kg/m², la mesure du tour de taille n'est pas nécessaire, car elle n'apporte pas d'information supplémentaire sur le niveau de risque pour la santé. Un tour de taille plus grand ou égal à 88 cm (35 po) pour les hommes et 102 cm (40 po) pour les femmes est associé à un risque accru de diabète de type II, de maladies coronariennes et d'hypertension (Santé Canada, 2003). La combinaison de l'IMC et du tour de taille permet de classer de façon plus précise le niveau de risque pour la santé (Despres, 2012). Plus l'IMC et le tour de taille sont élevés, plus le risque pour la santé est élevé. À noter qu'un IMC inférieur à 18,5 augmente également le niveau de risque pour la santé (Santé Canada, 2003). Il est donc plus précis de parler d'association curvilinéaire entre l'IMC et le risque pour la santé.

1.1.3 Prévalence

Au cours des trois dernières décennies, la prévalence de l'obésité a considérablement augmenté dans plusieurs régions du monde. En janvier 2015, l'Organisation mondiale de la Santé (2015) affirmait que la prévalence mondiale d'obésité a doublé depuis 1980. Au Canada, la prévalence de l'obésité chez l'adulte (définie par un IMC plus grand et égal à 30 kg/m²) a triplé, passant de 6,1 % en 1985 à 18,3 % en 2011

(Twells et al., 2014). Des études prédisent que la prévalence de l'embonpoint et de l'obésité continueraient à augmenter dans les prochaines années. D'ici 2019, plus de la moitié (55,4 %) de la population adulte canadienne sera en surpoids : 34,2 % fera de l'embonpoint et 21,2 % sera obèse (Twells et al., 2014). Au Québec, la prévalence de l'obésité devrait augmenter de façon constante de 2013 à 2030 autant chez les hommes (18,0-19,4 % à 22,2-30,4 %) que chez les femmes (15,5-16,3 % à 18,2-22,4 %) (Lo et al., 2014). Toutefois, il faut noter que ces prévalences sont calculées à partir de données auto-déclarées de poids et de taille. Considérant que ces données sous-estiment le poids et l'IMC et surestiment la taille (Connor et al., 2007), la prévalence est alors sous-estimée en moyenne de 10 % approximativement (Cairney & Wade, 1998). Dans un tel scénario, il est fort probable que la prévalence de l'embonpoint et de l'obésité soit plus importante que ce que les chiffres avancent.

À l'échelle mondiale, en 2014, la prévalence de l'embonpoint dans la population adulte de 18 ans et plus s'élevait à 39 % (Hommes : 38 %, Femmes : 40 %) tandis que la prévalence de l'obésité était de 13 % (Hommes : 11 %, Femmes : 15 %) (Organisation mondiale de la Santé, 2015). À l'échelle nationale, les données mesurées lors de l'*Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes* (ESCC) menée par Statistique Canada (2009) indiquaient qu'en 2008, 36,8 % de la population canadienne de 18 ans et plus (Hommes : 42,1 %, Femmes : 31,5 %) faisaient de l'embonpoint et 25,1 % (Hommes : 26,0 %, Femmes : 24,2 %) étaient obèses.

À l'échelle provinciale, toujours selon les données de l'ESCC, un peu plus de la moitié (50,5 %) de la population québécoise de 18 ans et plus présentait un surplus de poids en 2009-2010. Plus spécifiquement, 34,1 % (Hommes : 41,0 %, Femmes : 27,1 %) avaient un excès de poids alors que 16,4 % étaient obèses (Hommes : 17,5 %, Femmes : 15,4 %) (Institut national de santé publique du Québec, 2012). À lumière de ces statistiques, plus d'hommes que de femmes adultes sont en situation de surplus de poids au Québec et au Canada, ce qui n'est pas le cas mondialement. De plus, la province de Québec se démarque du Canada par une prévalence inférieure de surplus de poids.

1.1.4 Causes

Tel que mentionné précédemment, l'obésité survient lorsqu'il y a un déséquilibre énergétique entre l'apport et la dépense : l'apport est alors supérieur à la dépense, ce qui mène à long terme à une balance énergétique positive. Cette balance énergétique positive résulte d'une toile causale très complexe dans laquelle de nombreux facteurs individuels (internes) et environnementaux (externes) interagissent entre eux (Obesity Society, 2015). Ce paragraphe en dresse un portrait non exhaustif. Tout d'abord, parmi les **facteurs individuels** se retrouvent, entre autres, un plus faible niveau de satiété, une réponse accrue à la faim, une hyperréactivité aux signaux environnementaux, un trouble alimentaire, « manger ses émotions », des perturbations de l'humeur (p. ex. dépression, anxiété), des changements liés à l'âge (p. ex. ménopause), des facteurs génétiques et épigénétiques et des dysfonctionnements endocriniens (p. ex. thyroïde) (Obesity Society, 2015).

La récompense alimentaire est également un autre facteur individuel qui influence l'obésité. De plus en plus d'études suggèrent que les variations dans les récepteurs de la dopamine ou dans sa libération jouent un rôle dans la surconsommation alimentaire et l'obésité (Stice et al., 2011). Plus précisément, de faibles niveaux de récepteurs dopaminergiques D2 (DRD2) et une sensibilité atténuée des régions dopamine-cibles à la prise alimentaire (p. ex. striatum) sont associés à une augmentation de la prise alimentaire et à un poids élevé. De plus, certains gènes ont été identifiés dans la littérature comme pouvant avoir une influence sur le fonctionnement de la dopamine. En effet, certains polymorphismes génétiques (p. ex. Taq1A du gène DRD2) et variantes génétiques (p. ex. le récepteur de la dopamine D4 et le transporteur de la dopamine) qui affectent la disponibilité et la libération de la dopamine ainsi que l'expression ou le fonctionnement des récepteurs de la dopamine peuvent influencer le risque de gain de poids (Stice et al., 2011). L'association entre la récompense alimentaire et l'IMC sera davantage abordée dans la section 1.2.4.

Certains comportements peuvent également être en cause dans l'obésité. La revue de littérature de French et collaborateurs (2012) en a recensé sept : l'intérêt alimentaire, la sensibilité à la satiété, le fait de manger en absence de faim, la valeur de renforcement alimentaire, la désinhibition, l'impulsivité et la maîtrise de soi. La plupart des études

incluses dans cette revue ont démontré des associations positives entre ces comportements et l'IMC. De plus, parmi les sept comportements recensés, la désinhibition est celui le plus étudié et son lien avec le gain de poids est le plus consistant (French et al., 2012). Dans le cadre de ce mémoire, les comportements étudiés sont la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim. Ces trois comportements alimentaires en lien avec la récompense alimentaire seront discutés de manière plus exhaustive dans la section 1.3.

Comme l'obésité est une condition hétérogène, les facteurs qui expliquent son développement ne sont pas les mêmes d'un individu à l'autre. La génétique en est un bel exemple. D'après une méta-analyse publiée en 2015 dans le journal *Nature*, la génétique semble expliquer seulement 21 % de la variabilité interindividuelle de l'IMC (Locke et al., 2015). Cela suggère que d'autres facteurs sont impliqués dans le développement de l'obésité. Ainsi, aux facteurs individuels s'ajoutent des **facteurs environnementaux** à l'échelle internationale, nationale, provinciale et locale. Il est notamment question de la mondialisation, de l'industrialisation, des politiques sociales, culturelles et économiques, de la publicité ainsi que de l'accessibilité et de la disponibilité alimentaires (Institut national de santé publique du Québec, 2013). La plupart des facteurs sont modifiables tandis que d'autres ne le sont pas (p. ex. génétique). En ce sens, l'obésité est une condition évitable (Organisation mondiale de la Santé, 2015).

1.1.5 Conséquences

L'embonpoint et l'obésité sont associés à un risque accru de mortalité due à de multiples comorbidités (Berrington de Gonzalez et al., 2010). Parmi ces comorbidités se retrouvent entre autres les maladies cardiovasculaires (p. ex. hypertension, dyslipidémies, arrêt cardiaque), le diabète de type II, l'intolérance au glucose, certains types de cancer (p. ex. côlon, rectum, reins, seins, ovaires et endomètre), les affections de la vésicule biliaire, l'insuffisance rénale, les troubles musculosquelettiques comme l'arthrose et la lombalgie chronique ainsi que les troubles respiratoires tels que l'asthme et la maladie pulmonaire obstructive chronique (Guh et al., 2009; Martin-Rodriguez et al., 2015).

Certaines de ces anomalies métaboliques associées à l'obésité se regroupent sous l'appellation du syndrome métabolique (Agence de la santé publique du Canada, 2016). Selon le *National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III*, le syndrome métabolique se définit par la présence d'au moins trois des cinq critères suivants : 1) tour de taille élevé (Hommes : > 102 cm (40 po), Femmes : > 88 cm (35 po)); 2) triglycérides élevés ($\geq 1,7$ mmol/L); 3) cholestérol-HDL faible (Hommes : < 1,0 mmol/L, Femmes : < 1,3 mmol/L); 4) tension artérielle systolique ou diastolique élevée ($\geq 130/85$ mm Hg); et 5) glycémie à jeun élevée (> 5,6 mmol/L) (Grundy et al., 2005). À noter qu'il existe d'autres définitions du syndrome métabolique qui se distinguent principalement par des valeurs seuil différentes pour le tour de taille. À titre d'exemple, l'*International Diabetes Federation* a établi différentes valeurs seuil de tour de taille selon l'origine ethnique (Zimmet et al., 2005). Ainsi, l'obésité abdominale mesurée par le tour de taille est une des composantes du syndrome métabolique. Il s'agit en fait de la manifestation la plus fréquente du syndrome métabolique, ce dernier étant un facteur de risque important des maladies cardiovasculaires (Despres & Lemieux, 2006).

L'association entre l'obésité et certaines maladies n'est pas causale. C'est ce qui explique entre autres que tous les individus obèses ne sont pas forcément malades. En effet, il semble exister un sous-groupe d'individus obèses, soit 20 à 30 % des individus obèses, qui présentent un profil métabolique normal (c.-à-d. une sensibilité élevée à l'insuline et l'absence de diabète, de dyslipidémies ou d'hypertension). Ils ont été identifiés comme étant des individus obèses métaboliquement sains (*Metabolically Healthy Obese*). Ils ont un surplus de poids, mais paradoxalement, il semble que ce surplus de poids les « protège » contre divers désordres métaboliques (Boonchaya-anant & Apovian, 2014). Bref, l'apparence physique n'est pas systématiquement le reflet de la santé d'un individu.

Les conséquences de l'obésité ne sont pas uniquement d'ordre physiologique. En raison de leur poids corporel, les individus obèses sont vulnérables à la discrimination, à la stigmatisation et au harcèlement de la part d'individus dans différents milieux de la vie quotidienne tels que le travail, les soins de santé, l'éducation, les médias et même dans leurs relations interpersonnelles avec les membres de leur famille et leurs amis (Puhl & Heuer, 2009). Par exemple, comparativement à des individus de poids normal, les individus

obèses sont plus souvent disqualifiés à l'embauche et moins souvent sélectionnés pour un poste de supervision, et cette stigmatisation par les ressources humaines semble plus prononcée chez les femmes obèses (Giel et al., 2012). Les professionnels de la santé n'échappent pas à la tendance. Une étude a démontré une association négative entre la communication patient-médecin et l'IMC du patient, ce qui suggère que les médecins ont moins de respect pour ce que les patients obèses avaient à leur dire et ne leur consacraient pas assez de temps comparativement aux patients non-obèses (Richard et al., 2014). Dans le secteur de l'éducation, les candidats à un programme d'études supérieures en psychologie avec un IMC élevé sont moins nombreux à recevoir une offre d'admission à la suite d'une entrevue en personne, particulièrement chez les femmes, et ce, malgré que leurs lettres de recommandation aient reçu davantage de commentaires positifs que les candidats avec un IMC plus faible (Burmeister et al., 2013). De plus, les stéréotypes basés sur le poids corporel demeurent encore largement répandus dans la société actuelle. Les individus obèses sont perçus comme étant paresseux, non motivés, incompetents, non-compliants, négligés et manquant d'auto-discipline ainsi que de volonté (Puhl & Heuer, 2009).

Malheureusement, il est encore socialement acceptable en 2016 d'agir et de penser ainsi à l'égard des individus obèses. Ces formes de discrimination, stigmatisation et préjugés engendrent de nombreux effets indésirables non négligeables sur la santé mentale et physique des individus obèses, incluant la dépression, une faible estime de soi, une insatisfaction corporelle, l'anxiété, l'isolement sociale, des idées suicidaires, de mauvais résultats scolaires, une faible pratique d'activité physique, des comportements alimentaires inadaptés (p. ex. surconsommation alimentaire) et une diminution de l'utilisation des soins de santé. Dans une société où les standards de beauté sont souvent irréalistes et les pressions sociales pour s'y conformer sont omniprésentes, tous ces effets négatifs engendrés par un poids corporel « hors norme » se traduisent par une diminution significative de la qualité de vie des individus obèses (Puhl & King, 2013). Cette réalité peut ultimement renforcer le gain de poids et entraver les efforts de perte de poids (Puhl & King, 2013) ainsi que de mener au développement d'une préoccupation excessive à l'égard du poids (Équilibre, 2016).

D'autre part, les comorbidités associées à l'obésité entraînent un fardeau économique majeur pour la société. Par exemple, au Québec, pour l'année 2011, l'Institut national de santé publique du Québec a estimé le fardeau économique de l'obésité à 2,9 milliards de dollars : 1,5 milliards de dollars pour les consultations médicales et les hospitalisations (Institut national de santé publique du Québec, 2015a) et 1,4 milliards de dollars pour la consommation de médicaments et l'invalidité (Institut national de santé publique du Québec, 2015b). Tenant compte des conséquences physiologiques, psychologiques et économiques associées à l'embonpoint et à l'obésité, atteindre et maintenir un poids santé s'avère une avenue capitale.

1.1.6 Prévention et traitements

Comme l'obésité est une condition multifactorielle, la solution ne peut pas être unique. Elle réside plutôt dans une combinaison d'approches à la fois environnementales et individuelles. Les approches environnementales visent à rejoindre le plus grand nombre d'individus au sein d'une population donnée alors que les approches individuelles ciblent plutôt un seul individu ou un petit groupe d'individus.

1.1.6.1 Approches environnementales

L'environnement est un terme très vaste. Pour que celui-ci exerce une influence positive et significative sur la santé d'une population, il doit être favorable à une saine alimentation, à un mode de vie physiquement actif et à la prévention des problèmes reliés au poids. Ainsi, « un environnement favorable [...] réfère à l'ensemble des éléments de nature physique, socioculturelle, politique et économique » (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2012, p. 17). De plus, l'environnement peut également se définir à l'échelle micro et macro. Les microenvironnements sont proches de la population (c.-à-d. palier local) alors que les macroenvironnements sont proches des décideurs (c.-à-d. paliers régional, national et international) (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2012).

Depuis plusieurs années, le Québec déploie beaucoup d'efforts pour faire la promotion de la saine alimentation, de l'activité physique et de la prévention de l'obésité. Dans le contexte actuel où les ressources sont limitées, les interventions se doivent de répondre à un besoin prioritaire. Mais quels sont ces besoins au juste? À cet égard, très

récemment, le projet « COMMENT FAIRE MIEUX? » s'est intéressé à cette question en identifiant 50 pistes d'actions, dont 12 incontournables, afin d'optimiser les efforts en promotion de la saine alimentation, de l'activité physique et de la prévention de l'obésité. Ce projet reconnaît que pour agir efficacement, une des pistes incontournables est de renforcer l'approche systémique ciblant les quatre environnements (c.-à-d. physique, socioculturel, politique et économique) autant au niveau micro que macro. Pour y parvenir, les efforts doivent être concertés, tous les paliers décisionnels (p. ex. paliers local, régional, national et même international) doivent être impliqués et les intervenants de différents secteurs et milieux de vie (p. ex. secteur agroalimentaire, secteur de la santé, secteur de l'aménagement, milieux de garde, milieux de travail, milieux sportifs et récréatifs) doivent être interpellés (Le Bodo, 2016).

Deux exemples d'initiatives environnementales au Québec sont la Politique-cadre pour une saine alimentation et un mode de vie physiquement actif, intitulée *Pour un virage santé à l'école*, adoptée en septembre 2007 par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (Gouvernement du Québec, 2007) et le Défi Santé (Capsana, 2016). Ce défi est une campagne de promotion des saines habitudes de vie qui invite la population québécoise à atteindre trois objectifs, soit de manger au moins 5 portions de fruits et de légumes, de bouger au moins 30 minutes pour les adultes et 60 minutes pour les jeunes et de prendre au moins une pause, et ce, tous les jours au cours d'une période de six semaines (Capsana, 2016). Ce genre de campagnes n'a pas comme objectif principal de faire perdre du poids à la population, mais plutôt d'améliorer leur santé de façon globale.

1.1.6.2 Approches individuelles

Les lignes directrices canadiennes 2015 du Groupe d'étude canadien sur les soins de santé préventifs (GECSSP) précisent que les interventions ciblant le changement des habitudes de vie comme l'alimentation, l'activité physique et la thérapie comportementale sont la première ligne de traitement pour la plupart des individus qui font de l'embonpoint ou qui sont obèses (c.-à-d. IMC 25-40 kg/m²) (Brauer et al., 2015). Selon une méta-analyse regroupant 68 études dont 66 essais contrôlés randomisés, les participants ayant reçu l'intervention (p. ex. alimentation, activité physique, alimentation et activité physique) ont perdu en moyenne 3,02 kg de poids et 2,78 cm de tour de taille de plus que les participants

du groupe témoin (c.-à-d. aucune intervention ou soins habituels du médecin). De plus, leur IMC a pour sa part diminué de 1,11 kg/m² de plus en comparaison avec le groupe témoin (Peirson et al., 2014). Idéalement, un changement des habitudes de vie devrait être encadré par une équipe multidisciplinaire incluant des professionnels de la santé tels que les nutritionnistes et les kinésiologues (Montesi et al., 2016). Dans son plan de traitement individualisé, l'équipe multidisciplinaire devrait proposer un objectif de perte de poids réaliste et réalisable comme première étape au changement. À cet effet, l'objectif initial de perte de poids devrait se situer entre 5 à 10 % du poids initial dans un délai de six mois. Cet objectif est suffisant pour avoir un impact significatif sur la santé (p. ex. pression artérielle, glycémie, bilan lipidique) (Jensen et al., 2014).

Au changement des habitudes de vie peut s'ajouter deux autres options de traitement à l'obésité : la pharmacothérapie (p. ex. Orlistat, Qsymia, Belviq) et la chirurgie bariatrique. Ces deux options sont parfois nécessaires dans les cas plus sévères d'obésité, mais le GECSSP précise que la pharmacothérapie ne devrait pas être systématiquement offerte puisqu'elle est associée à des effets secondaires indésirables (Brauer et al., 2015). Ceux les plus fréquemment rapportés par les utilisateurs de l'Orlistat sont les symptômes gastrointestinaux tels que des douleurs abdominales, des flatulences, des selles molles et huileuses ainsi qu'une augmentation de la fréquence de défécation et d'urgence de déféquer (Peirson et al., 2014). En 2012, la *Food and Drug Administration* a approuvé deux médicaments pour la perte de poids à long terme : Qsymia et Belviq (Woloshin & Schwartz, 2014). Le Qsymia a été associé entre autres à une fréquence plus élevée d'épisodes de paresthésie au niveau du visage, des mains et des pieds, de bouche sèche et de constipation tandis que les utilisateurs du Belviq ont rapporté une fréquence plus élevée de maux de tête et de vertiges que ceux recevant un placebo. Une revue de littérature écrite par Hainer et Aldhoon-Hainerova (2014) énumère plusieurs autres effets secondaires liées à la pharmacothérapie. Pour une question de sécurité, certains médicaments ont déjà été retirés du marché. C'est notamment le cas du Meridia en 2010 en raison d'une association potentielle avec l'augmentation du risque d'infarctus du myocarde et d'accident vasculaire cérébral (Woloshin & Schwartz, 2014). En ce qui concerne la chirurgie bariatrique, c'est une option offerte pour les individus obèses morbides (c.-à-d. IMC \geq 40 kg/m²) ou les

individus obèses avec de multiples comorbidités qui n'ont pas obtenu de résultats significatifs avec les approches non-chirurgicales (Cannon & Kumar, 2009).

Le principal défi du traitement de l'obésité n'est pas la perte de poids, mais le maintien du poids à long terme puisqu'il est associé à un risque élevé d'échec et de reprise du poids perdu (Montesi et al., 2016). La difficulté à maintenir le poids perdu à long terme s'explique par des changements psychologiques et physiologiques induits par la perte de poids elle-même. Parmi les changements physiologiques se retrouve entre autres l'augmentation de la récompense alimentaire à l'égard des aliments palatables, c'est-à-dire un plaisir et une motivation plus grandes à l'égard des aliments riches en gras et en sucres (MacLean et al., 2015). Certaines études ont noté une augmentation de la sensibilité à la récompense alimentaire chez les personnes obèses. Ce sujet demeure toutefois controversée et sera abordée dans la prochaine section.

1.2 Récompense alimentaire

Cette deuxième section présente la récompense alimentaire sous quatre angles : définitions, mesures, facteurs d'influence et association avec l'IMC.

1.2.1 Définitions

Selon l'*Incentive Salience Theory* (IST), la récompense alimentaire implique trois composantes distinctes : le *liking*, le *wanting* et le *learning* (Berridge, 1996; Robinson & Berridge, 1993). Dans un premier temps, il sera question des deux premières composantes, soit le *liking* et le *wanting*, aussi appelés plaisir et motivation, respectivement. Il existe plusieurs définitions de ces deux composantes actuellement dans la littérature. Elles ont considérablement évolué au fil des ans, mais la définition du *liking* semble être plus constante dans le temps que celle du *wanting* (Tibboel et al., 2015). Tibboel et collaborateurs (2015) propose quatre types de définitions de la récompense alimentaire. Seules les deux plus utilisées sont détaillées dans cette section. Une première définition concerne le *liking* et le *wanting* comme un processus neurologique. Alors que le *liking* est seulement associé avec la libération d'opioïdes par les « *hedonic hotspots* » subcorticaux, le *wanting* est plutôt associé avec l'activité du système dopaminergique mésolimbique stimulé

principalement par la dopamine. Ainsi, d'après cette définition, la récompense alimentaire est représentée fonctionnellement et structurellement par ces deux substrats neuronaux distincts. Cette distinction est toutefois controversée dans la littérature (Finlayson & Dalton, 2012a; Havermans, 2011), puisqu'il est probable que ces deux substrats neuronaux ne soient pas entièrement distincts. Cette hypothèse a été démontrée par des interactions significatives entre la dopamine et les opioïdes dans certaines études (Berridge, 1996, 2004; Berridge & Robinson, 2003). Une interprétation possible de cette interaction est que la motivation contient potentiellement un élément du plaisir, mais lorsque la motivation est mesurée, la mesure reflète majoritairement la composante motivationnelle de la récompense alimentaire (et vice-versa) (Finlayson et al., 2007a).

Toujours selon la définition du processus neurologique, le plaisir et la motivation sont associés à une troisième composante de la récompense alimentaire, intitulée « apprentissage » (traduction libre de *learning*), laquelle est principalement impliquée dans le lien unissant le plaisir et la motivation (Dalton & Finlayson, 2013). En ce sens, le plaisir est considéré comme un élément essentiel qui contribue à la motivation (Finlayson & Dalton, 2012b; Finlayson et al., 2007b; French et al., 2014). Autrement dit, un changement dans la motivation à consommer un aliment peut mener à un changement dans le plaisir à l'égard de cet aliment (et vice-versa). Par contre, un aliment peut également être aimé sans être désiré (French et al., 2014).

À proprement parlé, le plaisir et la motivation sont deux construits théoriques (Finlayson et al., 2007b). Ils sont en fait deux concepts intangibles et non directement observables issus de raisonnements et d'observations scientifiques. Tout comme les construits psychologiques, le plaisir et la motivation ne peuvent pas être mesurés directement. Ils ne peuvent qu'être opérationnalisés (Finlayson & Dalton, 2012a).

Une deuxième définition proposée par Tibboel et collaborateurs (2015) réfère au processus mental ou psychologique. D'ailleurs, c'est cette définition qui a été retenue dans le cadre de ce mémoire. Ce processus diffère du processus neurologique discuté précédemment, mais les deux processus sont tout de même interliés. Selon la définition du processus mental/psychologique, le *liking* est la composante affective de la récompense alimentaire reliée à l'expérience immédiate ou à l'anticipation du plaisir induite par les

propriétés orosensorielles des aliments tandis que le *wanting* est la composante motivationnelle de la récompense alimentaire qui représente l'envie de consommer un aliment spécifique. Le *wanting* correspond étroitement à l'appétit (Berridge, 1996). Au niveau implicite (voir section 1.2.2 pour la définition), le *wanting* se définit comme l'attribution d'un incitatif saillant (Berridge, 2004; Finlayson et al., 2007b). La définition basée sur le processus mental/psychologique est la plus fréquemment utilisée et étudiée dans la littérature.

Même si l'IST a été principalement utilisée dans le cadre de recherches avec les animaux, plusieurs chercheurs ont essayé et essaient toujours de l'appliquer chez l'humain (Tibboel et al., 2015). La transposition de cette théorie de l'animal à l'humain comporte son lot d'obstacles, la plupart concernant l'exactitude des mesures explicites de la récompense alimentaire (Finlayson et al., 2007b).

