
LES PRODUITS LAITIERS ALLÉGÉS : MIRAGE OU PANACÉE ? ASPECTS TECHNIQUES ET NUTRITIONNELS

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2006
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

Mireille, Lydia SNRECH épouse TORTELIER
Née, le 14 juillet 1960 à CHAMBERY (Savoie)

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur Denis CORPET

JURY

PRESIDENT :
M. Henri DABERNAT

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :
M. Denis CORPET
Mme Nathalie PRIYMENKO

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Toulouse, 2006

NOM : SNRECH

PRENOM : Mireille

TITRE : LES PRODUITS LAITIERS ALLEGES : MIRAGE OU PANACEE ?
Aspects Techniques et Nutritionnels

RESUME :

Cette thèse présente l'historique des produits allégés, et la réglementation qui les encadre, avant de détailler les outils technologiques utilisés dans leur élaboration : substituts de la matière grasse, édulcorants massiques et intenses, travail sur les arômes, vitaminisation ; des exemples précis de différentes catégories de produits laitiers allégés complètent ce chapitre.

L'auteur aborde ensuite les aspects commerciaux de ces produits, en quelques données chiffrées, avant de voir quel est le profil des consommateurs de produits allégés, et le marketing qui les accompagne.

Une dernière partie rappelle les grands mécanismes de la physiologie de la nutrition, en particulier en rapport avec l'apparition de l'obésité (régulation du poids, de la prise alimentaire, rôle des aliments), avant de discuter plus particulièrement de l'intérêt possible des produits allégés dans la lutte contre le surpoids.

En conclusion, les produits allégés ont évolué grâce à des outils technologiques performants. D'un point de vue nutritionnel, il ne faut pas en attendre de miracle, mais ils offrent des possibilités intéressantes pour les personnes suivant un régime contrôlé avec suffisamment de rigueur.

MOTS CLES : PRODUIT LAITIER, ALLEGE, NUTRITION, OBESITE.

ENGLISH TITLE : LOW CALORIE DAIRY FOODS : DREAM OR REALITY ?
Technical and Nutritional Views

ABSTRACT :

This thesis presents an historical record of the low calorie foods, and the law which regulates them in Europe and in France. It then reports the technologic tools used to make low calorie products : fat substitutes, sweeteners, flavours, vitamins ; examples of low calorie dairy foods are given.

The author then discusses commercial issues of low calorie dairy foods.

The last part reviews major nutritional and physiological mechanisms that lead to obesity (weight regulation, food absorption, nutrients balance). It then gives a more detailed discussion of the potential interest of low calorie foods to prevent overweight.

In conclusion, the low calorie foods have moved thanks to efficient technologic tools. From a strict nutritional point of view, they are not "magic bullets" against obesity, but they bring interesting options for people following a strictly controlled diet.

KEY WORDS : DAIRY FOOD, LOW CALORIE, NUTRITION, OBESITY.

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme BRET-BENNIS Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie*
Mme CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme COLLARD-MEYNAUD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERIN Jean-Luc, *Elevage et Santé Avicoles et Cunicoles*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MAREDA Marc, *Pathologie de la reproduction*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
Mme MEYNADIER-TROEGELER Annabelle, *Alimentation*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme RAYMOND-LETRON Isabelle, *Anatomie pathologique*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRE DE CONFERENCES CONTRACTUELS

Mlle BIBBAL Delphine, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. CASSARD Hervé, *Pathologie du bétail*
M. DESMAIZIERES Louis-Marie, *Clinique équine*
M. NOUVEL Laurent-Xavier, *Pathologie de la reproduction*

MAÎTRE DE CONFERENCES ASSOCIE

M. REYNOLDS Brice, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. CONCHOU Fabrice, *Imagerie médicale*
M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mlle LACROUX Caroline, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*

REMERCIEMENTS

A notre jury de thèse :

Monsieur le Professeur Henri DABERNAT,

Professeur des Universités, Praticien hospitalier, *Bactériologie - Virologie*,

qui nous a fait le grand honneur de le présider.

Hommages respectueux.

Monsieur le Professeur Denis CORPET,

Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,

Science de l'aliment et technologies dans les industries agro-alimentaires,

qui a bien voulu nous diriger au cours de l'élaboration de ce travail.

Qu'il trouve, exprimée ici, notre profonde gratitude.

Madame le Docteur Nathalie PRIYMENKO,

Maître de Conférences de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, *Alimentation*,

qui a très aimablement accepté de faire partie de notre jury.

Sincères remerciements.