1.2.2 Mesures

Pour évaluer le plaisir et la motivation chez l'humain, deux principales mesures sont utilisées, soit les mesures explicites et implicites ou une combinaison des deux. Tout d'abord, les **mesures explicites** sont des mesures directes, subjectives, conscientes et introspectives. Les principales mesures explicites utilisées pour évaluer la récompense alimentaire sont des techniques psychométriques comme des échelles numériques et des échelles visuelles analogues (ÉVA) (Finlayson & Dalton, 2012b). L'ÉVA est une ligne horizontale non graduée de 100 ou 150 mm de longueur dont les extrémités sont identifiées par un minimum et un maximum d'intensité de la sensation étudiée (Rogers & Blundell, 1979). Les questions « À quel point serait-il plaisant de goûter à cet aliment maintenant? » et « À quel point désirez-vous manger cet aliment? » sont souvent utilisées pour évaluer le plaisir et la motivation explicites, respectivement. Les mesures explicites sont vulnérables à l'interférence avec d'autres pensées ou états subjectifs, à la « contamination », à une interprétation parfois erronée ainsi qu'à un biais de désirabilité sociale, ce qui peut mener à de potentielles inexactitudes (Berridge, 1996; Finlayson & Dalton, 2012b; Finlayson et al., 2007a). Cependant, ces limites peuvent être surmontées par l'utilisation de mesures implicites (Finlayson et al., 2008).

Une **mesure implicite** se définit comme étant le résultat d'une procédure qui mesure une variable d'intérêt de manière automatique (De Houwer & Moors, 2010; De Houwer et al., 2009). Le processus qui sous-tend une mesure implicite est dit automatique s'il rencontre un ou plusieurs de ces critères : non intentionnel, non contrôlé ou non contrôlable, indépendant des objectifs, autonome, inconscient, efficace et rapide (Moors & De Houwer, 2006). Les termes « indirect », « objectif » et « spontané » sont également des synonymes des mesures implicites. Plus la réponse de l'individu est automatique, plus cette dernière est susceptible de refléter la motivation implicite sans être « contaminée » par des mesures explicites (Finlayson & Dalton, 2012b) et d'autres facteurs tels que la désirabilité sociale. Ainsi, les mesures implicites ont un plus grand potentiel dans la compréhension du rôle de la récompense sur l'alimentation que les mesures explicites (Finlayson et al., 2007b).

Au cours des dernières années, plusieurs mesures ont été adaptées ou développées pour évaluer deux des composantes de la récompense alimentaire, soit la motivation et le plaisir. Pour évaluer la **motivation implicite**, les mesures se regroupent en deux principales catégories. La première catégorie dépend de la volonté des individus à déployer des efforts pour obtenir une récompense alimentaire ou autre (Finlayson & Dalton, 2012b). La motivation implicite est ainsi opérationnalisée comme une valeur de renforcement, soit à quel point un individu est prêt à travailler pour avoir accès à une récompense comparativement à une autre récompense (p. ex. lire un journal) (Epstein et al., 2007a). Par exemple, si un individu travaille quatre fois plus fort pour obtenir un aliment par rapport à une alternative, cet aliment est quatre fois plus renforçant comparativement à l'alternative (Saelens & Epstein, 1996). La mesure la plus commune pour évaluer la valeur de renforcement alimentaire est la *progressive ratio computer task* (Epstein et al., 2007a). La valeur de renforcement alimentaire est mesurée en déterminant le nombre de réponses, soit le nombre de cliques avec une souris, pour obtenir un aliment ou son alternative. L'environnement expérimental inclut deux stations informatiques avec une chaise pivotante au milieu pour faire l'aller-retour entre les deux stations. À une station, le participant peut gagner des points pour un aliment tandis qu'à l'autre station, il peut gagner des points pour lire le journal et des magazines. Le programme utilisé pour cette tâche est similaire à une machine à sous. Un point est gagné à chaque fois que les trois formes apparaissant sur

l'écran sont identiques en termes de forme et de couleur. Pour chaque cinq points gagnés, le participant reçoit une portion de sa collation préférée, déterminée lors d'un test *ad libitum* avant le test, ou deux minutes de lecture, dépendamment de la récompense pour laquelle il a travaillé. Pour gagner un point, le nombre de cliques pour obtenir un aliment ou du temps pour lire est prédéterminé et varie progressivement (p. ex. 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048). La tâche se termine lorsque le participant ne souhaite plus gagner de points pour obtenir un aliment ou du temps pour lire (Epstein et al., 2011). Bref, la *progressive ratio computer task* mesure seulement la composante motivationnelle de la récompense alimentaire au niveau implicite.

La seconde catégorie dépend de la compatibilité d'un aliment ou d'un signal alimentaire avec une réponse liée au temps. La motivation implicite est ainsi opérationnalisée comme un temps de réaction après l'exposition à un aliment en comparaison avec un autre aliment ou une autre alternative (Finlayson & Dalton, 2012b). Parmi les mesures implicites se retrouvent l'*Implicit Association Test* (IAT) (Greenwald et al., 1998). Ce test mesure l'association différentielle entre une cible (p. ex. fleur vs. insecte) et un attribut (p. ex. plaisant vs. non plaisant). Dans un premier temps, pour chaque mot qui apparaît dans le milieu de l'écran, l'individu est invité à trier ce mot avec la cible ou l'attribut approprié en appuyant sur la touche gauche ou droite correspondante du clavier. Par exemple, le mot tulipe est une fleur et le mot souffrir est non plaisant. Dans un deuxième temps, selon les mêmes consignes, l'individu est invité à trier le mot sur l'écran avec la combinaison de cible et d'attribut appropriés. Par exemple, le mot bonheur appartient à la catégorie « fleur + plaisant » (association compatible) alors que le mot dégoût n'appartient pas à la catégorie « insecte + plaisant » (association incompatible). Dans le cas d'une association compatible (p. ex. fleur + plaisant), le temps de réaction est plus rapide que dans le cas d'une association incompatible (p. ex. insecte + plaisant) (Greenwald et al., 1998). La différence dans le temps de réaction entre les deux tâches reflète la force relative des associations. Ce test est le plus utilisé pour mesurer des concepts implicites. Sa popularité réside dans sa flexibilité : en modifiant les énoncés et les stimuli, il peut mesurer une grande variété de concepts implicites. Pour mesurer le **plaisir implicite**, l'IAT est l'un des rares tests qui mesure cette composante de la récompense alimentaire (Tibboel et al., 2015). Par contre, ce test n'a pas été retenu dans le cadre de ce projet de

maîtrise puisqu'il n'inclut pas une mesure des composantes explicites de la récompense alimentaire.

De plus, si la récompense alimentaire est définie selon la définition du processus neurologique, les études utilisent plutôt l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle, et dans une moindre mesure, la tomographie par émission de positrons (Ziauddeen et al., 2015), mais ces deux méthodes sont beaucoup plus coûteuses que celles répertoriées précédemment.

Des mesures explicites et implicites du plaisir et de la motivation alimentaires peuvent être combinées à l'intérieur d'une même procédure. C'est notamment le cas du *Leeds Food Preference Questionnaire* (LFPQ). Le LFPQ est une procédure informatique validée et développée par Finlayson et collaborateurs qui mesure séparément et simultanément différentes composantes de la récompense alimentaire (c.-à-d. plaisir explicite, motivation explicite et motivation implicite) et les préférences alimentaires pour le même ensemble d'images photographiques d'aliments (Finlayson et al., 2008; Finlayson et al., 2007a). La procédure a été traduite jusqu'à présent en six langues et adaptée à différents régimes alimentaires. Ainsi, les images photographiques d'aliments utilisées dans le cadre de cette procédure informatique varient d'une étude à l'autre, mais elles sont toutes sélectionnées et classées selon leur teneur en gras (riche vs. faible) et/ou leur goût (salé vs. sucré) pour former quatre catégories : riches en gras et en sel, faibles en gras et en sel, riches en gras et en sucres ainsi que faibles en gras et en sucres. De façon générale, entre 8 et 20 images photographiques d'aliments sont incluses dans la procédure informatique.

Pour mesurer **le plaisir et la motivation explicites** (Figure 1.1), une image photographique d'un aliment (p. ex une tarte) est présentée de façon aléatoire et le participant doit cliquer sur l'ÉVA (de « pas du tout » à « extrêmement ») à l'endroit qui représente le mieux à ce moment son plaisir (« À quel point serait-il plaisant de goûter à cet aliment maintenant? ») et sa motivation (« À quel point voulez-vous de cet aliment maintenant? ») à l'égard de l'image photographique présentée (Finlayson et al., 2008; Finlayson et al., 2007a).

Plaisir : *À quel point serait-il plaisant de goûter à cet aliment maintenant?* ou
Motivation : *À quel point voulez-vous de cet aliment maintenant?*



Figure 1.1 : Mesure du plaisir et de la motivation explicites avec le LFPQ

Pour mesurer la **motivation implicite** (Figure 1.2), deux images photographiques d'aliments de deux catégories différentes [p. ex. riches en gras et en sel (pizza) et riches en gras et en sucres (tarte)] sont présentées simultanément et de façon aléatoire. En utilisant les touches « D » ou « J » du clavier, le participant doit sélectionner l'aliment qu'il a le plus envie de manger à ce moment, et ce, le plus rapidement et précisément possible (Finlayson et al., 2008; Finlayson et al., 2007a). À l'insu du participant, la fréquence et la vitesse de sélection des images photographiques sont enregistrées et combinées en tant qu'indicateur de la motivation implicite (Dalton & Finlayson, 2014). En exigeant de faire un choix parmi deux options d'image photographique d'aliments, la procédure mesure par définition la préférence alimentaire (Finlayson et al., 2008).

Le LFPQ a été retenu dans le cadre de ce projet de maîtrise pour évaluer la récompense alimentaire puisqu'il mesure à la fois le plaisir et la motivation à des niveaux explicite et implicite. Par contre, le plaisir implicite n'est pas inclus dans ce questionnaire surtout à cause d'une raison pratique. En effet, le plaisir implicite est une dimension difficile à mesurer par une procédure informatique, car c'est un processus subcortical expérimenté inconsciemment (G. Finlayson, communication personnelle, 18 mars 2016).

Quel aliment voulez-vous le plus manger maintenant?

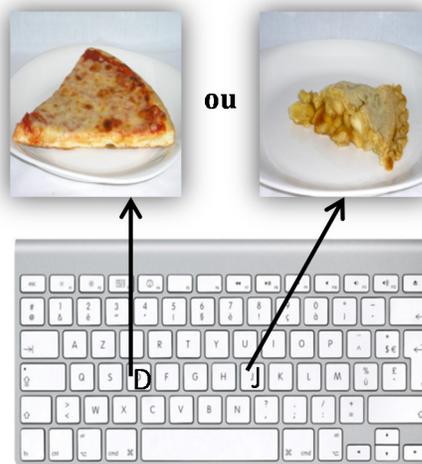


Figure 1.2 : Mesure de la motivation implicite avec le LFPQ

En somme, le LFPQ est l'une des mesures répertoriée dans la littérature qui évalue la récompense alimentaire. Plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats obtenus à partir de ce questionnaire. La prochaine section présente certains de ces facteurs.

1.2.3 Facteurs d'influence de la récompense alimentaire

Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer la récompense alimentaire. Ils jouent le rôle de facteurs confondants dans l'étude de l'association entre la récompense alimentaire et la prise alimentaire. Cette section en présente quelques-uns (liste non exhaustive). Ces facteurs ainsi que plusieurs autres facteurs ont aussi été décrits dans une revue de littérature (Epstein et al., 2007a).

1.2.3.1 Sensation d'appétit

La récompense alimentaire est intimement liée aux sensations d'appétit, soit les signaux de faim et de satiété, incluant la satiation (Figure 1.3 et Figure 1.4) (Kringelbach et al., 2012). En effet, la récompense alimentaire a des connexions avec des neurones du contrôle de l'appétit dans l'hypothalamus (Blundell et al., 2000). La récompense alimentaire a donc un impact sur le contrôle de l'appétit en influençant à la fois la faim, la satiation et la satiété. La faim réfère à un besoin physiologique de nourriture (Herman &

Polivy, 2005) et se traduit par ses sensations physiques corporelles (Blundell et al., 2010). La satiété est le processus qui mène à la cessation de la prise alimentaire. La satiété détermine ainsi la taille d'un repas, c'est-à-dire la quantité de nourriture consommée lors d'un repas. La satiété est plutôt le processus qui mène à l'inhibition de la prise alimentaire (Blundell et al., 2010).

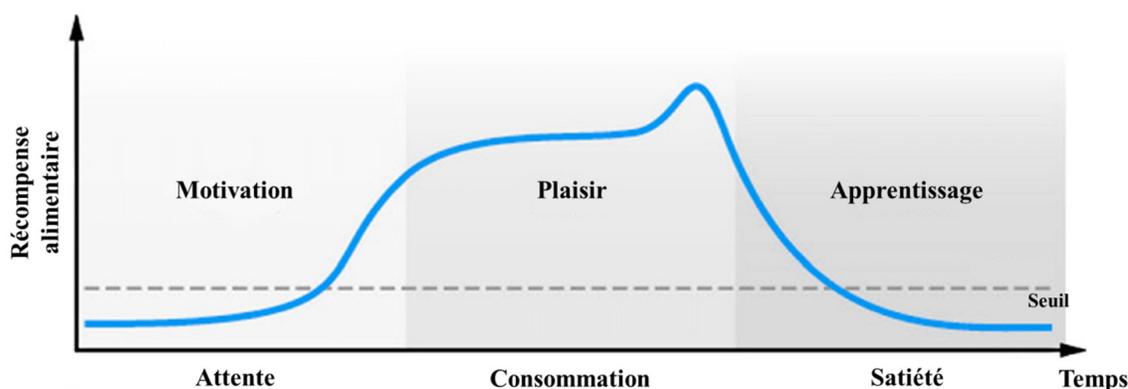


Figure 1.3 : Cycle de la récompense alimentaire (adaptée en français de Kringelbach 2012)

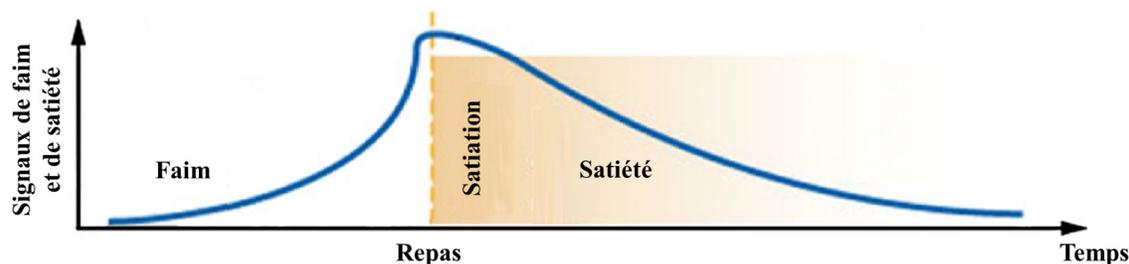


Figure 1.4 : Séquence typique d'un repas (adaptée en français de Kringelbach 2012)

L'impact du plaisir et de la motivation sur la satiété est bien documenté dans la littérature. Un mécanisme par lequel la récompense alimentaire influence la satiété est par une augmentation de la faim, particulièrement au début du repas, soit au moment où la motivation à consommer des aliments est à son apogée et par une diminution de la satiété à la fin du repas (Dalton & Finlayson, 2013). En effet, la récompense alimentaire peut contrecarrer l'effet inhibiteur du signal de satiété à court terme en retardant le développement de la satiété et en augmentant ainsi la prise alimentaire (Yeomans et al., 2001; Yeomans et al., 2005). Il semble que ce soit la composante motivationnelle de la

récompense alimentaire qui en soit responsable. Des évidences suggèrent qu'une augmentation de la motivation peut atténuer le signal de satiété. De plus, dans des conditions de privation alimentaire, par exemple lorsqu'un individu est à jeun, le plaisir ainsi que la motivation à consommer des aliments augmentent (Dalton & Finlayson, 2013).

L'association entre la récompense alimentaire et les sensations d'appétit semble être à double sens. En effet, en plus d'observer une influence de la récompense alimentaire sur les sensations d'appétit, ces dernières peuvent aussi influencer le plaisir et la motivation et donc la récompense alimentaire. Par exemple, à mesure que ces aliments sont consommés (c.-à-d. jusqu'à satiété), le plaisir accordé à ces aliments diminue dans une plus grande mesure que les aliments qui ne sont pas consommés (Griffioen-Roose et al., 2010). Ce phénomène s'intitule la satiété spécifique sensorielle (SSS) et a été démontré chez les humains pour la toute première fois au début des années 1980 (Rolls et al., 1981). La SSS n'est pas seulement caractérisée par une diminution du plaisir, mais également par une diminution de la motivation à consommer cet aliment (Havermans et al., 2009). De plus, une diminution plus importante du plaisir a également été observée pour les aliments qui partagent des caractéristiques sensorielles similaires (p. ex. la teneur en gras et le goût) avec les aliments consommés (Griffioen-Roose et al., 2010). Dans ce cas, le phénomène est plutôt appelé transfert spécifique sensoriel (Rolls et al., 1984).

1.2.3.2 Palatabilité

La palatabilité se définit comme étant une évaluation positive des caractéristiques sensorielles (p. ex. goût, odorat, texture) d'un aliment (Egecioglu et al., 2011; Mela, 2006; Yeomans, 1998; Yeomans et al., 2004). La palatabilité est étroitement liée au plaisir, soit une des trois composantes de la récompense alimentaire (Berridge, 1996). Autrement dit, la palatabilité influence le plaisir alimentaire. En effet, une modification de la palatabilité d'un aliment entraîne un changement au niveau du plaisir à l'égard de cet aliment (Finlayson et al., 2007b). Puisque l'évaluation de la palatabilité est subjective (de Castro et al., 2000a), elle change selon l'expérience chez un même individu (Mela, 2006; Pandurangan & Hwang, 2015). À titre d'exemple, un aliment évalué comme étant palatable à un moment donné peut être soudainement mis de côté en raison d'une expérience gastrointestinale désagréable (Pandurangan & Hwang, 2015). Malgré cette variation potentielle, la

palatabilité ou la composante hédonique de la récompense alimentaire est généralement considérée comme une réponse plus stable et persistante que la composante motivationnelle de la récompense alimentaire (French et al., 2014).

La palatabilité est associée avec la composition nutritionnelle des aliments comme la teneur en gras et le goût ainsi qu'avec la densité énergétique. Comme l'évaluation de la palatabilité d'un aliment est souvent plus élevée pour les aliments riches en gras et en sucres, un aliment palatable fait référence la plupart du temps au contenu élevé en gras et au goût sucré d'un aliment (Erlanson-Albertsson, 2005) et donc à une densité énergétique élevée (Drewnowski, 1998). Ainsi, dans le cadre de ce mémoire, lorsque le terme « aliment palatable » est utilisé, il désigne un aliment riche en gras et en sucres.

Les aliments palatables renforcent leur propre consommation en intensifiant à la fois les composantes hédonique et motivationnelle de la récompense alimentaire (Egecioglu et al., 2011). Des niveaux plus élevés de palatabilité sont associés à de plus grandes portions, à une plus longue durée du repas, à une augmentation de la faim et à une diminution de la satiété (de Castro et al., 2000a; de Castro et al., 2000b; Yeomans et al., 2005). Par conséquent, à court terme, les individus mangent davantage lorsqu'ils évaluent les aliments comme étant palatables (Johnson & Wardle, 2014). La palatabilité est à son maximum lors d'un jeûne et est à son minimum lorsqu'un individu vient de manger (Pandurangan & Hwang, 2015).

1.2.3.3 Statut protéique

Le statut protéique peut également influencer la récompense alimentaire. À cet effet, dans un échantillon de jeunes adultes de poids normal, Griffioen-Roose et collaborateurs (2012) ont démontré que le groupe ayant reçu une diète faible en protéines (c.-à-d. 0,5 g de protéines par kg de poids corporel) pendant 14 jours suivi de deux jours et demi *ad libitum* était caractérisé par une augmentation de la motivation explicite pour les aliments salés (*vs.* sucrés) et une augmentation de la motivation implicite pour les aliments salés (*vs.* sucrés) et riches en protéines (*vs.* faibles en protéines) comparativement au groupe ayant reçu une diète riche en protéines (c.-à-d. 2 g de protéines par kg de poids corporel). Il est intéressant de noter que les changements dans la récompense alimentaire impliquent à la fois les

niveaux explicite et implicite et que seul le niveau implicite est impliqué dans la motivation à consommer des aliments riches en protéines. Plus récemment, Griffioen-Roose et collaborateurs (2014) ont refait le même genre d'étude, mais cette fois-ci dans un échantillon composé uniquement de jeunes femmes de poids normal ayant reçu soit une diète faible en protéines (c.-à-d. 0,6 g de protéines par kg de poids corporel) ou riche en protéines (c.-à-d. 2,2 g de protéines par kg de poids corporel) pendant 16 jours suivi d'une journée avec une alimentation *ad libitum*. Les résultats ont démontré une consommation de protéines plus élevée de 8 % au cours de la journée *ab libitum* et un plaisir explicite plus important pour les aliments salés (*vs.* sucrés) dans le groupe faible en protéines comparativement au groupe riche en protéines. En somme, ces deux études suggèrent que lors d'un déficit prolongé en protéines, des mécanismes compensatoires se mettent en branle pour rétablir le statut en protéines. Ces changements induits par un déficit prolongé en protéines impliquent la sélection d'aliments salés et/ou riches en protéines de façon réfléchie ou automatique.

1.2.3.4 Cycle menstruel

Les fluctuations hormonales liées au cycle menstruel influencent à la hausse les apports en lipides, en glucides et en énergie totale et à la baisse les apports en protéines (McNeil & Doucet, 2012). Ces changements sont particulièrement observés durant la phase lutéale du cycle menstruel, laquelle est caractérisée par une augmentation des taux d'oestrogène et de progestérone (Farage et al., 2008). En plus des changements dans les macronutriments et l'énergie, certaines études ont noté une variation de la récompense alimentaire au cours de cette période menstruelle. En effet, dans un échantillon de jeunes femmes de poids normal, McNeil et collaborateurs (2013) ont démontré une augmentation significative de la motivation explicite à l'égard des aliments riches en gras durant la phase mi-lutéale du cycle menstruel, ce qui pourrait expliquer pourquoi les femmes consomment davantage avant leurs menstruations.

1.2.3.5 Activité physique

Actuellement, peu de données existent dans la littérature sur les effets de l'activité physique sur la récompense alimentaire, celles étant disponibles suggèrent un lien mitigé entre les deux variables. À titre d'exemple, dans un échantillon de jeunes femmes de poids

normal, après 50 minutes de vélo stationnaire à environ 70 % de la fréquence cardiaque maximale (*vs.* absence d'exercice pendant 50 minutes), une plus grande préférence pour les aliments riches en gras et en sucres ainsi qu'une plus grande motivation implicite pour les aliments riches en gras ont été observées chez les compensateurs (*c.-à-d.* les individus avec un apport énergétique plus important après l'exercice par rapport à l'absence d'exercice) comparativement aux non-compensateurs (*c.-à-d.* les individus avec un apport énergétique égal ou moindre après l'exercice par rapport à l'absence d'exercice) (Finlayson et al., 2009). Dans cette étude, les compensateurs étaient caractérisés par un plus grand IMC et pourcentage de graisse corporelle ainsi qu'un plus faible niveau d'activité physique rapporté que les non-compensateurs. Toutefois, les différences entre les deux groupes n'étaient pas statistiquement significatives. De plus, des résultats d'une étude récente suggèrent que l'exercice (*vs.* l'absence d'exercice) a diminué la préférence relative pour les aliments riches en gras (*vs.* faibles en gras), indépendamment du type d'exercice (*c.-à-d.* aérobie ou résistance). De plus, un moins grand plaisir explicite à l'égard des aliments riches en gras (*vs.* faibles en gras) a été noté à la suite de l'exercice de résistance (*vs.* l'absence d'exercice) (McNeil et al., 2015b). Ainsi, d'après ces deux études, la récompense alimentaire diffère selon le degré de compensation après l'exercice et le type d'exercice. D'autres études sont nécessaires afin de clarifier ce lien.

1.2.3.6 Sommeil

Seulement quelques études se sont intéressées à l'association entre la récompense alimentaire et le sommeil. Deux études ont observé une plus grande réactivité neuronale à des stimuli alimentaires *vs.* non-alimentaires à la suite de l'imposition de restrictions dans le sommeil (Benedict et al., 2012; St-Onge et al., 2012). Une autre étude a voulu connaître si des changements dans le sommeil induits par l'activité physique [*c.-à-d.* exercice aérobie (courir à 70 % du pic de VO₂), exercice en résistance (ensemble d'exercices à 70 % de 1-répétition maximale) et groupe témoin (45 minutes de lecture)] étaient associés à des changements dans la récompense alimentaire le lendemain matin de l'activité physique. Les résultats démontrent qu'une durée de sommeil plus courte et un réveil plus tôt sont associés avec une augmentation de la motivation explicite pour les aliments palatables dans les groupes avec exercice aérobie et de résistance. Cependant, ces associations n'étaient plus

significatives une fois ajustées pour le temps écoulé entre l'heure de réveil et la complétion du LFPQ (c.-à-d. entre 10h00 et 12h00). C'est la première étude qui suggère qu'un réveil plus tôt est associé avec une augmentation de la récompense alimentaire pour les aliments palatables (McNeil et al., 2015a). D'autres études sont nécessaires pour confirmer ces résultats préliminaires.

En plus de la palatabilité, du statut protéique, du cycle menstruel, de l'activité physique et du sommeil, le statut pondéral et les comportements alimentaires influencent aussi la récompense alimentaire. Ce sont respectivement les thèmes de la prochaine section et de la section 1.3.

1.2.4 Association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral

L'association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral est mitigée dans la littérature. Certaines études suggèrent que l'intensité de la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres diffère entre les individus obèses et de poids normal tandis que d'autres études suggèrent aucune différence entre ces deux groupes.

D'une part, certaines études indiquent que les individus obèses semblent se récompenser davantage par des aliments palatables que ceux de poids normal. L'augmentation de la récompense alimentaire se traduit principalement par une motivation plus importante à l'égard des aliments palatables. Plusieurs études ont démontré que les individus obèses travaillent plus fort pour obtenir un aliment palatable en comparaison avec d'autres alternatives comme jouer à des jeux vidéo, lire ou consommer des fruits et légumes (Carr et al., 2014; Epstein et al., 2014; Epstein et al., 2012; Epstein et al., 2007b; Giesen et al., 2010; Saelens & Epstein, 1996; Temple et al., 2009). En d'autres mots, les individus obèses sont caractérisés par un renforcement alimentaire plus important que les individus de poids normal. Le renforcement alimentaire s'apparente à la composante motivationnelle implicite de la récompense alimentaire. Ainsi, d'après ces évidences, l'obésité est associée à une motivation plus importante pour les aliments palatables, ce qui suggère que la motivation alimentaire est une variable davantage d'intérêt que le plaisir alimentaire chez la personne obèse (Mela, 2006). Toutefois, cela ne signifie pas pour autant que le plaisir n'a

pas de rôle à jouer. D'autres études sont donc nécessaires afin d'éclaircir l'association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral.

Tel qu'évoqué précédemment, les aliments palatables renforcent leur propre consommation en intensifiant à la fois le plaisir et la motivation. Alors que les signaux homéostatiques sont en mesure de freiner le renforcement alimentaire chez les individus de poids normal, cela ne semble pas être le cas chez les individus obèses. De plus, l'augmentation de l'apport alimentaire chez les individus obèses peut refléter un changement allostatique dans le *set-point* de la récompense alimentaire, caractérisée par une augmentation du plaisir ou de la motivation (Egecioglu et al., 2011). Ce mécanisme est une hypothèse démontrant l'augmentation de la récompense alimentaire chez les individus obèses.

D'autre part, certaines études indiquent que les individus obèses ne semblent pas se récompenser d'une manière différente avec des aliments palatables en comparaison avec les individus de poids normal. À titre d'exemple, dans un échantillon composé majoritairement de femmes adultes, aucune différence n'a été observée entre les individus obèses et non-obèses par rapport au plaisir accordé aux aliments qu'ils ont choisi de consommer (Cox et al., 1999; Cox et al., 1998). Dans le même ordre d'idées, Davis et collaborateurs (2004) ont observé que les femmes obèses ne sont pas plus hédoniques que les femmes de poids normal. Autrement dit, les femmes obèses ne prennent pas davantage plaisir à se récompenser que les femmes de poids normal. Dans cette étude, la mesure hédonique correspond à la composante « plaisir explicite » de la récompense alimentaire. Dans les mêmes années, Snoek et collaborateurs (2004) ont démontré la même association que Davis et collaborateurs (2004), soit que les femmes obèses n'accordent pas plus de plaisir aux aliments que les femmes non-obèses. Plus récemment, dans un échantillon de travailleurs adultes, aucune association, ajustée pour l'âge, le sexe, le type d'emploi et le niveau d'éducation, n'a été observée entre le renforcement alimentaire (c.-à-d. motivation implicite mesurée par la *progressive ratio computer task*) ainsi que le plaisir explicite et la motivation implicite (mesurés par le LFPQ) et l'IMC (French et al., 2014).

La divergence des résultats entre les études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral peuvent s'expliquer par un vaste choix de

méthodologies pour mesurer les différentes composantes explicites et implicites de la récompense alimentaire et par un large éventail de définitions du plaisir et de la motivation. Il manque donc des études réalisées avec un outil complet, tel que le LFPQ, qui mesure le plaisir et la motivation à l'égard des aliments palatables à la fois au niveau explicite et implicite chez les personnes de poids normal et obèses.

Outre le statut pondéral, les comportements alimentaires semblent également être associés à la récompense alimentaire. Ce lien sera abordé dans la prochaine section. Par contre, il sera d'abord question de ce que sont les comportements alimentaires et comment ils se mesurent.

1.3 Comportements alimentaires

Cette troisième et dernière section de ce chapitre discute des comportements alimentaires en quatre étapes : les définitions et mesures ainsi que les associations entre la récompense alimentaires et trois comportements alimentaires, soit la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim.

1.3.1 Définitions et mesures

Un comportement est une action observable (Godin, 2012). Dans le domaine de la santé, un comportement se définit comme étant « une action faite par un individu et ayant une influence positive ou négative sur la santé » (Godin, 2012, p. 7). Comme l'alimentation est un aspect de la santé, il est possible d'adapter la définition proposée par Godin (2012) en remplaçant le terme « santé » par « alimentation ». Ainsi, un comportement alimentaire pourrait se définir comme une action faite par un individu et ayant une influence positive ou négative sur l'alimentation. Comme le comportement alimentaire est un terme assez large, dans le cadre de ce mémoire, il fait référence à la restriction cognitive, à la désinhibition et à la susceptibilité à la faim, tous mesurés par le *Three-Factor Eating Questionnaire* (TFEQ).

Le TFEQ est un questionnaire validé de 51 questions qui mesure trois dimensions du comportement alimentaire, soit la restriction cognitive (21 questions), la désinhibition (16 questions) et la susceptibilité à la faim (14 questions) (Figure 1.5). L'échelle de

restriction cognitive mesure l'intention de contrôler sa prise alimentaire dans le but de maintenir ou de perdre du poids (Stunkard & Messick, 1985). Cette échelle se divise en deux sous-échelles : l'échelle de restriction rigide et l'échelle de restriction flexible (7 questions chacune) (Westenhoefer et al., 1999). La restriction rigide se définit comme une approche « tout ou rien » où les aliments palatables sont interdits alors que la restriction flexible est une approche plus graduelle dans laquelle tous les aliments sont permis, même ceux palatables, mais en quantité limitée. Quant à l'échelle de désinhibition, elle mesure la tendance à surconsommer (Stunkard & Messick, 1985) et se divise en trois sous-échelles : les échelles de susceptibilité habituelle (5 questions), émotionnelle (3 questions) et situationnelle (5 questions) à la désinhibition (Bond et al., 2001). Ces trois échelles mesurent respectivement la tendance à surconsommer en réponse à une variété de stimuli tels que les habitudes, les états affectifs négatifs et les signaux environnementaux. Enfin, l'échelle de susceptibilité à la faim mesure la prise alimentaire en réponse à des sensations ou des perceptions de la faim (Stunkard & Messick, 1985). Cette échelle se divise en deux sous-échelles : l'échelle de faim interne et l'échelle de faim externe (6 questions chacune) (Bond et al., 2001). La faim interne est régulée par des signaux internes tandis que la faim externe est plutôt déclenchée par des signaux externes.

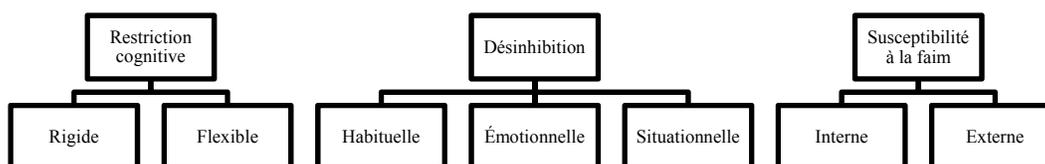


Figure 1.5 : Sous-scores de restriction cognitive, de désinhibition et de susceptibilité à la faim (selon le TFEQ)

Plusieurs autres mesures sont répertoriées dans la littérature pour évaluer les comportements alimentaires. Par exemple, la *Restraint Scale* (RS) évalue la restriction cognitive, mais de manière différente du TFEQ, puisque la RS mesure à la fois l'intention de contrôler sa prise alimentaire et la désinhibition (Williamson et al., 2007). Tout comme le TFEQ, le *Dutch Eating Behaviour Questionnaire* (DEBQ) contient entre autres une échelle de restriction et une échelle de susceptibilité émotionnelle à la désinhibition. Par contre, en opposition à la RS, le DEBQ mesure ces deux comportements alimentaires séparément (van Strien et al., 1986). Enfin, la *Binge Eating Scale* (BES) évalue les

individus caractérisés par un trait « d'hyperphagie boulimique », un trait qui s'apparente à la désinhibition. La BES comprend 16 questions, dont la moitié des questions décrivent les manifestations comportementales (p. ex. manger de grande quantité de nourriture) et l'autre moitié décrivent les sentiments et les cognitions (p. ex. la peur d'être incapable d'arrêter de manger) associés avec le trait « d'hyperphagie boulimique » (Gormally et al., 1982).

Les comportements alimentaires sont actuellement étudiés dans la littérature en association avec de nombreuses variables. Dans le cadre de ce mémoire, la variable d'intérêt est la récompense alimentaire. Ainsi, les trois prochaines sections porteront respectivement sur l'association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim. À noter que les études s'intéressant à ces associations n'abondent pas.

1.3.2 Association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive

Les résultats des études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive sont mitigés. Alors que certaines études suggèrent que l'intensité de la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres diffère entre les individus restreints et non-restreints, d'autres études suggèrent plutôt le contraire.

D'un côté, les individus restreints semblent se récompenser davantage par des aliments palatables que les individus non-restreints. Cette augmentation de la récompense alimentaire semble être attribuée à une motivation plus importante à l'égard des aliments palatables. Cette hypothèse est démontrée par le fait que bien que les individus restreints ont l'intention de contrôler de façon très rigide ce qu'ils mangent, ils échouent fréquemment et cèdent dans les aliments qu'ils désirent éviter à tout prix, soit les aliments palatables (Veenstra & de Jong, 2010).

Seulement quelques études ont observé une association positive entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive (Ahern et al., 2010; Giesen et al., 2009; Goldfield & Lumb, 2009; Hoefling & Strack, 2008; Houben et al., 2010, 2012). À titre d'exemple, Houben et collaborateurs (2012) a démontré que les femmes restreintes manifestaient une préférence (c.-à-d. une motivation implicite) plus importante pour les aliments palatables en

général, indépendamment de leur densité énergétique (c.-à-d. faible, modérée et élevée) en comparaison avec les femmes non-restreintes. D'autres études ont plutôt observé l'effet inverse, soit une association négative entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive (French et al., 2014; Goldfield & Lumb, 2009; Papies et al., 2009). En effet, French et collaborateurs (2014) ont observé que plus les individus étaient restreints, moins ils manifestaient un plaisir explicite pour les aliments riches en gras et moins ils travaillaient fort (c.-à-d. renforcement alimentaire ou motivation implicite) pour obtenir une pizza comparativement à ceux non-restreints. De plus, l'étude de Goldfield et Lumb (2009) est particulièrement intéressante du fait qu'elle a noté des associations à la fois positive et négative entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive dans un échantillon de jeunes hommes et de femmes de poids normal. En effet, la restriction cognitive était négativement associée avec le renforcement alimentaire (c.-à-d. motivation implicite) pour des collations (p. ex. chocolat, croustilles, biscuits) chez les individus avec un faible IMC, mais positivement associée chez ceux ayant un IMC élevé. Ainsi, selon ces quelques études, les individus restreints diffèrent des individus non-restreints dans leur motivation à consommer des aliments palatables peu importe leur poids corporel. L'association demeure toutefois controversée.

D'un autre côté, les individus restreints ne semblent pas se récompenser davantage avec des aliments palatables que les individus non-restreints (Houben et al., 2010; Roefs et al., 2005; Sin & Vartanian, 2012; Veenstra & de Jong, 2010). Par exemple, comparativement aux femmes non-restreintes, les femmes restreintes n'ont pas travaillé plus fort (c.-à-d. renforcement alimentaire ou motivation implicite) pour gagner des biscuits (vs. de l'argent) (Sin & Vartanian, 2012).

La plupart des études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive ont utilisé la RS pour mesurer la restriction cognitive. Tel que mentionné ci-haut, la RS combine à la fois la restriction et la désinhibition en comparaison avec le TFEQ qui mesure les deux comportements alimentaires séparément. Cette différence méthodologique peut expliquer en partie la différence dans les résultats entre les études. Aucune étude n'a examiné à ce jour l'association entre la récompense alimentaire pour les aliments riches en gras et en sucres et les restrictions rigide ou flexible mesurées

par les sous-échelles du TFEQ. C'est pourquoi cette association n'est pas discutée dans cette section. C'est ce qui explique aussi que le présent projet de recherche vise l'étude du rôle de la restriction cognitive rigide et flexible dans la récompense alimentaire.

1.3.3 Association entre la récompense alimentaire et la désinhibition

L'association entre la récompense alimentaire et la désinhibition a été peu étudiée à ce jour dans la littérature. Toutefois, les résultats des études semblent aller dans le même sens, soit que les individus désinhibés se récompensent davantage avec des aliments palatables que les individus non-désinhibés (Dalton et al., 2013a, 2013b; Finlayson et al., 2011; Finlayson et al., 2012; French et al., 2014).

À titre d'exemple, Finlayson et collaborateurs (2012) ont démontré que les jeunes femmes de poids normal avec un score plus élevé de désinhibition manifestaient un plaisir explicite plus important pour toutes les catégories d'aliments (c.-à-d. riches en gras et en sel, faibles en gras et en sel, riches en gras et en sucres, faibles en gras et en sucres) et une motivation implicite plus importante seulement pour les aliments riches en gras et en sucres que les femmes avec un score de désinhibition moins élevé. De plus, dans un échantillon composé de travailleurs (c.-à-d. $\frac{1}{3}$ d'hommes et $\frac{2}{3}$ de femmes) âgés en moyenne de 43 ans et ayant un IMC moyen de 30 kg/m², French et collaborateurs (2014) ont observé une corrélation positive entre la désinhibition et le plaisir explicite pour les aliments riches en gras. Ces deux études sont les seules à ce jour à avoir utilisé le LFPQ et le TFEQ pour mesurer respectivement la récompense alimentaire et les comportements alimentaires.

Plutôt que d'utiliser l'échelle de désinhibition du TFEQ, certaines études utilisent la BES pour évaluer les individus caractérisés par un trait « d'hyperphagie boulimique », un trait qui s'apparente à la désinhibition. Malgré la différence quant au choix de l'outil de mesure de la désinhibition, les études ayant utilisés la BES ont également conclu que les femmes caractérisées par un trait « d'hyperphagie boulimique » préfèrent (c.-à-d. motivation implicite) les aliments riches en gras et en sucres comparativement aux femmes non caractérisées par ce trait (Dalton et al., 2013a, 2013b; Finlayson et al., 2011).

Un fait intéressant est que la récompense alimentaire et la désinhibition ne sont pas seulement associées, elles semblent interagir ensemble pour prédire plusieurs variables.

Cette interaction semble assez nouvelle dans la littérature. En effet, Epstein et collaborateurs (2012) sont les premiers à avoir fait la démonstration que le renforcement alimentaire (c.-à-d. motivation implicite) interagit avec la désinhibition pour prédire l'IMC et l'apport alimentaire dans un échantillon d'hommes et de femmes adultes. Autrement dit, les individus avec un renforcement alimentaire et un score de désinhibition élevés avaient un IMC plus élevé et ont consommé plus d'énergie au cours d'une tâche de consommation alimentaire *ad libitum* à l'unité de recherche en comparaison avec ceux ayant un renforcement alimentaire et un score de désinhibition plus faibles.

En ce qui concerne les sous-échelles de la désinhibition (c.-à-d. habituelle, émotionnelle et situationnelle), la susceptibilité émotionnelle à la désinhibition semble être la plus étudiée. Certaines évidences suggèrent que le fait de manger en réponse à des émotions, notamment des émotions négatives comme la tristesse, la colère, l'anxiété et le stress, stimule la prise alimentaire. À cet égard, une récente méta-analyse regroupant 33 études ($n = 2491$) a démontré une association causale entre les émotions négatives et une plus grande prise alimentaire, particulièrement chez les individus restreints et désinhibés (Cardi et al., 2015). Un mécanisme proposé expliquant une augmentation de la prise alimentaire est une stimulation de la motivation particulièrement à l'égard des aliments palatables (Fay & Finlayson, 2011; Nguyen-Michel et al., 2007). En effet, Fay et Finlayson (2011) ont observé une association significative entre le fait de manger en présence d'émotions négatives et une motivation explicite plus importante pour du maïs soufflé sucré (c.-à-d. aliment riche en gras et en sucres). Aucune étude ne s'est intéressée encore à l'association entre la récompense alimentaire pour les aliments riches en gras et en sucres et les susceptibilités habituelle ou situationnelle à la désinhibition. C'est pourquoi cette association n'a pas été discutée dans le cadre de cette section. Pourtant, l'étude de ces deux associations permettrait de mieux comprendre le rôle de la désinhibition habituelle et situationnelle en lien avec la récompense alimentaire. En ce sens, d'autres études sont nécessaires et le projet de recherche présenté dans ce mémoire propose d'étudier le sujet.

1.3.4 Association entre la récompense alimentaire et la susceptibilité à la faim

La faim externe représente l'acte de manger indépendamment des sensations d'appétit. Autrement dit, un individu ne mange pas parce qu'il a physiologiquement faim (c.-à-d. une « vraie » faim), mais plutôt parce que sa faim est contrôlée par des signaux externes (c.-à-d. une « fausse » faim) comme la vue ou l'odeur d'un aliment palatable par exemple. Il n'est pas anodin que la faim externe soit liée aux aliments palatables puisque de nos jours, l'environnement alimentaire dans la plupart des sociétés occidentales est caractérisée par l'accessibilité et la disponibilité d'aliments riches en gras et en sucres (Davis et al., 2007). Il est également intéressant de noter que Lowe et Butryn (2007) ont proposé le terme « faim hédonique » pour définir la faim externe. Il semble plausible que la motivation implicite soit en lien avec le concept de la faim hédonique (Finlayson et al., 2007b).

L'association entre la récompense alimentaire et la susceptibilité à la faim, particulièrement la faim externe, est bien documentée dans la littérature. Les études font consensus : les individus susceptibles à la faim externe se récompensent davantage en comparaison avec les individus moins susceptibles à la faim externe (Brignell et al., 2009; Davis et al., 2007; Fay et al., 2015; Hepworth et al., 2010; Hou et al., 2011; Nijs et al., 2009; Rollins et al., 2014).

Par exemple, Fay et collaborateurs (2015) se sont intéressés aux prédicteurs psychologiques de la prise de collations en absence de faim. Leurs résultats démontrent que la prise de collations (c.-à-d. une barre Mars ou des M&Ms) corrèle positivement avec la récompense alimentaire (mesurée par le LFPQ), et ce, sans être associée à aucune sensation d'appétit (c.-à-d. faim et satiété). De plus, Davis et collaborateurs (2007) ont observé une association positive entre la sensibilité à la récompense [mesurée par le *Sensitivity to punishment and sensitivity to reward questionnaire* (Torrubia et al., 2001) et le *Behavioural Inhibition System and Behavioural Activation System* (Carver & White, 1994)] et le fait de manger en réponse à des signaux externes (mesuré par le DEBQ).

1.4 Résumé

Il est connu que le statut pondéral et les comportements alimentaires sont deux facteurs associés à la récompense alimentaire à l'égard des aliments palatables. Toutefois, la nature de l'association entre la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres, le statut pondéral et les comportements alimentaires demeure très variable et le nombre d'études s'intéressant à ce sujet est parfois limité. D'une part, plusieurs études se sont intéressées à l'association entre la récompense alimentaire, le statut pondéral et la restriction cognitive totale, mais les résultats sont mitigés. D'autre part, à ce jour, peu ou voire aucune étude n'a documenté l'association entre la récompense alimentaire et les comportements alimentaires mesurées par les sous-échelles du TFEQ, soit les restrictions rigides et flexibles, les susceptibilités habituelle, émotionnelle et situationnelle ainsi que les faims interne et externe. Ainsi, plusieurs questions demeurent en suspend et la différence dans les résultats entre les études ainsi que le manque d'études empêchent actuellement de connaître l'impact réel du statut pondéral et des comportements alimentaires sur la récompense alimentaire. Une étude plus approfondie de ces facteurs mérite donc d'être entreprise. C'est ce que propose le projet de recherche présenté dans le cadre de ce mémoire. En effet, les résultats de la présente étude contribuera certainement à mieux comprendre les associations entre la récompense alimentaire, le statut pondéral et les comportements alimentaires. Évidemment, d'autres études seront nécessaires pour clarifier les inconsistances rapportées dans la littérature, car les résultats de la présente étude ne sont que préliminaires.

Il est important de mentionner qu'il est intéressant d'étudier la récompense alimentaire dans le contexte actuel relatif à l'obésité, car cette étude permettra d'élaborer entre autres des pistes d'intervention plus précises dans un contexte clinique et d'améliorer ultimement le traitement de l'obésité.

Chapitre 2 : Objectifs et hypothèses

Considérant l'ampleur actuelle de la problématique de l'obésité et la différence des résultats entre les études au sujet de la récompense alimentaire, du statut pondéral et des comportements alimentaires, il est tout à fait pertinent de chercher à mieux comprendre les associations entre ces trois variables. Le projet de recherche présenté dans le cadre de ce mémoire s'inscrit dans l'étude MENU qui a déjà été menée à terme par l'équipe de recherche de Véronique Provencher à l'INAF. L'objectif principal de l'étude MENU était d'étudier l'impact de l'étiquetage nutritionnel sur différentes variables reliées à l'alimentation au cours d'une période de 10 jours auprès de femmes. L'impact de l'étiquetage nutritionnel sur les sensations d'appétit, les attitudes et les apports alimentaires a récemment été publié (Carbonneau et al., 2015). L'objectif principal du présent projet de maîtrise était de caractériser la récompense alimentaire selon le statut pondéral et les comportements alimentaires chez la femme.

Les objectifs spécifiques de ce projet de maîtrise sont :

1) Étudier les différences dans la récompense alimentaire (plaisir explicite, motivation explicite et motivation implicite) à l'égard des aliments variant en gras (riches vs. faibles) et en goût (salés vs. sucrés) selon le statut pondéral (poids normal vs. obésité) auprès de femmes;

2) Étudier les différences dans la récompense alimentaire (plaisir explicite, motivation explicite et motivation implicite) à l'égard des aliments variant en gras (riches vs. faibles) et en goût (salés vs. sucrés) selon certains comportements alimentaires tels que la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim.

Les hypothèses de recherche associées sont :

1) Comparativement aux femmes de poids normal, les femmes obèses accordent un plaisir plus important et sont davantage motivées à consommer des aliments riches en gras et en sucres;

2) Un plaisir plus important et une plus grande motivation à l'égard des aliments riches en gras et en sucres sont associés avec des niveaux plus élevés de restriction cognitive, de désinhibition et de susceptibilité à la faim.

Chapitre 3 : Récompense alimentaire (plaisir et motivation) à l'égard des aliments palatables et son association avec l'IMC et les comportements alimentaires

Title: Food reward (liking and wanting) for palatable foods and its association with BMI and eating behaviour traits

Geneviève Ouellet St-Hilaire^a, Graham Finlayson^b, Vicky Drapeau^c, Élise Carbonneau^a,
Éric Doucet^d, Benoît Lamarche^a, Sonia Pomerleau^a, Véronique Provencher^a

^a Institute of Nutrition and Functional Foods, Laval University, Quebec City, QC, Canada, G1V 0A6

^b School of Psychology, Faculty of Medicine and Health, University of Leeds, Leeds, UK, LS2 9JT

^c Physical Education Department, Faculty of Education, Laval University, Quebec City, QC, Canada, G1V 0A6

^d Behavioural and Metabolic Research Unit, School of Human Kinetics, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, Canada, K1N 6N5

Corresponding author:

Véronique Provencher

Institute of Nutrition and Functional Foods, Laval University

2440, boul. Hochelaga, local 1705, Quebec City, QC, Canada, G1V 0A6

veronique.provencher@fsaa.ulaval.ca

(+001) 418 656 2131 #4607

3.1 Abstract

The purpose was to study the differences in food reward for high-fat sweet foods according to body mass index (BMI) and eating behaviour traits. 150 normal-weight ($n = 76$) or obese ($n = 74$) adult women were included. Food reward (explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) and eating behaviour traits (cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger) were assessed by the LFPQ and the TFEQ, respectively. No association was observed between food reward and BMI. Higher explicit liking ($p = 0.03$) and explicit wanting ($p = 0.01$) for foods in general were associated with higher score of flexible restraint. A higher score of external hunger was associated with greater implicit wanting for high fat foods ($p = 0.04$). Eating behaviour traits have a greater influence on food reward than BMI.