LISTE DES ENSEIGNANTS

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA PECHE ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

Directeur	: M.	A. MILON
Directeurs honoraires	M.	G. VAN HAVERBEKE
	M.	J. FERNEY
Professeurs honoraires	M.	L. FALIU
	M.	C. LABIE
	M.	C. PAVAU
	M.	F. LESCURE
	M.	A. RICO
	M.	D. GRIESS
	M.	A. CAZIEUX
	Mme	V. BURGAT
	M.	J. CHANTAL
	M.	J.-F. GUEIFI
	M.	M. EECKHOUTTE

PROFESSEURS CLASSE EXCEPTIONNELLE

- M. **BRAUN Jean-Pierre**, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
- M. **CABANIE Paul**, *Histologie, Anatomie pathologique*
- M. **DARRE Roland**, *Productions animales*
- M. **DORCHIES Philippe**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **TOUTAIN Pierre-Louis**, *Physiologie et Thérapeutique*

PROFESSEURS 1^{ère} CLASSE

- M. **AUTEFAGE André**, *Pathologie chirurgicale*
- M. **BODIN ROZAT DE MANDRES NEGRE Guy**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **DELVERDIER Maxence**, *Anatomie pathologique*
- M. **ENJALBERT Francis**, *Alimentation*
- M. **EUZEBY Jean**, *Pathologie générale, Microbiologie, Immunologie*
- M. **FRANC Michel**, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
- M. **HENROTEAUX Marc**, *Médecine des carnivores*
- M. **MARTINEAU Guy-Pierre**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*
- M. **PETIT Claude**, *Pharmacie et Toxicologie*
- M. **REGNIER Alain**, *Physiopathologie oculaire*
- M. **SAUTET Jean**, *Anatomie*
- M. **SHELCHER François**, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

PROFESSEURS 2^e CLASSE

- Mme **BENARD Geneviève**, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
- M. **BERTHELOT Xavier**, *Pathologie de la Reproduction*
- M. **CONCORDET Didier**, *Mathématiques, Statistiques, Modélisation*
- M. **CORPET Denis**, *Science de l'Aliment et Technologies dans les industries agro-alimentaires*
- M. **DUCOS Alain**, *Zootéchnie*
- M. **DUCOS DE LAHITTE Jacques**, *Parasitologie et Maladies parasitaires*
- M. **GUERRE Philippe**, *Pharmacie et Toxicologie*
- Mme **KOLF-CLAUW Martine**, *Pharmacie -Toxicologie*
- M. **LEFEBVRE Hervé**, *Physiologie et Thérapeutique*
- M. **LIGNEREUX Yves**, *Anatomie*
- M. **PICAVET Dominique**, *Pathologie infectieuse*

INGENIEUR DE RECHERCHES

- M. **TAMZALI Youssef**, *Responsable Clinique équine*

PROFESSEURS CERTIFIES DE L'ENSEIGNEMENT AGRICOLE

- Mme **MICHAUD Françoise**, *Professeur d'Anglais*
- M. **SEVERAC Benoît**, *Professeur d'Anglais*

MAÎTRE DE CONFERENCES HORS CLASSE

M. JOUGLAR Jean-Yves, *Pathologie médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour*

MAÎTRE DE CONFERENCES CLASSE NORMALE

M. ASIMUS Erik, *Pathologie chirurgicale*
M. BAILLY Jean-Denis, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. BERGONIER Dominique, *Pathologie de la Reproduction*
M. BERTAGNOLI Stéphane, *Pathologie infectieuse*
Mme BOUCRAUT-BARALON Corine, *Pathologie infectieuse*
Mlle BOULLIER Séverine, *Immunologie générale et médicale*
Mme BOURGES-ABELLA Nathalie, *Histologie, Anatomie pathologique*
M. BOUSQUET-MELOU Alain, *Physiologie et Thérapeutique*
Mme BRET-BENNIS Lydie, *Physique et Chimie biologiques et médicales*
M. BRUGERE Hubert, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
Mlle CADIERGUES Marie-Christine, *Dermatologie*
Mme CAMUS-BOUCLAINVILLE Christelle, *Biologie cellulaire et moléculaire*
Mme COLLARD-MEYNAUD Patricia, *Pathologie chirurgicale*
Mlle DIQUELOU Armelle, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. DOSSIN Olivier, *Pathologie médicale des Equidés et des Carnivores*
M. FOUCRAS Gilles, *Pathologie du bétail*
Mme GAYRARD-TROY Véronique, *Physiologie de la Reproduction, Endocrinologie*
M. GUERIN Jean-Luc, *Elevage et Santé Avicoles et Cunicoles*
Mme HAGEN-PICARD Nicole, *Pathologie de la Reproduction*
M. JACQUIET Philippe, *Parasitologie et Maladies Parasitaires*
M. JAEG Jean-Philippe, *Pharmacie et Toxicologie*
M. LYAZRHI Faouzi, *Statistiques biologiques et Mathématiques*
M. MARENDI Marc, *Pathologie de la reproduction*
M. MATHON Didier, *Pathologie chirurgicale*
M. MEYER Gilles, *Pathologie des ruminants*
Mme MEYNADIER-TROEGELER Annabelle, *Alimentation*
M. MONNEREAU Laurent, *Anatomie, Embryologie*
Mme PRIYMENKO Nathalie, *Alimentation*
Mme RAYMOND-LETRON Isabelle, *Anatomie pathologique*
M. SANS Pierre, *Productions animales*
Mlle TRUMEL Catherine, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*
M. VERWAERDE Patrick, *Anesthésie, Réanimation*