Keywords: Food reward, liking, wanting, BMI, eating behaviour traits, women

3.2 Résumé

L'objectif était d'étudier les différences dans la récompense alimentaire pour les aliments riches en gras et en sucres selon l'IMC et les comportements alimentaires. Cent cinquante femmes adultes de poids normal ($n = 76$) ou obèses ($n = 74$) ont été incluses. La récompense alimentaire (plaisir explicite, motivation explicite et motivation implicite) et les comportements alimentaires (restriction cognitive, désinhibition et susceptibilité à la faim) ont été évalués respectivement par le LFPQ et le TFEQ. Aucune association n'a été observée entre la récompense alimentaire et l'IMC. Un plaisir ($p = 0,03$) et une motivation ($p = 0,01$) explicites plus importants pour les aliments en général ont été associés avec un score plus élevé de restriction flexible. Un score plus élevé de faim externe a été associé avec une motivation implicite plus importante pour les aliments riches en gras ($p = 0,04$). Les comportements alimentaires influencent davantage la récompense alimentaire que l'IMC.

Mots clés : Récompense alimentaire, plaisir, motivation, IMC, comportements alimentaires, femmes

3.3 Introduction

Several environmental (external) and individual (internal) factors have been implicated in the etiology of obesity (Obesity Society, 2015). Among the environmental factors, there is the omnipresence of readily available palatable foods usually which leads to an increase in energy intake (Yeomans et al., 2004). Palatable foods reinforce their consumption by enhancing the food reward system (Egecioglu et al., 2011), *i.e.* liking and wanting components, both operated at explicit (conscious, subjective, introspective) and implicit (unconscious, objective, automatic) levels (Berridge, 1996; Berridge & Robinson, 2003).

Behavioural studies suggest that food reward increases hunger, and consequently food intake (Yeomans et al., 2001; Yeomans et al., 2005). From this perspective, enhanced food reward, particularly the wanting component, in response to the orosensory properties of foods has been proposed as a significant risk factor for overconsumption of palatable foods, which can lead to a positive energy balance associated with obesity (Erlanson-Albertsson, 2005; Yeomans et al., 2004). In a weight-promoting environment characterized by the accessibility and the availability of energy-dense palatable foods, not everyone becomes obese, suggesting that some individuals are more susceptible to weight gain than others (Blundell et al., 2005). Indeed, while obesity is a highly heterogeneous condition, evidence suggests that there is an individual variability in food reward according to weight status and eating behaviour traits (Blundell et al., 2005; Davis et al., 2004; Egecioglu et al., 2011; Epstein et al., 2007a).

The association between food reward and weight status is inconsistent to date in the literature. Several studies have found that obese individuals experience an enhanced food reward for palatable foods compared to normal-weight individuals (Carr et al., 2014; Epstein et al., 2014; Epstein et al., 2012; Epstein et al., 2007b; Franken & Muris, 2005; Giesen et al., 2010; Saelens & Epstein, 1996; Temple et al., 2009), whereas others reported no difference in food reward between normal-weight and obese individuals (Cox et al., 1999; Cox et al., 1998; Davis et al., 2004; French et al., 2014; Snoek et al., 2004)

In addition to weight status, a limited number of studies have investigated eating behaviour traits (*e.g.* disinhibition, cognitive dietary restraint) in association with food reward. Finlayson *et al.* (2012) reported enhanced explicit liking and implicit wanting for high-fat sweet foods in normal-weight women with high disinhibition scores compared to those with low disinhibition scores. Moreover, a negative association was found between cognitive dietary restraint and explicit liking for high-fat foods as well as food reinforcement (*i.e.* implicit wanting) for pizza compared to unrestrained individuals (French *et al.*, 2014). To our knowledge, these are the only two studies to date that simultaneously used the LFPQ and the TFEQ to assess food reward and eating behaviour traits, respectively. Most studies used the RS (Herman & Polivy, 1980) to measure cognitive dietary restraint, but evidence is not unequivocal. Some studies found no difference in implicit preferences for high *vs.* low calorie foods between restrained and unrestrained eaters (Houben *et al.*, 2010; Roefs *et al.*, 2005; Sin & Vartanian, 2012; Veenstra & de Jong, 2010), while others found a difference (Ahern *et al.*, 2010; French *et al.*, 2014; Giesen *et al.*, 2009; Goldfield & Lumb, 2009; Hoefling & Strack, 2008; Houben *et al.*, 2010, 2012; Papies *et al.*, 2009)

Compared to other questionnaires, the LFPQ measures both components of food reward (*i.e.* liking and wanting) at explicit and implicit levels. The TFEQ (Stunkard & Messick, 1985) assesses separately three dimensions related to eating behaviour traits such as cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger, in contrary to the RS, in which restrained eaters are defined by periods of restraint punctuated by periods of disinhibition. Considering the inconsistencies in results and the use of different methodologies and terminologies to assess and define food reward and eating behaviour traits, it becomes relevant to better understand the associations between food reward, weight status and eating behaviour traits by using the LFPQ and the TFEQ.

The purpose of this study was to investigate the differences in food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) for foods varying in fat content and taste between normal-weight and obese women. We further examined whether food reward was associated with some eating behaviour traits such as cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger. We hypothesized that compared to normal-

weight, obese women show higher reward responses for high-fat sweet foods. We also hypothesized that higher reward responses for high-fat sweet foods are associated with higher scores of cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger.

3.4 Material and methods

3.4.1 Participants and study design

Data for the present study were collected at baseline in a randomized controlled trial to investigate the impact of nutritional labelling on appetite sensations, attitudes and food intake among women (Carbonneau et al., 2015). Data were collected from September 2011 through May 2013 at INAF at Laval University. Participants arrived at the laboratory at different times throughout the day (*i.e.* from 6 h 45 to 16 h 30) in a fasting state (*i.e.* not having consumed any food for at least two hours before the visit). The visit lasted approximately two hours. During the last forty minutes, hunger and fullness visual analog scales were administered immediately prior the completion of the LFPQ, and the anthropometric measurements were then conducted. Note that the TFEQ was administered after the experimental period. Eligibility criteria were: (1) age 25-65 years old; (2) having a normal-weight (BMI < 25.5 kg/m²) or being obese (BMI ≥ 29.5 kg/m²); (3) having a stable weight in the last three months (±2.5 kg); (4) not taking medications or having a chronic health problem that affects weight, appetite measurements and food intake; (5) not being pregnant or lactating; (6) having at least a moderate appreciation of the food items in the menu and willing to eat them and; (7) keeping a stable level of physical activity during the study. Each participant provided written informed consent. The study was conducted according to the guidelines laid down in the Declaration of Helsinki and was approved by the Laval University Ethics Committee. The study was registered in the Clinical Trials.gov registry (NCT01604954).

3.4.2 Questionnaires

The LFPQ is a validated computer-based procedure developed by Finlayson *et al.* that assesses separately and concurrently different components of food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) and food preferences for the same target of photographic food stimuli (Finlayson et al., 2008; Finlayson et al., 2007a). The procedure

was translated to French and adapted to North American diet. It included 16 photographic images of common ready-to-eat foods in the North American diet that varied according to their fat (high *vs.* low) and taste (savoury *vs.* sweet) properties (Table 3.1).

To measure explicit liking and wanting, photographic food stimuli were presented one at a time in random order on the computer screen (32 trials). Participants had to rate by clicking with a mouse their liking (“How pleasant would it be to taste some of this food right now?”) and their wanting (“How much do you want some of this food right now?”) on a 100-mm visual analog scale (VAS) anchored at each end with “not at all” to “extremely”. A higher score indicates a greater explicit liking or explicit wanting for that food category. Scores for explicit liking and wanting range from 0 to 100.

To measure implicit wanting, each photographic food stimulus was paired with another from a different food category according to a forced choice methodology (96 food pair trials). By using designated keys on the keyboard, participants were instructed to “select the food that they most want to eat right now” as quickly and accurately as possible. In addition to recording the choice frequency that may indicate a relative food preference for that food category, reaction time (*i.e.* speed in milliseconds) of each choice was also covertly recorded. These two measures (*i.e.* choice frequency and reaction time) are then combined to create a frequency-weighted algorithm as a measure of implicit wanting (Dalton & Finlayson, 2014). This algorithm is influenced by both selection and non-selection of a food category. A negative score of implicit wanting means a less rapid preference for a food category compared to its alternative, whereas a positive score denotes the opposite. Scores for implicit wanting range from -100 to 100.

The TFEQ is a 51-item validated questionnaire that assesses three dimensions of eating behaviour traits: cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger (Stunkard & Messick, 1985). The 21-item cognitive dietary restraint scale measures intent to control food intake, whereas the 16-item disinhibition scale measures overeating tendencies, and the 14-item susceptibility to hunger scale measures food intake in response to feelings or perceptions of hunger. These three eating behaviour traits can also be divided into subscales such as rigid or flexible restraint subscales (all-or-nothing or gradual approach, respectively); habitual, emotional or situational susceptibility to disinhibition

subscales (overeating tendencies triggered by habits, negative affective states or environmental cues, respectively); and internal or external hunger subscales (type of hunger regulated by internal or external cues, respectively) (Bond et al., 2001; Westenhoefer et al., 1999). Higher score indicates greater level of cognitive dietary restraint, disinhibition or susceptibility to hunger. Even if the TFEQ was administered after the experimental period, results from generalized linear model (GLM) procedure showed that the experimental conditions (*i.e.* three labelling groups) have no impact on any eating behaviour traits studied (*i.e.* cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger, and their subscales).

3.4.3 Anthropometric measurements

Body weight was measured to the nearest 0.1 kg on a calibrated scale (BWB-800S Digital scale, Tanita). Height was also measured to the nearest 0.1 cm with a wall-mounted stadiometer (Stadiometer HR-100, Tanita, Arlington Heights, IL). For these two measurements, participants were asked to remove their shoes and objects in their pockets. BMI was then calculated (normal weight: BMI < 25.5 kg/m², obese: ≥ 29.5 kg/m²). Anthropometric measurements were conducted immediately after the completion of the LFPQ at the end of the visit.

3.4.4 Subjective appetite sensations

Immediately prior the completion of the LFPQ, subjective appetite sensations (*i.e.* hunger and fullness) were measured on a 150-mm VAS (Hill & Blundell, 1986). Two questions were asked: “How hungry do you feel? ” (not hungry at all – very hungry); and “How full do you feel? ” (not full at all – very full). As mentioned earlier, prior the visit, participants were asked to arrive at the laboratory in a fasting state. Since liking and wanting for food are greater when participants are in a fasting state (Blundell et al., 2000; Castellanos et al., 2009; Epstein et al., 2003; Finlayson et al., 2008; Hoefling & Strack, 2008; Nijs et al., 2010), subjective appetite sensations were measured to control for the variation observed in appetite during the visit.

3.4.5 Sociodemographic and medical variables

Self-reported sociodemographic variables included age, occupational status, education level and household income, and a medical questionnaire provided information about the menstrual cycle (*i.e.* follicular *vs.* luteal phases). Menstrual cycle is relevant in the present study since evidence suggests that women experience a greater explicit wanting for high fat foods during the mid-luteal phase of the menstrual cycle (McNeil et al., 2013).

3.4.6 Statistical analysis

Differences in baseline characteristics between groups defined according to BMI and eating behaviour traits were assessed using the GLM procedure for continuous data, and chi-square test for categorical data. Considering that these variables can influence the association between food reward, BMI and eating behaviour traits (*i.e.* potential confounders), subsequent analyses were therefore adjusted for baseline differences. Of note, these variables were kept in the models only when the associations remained significant. MIXED procedures for repeated measurements were used to assess main effects of BMI (normal-weight *vs.* obese), cognitive dietary restraint (low *vs.* high score based on a median of 7.35), disinhibition (low *vs.* high score based on a median of 5.50), susceptibility to hunger (low *vs.* high score based on a median of 4.00), fat content (high *vs.* low) and taste (savoury *vs.* sweet) of foods, and their interactions on reward responses (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting). When a significant main effect was detected by the MIXED model, between and within group pairwise differences were identified using Tukey-Kramer adjustments. Because of the exploratory nature of the analyses, we have not preselected multiple comparisons for which our hypotheses have been put forward. Effect sizes (ES) were also calculated for within- and between-group differences using the Cohen's *d* formula (Cohen, 1992) ($d = \text{standardized difference}$; *i.e.* difference between means divided by their pooled standard deviation) (Bird, 2002). Strength of ES was defined as small ($d = 0.20$ to 0.49), moderate ($d = 0.50$ to 0.79) and large ($d \geq 0.80$) (Cohen, 1992). In the present analysis, BMI, cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger groups as well as fat and taste factors were considered as the independent variables, and explicit liking, explicit wanting and implicit wanting as the dependent variables. Since all variables were normally distributed, no data transformation was required. The

probability level for significance used for the interpretation of all statistical analyses was set at $p < 0.05$. All analyses were performed with Statistical Analysis Software (SAS) version 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

3.5 Results

3.5.1 Exclusions and description of participants

A total of 160 women were included at baseline in the study. Ten women were excluded because they were considered as overweight (*i.e.* BMI between 25.5-29.5 kg/m²; $n = 7$) or they abandoned for personal reasons ($n = 3$). Thus, a total of 150 normal-weight or obese participants were included in the final analyses. Descriptive characteristics of the sample are presented in Table 3.2 and Table 3.3. The majority of the sample (58.2 %) had a university diploma, and more than three quarters (78.2 %) of the whole sample had an annual family income higher than CA\$39,999. As indicated in Table 3.2 and Table 3.3, significant differences between normal-weight and obese women were observed for age, visit time, menstrual cycle, occupational status, subjective hunger and fullness sensations as well as total disinhibition, habitual susceptibility to disinhibition and external hunger. However, only the hunger sensation prior the completion of the LFPQ was kept in explicit liking and explicit wanting models related to BMI groups, because it remained significant.

3.5.2 Objective 1: Association between food reward and BMI

No main effect of BMI or BMI X fat or BMI X taste interactions was observed for explicit liking, explicit wanting and implicit wanting (all $p < 0.95$; adjusted for hunger sensation for explicit liking and wanting). However, significant BMI X fat X taste interactions were observed for explicit liking ($F(1,148) = 5.60, p = 0.02$) and explicit wanting ($F(1,148) = 7.91, p = 0.01$). Nevertheless, pairwise differences did not remain significant when using Tukey-Kramer adjustments (Table 3.4).

3.5.3 Objective 2: Association between food reward and eating behaviour traits

No main effect of cognitive dietary restraint or cognitive dietary restraint X fat and/or X taste interactions was observed for explicit liking, explicit wanting and implicit

wanting (all $p < 0.95$). With regards to its subscales, a significant main effect of flexible restraint was observed for explicit liking ($F(1,247) = 5.07, p = 0.03$) and explicit wanting ($F(1,247) = 7.36, p = 0.01$). Women with a higher score (≥ 3) of flexible restraint had greater explicit liking and wanting than women with a lower score (< 3) (Figure 3.1).

No main effect of disinhibition or disinhibition X fat and/or X taste interactions was observed for explicit liking, explicit wanting and implicit wanting (all $p < 0.94$; adjusted for rigid restraint for explicit liking and wanting), with the exception of disinhibition X fat X taste interaction for explicit liking ($F(1,123) = 4.26, p = 0.04$) and disinhibition X fat interaction for implicit wanting ($F(1,148) = 4.19, p = 0.04$). Nevertheless, pairwise differences did not remain significant when using Tukey-Kramer adjustments (Table 3.4).

With regards to the disinhibition's subscales, a significant interaction between emotional susceptibility to disinhibition and fat was observed for implicit wanting ($F(1,148) = 7.07, p = 0.01$). Women with a higher emotional susceptibility to disinhibition (> 1) showed significantly less implicit wanting for low fat vs. high fat foods and tended to show a significantly higher implicit wanting for high fat vs. low fat foods compared to women with a lower emotional susceptibility to disinhibition (≤ 1) (Figure 3.2). While a significant interaction between habitual susceptibility to disinhibition and fat was also observed for implicit wanting ($F(1,148) = 5.05, p = 0.03$), pairwise differences did not remain significant when using Tukey-Kramer adjustments (Table 3.4).

No main effect of susceptibility to hunger or susceptibility to hunger X fat X taste interaction was observed for explicit wanting, explicit liking and implicit wanting (all $p < 0.78$), with the exceptions of a significant susceptibility to hunger X fat ($F(1,148) = 7.79, p = 0.01$) and X taste ($F(1,148) = 8.27, p = 0.01$) interaction observed for implicit wanting. Women with a higher susceptibility to hunger (≥ 4) showed greater preferences for high fat vs. low fat foods (Figure 3.3) and for sweet vs. savoury foods (Figure 3.4) than women with a lower susceptibility to hunger (< 4).

Regarding hunger subscales, similar results were observed for external hunger X fat ($F(1,292) = 7.76, p = 0.01$) and X taste ($F(1,295) = 6.50, p = 0.01$) interactions for implicit wanting. Women with a higher external hunger (≥ 2) preferred high fat to low fat foods

(Figure 3.5), but tended to prefer sweet to savoury foods compared to women with a lower external hunger (< 2) (Table 3.4). Moreover, a significant interaction was observed between internal hunger and fat for implicit wanting ($F(1,148) = 3.96, p = 0.05$) and between external hunger and fat for explicit liking and wanting ($F(1,160) = 4.44, p = 0.04$ for explicit liking; $F(1,156) = 4.55, p = 0.03$ for explicit wanting). Nevertheless, pairwise differences did not remain significant when using Tukey-Kramer adjustments (Table 3.4).

3.6 Discussion

The purpose of this study was to examine whether food reward is related to BMI and eating behaviour traits among women. It was predicted that obese women and women with higher scores of cognitive dietary restraint, disinhibition and susceptibility to hunger experience a higher explicit liking, explicit wanting and implicit wanting for high-fat sweet foods.

3.6.1 Association between food reward and BMI

Contrary to our hypothesis, obese women did not experience higher food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) for high-fat sweet foods compared to normal-weight, suggesting that food reward is not associated with weight status. In accordance with our results, Davis *et al.* (2004) found that obese women ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$) did not differ from normal-weight women ($BMI > 18.5 < 25$) in terms of their sensitivity to reward measured by the Physical Anhedonia Scale (Chapman *et al.*, 1976). In other words, obese women were not more hedonic than normal-weight women (Davis *et al.*, 2004). By definition, a hedonic eater takes greater pleasure from reward, such as food, compared to a non-hedonic eater (Meehl, 1975). The hedonic measure corresponds to the liking component of food reward in the present study. Davis and Fox (2008) have since demonstrated an inverted-U association between sensitivity to reward and BMI in a sample of young men and women, which indicates a positive association among normal-weight and overweight participants and a negative association in moderately and severely obese participants. This result suggests that both ends of the BMI spectrum (*i.e.* normal-weight and obese) are characterized by low reward sensitivity. Thus, sensitivity to reward represents a factor that may lead to obesity rather than a trait only observed in obese

individuals (Finlayson et al., 2007b). Snoek *et al.* (2004) also demonstrated that obese women did not like food more than non-obese women. Because obese women had greater appetite ratings (*i.e.* measured by a 150-mm VAS) after the *ad libitum* consumption of the food served (*i.e.* sandwich and snack) compared to normal-weight women, Snoek *et al.* (2004) speculated that obese women expressed a greater wanting for more food. According to these authors, obese women differ from normal-weight women in their wanting for food, but this hypothesis was not tested. Moreover, no association was found between food reinforcement (*i.e.* implicit wanting) and BMI in a community sample of working adults (French et al., 2014). Taken together, these studies suggest that obese individuals have an increased motivation for food without experiencing a greater pleasure, suggesting that food wanting is a more relevant outcome to obesity than food liking (Mela, 2006).

Saelens and Epstein (1996) were the first to test the hypothesis that food is more reinforcing for obese than for non-obese individuals. In contrast to the present study, but in line with the hypothesis of Saelens and Epstein (1996), obese young women worked harder to obtain palatable snack foods than to perform sedentary activities compared to non-obese young women. Epstein *et al.* (2007b) retested this hypothesis in a sample of young obese and non-obese men and women, and demonstrated that palatable foods were more reinforcing for obese adults than non-obese adults. Epstein *et al.* (2014) concluded that women who were motivated to eat palatable foods were more obese. Food reinforcement is associated with the motivational component of food reward in the present study (*i.e.* implicit wanting) (Finlayson & Dalton, 2012a), but the variables are measured differently. Food reinforcement is measured by how hard someone will work to get access to food (Epstein et al., 2007a). On the other hand, the assessment of the implicit wanting is based on the reaction time, *i.e.* the speed with which one photographic food stimulus is chosen in preference to its alternative (Finlayson et al., 2008; Finlayson et al., 2007a). Moreover, instead of using BMI to define weight categories as the present study, other studies use the body composition such as fat mass. Indeed, in a sample of overweight and obese men and women, fat mass was positively associated with explicit liking for high fat foods and associated with implicit wanting for high fat foods, suggesting that fat mass may predict food reward (Hopkins et al., 2014). These methodological differences may explain the mixed results observed.

3.6.2 Association between food reward and cognitive dietary restraint

Women with a higher score of flexible restraint had greater explicit liking and wanting for foods in general compared to women with a lower score, which partially supports our hypothesis. We expected an association between food reward and rigid restraint. Rigid restraint is a dichotomous, all-or-nothing approach to eating, dieting, and weight (Westenhoefer et al., 1999). By this definition, a rigid restraint eater does not eat palatable foods because they are forbidden. The intention to control what they eat can be so rigid that restrained eaters often fail and indulge in palatable foods (Herman & Polivy, 1980), suggesting that restrained eaters may experience an enhanced motivation (*i.e.* wanting) for palatable foods compared to unrestrained eaters (Fedoroff et al., 2003; Veenstra & de Jong, 2010). In other words, restrained eaters may like palatable foods to the same extent as unrestrained eaters, but may differ in terms of their motivation to consume these foods. This hypothesis was not supported in the present study since our results rather suggested a higher explicit liking and wanting for foods in general in flexible restrained eaters compared to unrestrained eaters. This association seems logical since flexible restraint is a more graduated approach to eating, dieting, and weight, in which “fattening” foods are eaten in limited quantities without feelings of guilt (Westenhoefer et al., 1999). It means that compared to rigid restrained eaters, flexible restrained eaters allow themselves to eat what they want, even high-fat sweet foods, but in limited quantities. This flexibility may explain why our results demonstrated that flexible restrained eaters, and not rigid restrained eaters, experienced a higher pleasure and had more motivation for foods in general compared to unrestrained eaters. To our knowledge, no study has investigated the association between food reward and rigid or flexible restraint.

The association between food reward and cognitive dietary restraint in general is inconsistent. Our results suggest that there were no differences between high and low scorers of dietary cognitive restraint and food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) for high-fat sweet foods. These findings are consistent with previous research showing that restrained women did not display enhanced liking for high fat foods compared to unrestrained women (Houben et al., 2010; Roefs et al., 2005; Sin & Vartanian, 2012; Veenstra & de Jong, 2010).

Similarly, Houben *et al.* (2010) showed that both restrained and unrestrained women associated high calorie foods (*vs.* low calorie foods) with negative affect to the same extent. With respect to food reinforcement (*i.e.* wanting), restrained women did not work harder to earn cookies compared to unrestrained women (Sin & Vartanian, 2012). On the other hand, contrary to our results, some studies demonstrated stronger positive or negative associations with food reward for palatable foods in restrained eaters compared to unrestrained eaters (Ahern *et al.*, 2010; French *et al.*, 2014; Giesen *et al.*, 2009; Goldfield & Lumb, 2009; Hoefling & Strack, 2008; Houben *et al.*, 2010, 2012; Papies *et al.*, 2009). Indeed, Houben *et al.* (2012) demonstrated that restrained women showed enhanced implicit preferences (*i.e.* implicit wanting) for palatable foods in general, independently of caloric density (*i.e.* low, moderate or high) compared to unrestrained women. Most of these studies used the RS, a combination of dietary restraint and disinhibition compared to the dietary cognitive restraint scale of the TFEQ, which is rather a separated measure of dietary restraint. This methodological difference may explain the mixed results observed.

3.6.3 Association between food reward and disinhibition

Women with a higher score of emotional susceptibility to disinhibition wanted less low fat *vs.* high fat foods compared to women with a lower score, which partially supports our hypotheses. Logically, if higher scorers for emotional susceptibility to disinhibition wanted low fat foods to a lesser extent, this is because they preferred high fat foods. However, this hypothesis was not supported in the present study since our results only suggested a tendency to prefer high fat foods. One explanation may be the restricted sample size that does not allow detecting small effect sizes ($ES = -0.07$). Emotional susceptibility to disinhibition, measured by the TFEQ, is defined as the tendency to overeat in response to emotions rather than hunger (Bond *et al.*, 2001). Some evidence suggests that emotional eating, especially negative emotions, better known as negative affect (*e.g.* sadness, anger, tension), is thought to induce food intake, and often of high-fat sweet foods (Fay & Finlayson, 2011; Nguyen-Michel *et al.*, 2007). One potential explanation by which negative affect may lead to overconsumption of palatable foods is through enhanced wanting. Indeed, Fay & Finlayson (2011) demonstrated that eating in the presence of negative affect was associated with enhanced explicit wanting for the test food (*i.e.* sweet popcorn).

With regards to the association between food reward and disinhibition in general, our results suggest that there are no differences between high (≥ 5.50) and low (< 5.50) scorers and food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) for high-fat sweet foods. In contrast to our results, previous researches reported an enhanced preference (*i.e.* implicit wanting) for high-fat sweet foods in women characterized by a "binge eating" trait (a trait similar to disinhibition) (Dalton et al., 2013a, 2013b; Finlayson et al., 2011). Moreover, Finlayson *et al.* (2012) demonstrated that disinhibition (assessed by TFEQ) was associated with food reward (assessed by LFPQ) in young normal-weight women, indicating that high scorers had an enhanced liking for all food categories (*i.e.* high-fat savoury, low-fat savoury, high-fat sweet and low-fat sweet), but with an enhanced implicit wanting only for high-fat sweet foods. In the present study, we used the median split to define disinhibition groups compared to lower and upper tertile scores in Finlayson *et al.* (2012) and a sequence of binary "splits" (*i.e.* result of the largest mean difference on the outcome between the resulting predictor-split groups) on predictor variables in French *et al.* (2014). Moreover, our disinhibition scores (6.1 ± 3.2) are slightly lower than others studies (Finlayson *et al.* (2012): 7.1 ± 3.2 ; French *et al.* (2014): 8.2 ± 4.4). Thus, this may explain the discrepancy observed with the literature on disinhibition.

3.6.4 Association between food reward and susceptibility to hunger

In accordance with our hypothesis, women with a higher susceptibility to hunger preferred high-fat sweet *vs.* low-fat savoury foods compared to lower scorers. Susceptibility to hunger, assessed by the TFEQ, is defined as eating in response to feelings or perceptions of hunger (Stunkard & Messick, 1985). According to this definition, individuals do not eat because they are physiologically hungry (*i.e.* "real" hunger) as a result of short-term energy depletion, but rather because their hunger is driven by pleasure (*i.e.* "false" hunger). Lowe & Butryn (2007) proposed the term "hedonic hunger", which refers to reward-driven eating in the absence of a "real" hunger, such as desiring a dessert after a filling meal. It seems plausible that the concept of hedonic hunger is consistent with implicit wanting (Finlayson et al., 2007b). Interestingly, our results suggest that women with a higher external hunger preferred high fat *vs.* low fat foods, and tended to prefer sweet *vs.* savoury foods compared to women with a lower external hunger. External hunger is defined as a hyper

responsiveness to external food cues such as the smell of fresh bread (Bond et al., 2001). Our association between external hunger and food reward for high fat foods seems logical, since the food environment in most Western societies is characterized by the accessibility and the availability of palatable foods (Davis et al., 2007). Considering that food wanting is triggered mostly by external cues, it is likely that food wanting has more influence than food liking on food intake in this type of environment (Mela, 2006).

3.6.5 Strengths and limitations

To the best of our knowledge, except for Finlayson *et al.* (2012) and French *et al.* (2014), this is the third study to examine the associations between explicit and implicit components of food reward (*i.e.* explicit liking, explicit wanting and implicit wanting) and eating behaviour traits, as assessed by the LFPQ and the TFEQ, respectively. Also, the use of a computer-based procedure (*i.e.* not a self-reported measure), as performed with the LFPQ, is a strength of this study, because, compared to explicit measures, implicit measures are “less susceptible to extraneous factors such as social desirability concerns and might capture processes that are not introspectively accessible or cannot be easily controlled” (Tibboel et al., 2015, p. 355). Finally, potential confounders (*e.g.*, menstrual cycle, subjective appetite sensations) have been taken into account in the analysis since they can influence the association between food reward, BMI and eating behaviour traits. On the other hand, this study is also subject to a number of limitations. Firstly, cross-sectional nature of the study does not permit to identify causal relationship between food reward and BMI and between food reward and eating behaviour traits. Secondly, the restricted sample size did not allow us to detect small effect sizes associated with food reward, BMI and eating behaviour traits, which limits the ability to demonstrate the extent to which these variables interact together. Trying to replicate the described findings in a larger sample is thus necessary. Thirdly, the meal consumed prior to completing LFPQ was not controlled (but adjusted for subjective appetite sensations prior the completion of LFPQ). Different foods eaten by participants before the LFPQ may have influenced processes involved in food selection through sensory specific satiety mechanisms, *i.e.* greater decrease in the pleasantness and motivation for food (eaten or not) with similar sensory properties (*e.g.* fat content and taste) compared to food with dissimilar sensory

properties (Havermans et al., 2009; Rolls et al., 1981; Rolls et al., 1984). The inclusion of a standard preload in future studies would increase the ability to show individual differences in food reward by minimizing the effect of hunger on food reward, particularly the wanting component. Fourth, the use of BMI to define weight categories represents a limitation of the study. Since obesity is related to adiposity (not an association between height and weight), BMI serves as an indirect measure of obesity (Santé Canada, 2003). Replacing BMI with direct measures such as body composition or waist circumference should be privileged, because they are more accurate measures of fat mass and fat distribution, respectively (Despres, 2011). Fifth, since the sample only included highly educated normal-weight and obese women, results from this study were not representative of the general population. These limitations should be addressed in future research with other populations varying in gender, weight status and educational level. For example, it would be interesting to examine whether these results are observed among overweight men. Sixthly, the TFEQ scores are not very high compared to other studies (Provencher et al., 2007; Provencher et al., 2004). Finally, results can only be interpreted with respect to the photographic food stimuli used in the LFPQ.

3.7 Conclusion

In summary, this study extended the previous liking and wanting literature by providing a better understanding of the associations between food reward (assessed by LFPQ), weight status and eating behaviour traits (assessed by TFEQ) among a sample of normal-weight and obese women. Interestingly, results suggest that eating behaviour traits such as flexible restraint, emotional susceptibility to disinhibition and susceptibility to hunger mainly influenced by external cues have greater influences on food reward for palatable foods than weight status. Based on these findings, we propose that eating behaviour traits are important factors in explaining the hedonic value of food (*i.e.* liking) and the motivation to eat (*i.e.* wanting) in women. Further studies are needed in order to clarify the role of weight status and eating behaviour traits on food reward, and should take into account the limitations described above.

3.8 Financial support, conflict of interest, authorship and acknowledgments

The present study was supported by a grant from Canadian Institutes of Health Research (CIHR) (Funding Reference Number: MOP-110951). The CIHR had no involvement within any aspects of the study.

None of the authors have reported any financial or personal conflict of interest to the present manuscript.

The contributions of each author in this work are as follows: V.D., E.D., B.L. and V.P. for designing the study, S.P. and E.C. for carrying out the study, G.O.S.H., G.F. and V.P. for analysing and interpreting the data and G.O.S.H. for drafting the manuscript. All authors critically reviewed the manuscript.

The authors express their gratitude to Julie Perron, Cynthia Donaldson, Sandra Gagnon, Lyson Gélinas, Martin Gravel, Valérie Lamontagne, Steeve Larouche and Julie Maltais-Giguère for their participation in recruitment and data input, Melissa Fernandez for english help, Aurelien Nicoso for statistical analysis help, and all the participants for their involvement in the study.

3.9 References

- Ahern, A. L., Field, M., Yokum, S., Bohon, C., & Stice, E. (2010). Relation of dietary restraint scores to cognitive biases and reward sensitivity. *Appetite*, *55*(1), 61-68. doi:10.1016/j.appet.2010.04.001
- Berridge, K. C. (1996). Food reward: brain substrates of wanting and liking. *Neurosci Biobehav Rev*, *20*(1), 1-25.
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (2003). Parsing reward. *Trends Neurosci*, *26*(9), 507-513. doi:10.1016/s0166-2236(03)00233-9
- Bird, K. D. (2002). Confidence Intervals for Effect Sizes in Analysis of Variance. *Educational and Psychological Measurement*, *62*(2), 197-226. doi:10.1177/0013164402062002001
- Blundell, J., Finlayson, G., Halford, J., & King, N. (2000). The Regulation of Food Intake in Humans. In L. J. De Groot, P. Beck-Peccoz, G. Chrousos, K. Dungan, A. Grossman, J. M. Hershman, C. Koch, R. McLachlan, M. New, R. Rebar, F. Singer, A. Vinik, & M. O. Weickert (Eds.), *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.
- Blundell, J. E., Stubbs, R. J., Golding, C., Croden, F., Alam, R., Whybrow, S., et al. (2005). Resistance and susceptibility to weight gain: individual variability in response to a high-fat diet. *Physiol Behav*, *86*(5), 614-622. doi:10.1016/j.physbeh.2005.08.052
- Bond, M. J., McDowell, A. J., & Wilkinson, J. Y. (2001). The measurement of dietary restraint, disinhibition and hunger: an examination of the factor structure of the Three Factor Eating Questionnaire (TFEQ). *Int J Obes Relat Metab Disord*, *25*(6), 900-906. doi:10.1038/sj.ijo.0801611
- Carbonneau, E., Perron, J., Drapeau, V., Lamarche, B., Doucet, E., Pomerleau, S., & Provencher, V. (2015). Impact of nutritional labelling on 10-d energy intake, appetite perceptions and attitudes towards food. *Br J Nutr*, 1-10. doi:10.1017/s0007114515003918
- Carr, K. A., Lin, H., Fletcher, K. D., & Epstein, L. H. (2014). Food reinforcement, dietary disinhibition and weight gain in nonobese adults. *Obesity (Silver Spring)*, *22*(1), 254-259. doi:10.1002/oby.20392
- Castellanos, E. H., Charboneau, E., Dietrich, M. S., Park, S., Bradley, B. P., Mogg, K., & Cowan, R. L. (2009). Obese adults have visual attention bias for food cue images: evidence for altered reward system function. *Int J Obes*, *33*(9), 1063-1073.
- Chapman, L. J., Chapman, J. P., & Raulin, M. L. (1976). Scales for physical and social anhedonia. *J Abnorm Psychol*, *85*(4), 374-382.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychol Bull*, *112*(1), 155-159.
- Cox, D. N., Perry, L., Moore, P. B., Vallis, L., & Mela, D. J. (1999). Sensory and hedonic associations with macronutrient and energy intakes of lean and obese consumers. *Int J Obes Relat Metab Disord*, *23*(4), 403-410.
- Cox, D. N., van Galen, M., Hedderley, D., Perry, L., Moore, P. B., & Mela, D. J. (1998). Sensory and hedonic judgments of common foods by lean consumers and consumers with obesity. *Obes Res*, *6*(6), 438-447.
- Dalton, M., Blundell, J., & Finlayson, G. (2013a). Effect of BMI and binge eating on food reward and energy intake: further evidence for a binge eating subtype of obesity. *Obes Facts*, *6*(4), 348-359. doi:10.1159/000354599

- Dalton, M., Blundell, J., & Finlayson, G. (2013b). Examination of food reward and energy intake under laboratory and free-living conditions in a trait binge eating subtype of obesity. *Front Psychol*, *4*, 757. doi:10.3389/fpsyg.2013.00757
- Dalton, M., & Finlayson, G. (2014). Psychobiological examination of liking and wanting for fat and sweet taste in trait binge eating females. *Physiol Behav*, *136*, 128-134. doi:10.1016/j.physbeh.2014.03.019
- Davis, C., & Fox, J. (2008). Sensitivity to reward and body mass index (BMI): Evidence for a non-linear relationship. *Appetite*, *50*(1), 43-49. doi:10.1016/j.appet.2007.05.007
- Davis, C., Pate, K., Levitan, R., Reid, C., Tweed, S., & Curtis, C. (2007). From motivation to behaviour: A model of reward sensitivity, overeating, and food preferences in the risk profile for obesity. *Appetite*, *48*(1), 12-19. doi:10.1016/j.appet.2006.05.016
- Davis, C., Strachan, S., & Berkson, M. (2004). Sensitivity to reward: implications for overeating and overweight. *Appetite*, *42*(2), 131-138. doi:10.1016/j.appet.2003.07.004
- Despres, J. P. (2011). Excess visceral adipose tissue/ectopic fat - The missing link in the obesity paradox? *J Am Coll Cardiol*, *57*(19), 1887-1889. doi:10.1016/j.jacc.2010.10.063
- Egecioglu, E., Skibicka, K. P., Hansson, C., Alvarez-Crespo, M., Friberg, P. A., Jerlhag, E., et al. (2011). Hedonic and incentive signals for body weight control. *Rev Endocr Metab Disord*, *12*(3), 141-151. doi:10.1007/s11154-011-9166-4
- Epstein, L. H., Jankowiak, N., Fletcher, K. D., Carr, K. A., Nederkoorn, C., Raynor, H. A., & Finkelstein, E. (2014). Women who are motivated to eat and discount the future are more obese. *Obesity*, *22*(6), 1394-1399. doi:10.1002/oby.20661
- Epstein, L. H., Leddy, J. J., Temple, J. L., & Faith, M. S. (2007a). Food reinforcement and eating: a multilevel analysis. *Psychol Bull*, *133*(5), 884-906. doi:10.1037/0033-2909.133.5.884
- Epstein, L. H., Lin, H., Carr, K. A., & Fletcher, K. D. (2012). Food reinforcement and obesity. Psychological moderators. *Appetite*, *58*(1), 157-162. doi:10.1016/j.appet.2011.09.025
- Epstein, L. H., Temple, J. L., Neaderhiser, B. J., Salis, R. J., Erbe, R. W., & Leddy, J. J. (2007b). Food reinforcement, the dopamine D2 receptor genotype, and energy intake in obese and nonobese humans. *Behav Neurosci*, *121*(5), 877-886. doi:10.1037/0735-7044.121.5.877
- Epstein, L. H., Truesdale, R., Wojcik, A., Paluch, R. A., & Raynor, H. A. (2003). Effects of deprivation on hedonics and reinforcing value of food. *Physiol Behav*, *78*(2), 221-227.
- Erlanson-Albertsson, C. (2005). How palatable food disrupts appetite regulation. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, *97*(2), 61-73. doi:10.1111/j.1742-7843.2005.pto_179.x
- Fay, S. H., & Finlayson, G. (2011). Negative affect-induced food intake in non-dieting women is reward driven and associated with restrained-disinhibited eating subtype. *Appetite*, *56*(3), 682-688. doi:10.1016/j.appet.2011.02.004
- Fedoroff, I., Polivy, J., & Peter Herman, C. (2003). The specificity of restrained versus unrestrained eaters' responses to food cues: general desire to eat, or craving for the cued food? *Appetite*, *41*(1), 7-13. doi:10.1016/S0195-6663(03)00026-6

- Finlayson, G., Arlotti, A., Dalton, M., King, N., & Blundell, J. E. (2011). Implicit wanting and explicit liking are markers for trait binge eating. A susceptible phenotype for overeating. *Appetite*, *57*(3), 722-728. doi:10.1016/j.appet.2011.08.012
- Finlayson, G., Bordes, I., Griffioen-Roose, S., de Graaf, C., & Blundell, J. E. (2012). Susceptibility to overeating affects the impact of savory or sweet drinks on satiation, reward, and food intake in nonobese women. *J Nutr*, *142*(1), 125-130. doi:10.3945/jn.111.148106
- Finlayson, G., & Dalton, M. (2012). Current progress in the assessment of 'liking' vs.. 'wanting' food in human appetite. Comment on "'You say it's liking, I say it's wanting...". On the difficulty of disentangling food reward in man'. *Appetite*, *58*(1), 373-378; discussion 252-375. doi:10.1016/j.appet.2011.10.011
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. (2008). The role of implicit wanting in relation to explicit liking and wanting for food: implications for appetite control. *Appetite*, *50*(1), 120-127. doi:10.1016/j.appet.2007.06.007
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. E. (2007a). Is it possible to dissociate 'liking' and 'wanting' for foods in humans? A novel experimental procedure. *Physiol Behav*, *90*(1), 36-42. doi:10.1016/j.physbeh.2006.08.020
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. E. (2007b). Liking vs.. wanting food: importance for human appetite control and weight regulation. *Neurosci Biobehav Rev*, *31*(7), 987-1002. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.03.004
- Franken, I. H., & Muris, P. (2005). Individual differences in reward sensitivity are related to food craving and relative body weight in healthy women. *Appetite*, *45*(2), 198-201. doi:10.1016/j.appet.2005.04.004
- French, S. A., Mitchell, N. R., Wolfson, J., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Jeffery, R. W. (2014). Questionnaire and laboratory measures of eating behavior. Associations with energy intake and BMI in a community sample of working adults. *Appetite*, *72*, 50-58. doi:10.1016/j.appet.2013.09.020
- Giesen, J. C., Havermans, R. C., Douven, A., Tekelenburg, M., & Jansen, A. (2010). Will work for snack food: the association of BMI and snack reinforcement. *Obesity (Silver Spring)*, *18*(5), 966-970. doi:10.1038/oby.2010.20
- Goldfield, G. S., & Lumb, A. (2009). Effects of dietary restraint and body mass index on the relative reinforcing value of snack food. *Eat Disord*, *17*(1), 46-62. doi:10.1080/10640260802570106
- Havermans, R. C., Janssen, T., Giesen, J. C., Roefs, A., & Jansen, A. (2009). Food liking, food wanting, and sensory-specific satiety. *Appetite*, *52*(1), 222-225. doi:10.1016/j.appet.2008.09.020
- Herman, C. P., & Polivy, J. (1980). Restrained eating. In A. Stunkard (Ed.), *Obesity* (pp. 208-225). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Hill, A. J., & Blundell, J. E. (1986). The effects of a high-protein or high-carbohydrate meal on subjective motivation to eat and food preferences. *Nutr Behav*, *3*(2), 133-144.
- Hoefling, A., & Strack, F. (2008). The tempting effect of forbidden foods. High calorie content evokes conflicting implicit and explicit evaluations in restrained eaters. *Appetite*, *51*(3), 681-689. doi:10.1016/j.appet.2008.06.004
- Hopkins, M., Gibbons, C., Caudwell, P., Webb, D. L., Hellstrom, P. M., Naslund, E., et al. (2014). Fasting leptin is a metabolic determinant of food reward in overweight and

- obese individuals during chronic aerobic exercise training. *Int J Endocrinol*, 2014, 323728. doi:10.1155/2014/323728
- Houben, K., Roefs, A., & Jansen, A. (2010). Guilty pleasures. Implicit preferences for high calorie food in restrained eating. *Appetite*, 55(1), 18-24. doi:10.1016/j.appet.2010.03.003
- Houben, K., Roefs, A., & Jansen, A. (2012). Guilty pleasures II: Restrained eaters' implicit preferences for high, moderate and low-caloric food. *Eat Behav*, 13(3), 275-277. doi:10.1016/j.eatbeh.2012.03.007
- Lowe, M. R., & Butryn, M. L. (2007). Hedonic hunger: a new dimension of appetite? *Physiol Behav*, 91(4), 432-439. doi:10.1016/j.physbeh.2007.04.006
- McNeil, J., Cameron, J. D., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Doucet, E. (2013). Greater overall olfactory performance, explicit wanting for high fat foods and lipid intake during the mid-luteal phase of the menstrual cycle. *Physiol Behav*, 112-113, 84-89. doi:10.1016/j.physbeh.2013.02.008
- Meehl, P. E. (1975). Hedonic capacity: some conjectures. *Bull Menninger Clin*, 39(4), 295-307.
- Mela, D. J. (2006). Eating for pleasure or just wanting to eat? Reconsidering sensory hedonic responses as a driver of obesity. *Appetite*, 47(1), 10-17. doi:10.1016/j.appet.2006.02.006
- Nguyen-Michel, S. T., Unger, J. B., & Spruijt-Metz, D. (2007). Dietary correlates of emotional eating in adolescence. *Appetite*, 49(2), 494-499. doi:10.1016/j.appet.2007.03.005
- Nijs, I. M., Muris, P., Euser, A. S., & Franken, I. H. (2010). Differences in attention to food and food intake between overweight/obese and normal-weight females under conditions of hunger and satiety. *Appetite*, 54(2), 243-254. doi:10.1016/j.appet.2009.11.004
- Obesity Society. (2015). *Potential contributors to obesity*. Répéré le 3 mars 2016 à : https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/OBESITY/004d4f70-37d5-434e-b24d-08a32dfdfcd9/UploadedImages/potential_contributors_to_obesity_2015_infographic.jpg
- Papies, E. K., Stroebe, W., & Aarts, H. (2009). Who likes it more? Restrained eaters' implicit attitudes towards food. *Appetite*, 53(3), 279-287. doi:10.1016/j.appet.2009.07.001
- Provencher, V., Begin, C., Piche, M. E., Bergeron, J., Corneau, L., Weisnagel, S. J., et al. (2007). Disinhibition, as assessed by the Three-Factor Eating Questionnaire, is inversely related to psychological well-being in postmenopausal women. *Int J Obes (Lond)*, 31(2), 315-320. doi:10.1038/sj.ijo.0803405
- Provencher, V., Drapeau, V., Tremblay, A., Despres, J. P., Bouchard, C., & Lemieux, S. (2004). Eating behaviours, dietary profile and body composition according to dieting history in men and women of the Quebec Family Study. *Br J Nutr*, 91(6), 997-1004. doi:10.1079/bjn20041115
- Roefs, A., Herman, C. P., MacLeod, C. M., Smulders, F. T. Y., & Jansen, A. (2005). At first sight: how do restrained eaters evaluate high-fat palatable foods? *Appetite*, 44(1), 103-114. doi:10.1016/j.appet.2004.08.001
- Rolls, B. J., Rolls, E. T., Rowe, E. A., & Sweeney, K. (1981). Sensory specific satiety in man. *Physiol Behav*, 27(1), 137-142.

- Rolls, B. J., Van Duijvenvoorde, P. M., & Rolls, E. T. (1984). Pleasantness changes and food intake in a varied four-course meal. *Appetite*, 5(4), 337-348.
- Saelens, B. E., & Epstein, L. H. (1996). Reinforcing value of food in obese and non-obese women. *Appetite*, 27(1), 41-50. doi:10.1006/appe.1996.0032
- Santé Canada. (2003). *Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes - Guide de référence rapide à l'intention des professionnels*. Repéré le 3 mars 2016 à http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/cg_quick_ref-ldc_rapide_ref-fra.pdf
- Sin, N. L. Y., & Vartanian, L. R. (2012). Is counter-regulation among restrained eaters a result of motivated overeating? *Appetite*, 59(2), 488-493. doi:10.1016/j.appet.2012.06.014
- Snoek, H. M., Huntjens, L., Van Gemert, L. J., De Graaf, C., & Weenen, H. (2004). Sensory-specific satiety in obese and normal-weight women. *Am J Clin Nutr*, 80(4), 823-831.
- Stunkard, A. J., & Messick, S. (1985). The three-factor eating questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger. *J Psychosom Res*, 29(1), 71-83.
- Temple, J. L., Bulkley, A. M., Badawy, R. L., Krause, N., McCann, S., & Epstein, L. H. (2009). Differential effects of daily snack food intake on the reinforcing value of food in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr*, 90(2), 304-313. doi:10.3945/ajcn.2008.27283
- Tibboel, H., De Houwer, J., & Van Bockstaele, B. (2015). Implicit measures of "wanting" and "liking" in humans. *Neurosci Biobehav Rev*, 57, 350-364. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.09.015
- Veenstra, E. M., & de Jong, P. J. (2010). Restrained eaters show enhanced automatic approach tendencies towards food. *Appetite*, 55(1), 30-36. doi:10.1016/j.appet.2010.03.007
- Westenhoefer, J., Stunkard, A. J., & Pudel, V. (1999). Validation of the flexible and rigid control dimensions of dietary restraint. *Int J Eat Disord*, 26(1), 53-64.
- Yeomans, M. R., Blundell, J. E., & Leshem, M. (2004). Palatability: response to nutritional need or need-free stimulation of appetite? *Br J Nutr*, 92 Suppl 1, S3-14.
- Yeomans, M. R., Lee, M. D., Gray, R. W., & French, S. J. (2001). Effects of test-meal palatability on compensatory eating following disguised fat and carbohydrate preloads. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(8), 1215-1224. doi:10.1038/sj.ijo.0801653
- Yeomans, M. R., Weinberg, L., & James, S. (2005). Effects of palatability and learned satiety on energy density influences on breakfast intake in humans. *Physiol Behav*, 86(4), 487-499. doi:10.1016/j.physbeh.2005.08.019

3.10 Tables

Table 3.1 : Categories of photographic food stimuli included in the LFPQ

Savoury		Sweet	
High fat	Low fat	High fat	Low fat
Potato chips	Soup	Chocolate ice cream	Jellybeans
Bacon	Rice	Cinnamon bun	Pineapple
Pizza	Potato	Brownies	Popsicle
French fries	Bread	Apple pie	Jello

LFPQ, Leeds Food Preference Questionnaire. Based on a database of photographic food stimuli and adapted to North American diet (Finlayson, King and Blundell, 2009).

Table 3.2 : Baseline characteristics of normal-weight ($n = 76$) and obese ($n = 74$) women

Variables	Normal-weight $n = 76$	Obese $n = 74$
Age (year)	41.8 ± 12.1	50.3 ± 12.5****
BMI (kg/m ²)	22.4 ± 1.8	33.7 ± 3.9****
Visit time (HH:MM)	10h24 ± 3h00	11h30 ± 3h06*
Menstrual cycle (%) ^a		
Follicular phase	18 (21.7)	17 (20.5)
Luteal phase	35 (42.2)	13 (15.7)*
Occupational status (%) ^b		
Student	11 (7.7)	3 (2.1)**
Worker	51 (35.7)	41 (28.7)
Unemployed/retired	12 (8.4)	25 (17.5)**
Highest level of education completed (%) ^c		
Elementary school	1 (0.7)	1 (0.7)
High school	6 (4.3)	13 (9.2)
College	16 (11.4)	22 (15.6)
University	47 (33.3)	35 (24.8)
Family income before tax for the past year (CAS) (%) ^d		
0-19,999	6 (4.4)	5 (3.7)
20,000–39,999	11 (8.0)	5 (3.7)
40,000–59,999	13 (9.5)	18 (13.1)
60,000–79,999	13 (9.5)	7 (5.1)
80,000–99,999	5 (3.7)	10 (7.3)
100,000 and more	14 (10.2)	17 (12.4)
VAS prior to the completion of the LFPQ (mm) ^e		
Hunger	92.6 ± 42.7	77.1 ± 42.2*
Fullness	45.6 ± 36.7	62.1 ± 45.9*

BMI, body mass index; VAS, visual analogue scale; LFPQ, Leeds Food Preference Questionnaire.

Values are mean ± SD or number (percentage).

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, **** $p \leq 0.0001$ significantly different from normal-weight group (Student's t-test procedure).

a Missing values (total: $n = 3$, normal-weight: $n = 1$, obese: $n = 2$) and not applicable values because postmenopausal women (total: $n = 64$, normal-weight: $n = 22$, obese: $n = 42$).

b Missing values or prefer not to answer (total: $n = 7$, normal-weight: $n = 2$, obese: $n = 5$).

c Missing values or prefer not to answer (total: $n = 9$, normal-weight: $n = 6$, obese: $n = 3$).

d Missing values or prefer not to answer (total: $n = 26$, normal-weight: $n = 14$, obese: $n = 12$).

e Missing values or prefer not to answer (total: $n = 3$, normal-weight: $n = 3$, obese: $n = 0$).

Table 3.3 : Eating behaviour traits[†] of normal-weight (*n* = 76) and obese (*n* = 74) women (means ± SDs)

Variables	Normal-weight <i>n</i> = 76	Obese <i>n</i> = 74
Cognitive dietary restraint (0-21) ^a	7.4 ± 4.7	8.7 ± 4.6
Flexible restraint (0-7) ^b	2.9 ± 1.8	2.8 ± 2.0
Rigid restraint (0-7) ^c	2.1 ± 1.8	2.6 ± 1.8
Disinhibition (0-16) ^d	5.3 ± 3.0	7.0 ± 3.2**
Habitual susceptibility (0-5) ^e	0.6 ± 1.2	1.2 ± 1.2**
Emotional susceptibility (0-3) ^f	1.0 ± 1.2	1.4 ± 1.3¶
Situational susceptibility (0-5) ^g	2.5 ± 1.5	3.0 ± 1.5
Susceptibility to hunger (0-14) ^h	4.4 ± 3.1	5.1 ± 2.8
Internal hunger (0-6) ⁱ	1.7 ± 1.8	1.8 ± 1.8
External hunger (0-6) ^j	1.7 ± 1.5	2.3 ± 1.5*

SD, standard deviation.

All values are means ± SDs.

* *p* < 0.05, ** *p* < 0.01 significantly different from normal-weight group (Student's t-test procedure), ¶ *p* = 0.06.

† Assessed by the Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ).

a Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 17, normal-weight: *n* = 5, obese: *n* = 12).

b Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 22, normal-weight: *n* = 7, obese: *n* = 15).

c Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 25, normal-weight: *n* = 11, obese: *n* = 14).

d Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 16, normal-weight: *n* = 5, obese: *n* = 11).

e Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 21, normal-weight: *n* = 9, obese: *n* = 12).

f Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 5, normal-weight: *n* = 1, obese: *n* = 4).

g Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 6, normal-weight: *n* = 1, obese: *n* = 5).

h Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 17, normal-weight: *n* = 5, obese: *n* = 12).

i Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 19, normal-weight: *n* = 7, obese: *n* = 12).

j Missing values or prefer not to answer (total: *n* = 19, normal-weight: *n* = 6, obese: *n* = 13).

Table 3.4 : Significant interactions with explicit liking, explicit wanting and implicit wanting for high-fat sweet foods and pairwise differences using Tukey-Kramer

Variables	Explicit liking (mm)			Explicit wanting (mm)			Implicit wanting (unitless score)		
	Mean ± SE	<i>p</i> adj	ES	Mean ± SE	<i>p</i> adj	ES	Mean ± SE	<i>p</i> adj	ES
BMI (kg/m ²) ^a									
Normal-weight (< 25.5)	36.3 ± 2.5 [†]	0.96	0.14	35.3 ± 2.4 [†]	1.00	0.12		NS	
Obese (≥ 29.5)	30.0 ± 2.5 [†]			30.1 ± 2.5 [†]					
Disinhibition (unitless score) ^b									
Low (< 5.5)	32.1 ± 2.5 [†]	1.00	0.06		NS		-8.8 ± 2.2 [‡]	0.22	-0.07
High (≥ 5.5)	34.6 ± 2.6 [†]			-4.9 ± 2.5 [‡]					
Habitual susceptibility to disinhibition (unitless score) ^c									
Low (= 0)			NS				-8.7 ± 2.1 [‡]	0.16	-0.07
High (> 0)				-4.4 ± 2.7 [‡]					
Internal hunger (unitless score) ^d									
Low (< 1)			NS				-9.3 ± 2.5 [‡]	0.24	-0.07
High (≥ 1)				-5.5 ± 2.2 [‡]					
External hunger (unitless score) ^e									
Low (< 2)	30.3 ± 1.8 [‡]	0.44	0.11	29.0 ± 1.7 [‡]	0.28	0.13	-14.2 ± 2.5 [§]	0.07	-0.10
High (≥ 2)	35.4 ± 2.0 [‡]			34.7 ± 2.0 [‡]			-8.3 ± 2.6 [§]		

BMI, body mass index; ES, effect size; NS, non-significant; SE, standard error.

Values are mean ± SE.

[†] Explicit liking and wanting for high-fat sweet foods.

[‡] Explicit liking, explicit wanting and implicit wanting for high fat foods.

[§] Implicit wanting for sweet foods.

^a Normal-weight: *n* = 74 and obese: *n* = 76.

^b Low score of disinhibition: *n* = 83 and high score of disinhibition: *n* = 67 for explicit liking; Low score of disinhibition: *n* = 166 and high score of disinhibition: *n* = 134 for implicit wanting.

^c Low score of habitual susceptibility to disinhibition: *n* = 182 and high score of habitual susceptibility to disinhibition: *n* = 118.

^d Low score of internal hunger: *n* = 122 and high score of internal hunger: *n* = 178.

^e Low score of external hunger: *n* = 146 and high score of external hunger: *n* = 154 for explicit liking and wanting; Low score of external hunger: *n* = 144 and high score of external hunger: *n* = 156 for implicit wanting.

3.11 Figures

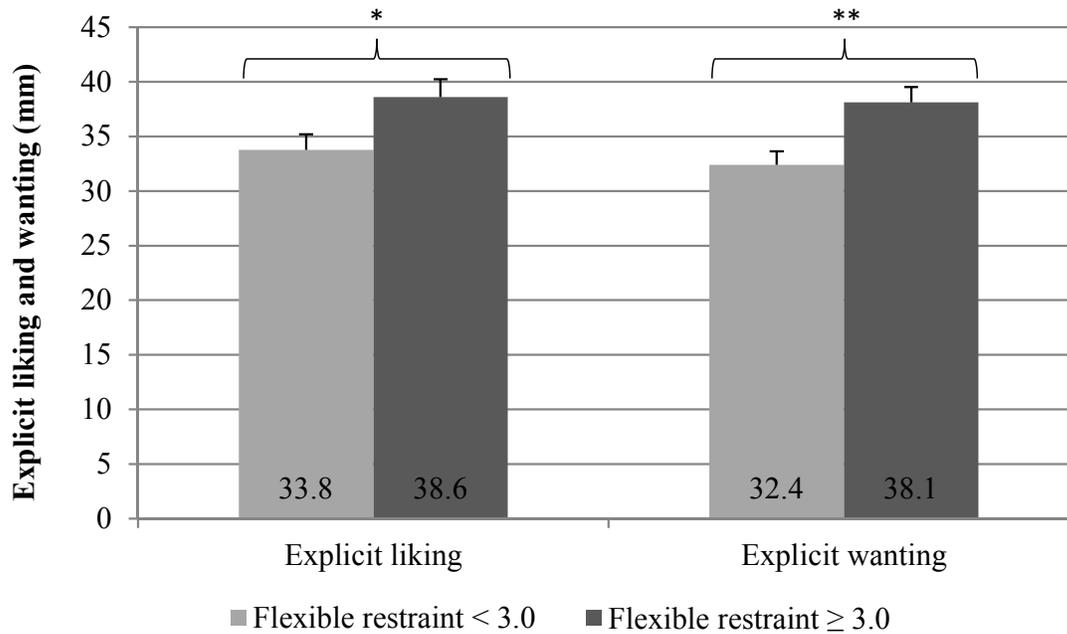


Figure 3.1 : Means of explicit liking and wanting (\pm SE) (mm) for the main effect of flexible restraint

Between-group differences are identified by * ($p = 0.03$) and ** ($p = 0.01$).

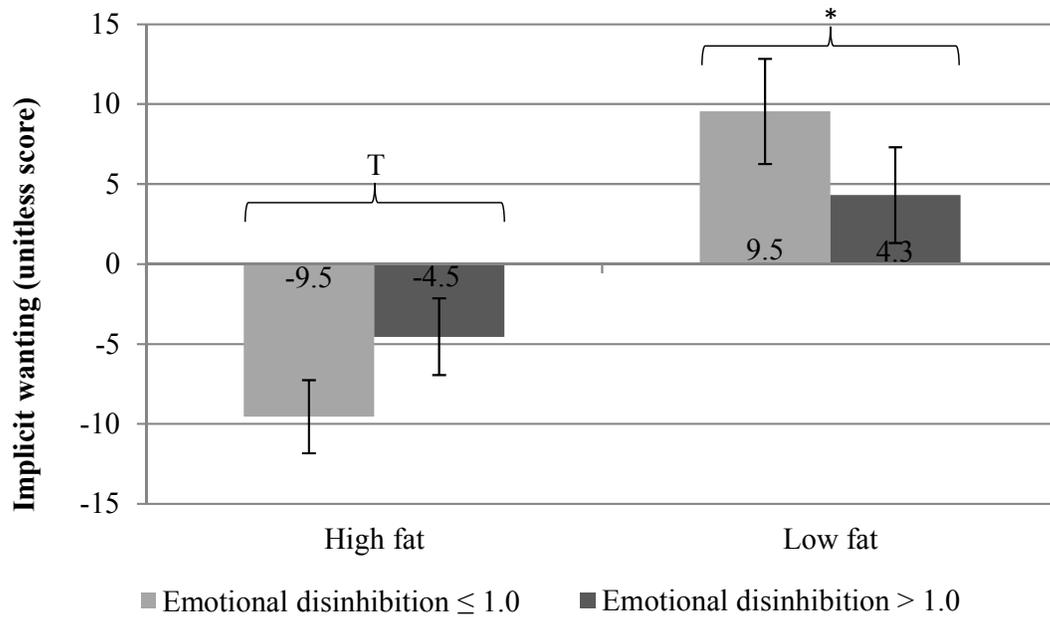


Figure 3.2 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between emotional susceptibility to disinhibition and fat

Between-group differences are identified by T ($p = 0.06$) and * ($p = 0.05$).

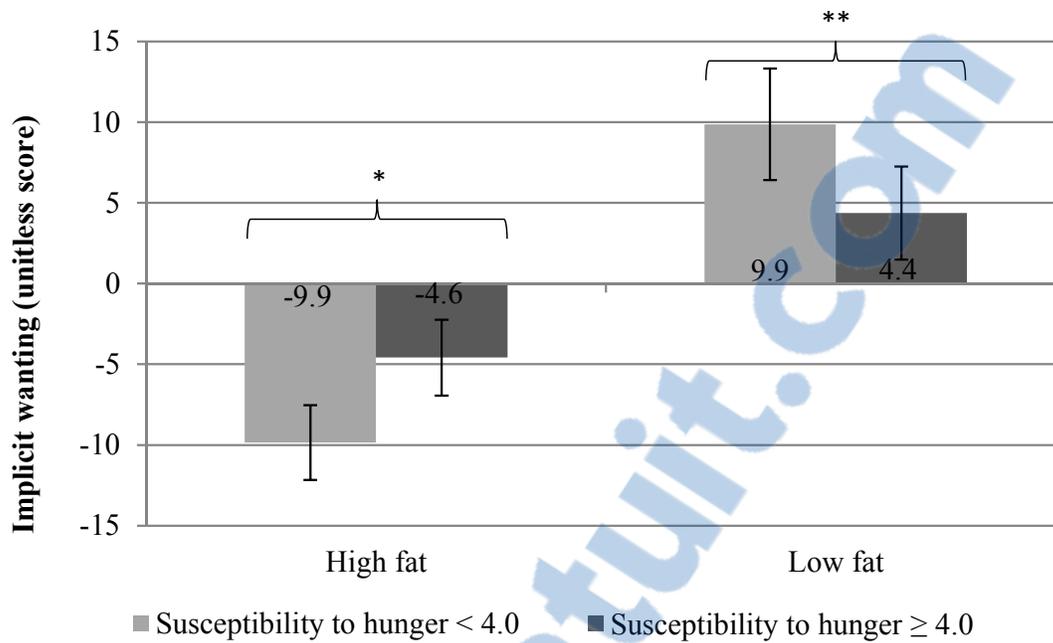


Figure 3.3 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between susceptibility to hunger and fat

Between-group differences are identified by * ($p = 0.04$) and ** ($p = 0.03$).

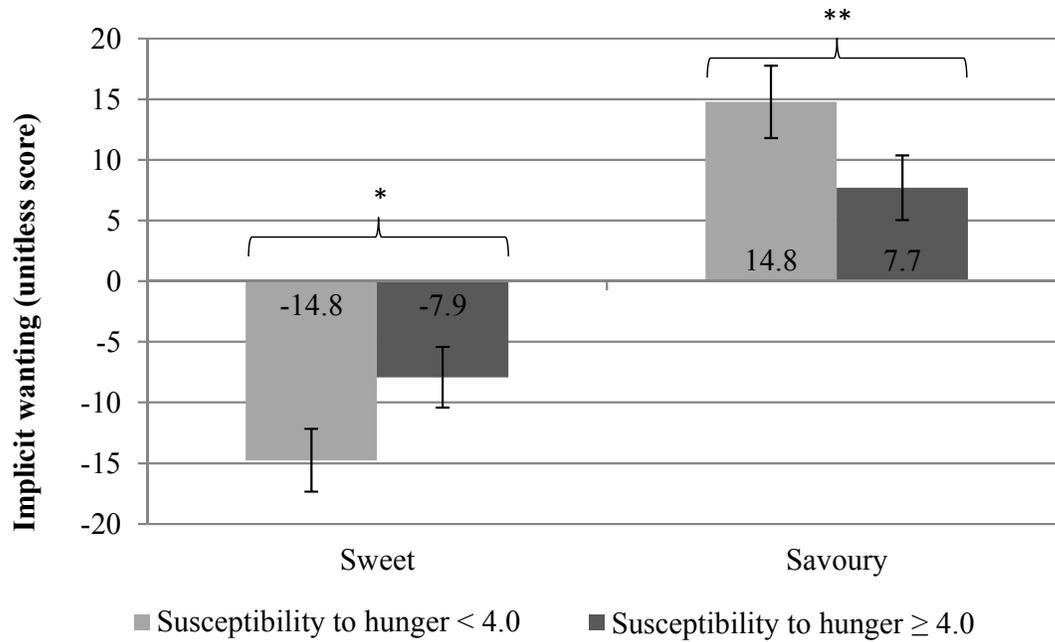


Figure 3.4 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between susceptibility to hunger and taste

Between-group differences are identified by * ($p = 0.03$) and ** ($p = 0.02$).

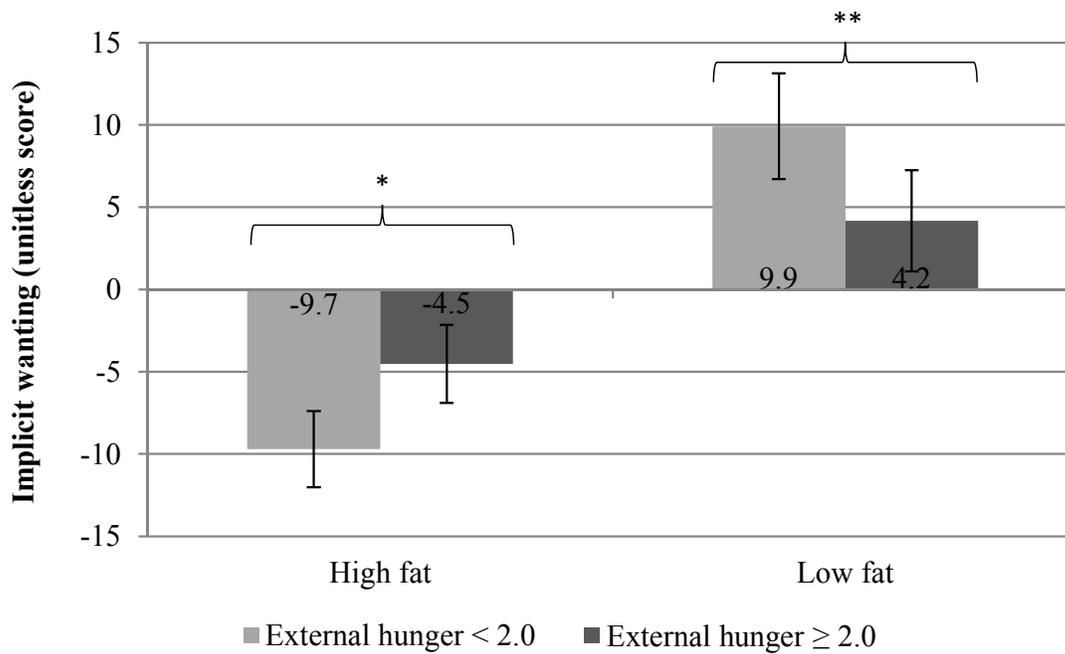


Figure 3.5 : Mean of implicit wanting (\pm SE) (unitless score) for the interaction between external hunger and fat

Between-group differences are identified by * ($p = 0.04$) and ** ($p = 0.03$).

3.12 Supplementary material

Table 3.5 : Pearson's correlation coefficients for the associations of BMI and TFEQ and their subscales with LFPQ scores for each food category ($n = 150$)

Variables	Explicit liking				Explicit wanting				Implicit wanting			
	HFSA	LFSa	HFSW	LFSW	HFSA	LFSa	HFSW	LFSW	HFSA	LFSa	HFSW	LFSW
BMI	-0.06	-0.11	-0.10	0.01	-0.05	-0.11	-0.09	0.05	-0.06	-0.10 ^a	0.04 ^a	0.08 ^a
Cognitive dietary restraint	0.01 ^b	0.03 ^b	0.06 ^b	0.19 ^{*b}	0.02 ^b	0.03 ^b	0.04 ^b	0.21 ^{*b}	-0.09 ^b	-0.01 ^c	0.00 ^c	0.14 ^c
Rigid restraint	0.05 ^d	0.04 ^d	0.11 ^d	0.25 ^{**d}	0.04 ^d	0.04 ^d	0.10 ^d	0.21 ^{*d}	-0.06 ^d	-0.07 ^e	-0.01 ^e	0.12 ^e
Flexible restraint	-0.03 ^f	0.04 ^f	0.01 ^f	0.06 ^f	-0.02 ^f	0.04 ^f	-0.00 ^f	0.09 ^f	-0.08 ^f	0.09 ^g	-0.02 ^g	0.07 ^g
Susceptibility to disinhibition	0.07 ^h	-0.05 ^h	0.07 ^h	0.12 ^h	0.03 ^h	-0.07 ^h	0.06 ^h	0.05 ^h	0.06 ^h	-0.17 ^{†b}	0.12 ^b	-0.03 ^b
Habitual	0.07 ⁱ	-0.06 ⁱ	0.02 ⁱ	0.07 ⁱ	0.05 ⁱ	-0.07 ⁱ	0.03 ⁱ	-0.01 ⁱ	0.08 ⁱ	-0.11 ^f	0.07 ^f	-0.05 ^f
Emotional	0.13 ^j	0.01 ^j	0.16 ^{*j}	0.16 ^{†j}	0.08 ^j	0.00 ^j	0.13 ^j	0.12 ^j	0.06 ^j	-0.16 ^{*k}	0.12 ^k	-0.05 ^k
Situational	0.07 ^k	-0.03 ^k	0.06 ^k	0.00 ^k	0.05 ^k	-0.03 ^k	0.06 ^k	-0.04 ^k	0.11 ^k	-0.07 ^l	0.04 ^l	-0.13 ^l
Susceptibility to hunger	0.10 ^b	-0.07 ^b	0.11 ^b	0.13 ^b	0.09 ^b	-0.07 ^b	0.09 ^b	0.09 ^b	0.14 ^b	-0.23 ^{**c}	0.13 ^c	-0.03 ^c
Internal	0.09 ^m	-0.03 ^m	0.07 ^m	0.15 ^m	0.08 ^m	-0.04 ^m	0.02 ^m	0.13 ^m	0.14 ^m	-0.11 ⁿ	0.01 ⁿ	-0.04 ⁿ
External	-0.00 ^m	-0.13 ^m	0.10 ^m	0.04 ^m	-0.01 ^m	-0.14 ^m	0.11 ^m	0.02 ^m	0.01 ^m	-0.28 ^{***n}	0.23 ^{**n}	0.03 ⁿ

BMI, body mass index; HFSA, high-fat savoury; LFSa, low-fat savoury; HFSW, high-fat sweet; LFSW, low-fat sweet; LFPQ, Leeds Food Preference Questionnaire; TFEQ, Three-Factor Eating Questionnaire.

Significant correlation: **bold** * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$. Tendency: † $p > 0.05 < 0.06$.

Missing values or prefer not to answer: a, $n = 1$; b, $n = 17$; c, $n = 18$; d, $n = 25$; e, $n = 26$; f, $n = 22$; g, $n = 23$; h, $n = 16$; i, $n = 21$; j, $n = 5$; k, $n = 6$; l, $n = 7$; m, $n = 19$; n, $n = 20$.

Conclusion générale

L'objectif principal de ce projet de maîtrise était de caractériser la récompense alimentaire selon le statut pondéral et les comportements alimentaires chez la femme. Le premier objectif spécifique était d'étudier les différences dans la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres selon le statut pondéral. L'hypothèse de recherche associée était que comparativement aux femmes de poids normal, les femmes obèses accordent un plaisir plus important et sont davantage motivées à consommer des aliments riches en gras et en sucres. Cette hypothèse n'a pas été confirmée. En effet, aucune différence dans la récompense alimentaire pour les aliments riches en gras et en sucres n'a été observée entre les femmes obèses et celles de poids normal. En comparant ce résultat avec d'autres études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et le statut pondéral, il est possible de constater une différence dans les résultats entre les études. Certaines études ont démontré que les individus obèses se récompensent davantage avec des aliments palatables comparativement à ceux de poids normal. D'autres études ont plutôt démontré le contraire. Les différences méthodologiques entre les études peuvent expliquer cette discordance, notamment l'utilisation de différents questionnaires et terminologies associés à la récompense alimentaire.

Le deuxième objectif spécifique était d'étudier les différences dans la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres selon certains comportements alimentaires tels que la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim. L'hypothèse de recherche associée était qu'un plaisir plus important et une plus grande motivation à l'égard des aliments riches en gras et en sucres sont associés avec des niveaux plus élevés de restriction cognitive, de désinhibition et de susceptibilité à la faim. Cette hypothèse a été partiellement confirmée. Des différences dans la récompense alimentaire pour les aliments riches en gras et en sucres ont été observées chez les femmes caractérisées par des niveaux plus élevés de restriction flexible, de susceptibilité émotionnelle à la désinhibition et de faim externe. Toutes ces associations apparaissent logiques. En effet, les femmes caractérisées par une restriction flexible élevée se permettent de consommer tous les aliments, même ceux palatables, ce qui peut être vu comme un comportement souhaitable. De plus, en présence d'émotions négatives, elles seront apaisées

par des aliments palatables et lorsqu'elles n'auront pas faim, elles seront influencées à manger des aliments palatables puisque l'environnement alimentaire est caractérisé par l'omniprésence de ce type d'aliments. Toutefois, peu voire aucune étude n'a documenté l'association entre la récompense alimentaire et la restriction flexible, la susceptibilité émotionnelle à la désinhibition et la faim externe, toutes mesurées par le TFEQ. Malgré que les études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire et la restriction cognitive soient plus nombreuses, leurs conclusions demeurent variables. Un élément qui peut expliquer cette variabilité est l'outil de mesure de la restriction cognitive. La plupart des études utilisent la RS plutôt que l'échelle de restriction du TFEQ. Tel que mentionné précédemment, la RS est une mesure qui inclut à la fois la restriction cognitive et la désinhibition. Avec le TFEQ, ces deux variables sont mesurées séparément. En ce qui concerne l'étude de la susceptibilité émotionnelle à la désinhibition et de la susceptibilité à la faim externe en lien avec la récompense alimentaire, les résultats de ce projet de maîtrise vont dans le même sens que la littérature actuelle.

À propos de la portée et des implications pratiques, les résultats de ce projet de maîtrise s'ajoutent à ceux déjà présents dans la littérature et contribuent à l'avancement des connaissances scientifiques associées à la récompense alimentaire. Les limites et les moyens de les surmonter, tels qu'énumérés au chapitre 3, pourront inspirer d'autres équipes de recherche à entreprendre le même genre d'étude dans le but d'avoir une meilleure compréhension du rôle du statut pondéral et des comportements alimentaires sur la récompense alimentaire. Les résultats de ce projet de maîtrise peuvent avoir des retombées intéressantes pour les diététistes-nutritionnistes oeuvrant dans les secteurs de la nutrition clinique et publique. Du côté clinique, lors d'une évaluation nutritionnelle, le fait de questionner le client/patient sur certains de ses comportements ou facteurs en lien avec la récompense alimentaire (p. ex. restriction, désinhibition, activité physique, sommeil) peut permettre d'avoir une vision plus globale des facteurs qui influencent son apport alimentaire à la hausse. C'est une variable additionnelle dans l'équation en vue d'une meilleure compréhension de la problématique du client/patient et du développement d'une intervention plus ciblée. Du côté santé publique, l'inclusion des comportements alimentaires dans la planification et le développement d'interventions en prévention des problèmes liés au poids peut augmenter son efficacité auprès de la population ciblée,

surtout dans le contexte où les comportements alimentaires sont des facteurs explicatifs en partie ou en totalité du problème relié au poids.

Le présent projet de recherche comporte un certain nombre de forces et de limites. La principale force réside dans son côté novateur. En effet, très peu d'études ont évalué les associations entre les composantes à la fois explicites et implicites de la récompense alimentaire à l'égard des aliments riches en gras et en sucres et les comportements alimentaires, tous deux mesurés par des questionnaires validés, soit le LFPQ et le TFEQ (particulièrement les sous-échelles), respectivement. Ainsi, ce projet de recherche contribue à l'avancement des connaissances dans le domaine de la récompense alimentaire en raison du faible nombre d'études portant sur le sujet. Les quatre principales limites de ce projet de recherche sont le type d'étude, la taille de l'échantillon, le niveau des scores du TFEQ et le non-contrôle de la collation ou du repas consommé avant la complétion du LFPQ. Premièrement, la nature transversale de ce projet de recherche empêche l'établissement de lien de cause à effet entre la récompense alimentaire et le statut pondéral ainsi qu'entre la récompense alimentaire et les comportements alimentaires. Pour cette raison, certaines questions demeurent : est-ce la récompense alimentaire qui influence le statut pondéral ou l'inverse? Est-ce les comportements alimentaires qui influencent la récompense alimentaire ou vice-versa? Pour vérifier ce lien de causalité, il serait intéressant d'élaborer une étude d'intervention visant à modifier les comportements alimentaires (p. ex. diminuer la restriction flexible, diminuer la susceptibilité émotionnelle à la désinhibition, diminuer la susceptibilité à la faim externe) et de voir si cela influence la récompense alimentaire. Deuxièmement, la petite taille de l'échantillon n'a pas permis de détecter de petits écarts entre les groupes. Un nombre de participants plus élevé aurait possiblement permis d'identifier d'autres associations significatives. Sur la base d'une étude similaire (French et al., 2014), un peu plus de 230 participants auraient été nécessaires pour observer des différences significatives entre les groupes. De plus, il est important de mentionner que l'étude MENU n'a pas été conçue pour répondre directement aux objectifs du présent projet de maîtrise. C'est ce qui peut expliquer entre autres le manque de puissance statistique. Troisièmement, les niveaux de restriction cognitive, de désinhibition et de susceptibilité à la faim mesurés chez les participants du projet MENU à l'aide du TFEQ ne sont pas très élevés comparativement à d'autres études (Provencher et al., 2007; Provencher et al.,

2004). Quatrièmement, le fait de ne pas avoir contrôlé la collation ou le repas avant la complétion du LFPQ peut avoir influencé les résultats obtenus. En effet, il est connu que les aliments consommés par les participants avant le test peuvent influencer les choix alimentaires par l'intermédiaire de la SSS, à savoir une plus grande diminution du plaisir et de la motivation pour un aliment (consommé ou non) avec des propriétés sensorielles similaires (p. ex. la teneur en gras et le goût) comparativement à un aliment caractérisé par des propriétés sensorielles différentes. Par exemple, si une participante a consommé des aliments riches en gras et en sucres avant le test, il se peut qu'elle ait accordé un moins grand plaisir et une motivation moins importante aux images photographiques de cette catégorie d'aliments dans le test. Ainsi l'inclusion d'une collation ou d'un repas standardisé avant la complétion du LFPQ pourrait minimiser ce biais important.

En guise de perspectives futures, plusieurs questions de recherche en lien avec la récompense alimentaire peuvent être étudiées à partir de la base de données de l'étude MENU. D'abord, outre la restriction cognitive, la désinhibition et la susceptibilité à la faim, d'autres comportements ont été mesurés dans le projet MENU. C'est notamment le cas de l'alimentation intuitive et de l'impulsivité. Il est possible de se questionner et de se demander si les femmes ayant un style d'alimentation intuitive se récompensent de façon moindre comparativement aux femmes non-intuitives. Est-ce que les femmes impulsives se récompensent davantage par rapport aux femmes non-impulsives? À ma connaissance, ce ne sont pas des questions de recherche fréquemment étudiées dans la littérature, d'où la pertinence de s'y attarder. En plus d'étudier d'autres comportements, il serait intéressant d'analyser les échantillons sanguins recueillis dans le cadre de l'étude MENU. L'identification des gènes en lien avec la récompense alimentaire est un sujet d'actualité. D'ailleurs, dans le cadre de son stage de recherche au sein de l'équipe de recherche de Véronique Provencher à l'hiver 2015, Marie Burcklen a étudié les gènes DRD2 et *Ankyrin repeat and kinase domain containing 1* (Ankk1) en lien avec la récompense alimentaire. Ses résultats démontrent que les *single nucleotide polymorphisms* (SNPs) rs1800497 et rs2283265, localisés respectivement sur les gènes DRD2 et ANKK1, ont été associés avec un plaisir et une motivation explicites pour les aliments riches en gras et en sel ainsi qu'une motivation explicite pour les aliments riches en gras et en sucres (Burcklen, 2015). Ces résultats semblent très prometteurs. Ainsi, il serait pertinent d'étudier d'autres gènes

associés avec la récompense alimentaire et/ou les comportements alimentaires. Enfin, puisque l'apport alimentaire a été mesuré sur une période de 10 jours dans le cadre de l'étude MENU, il serait intéressant d'étudier quels comportements ou quelles composantes de la récompense alimentaire prédisent le mieux l'apport alimentaire. Bref, les données issues de l'étude MENU ont encore beaucoup de potentiel dans l'étude de plusieurs autres questions de recherche.

Dans un autre ordre d'idées, il serait intéressant d'étudier les mêmes associations, c.-à-d. la récompense alimentaire et le statut pondéral ainsi que la récompense alimentaire et les comportements alimentaires, dans le cadre d'une étude conçue spécifiquement pour répondre aux mêmes objectifs que le présent projet de maîtrise. De cette manière, avant le début de l'étude, des calculs de puissance statistique préciseront le nombre minimal de participants nécessaire pour détecter des différences significatives entre les groupes. Également, dans le but de minimiser l'effet de la faim sur la récompense alimentaire, particulièrement la composante motivationnelle, il serait important de fournir une collation ou un repas standardisé à tous les participants avant la complétion du LFPQ. Il serait aussi intéressant de voir si les résultats diffèrent selon différentes populations comme les hommes et les individus faisant de l'embonpoint. Sachant que les hommes semblent moins restreints cognitivement et moins désinhibés que les femmes (Provencher et al., 2003), vont-ils se récompenser de façon moindre que les femmes? Il semble également que les femmes faisant de l'embonpoint sont plus sensibles à la récompense alimentaire que celles obèses ou de poids normal (Davis et al., 2004). C'est à se demander si les femmes faisant de l'embonpoint vont se récompenser d'une manière différente que les femmes obèses ou de poids normal. Par contre, cette association n'a pas été observée dans le cadre de ce projet de recherche. Comme il existe encore une controverse à ce sujet, cette question de recherche mérite d'être étudiée davantage. Ainsi, les nouvelles études s'intéressant à l'association entre la récompense alimentaire, le statut pondéral et les comportements alimentaires devraient tenir compte des limites mentionnées dans le cadre de ce projet de maîtrise. En résumé, à mon avis, la meilleure étude pour étudier cette association est caractérisée par ces quatre points soulevés dans le cadre de ce paragraphe soit 1- une étude spécifiquement conçue pour étudier cette association, 2- un nombre de participants permettant une puissance statistique intéressante, 3- l'inclusion d'un/une repas/collation

avant la complétion du LFPQ et 4- l'inclusion d'hommes et de participants faisant de l'embonpoint.

D'un point de vue un peu plus introspectif, mon expérience à la maîtrise a été très formatrice autant sur les plans professionnel et personnel. D'une part, sur le plan professionnel, j'ai acquis un important bagage de connaissances au sujet des facteurs d'influence de la récompense alimentaire qui sont complémentaires à celles apprises au cours du baccalauréat en nutrition et qui me sont d'une grande utilité dans ma pratique comme nutritionniste clinicienne. De plus, j'ai eu l'opportunité de me familiariser avec le logiciel SAS pour les analyses statistiques, le logiciel de gestion des références EndNote et les bases de données comme PubMed, des atouts indispensables dans une future carrière en recherche ou en santé publique. J'ai pu également parfaire ma capacité à communiquer, à l'oral comme à l'écrit, autant en français qu'en anglais, entre autres par le biais de l'élaboration d'une affiche pour un congrès international, de la prestation de mon séminaire de maîtrise et de la rédaction d'un article scientifique. Il est clair que je me sens désormais beaucoup plus à l'aise dans mes échanges professionnels avec des collègues. D'autre part, sur le plan personnel, j'ai développé ma capacité d'adaptation, mes sens des responsabilités et de l'organisation, mon autonomie ainsi que ma rigueur scientifique. Mener à terme un projet comme une maîtrise m'a également permis d'acquérir une meilleure confiance en moi. Ainsi, le perfectionnement à la fois de mon savoir, savoir-faire et savoir-être fait de moi une personne plus outillée à affronter les nombreux défis que me réserve la vie professionnelle et personnelle.

En résumé, les résultats de ce projet de maîtrise suggèrent que la récompense alimentaire à l'égard des aliments palatables ne diffère pas selon le statut pondéral, mais plutôt selon certains comportements alimentaires tels que la restriction flexible, la susceptibilité émotionnelle à désinhibition et la faim externe. Ainsi, les comportements alimentaires pourraient être un facteur d'influence plus important sur la récompense alimentaire que le statut pondéral chez la femme. D'autres études sont nécessaires pour clarifier le rôle du statut pondéral et des comportements alimentaires sur la récompense alimentaire.

Bibliographie générale

- Agence de la santé publique du Canada. (2016). Conséquences sur la santé et l'économie. Repéré le 1 mars 2016 à <http://www.phac-aspc.gc.ca/hp-ps/hl-mvs/oic-oac/econo-fra.php>.
- Ahern, A. L., Field, M., Yokum, S., Bohon, C., & Stice, E. (2010). Relation of dietary restraint scores to cognitive biases and reward sensitivity. *Appetite*, 55(1), 61-68. doi:10.1016/j.appet.2010.04.001
- Benedict, C., Brooks, S. J., O'Daly, O. G., Almen, M. S., Morell, A., Aberg, K., et al. (2012). Acute sleep deprivation enhances the brain's response to hedonic food stimuli: an fMRI study. *J Clin Endocrinol Metab*, 97(3), E443-447. doi:10.1210/jc.2011-2759
- Berridge, K. C. (1996). Food reward: brain substrates of wanting and liking. *Neurosci Biobehav Rev*, 20(1), 1-25.
- Berridge, K. C. (2004). Motivation concepts in behavioral neuroscience. *Physiol Behav*, 81(2), 179-209. doi:10.1016/j.physbeh.2004.02.004
- Berridge, K. C., & Robinson, T. E. (2003). Parsing reward. *Trends Neurosci*, 26(9), 507-513. doi:10.1016/s0166-2236(03)00233-9
- Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J. R., Flint, A. J., Hannan, L., MacInnis, R. J., et al. (2010). Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med*, 363(23), 2211-2219. doi:10.1056/NEJMoa1000367
- Bird, K. D. (2002). Confidence intervals for effect sizes in analysis of variance. *Educ Psychol Meas*, 62(2), 197-226. doi:10.1177/0013164402062002001
- Blundell, J., Finlayson, G., Halford, J., & King, N. (2000). The Regulation of Food Intake in Humans. In L. J. De Groot, P. Beck-Peccoz, G. Chrousos, K. Dungan, A. Grossman, J. M. Hershman, C. Koch, R. McLachlan, M. New, R. Rebar, F. Singer, A. Vinik, & M. O. Weickert (Eds.), *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.
- Blundell, J. E., de Graaf, C., Hulshof, T., Jebb, S., Livingstone, B., Lluch, A., et al. (2010). Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods. *Obes Rev*, 11(3), 251-270. doi:10.1111/j.1467-789X.2010.00714.x
- Blundell, J. E., Stubbs, R. J., Golding, C., Croden, F., Alam, R., Whybrow, S., et al. (2005). Resistance and susceptibility to weight gain: individual variability in response to a high-fat diet. *Physiol Behav*, 86(5), 614-622. doi:10.1016/j.physbeh.2005.08.052
- Bond, M. J., McDowell, A. J., & Wilkinson, J. Y. (2001). The measurement of dietary restraint, disinhibition and hunger: an examination of the factor structure of the Three-Factor Eating Questionnaire (TFEQ). *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(6), 900-906. doi:10.1038/sj.ijo.0801611
- Boonchaya-anant, P., & Apovian, C. M. (2014). Metabolically healthy obesity - Does it exist? *Curr Atheroscler Rep*, 16(10), 441. doi:10.1007/s11883-014-0441-1
- Brauer, P., Connor Gorber, S., Shaw, E., Singh, H., Bell, N., Shane, A. R., et al. (2015). Recommendations for prevention of weight gain and use of behavioural and pharmacologic interventions to manage overweight and obesity in adults in primary care. *CMAJ Open*, 187(3), 184-195. doi:10.1503/cmaj.140887

- Brignell, C., Griffiths, T., Bradley, B. P., & Mogg, K. (2009). Attentional and approach biases for pictorial food cues. Influence of external eating. *Appetite*, 52(2), 299-306. doi:10.1016/j.appet.2008.10.007
- Burcklen, M. (2015). *L'identification de régions génétiques des gènes DRD2 et Ankk1 responsable de récompense alimentaire*. Dans le cadre du cours Projet de recherche I (BCM - 2500). Université Laval.
- Burmeister, J. M., Kiefner, A. E., Carels, R. A., & Musher-Eizenman, D. R. (2013). Weight bias in graduate school admissions. *Obesity (Silver Spring)*, 21(5), 918-920. doi:10.1002/oby.20171
- Cairney, J., & Wade, T. J. (1998). Correlates of body weight in the 1994 National Population Health Survey. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 22(6), 584-591.
- Cannon, C. P., & Kumar, A. (2009). Treatment of overweight and obesity: lifestyle, pharmacologic, and surgical options. *Clin Cornerstone*, 9(4), 55-68; discussion 69-71.
- Capsana. (2016). Le Défi Santé, c'est quoi? Repéré le 7 mars 2016 à <http://www.defisante.ca/fr/comprendre-le-defi-sante/cest-quoi>.
- Carbonneau, E., Perron, J., Drapeau, V., Lamarche, B., Doucet, E., Pomerleau, S., et al. (2015). Impact of nutritional labelling on 10-d energy intake, appetite perceptions and attitudes towards food. *Br J Nutr*, 1-10. doi:10.1017/s0007114515003918
- Cardi, V., Leppanen, J., & Treasure, J. (2015). The effects of negative and positive mood induction on eating behaviour: A meta-analysis of laboratory studies in the healthy population and eating and weight disorders. *Neurosci Biobehav Rev*, 57, 299-309. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.08.011
- Carr, K. A., Lin, H., Fletcher, K. D., & Epstein, L. H. (2014). Food reinforcement, dietary disinhibition and weight gain in nonobese adults. *Obesity (Silver Spring)*, 22(1), 254-259. doi:10.1002/oby.20392
- Carver, C. S., & White, T. L. (1994). Behavioral inhibition, behavioral activation, and affective responses to impending reward and punishment: The BIS/BAS Scales. *J Pers Soc Psychol*, 67(2), 319-333. doi:10.1037/0022-3514.67.2.319
- Castellanos, E. H., Charboneau, E., Dietrich, M. S., Park, S., Bradley, B. P., Mogg, K., et al. (2009). Obese adults have visual attention bias for food cue images: evidence for altered reward system function. *Int J Obes*, 33(9), 1063-1073.
- Chapman, L. J., Chapman, J. P., & Raulin, M. L. (1976). Scales for physical and social anhedonia. *J Abnorm Psychol*, 85(4), 374-382.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychol Bull*, 112(1), 155-159.
- Connor, G. S., Tremblay, M., Moher, D., & Gorber, B. (2007). A comparison of direct vs. self-report measures for assessing height, weight and body mass index: a systematic review. *Obes Rev*, 8(4), 307-326. doi:10.1111/j.1467-789X.2007.00347.x
- Cox, D. N., Perry, L., Moore, P. B., Vallis, L., & Mela, D. J. (1999). Sensory and hedonic associations with macronutrient and energy intakes of lean and obese consumers. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 23(4), 403-410.
- Cox, D. N., van Galen, M., Hedderley, D., Perry, L., Moore, P. B., & Mela, D. J. (1998). Sensory and hedonic judgments of common foods by lean consumers and consumers with obesity. *Obes Res*, 6(6), 438-447.
- Dalton, M., Blundell, J., & Finlayson, G. (2013a). Effect of BMI and binge eating on food reward and energy intake: further evidence for a binge eating subtype of obesity. *Obes Facts*, 6(4), 348-359. doi:10.1159/000354599

- Dalton, M., Blundell, J., & Finlayson, G. (2013b). Examination of food reward and energy intake under laboratory and free-living conditions in a trait binge eating subtype of obesity. *Front Psychol*, 4, 757. doi:10.3389/fpsyg.2013.00757
- Dalton, M., & Finlayson, G. (2013). Hedonics, satiation and satiety. In J. E. Blundell & F. Bellisle (Eds.), *Satiation, satiety and the control of food intake - Theory and practice*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Dalton, M., & Finlayson, G. (2014). Psychobiological examination of liking and wanting for fat and sweet taste in trait binge eating females. *Physiol Behav*, 136, 128-134. doi:10.1016/j.physbeh.2014.03.019
- Davis, C., & Fox, J. (2008). Sensitivity to reward and body mass index (BMI): Evidence for a non-linear relationship. *Appetite*, 50(1), 43-49. doi:10.1016/j.appet.2007.05.007
- Davis, C., Patte, K., Levitan, R., Reid, C., Tweed, S., & Curtis, C. (2007). From motivation to behaviour: A model of reward sensitivity, overeating, and food preferences in the risk profile for obesity. *Appetite*, 48(1), 12-19. doi:10.1016/j.appet.2006.05.016
- Davis, C., Strachan, S., & Berkson, M. (2004). Sensitivity to reward: implications for overeating and overweight. *Appetite*, 42(2), 131-138. doi:10.1016/j.appet.2003.07.004
- de Castro, J. M., Bellisle, F., & Dalix, A. M. (2000a). Palatability and intake relationships in free-living humans: measurement and characterization in the French. *Physiol Behav*, 68(3), 271-277.
- de Castro, J. M., Bellisle, F., Dalix, A. M., & Pearcey, S. M. (2000b). Palatability and intake relationships in free-living humans : characterization and independence of influence in North Americans. *Physiol Behav*, 70(3-4), 343-350.
- De Houwer, J., & Moors, A. (2010). Implicit measures: Similarities and differences. In B. Gawronski & K. B. Payne (Eds.), *Handbook of implicit social cognition: Measurement, theory, and applications* (pp. 176-193). New York: Guilford Press.
- De Houwer, J., Teige-Mocigemba, S., Spruyt, A., & Moors, A. (2009). Implicit measures: A normative analysis and review. *Psychol Bull*, 135(3), 347-368. doi:10.1037/a0014211
- Despres, J. P. (2011). Excess visceral adipose tissue/ectopic fat - The missing link in the obesity paradox? *J Am Coll Cardiol*, 57(19), 1887-1889. doi:10.1016/j.jacc.2010.10.063
- Despres, J. P. (2012). Body fat distribution and risk of cardiovascular disease: an update. *Circulation*, 126(10), 1301-1313. doi:10.1161/circulationaha.111.067264
- Despres, J. P., & Lemieux, I. (2006). Abdominal obesity and metabolic syndrome. *Nature*, 444(7121), 881-887. doi:10.1038/nature05488
- Drewnowski, A. (1998). Energy density, palatability, and satiety: implications for weight control. *Nutr Rev*, 56(12), 347-353.
- Egecioglu, E., Skibicka, K. P., Hansson, C., Alvarez-Crespo, M., Friberg, P. A., Jerlhag, E., et al. (2011). Hedonic and incentive signals for body weight control. *Rev Endocr Metab Disord*, 12(3), 141-151. doi:10.1007/s11154-011-9166-4
- Epstein, L. H., Carr, K. A., Lin, H., & Fletcher, K. D. (2011). Food reinforcement, energy intake, and macronutrient choice. *Am J Clin Nutr*, 94(1), 12-18. doi:10.3945/ajcn.110.010314

- Epstein, L. H., Jankowiak, N., Fletcher, K. D., Carr, K. A., Nederkoorn, C., Raynor, H. A., et al. (2014). Women who are motivated to eat and discount the future are more obese. *Obesity*, *22*(6), 1394-1399. doi:10.1002/oby.20661
- Epstein, L. H., Leddy, J. J., Temple, J. L., & Faith, M. S. (2007a). Food reinforcement and eating: a multilevel analysis. *Psychol Bull*, *133*(5), 884-906. doi:10.1037/0033-2909.133.5.884
- Epstein, L. H., Lin, H., Carr, K. A., & Fletcher, K. D. (2012). Food reinforcement and obesity. Psychological moderators. *Appetite*, *58*(1), 157-162. doi:10.1016/j.appet.2011.09.025
- Epstein, L. H., Temple, J. L., Neaderhiser, B. J., Salis, R. J., Erbe, R. W., & Leddy, J. J. (2007b). Food reinforcement, the dopamine D2 receptor genotype, and energy intake in obese and nonobese humans. *Behav Neurosci*, *121*(5), 877-886. doi:10.1037/0735-7044.121.5.877
- Epstein, L. H., Truesdale, R., Wojcik, A., Paluch, R. A., & Raynor, H. A. (2003). Effects of deprivation on hedonics and reinforcing value of food. *Physiol Behav*, *78*(2), 221-227.
- Équilibre. (2016). Approche et problématique - Les problèmes de poids. Repéré le 16 mars 2016 à <http://www.equilibre.ca/approche-et-problematique/les-problemes-de-poids/>.
- Erlanson-Albertsson, C. (2005). How palatable food disrupts appetite regulation. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*, *97*(2), 61-73. doi:10.1111/j.1742-7843.2005.pto_179.x
- Farage, M. A., Osborn, T. W., & MacLean, A. B. (2008). Cognitive, sensory, and emotional changes associated with the menstrual cycle: a review. *Arch Gynecol Obstet*, *278*(4), 299-307. doi:10.1007/s00404-008-0708-2
- Fay, S. H., & Finlayson, G. (2011). Negative affect-induced food intake in non-dieting women is reward driven and associated with restrained-disinhibited eating subtype. *Appetite*, *56*(3), 682-688. doi:10.1016/j.appet.2011.02.004
- Fay, S. H., White, M. J., Finlayson, G., & King, N. A. (2015). Psychological predictors of opportunistic snacking in the absence of hunger. *Eat Behav*, *18*, 156-159. doi:10.1016/j.eatbeh.2015.05.014
- Fedoroff, I., Polivy, J., & Peter Herman, C. (2003). The specificity of restrained versus unrestrained eaters' responses to food cues: general desire to eat, or craving for the cued food? *Appetite*, *41*(1), 7-13. doi:10.1016/S0195-6663(03)00026-6
- Finlayson, G., Arlotti, A., Dalton, M., King, N., & Blundell, J. E. (2011). Implicit wanting and explicit liking are markers for trait binge eating. A susceptible phenotype for overeating. *Appetite*, *57*(3), 722-728. doi:10.1016/j.appet.2011.08.012
- Finlayson, G., Bordes, I., Griffioen-Roose, S., de Graaf, C., & Blundell, J. E. (2012). Susceptibility to overeating affects the impact of savory or sweet drinks on satiation, reward, and food intake in nonobese women. *J Nutr*, *142*(1), 125-130. doi:10.3945/jn.111.148106
- Finlayson, G., Bryant, E., Blundell, J. E., & King, N. A. (2009). Acute compensatory eating following exercise is associated with implicit hedonic wanting for food. *Physiol Behav*, *97*(1), 62-67. doi:10.1016/j.physbeh.2009.02.002
- Finlayson, G., & Dalton, M. (2012a). Current progress in the assessment of 'liking' vs. 'wanting' food in human appetite. Comment on "'You say it's liking, I say it's wanting...". On the difficulty of disentangling food reward in man'. *Appetite*, *58*(1), 373-378; discussion 252-375. doi:10.1016/j.appet.2011.10.011

- Finlayson, G., & Dalton, M. (2012b). Hedonics of Food Consumption: Are Food 'Liking' and 'Wanting' Viable Targets for Appetite Control in the Obese? *Current Obesity Reports*, 1(1), 42-49. doi:10.1007/s13679-011-0007-2
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. (2008). The role of implicit wanting in relation to explicit liking and wanting for food: implications for appetite control. *Appetite*, 50(1), 120-127. doi:10.1016/j.appet.2007.06.007
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. E. (2007a). Is it possible to dissociate 'liking' and 'wanting' for foods in humans? A novel experimental procedure. *Physiol Behav*, 90(1), 36-42. doi:10.1016/j.physbeh.2006.08.020
- Finlayson, G., King, N., & Blundell, J. E. (2007b). Liking vs. wanting food: importance for human appetite control and weight regulation. *Neurosci Biobehav Rev*, 31(7), 987-1002. doi:10.1016/j.neubiorev.2007.03.004
- Franken, I. H., & Muris, P. (2005). Individual differences in reward sensitivity are related to food craving and relative body weight in healthy women. *Appetite*, 45(2), 198-201. doi:10.1016/j.appet.2005.04.004
- French, S. A., Epstein, L. H., Jeffery, R. W., Blundell, J. E., & Wardle, J. (2012). Eating behavior dimensions. Associations with energy intake and body weight. A review. *Appetite*, 59(2), 541-549. doi:10.1016/j.appet.2012.07.001
- French, S. A., Mitchell, N. R., Wolfson, J., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Jeffery, R. W. (2014). Questionnaire and laboratory measures of eating behavior. Associations with energy intake and BMI in a community sample of working adults. *Appetite*, 72, 50-58. doi:10.1016/j.appet.2013.09.020
- Garvey, W. T., Garber, A. J., Mechanick, J. I., Bray, G. A., Dagogo-Jack, S., Einhorn, D., et al. (2014). American association of clinical endocrinologists and american college of endocrinology position statement on the 2014 advanced framework for a new diagnosis of obesity as a chronic disease. *Endocr Pract*, 20(9), 977-989. doi:10.4158/ep14280.ps
- Giel, K. E., Zipfel, S., Alizadeh, M., Schaffeler, N., Zahn, C., Wessel, D., et al. (2012). Stigmatization of obese individuals by human resource professionals: an experimental study. *BMC Public Health*, 12, 525. doi:10.1186/1471-2458-12-525
- Giesen, J. C., Havermans, R. C., Douven, A., Tekelenburg, M., & Jansen, A. (2010). Will work for snack food: the association of BMI and snack reinforcement. *Obesity (Silver Spring)*, 18(5), 966-970. doi:10.1038/oby.2010.20
- Giesen, J. C., Havermans, R. C., Nederkoorn, C., Strafacci, S., & Jansen, A. (2009). Working harder to obtain more snack foods when wanting to eat less. *Behav Res Ther*, 47(1), 13-17. doi:10.1016/j.brat.2008.09.007
- Godin, G. (2012). *Les comportements dans le domaine de la santé : Comprendre pour mieux intervenir*: Les Presses de l'Université de Montréal.
- Goldfield, G. S., & Lumb, A. (2009). Effects of dietary restraint and body mass index on the relative reinforcing value of snack food. *Eat Disord*, 17(1), 46-62. doi:10.1080/10640260802570106
- Gormally, J., Black, S., Daston, S., & Rardin, D. (1982). The assessment of binge eating severity among obese persons. *Addict Behav*, 7(1), 47-55.
- Gouvernement du Québec. (2007). *Pour un virage santé à l'école. Politique-cadre pour une saine alimentation et un mode de vie physiquement actif*. Repéré le 11 mars 2016 à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/adaptation_se rv_compl/virageSanteEcole_PolCadre.pdf.

- Greenwald, A. G., McGhee, D. E., & Schwartz, J. L. (1998). Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test. *J Pers Soc Psychol*, 74(6), 1464-1480.
- Griffioen-Roose, S., Finlayson, G., Mars, M., Blundell, J. E., & de Graaf, C. (2010). Measuring food reward and the transfer effect of sensory specific satiety. *Appetite*, 55(3), 648-655. doi:10.1016/j.appet.2010.09.018
- Griffioen-Roose, S., Mars, M., Siebelink, E., Finlayson, G., Tome, D., & de Graaf, C. (2012). Protein status elicits compensatory changes in food intake and food preferences. *Am J Clin Nutr*, 95(1), 32-38. doi:10.3945/ajcn.111.020503
- Griffioen-Roose, S., Smeets, P. A., van den Heuvel, E., Boesveldt, S., Finlayson, G., & de Graaf, C. (2014). Human protein status modulates brain reward responses to food cues. *Am J Clin Nutr*, 100(1), 113-122. doi:10.3945/ajcn.113.079392
- Grundty, S. M., Cleeman, J. I., Daniels, S. R., Donato, K. A., Eckel, R. H., Franklin, B. A., et al. (2005). Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*, 112(17), 2735-2752. doi:10.1161/circulationaha.105.169404
- Guh, D. P., Zhang, W., Bansback, N., Amarsi, Z., Birmingham, C. L., & Anis, A. H. (2009). The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 9(88). doi:10.1186/1471-2458-9-88
- Hainer, V., & Aldhoon-Hainerova, I. (2014). Tolerability and safety of the new anti-obesity medications. *Drug Saf*, 37(9), 693-702. doi:10.1007/s40264-014-0206-3
- Havermans, R. C. (2011). "You Say it's Liking, I Say it's Wanting ...". On the difficulty of disentangling food reward in man. *Appetite*, 57(1), 286-294. doi:10.1016/j.appet.2011.05.310
- Havermans, R. C., Janssen, T., Giesen, J. C., Roefs, A., & Jansen, A. (2009). Food liking, food wanting, and sensory-specific satiety. *Appetite*, 52(1), 222-225. doi:10.1016/j.appet.2008.09.020
- Hepworth, R., Mogg, K., Brignell, C., & Bradley, B. P. (2010). Negative mood increases selective attention to food cues and subjective appetite. *Appetite*, 54(1), 134-142. doi:10.1016/j.appet.2009.09.019
- Herman, C. P., & Polivy, J. (1980). Restrained eating. In A. Stunkard (Ed.), *Obesity* (pp. 208-225). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Herman, C. P., & Polivy, J. (2005). Normative influences on food intake. *Physiol Behav*, 86(5), 762-772. doi:10.1016/j.physbeh.2005.08.064
- Hill, A. J., & Blundell, J. E. (1986). The effects of a high-protein or high-carbohydrate meal on subjective motivation to eat and food preferences. *Nutr Behav*, 3(2), 133-144.
- Hoefling, A., & Strack, F. (2008). The tempting effect of forbidden foods. High calorie content evokes conflicting implicit and explicit evaluations in restrained eaters. *Appetite*, 51(3), 681-689. doi:10.1016/j.appet.2008.06.004
- Hopkins, M., Gibbons, C., Caudwell, P., Webb, D. L., Hellstrom, P. M., Naslund, E., et al. (2014). Fasting leptin is a metabolic determinant of food reward in overweight and obese individuals during chronic aerobic exercise training. *Int J Endocrinol*, 2014, 323728. doi:10.1155/2014/323728

- Hou, R., Mogg, K., Bradley, B. P., Moss-Morris, R., Peveler, R., & Roefs, A. (2011). External eating, impulsivity and attentional bias to food cues. *Appetite*, 56(2), 424-427. doi:10.1016/j.appet.2011.01.019
- Houben, K., Roefs, A., & Jansen, A. (2010). Guilty pleasures. Implicit preferences for high calorie food in restrained eating. *Appetite*, 55(1), 18-24. doi:10.1016/j.appet.2010.03.003
- Houben, K., Roefs, A., & Jansen, A. (2012). Guilty pleasures II: Restrained eaters' implicit preferences for high, moderate and low-caloric food. *Eat Behav*, 13(3), 275-277. doi:10.1016/j.eatbeh.2012.03.007
- Institut national de santé publique du Québec. (2012). *Surveillance du statut pondéral chez les adultes québécois - Portrait et évolution de 1987 à 2010*. Repéré le 20 mars 2016 à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1618_SurvStatutPonderalAdultesQc_PortraitEvol1987A2010.pdf.
- Institut national de santé publique du Québec. (2013). *Agir ensemble pour prévenir les problèmes liés au poids – Guide pour les intervenants en santé publique. Optimiser nos pratiques. Réduire les inégalités en santé publique. Promouvoir le développement durable*. Repéré le 16 mars 2016 à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1736_AgirEnsPrevProblPoids_OptimiPratReduiISSPromDevDur.pdf.
- Institut national de santé publique du Québec. (2015a). *Les conséquences économiques associées à l'obésité et à l'embonpoint au Québec : les coûts liés à l'hospitalisation et aux consultations médicales*. Repéré le 8 mars à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1922_Consequences_Economiques_Obesite.pdf.
- Institut national de santé publique du Québec. (2015b). *Les conséquences économiques associées à l'obésité et l'embonpoint au Québec : les coûts liés à la consommation de médicaments et à l'invalidité*. Repéré le 10 mars 2016 à https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/2035_obesite_couts_medicaments_invalidite.pdf.
- Jensen, M. D., Ryan, D. H., Apovian, C. M., Ard, J. D., Comuzzie, A. G., Donato, K. A., et al. (2014). 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation*, 129(25 Suppl 2), S102-138. doi:10.1161/01.cir.0000437739.71477.ee
- Johnson, F., & Wardle, J. (2014). Variety, palatability, and obesity. *Adv Nutr*, 5(6), 851-859. doi:10.3945/an.114.007120
- Kringelbach, M. L., Stein, A., & van Hartevelt, T. J. (2012). The functional human neuroanatomy of food pleasure cycles. *Physiol Behav*, 106(3), 307-316. doi:10.1016/j.physbeh.2012.03.023
- Le Bodo, Y., C. Blouin, N. Dumas, P. De Wals et J. Laguë. (2016). *COMMENT FAIRE MIEUX ? L'Expérience québécoise en promotion des saines habitudes de vie et en prévention de l'obésité*. Québec, Plateforme d'évaluation en prévention de l'obésité (PEPO) et Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), Les Presses de l'Université Laval, 379 pages.

- Lo, E., Hamel, D., Jen, Y., Lamontagne, P., Martel, S., Steensma, C., et al. (2014). Projection scenarios of body mass index (2013-2030) for Public Health Planning in Quebec. *BMC Public Health*, *14*, 996. doi:10.1186/1471-2458-14-996
- Locke, A. E., Kahali, B., Berndt, S. I., Justice, A. E., Pers, T. H., Day, F. R., et al. (2015). Genetic studies of body mass index yield new insights for obesity biology. *Nature*, *518*(7538), 197-206. doi:10.1038/nature14177
- Lowe, M. R., & Butryn, M. L. (2007). Hedonic hunger: a new dimension of appetite? *Physiol Behav*, *91*(4), 432-439. doi:10.1016/j.physbeh.2007.04.006
- MacLean, P. S., Wing, R. R., Davidson, T., Epstein, L., Goodpaster, B., Hall, K. D., et al. (2015). NIH working group report: Innovative research to improve maintenance of weight loss. *Obesity (Silver Spring)*, *23*(1), 7-15. doi:10.1002/oby.20967
- Martin-Rodriguez, E., Guillen-Grima, F., Marti, A., & Brugos-Larumbe, A. (2015). Comorbidity associated with obesity in a large population: The APNA study. *Obes Res Clin Pract*, *9*(5), 435-447. doi:10.1016/j.orcp.2015.04.003
- McNeil, J., Cadieux, S., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Doucet, E. (2015a). Associations between sleep parameters and food reward. *J Sleep Res*. doi:10.1111/jsr.12275
- McNeil, J., Cadieux, S., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Doucet, E. (2015b). The effects of a single bout of aerobic or resistance exercise on food reward. *Appetite*, *84*, 264-270. doi:10.1016/j.appet.2014.10.018
- McNeil, J., Cameron, J. D., Finlayson, G., Blundell, J. E., & Doucet, E. (2013). Greater overall olfactory performance, explicit wanting for high fat foods and lipid intake during the mid-luteal phase of the menstrual cycle. *Physiol Behav*, *112-113*, 84-89. doi:10.1016/j.physbeh.2013.02.008
- McNeil, J., & Doucet, E. (2012). Possible factors for altered energy balance across the menstrual cycle: a closer look at the severity of PMS, reward driven behaviors and leptin variations. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, *163*(1), 5-10. doi:10.1016/j.ejogrb.2012.03.008
- Meehl, P. E. (1975). Hedonic capacity: some conjectures. *Bull Menninger Clin*, *39*(4), 295-307.
- Mela, D. J. (2006). Eating for pleasure or just wanting to eat? Reconsidering sensory hedonic responses as a driver of obesity. *Appetite*, *47*(1), 10-17. doi:10.1016/j.appet.2006.02.006
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2012). *Pour une vision commune des environnements favorables à la saine alimentation, à un mode de vie physiquement actif et à la prévention des problèmes reliés au poids*. Document rédigé en collaboration avec Québec en Forme et l'Institut national de santé publique du Québec. Gouvernement du Québec, 24 pages.
- Montesi, L., El Ghoch, M., Brodosi, L., Calugi, S., Marchesini, G., & Dalle Grave, R. (2016). Long-term weight loss maintenance for obesity: a multidisciplinary approach. *Diabetes Metab Syndr Obes*, *9*, 37-46. doi:10.2147/dms.o.s89836
- Moors, A., & De Houwer, J. (2006). Automaticity: a theoretical and conceptual analysis. *Psychol Bull*, *132*(2), 297-326. doi:10.1037/0033-2909.132.2.297
- Nguyen-Michel, S. T., Unger, J. B., & Spruijt-Metz, D. (2007). Dietary correlates of emotional eating in adolescence. *Appetite*, *49*(2), 494-499. doi:10.1016/j.appet.2007.03.005

- Nijs, I. M., Franken, I. H., & Muris, P. (2009). Enhanced processing of food-related pictures in female external eaters. *Appetite*, 53(3), 376-383. doi:10.1016/j.appet.2009.07.022
- Nijs, I. M., Muris, P., Euser, A. S., & Franken, I. H. (2010). Differences in attention to food and food intake between overweight/obese and normal-weight females under conditions of hunger and satiety. *Appetite*, 54(2), 243-254. doi:10.1016/j.appet.2009.11.004
- Obesity Society. (2015). Potential contributors to obesity. Repéré le 3 mars 2016 à https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/OBESITY/004d4f70-37d5-434e-b24d-08a32dfdfcd9/UploadedImages/potential_contributors_to_obesity_2015_infographic.jpg.
- Organisation mondiale de la Santé. (2015). Obésité et surpoids. Repéré le 4 mars 2016 à <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/fr/>.
- Organisation mondiale de la Santé. (2016). Stratégie mondiale pour l'alimentation, l'exercice physique et la santé. Surpoids et obésité : définitions. Repéré le 5 mars 2016 à http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_what/fr/.
- Pandurangan, M., & Hwang, I. (2015). Systemic mechanism of taste, flavour and palatability in brain. *Appl Biochem Biotechnol*, 175(6), 3133-3147. doi:10.1007/s12010-015-1488-3
- Papies, E. K., Stroebe, W., & Aarts, H. (2009). Who likes it more? Restrained eaters' implicit attitudes towards food. *Appetite*, 53(3), 279-287. doi:10.1016/j.appet.2009.07.001
- Peirson, L., Douketis, J., Ciliska, D., Fitzpatrick-Lewis, D., Ali, M. U., & Raina, P. (2014). Treatment for overweight and obesity in adult populations: a systematic review and meta-analysis. *CMAJ Open*, 2(4), E306-317. doi:10.9778/cmajo.20140012
- Provencher, V., Begin, C., Piche, M. E., Bergeron, J., Corneau, L., Weisnagel, S. J., et al. (2007). Disinhibition, as assessed by the Three-Factor Eating Questionnaire, is inversely related to psychological well-being in postmenopausal women. *Int J Obes (Lond)*, 31(2), 315-320. doi:10.1038/sj.ijo.0803405
- Provencher, V., Drapeau, V., Tremblay, A., Despres, J. P., Bouchard, C., & Lemieux, S. (2004). Eating behaviours, dietary profile and body composition according to dieting history in men and women of the Quebec Family Study. *Br J Nutr*, 91(6), 997-1004. doi:10.1079/bjn20041115
- Provencher, V., Drapeau, V., Tremblay, A., Despres, J. P., & Lemieux, S. (2003). Eating behaviors and indexes of body composition in men and women from the Quebec family study. *Obes Res*, 11(6), 783-792. doi:10.1038/oby.2003.109
- Puhl, R. M., & Heuer, C. A. (2009). The stigma of obesity: a review and update. *Obesity (Silver Spring)*, 17(5), 941-964. doi:10.1038/oby.2008.636
- Puhl, R. M., & King, K. M. (2013). Weight discrimination and bullying. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*, 27(2), 117-127. doi:10.1016/j.beem.2012.12.002
- Richard, P., Ferguson, C., Lara, A. S., Leonard, J., & Younis, M. (2014). Disparities in physician-patient communication by obesity status. *Inquiry*, 51. doi:10.1177/0046958014557012
- Robinson, T. E., & Berridge, K. C. (1993). The neural basis of drug craving: an incentive-sensitization theory of addiction. *Brain Res Brain Res Rev*, 18(3), 247-291.

- Roefs, A., Herman, C. P., MacLeod, C. M., Smulders, F. T. Y., & Jansen, A. (2005). At first sight: how do restrained eaters evaluate high-fat palatable foods? *Appetite*, *44*(1), 103-114. doi:10.1016/j.appet.2004.08.001
- Rogers, P. J., & Blundell, J. E. (1979). Effect of anorexic drugs on food intake and the micro-structure of eating in human subjects. *Psychopharmacology (Berl)*, *66*(2), 159-165.
- Rollins, B. Y., Loken, E., Savage, J. S., & Birch, L. L. (2014). Measurement of food reinforcement in preschool children. Associations with food intake, BMI, and reward sensitivity. *Appetite*, *72*, 21-27. doi:10.1016/j.appet.2013.09.018
- Rolls, B. J., Rolls, E. T., Rowe, E. A., & Sweeney, K. (1981). Sensory specific satiety in man. *Physiol Behav*, *27*(1), 137-142.
- Rolls, B. J., Van Duijvenvoorde, P. M., & Rolls, E. T. (1984). Pleasantness changes and food intake in a varied four-course meal. *Appetite*, *5*(4), 337-348.
- Saelens, B. E., & Epstein, L. H. (1996). Reinforcing value of food in obese and non-obese women. *Appetite*, *27*(1), 41-50. doi:10.1006/appe.1996.0032
- Santé Canada. (2003). *Lignes directrices canadiennes pour la classification du poids chez les adultes - Guide de référence rapide à l'intention des professionnels*. Repéré le 3 mars 2016 à http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/alt_formats/hpfb-dgpsa/pdf/nutrition/cg_quick_ref-ldc_rapide_ref-fra.pdf.
- Sin, N. L. Y., & Vartanian, L. R. (2012). Is counter-regulation among restrained eaters a result of motivated overeating? *Appetite*, *59*(2), 488-493. doi:10.1016/j.appet.2012.06.014
- Snoek, H. M., Huntjens, L., Van Gemert, L. J., De Graaf, C., & Weenen, H. (2004). Sensory-specific satiety in obese and normal-weight women. *Am J Clin Nutr*, *80*(4), 823-831.
- St-Onge, M. P., McReynolds, A., Trivedi, Z. B., Roberts, A. L., Sy, M., & Hirsch, J. (2012). Sleep restriction leads to increased activation of brain regions sensitive to food stimuli. *Am J Clin Nutr*, *95*(4), 818-824. doi:10.3945/ajcn.111.027383
- Statistique Canada. (2009). Tableau 105-0507 - Indice de masse corporelle (IMC) mesuré chez les adultes, selon le groupe d'âge et le sexe, population à domicile de 18 ans et plus excluant les femmes enceintes, Canada (sauf les territoires). Repéré le 2 mars 2016 à <http://www5.statcan.gc.ca/cansim/a47#customizeTab>.
- Stice, E., Yokum, S., Zald, D., & Dagher, A. (2011). Dopamine-based reward circuitry responsivity, genetics, and overeating. *Curr Top Behav Neurosci*, *6*, 81-93. doi:10.1007/7854_2010_89
- Stunkard, A. J., & Messick, S. (1985). The Three-Factor Eating Questionnaire to measure dietary restraint, disinhibition and hunger. *J Psychosom Res*, *29*(1), 71-83.
- Temple, J. L., Bulkley, A. M., Badawy, R. L., Krause, N., McCann, S., & Epstein, L. H. (2009). Differential effects of daily snack food intake on the reinforcing value of food in obese and nonobese women. *Am J Clin Nutr*, *90*(2), 304-313. doi:10.3945/ajcn.2008.27283
- Tibboel, H., De Houwer, J., & Van Bockstaele, B. (2015). Implicit measures of "wanting" and "liking" in humans. *Neurosci Biobehav Rev*, *57*, 350-364. doi:10.1016/j.neubiorev.2015.09.015
- Torrubia, R., Ávila, C., Moltó, J., & Caseras, X. (2001). The Sensitivity to Punishment and Sensitivity to Reward Questionnaire (SPSRQ) as a measure of Gray's anxiety and

- impulsivity dimensions. *Personality and Individual Differences*, 31(6), 837-862. doi:10.1016/S0191-8869(00)00183-5
- Tremblay, M. (2011). *L'obésité préoccupation mondiale de santé publique*. Québec, Laboratoire d'étude sur les politiques publiques et la mondialisation, ENAP, 22 p. (Rapport évolutif. Analyse des impacts de la mondialisation sur la santé au Québec; Rapport 8).
- Twells, L. K., Gregory, D. M., Reddigan, J., & Midodzi, W. K. (2014). Current and predicted prevalence of obesity in Canada: a trend analysis. *CMAJ Open*, 2(1), E18-26. doi:10.9778/cmajo.20130016
- van Strien, T., Frijters, J. E. R., Bergers, G. P. A., & Defares, P. B. (1986). The Dutch Eating Behavior Questionnaire (DEBQ) for assessment of restrained, emotional, and external eating behavior. *Int J Eat Disord*, 5(2), 295-315. doi:10.1002/1098-108X(198602)5:2<295::AID-EAT2260050209>3.0.CO;2-T
- Veenstra, E. M., & de Jong, P. J. (2010). Restrained eaters show enhanced automatic approach tendencies towards food. *Appetite*, 55(1), 30-36. doi:10.1016/j.appet.2010.03.007
- Westenhoefer, J., Stunkard, A. J., & Pudel, V. (1999). Validation of the flexible and rigid control dimensions of dietary restraint. *Int J Eat Disord*, 26(1), 53-64.
- Williamson, D. A., Martin, C. K., York-Crowe, E., Anton, S. D., Redman, L. M., Han, H., et al. (2007). Measurement of dietary restraint: Validity tests of four questionnaires. *Appetite*, 48(2), 183-192. doi:10.1016/j.appet.2006.08.066
- Woloshin, S., & Schwartz, L. M. (2014). The new weight-loss drugs, lorcaserin and phentermine-topiramate: slim pickings? *JAMA Intern Med*, 174(4), 615-619. doi:10.1001/jamainternmed.2013.14629
- Yeomans, M. R. (1998). Taste, palatability and the control of appetite. *Proc Nutr Soc*, 57(4), 609-615.
- Yeomans, M. R., Blundell, J. E., & Leshem, M. (2004). Palatability: response to nutritional need or need-free stimulation of appetite? *Br J Nutr*, 92 Suppl 1, S3-14.
- Yeomans, M. R., Lee, M. D., Gray, R. W., & French, S. J. (2001). Effects of test-meal palatability on compensatory eating following disguised fat and carbohydrate preloads. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(8), 1215-1224. doi:10.1038/sj.ijo.0801653
- Yeomans, M. R., Weinberg, L., & James, S. (2005). Effects of palatability and learned satiety on energy density influences on breakfast intake in humans. *Physiol Behav*, 86(4), 487-499. doi:10.1016/j.physbeh.2005.08.019
- Ziauddeen, H., Alonso-Alonso, M., Hill, J. O., Kelley, M., & Khan, N. A. (2015). Obesity and the neurocognitive basis of food reward and the control of intake. *Adv Nutr*, 6(4), 474-486. doi:10.3945/an.115.008268
- Zimmet, P., Alberti, G., & Shaw, J. (2005). Nouvelle définition globale du syndrome métabolique : raisonnement et résultats. *Diabetes Voice*, 50, 31-33.