MAÎTRE DE CONFERENCES CONTRACTUELS

Mlle BIBBAL Delphine, *Hygiène et Industrie des Denrées Alimentaires d'Origine Animale*
M. CASSARD Hervé, *Pathologie du bétail*
M. DESMAIZIERES Louis-Marie, *Clinique équine*
M. NOUVEL Laurent-Xavier, *Pathologie de la reproduction*

MAÎTRE DE CONFERENCES ASSOCIE

M. REYNOLDS Brice, *Pathologie médicale des Equidés et Carnivores*

ASSISTANTS D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE CONTRACTUELS

M. CONCHOU Fabrice, *Imagerie médicale*
M. CORBIERE Fabien, *Pathologie des ruminants*
Mlle LACROUX Caroline, *Anatomie pathologique des animaux de rente*
M. MOGICATO Giovanni, *Anatomie, Imagerie médicale*
Mlle PALIERNE Sophie, *Chirurgie des animaux de compagnie*

DEDICACES

A Eric, pour sa présence au quotidien,

A ma famille, pour leurs encouragements,

- et leur aide technique, merci Serge,

A mes amis, pour leur soutien,

- parfois à distance...

Aux collègues qui m'ont appris ce métier,

à leurs assistantes toujours dévouées,

A Patiou, Foxie, tous nos compagnons

à poils et à plumes,

Merci à Uderzo, Franquin, Kiraz, pour les

illustrations.

TABLE DES MATIERES

Remerciements	3
Liste des enseignants	5
Dedicaces	7
Table des matières	8
Index des tableaux	12
Index des schémas et des graphiques.....	13
Liste des sigles et abréviations utilisés.....	14
Introduction	15
Première partie : historique et législation.....	17
<i>A. Chronologie</i>	<i>18</i>
<i>B. Quelques aspects réglementaires.....</i>	<i>20</i>
B.1. Définition du terme « allégé ».....	20
B.2. Light, léger	21
B.3. Diététique	21
B.4. Allégations nutritionnelles	22
B.5. Réglementation des appellations pour les produits laitiers	23
B.5.1. Le lait.....	23
B.5.2. Les yaourts.....	24
B.5.3. Les fromages blancs	24
B.5.4. La crème	24
B.5.5. Beurres, margarines et pâtes à tartiner.....	24
B.5.6. Les fromages.....	26
B.6. Réglementation concernant les édulcorants	26
Deuxième partie : technologie des produits laitiers allégés	29
Rappels sur la composition du lait	29
<i>A. Allègement en lipides</i>	<i>31</i>
A.1. La matière grasse dans le lait et les produits laitiers	31
A.1.1. Caractères physico-chimiques	31
A.1.2. Rôles métabolique et nutritionnel.....	31
A.1.3. Rôle organoleptique	32
A.1.4. Rôles technologiques.....	33
A.2. Extraction de la matière grasse du lait	34

A.3.	Les substituts de la matière grasse	34
A.3.1.	Substituts de la matière grasse de nature glucidique : polysaccharides	34
a -	Amidons	35
b -	Maltodextrines	35
c -	Polydextrose	35
d -	Inuline et fructo-oligosaccharides (FOS).....	36
e -	Pectines	37
f -	Autres hydrocolloïdes.....	37
A.3.2.	Substituts de la matière grasse de nature protidique	37
A.3.3.	Substituts de nature lipidique : polyesters de saccharose, ou sucroesters	38
A.4.	Aspects technologiques de l'allègement en lipides.....	39
A.4.1.	Evaluation des produits	39
A.4.2.	Utilisation des arômes	40
A.4.3.	Les ferments	41
A.4.4.	Les vitamines.....	41
<i>B.</i>	<i>Allègement en sucre</i>	<i>43</i>
B.1.	Le saccharose	43
B.1.1.	Historique	43
B.1.2.	Propriétés	44
B.2.	Les édulcorants.....	45
B.2.1.	Les édulcorants massiques.....	45
a -	Les sucres	45
b -	Les polyols	46
c -	Les néosucres : oligofructose et fructo-oligosaccharides (FOS).....	48
B.2.2.	Les édulcorants intenses	48
a -	Saccharine	49
b -	Aspartame	49
c -	Acésulfame de potassium.....	50
d -	Acide cyclamique.....	50
e -	Thaumatine.....	51
f -	Néohespéridine :	51
g -	Sel d'aspartame-acésulfame.....	51
h -	Sucralose	51
i -	Autres.....	51
B.3.	La saveur sucrée dans les produits allégés.....	53
<i>C.</i>	<i>Quelques exemples de produits laitiers allégés</i>	<i>55</i>
C.1.	Laits.....	55
C.2.	Crèmes.....	58
C.3.	Ultra frais.....	58
C.4.	Beurres et pâtes à tartiner	62
C.5.	Fromages	65

C.6. Glaces	69
Troisième partie : aspects commerciaux des produits allégés.....	73
<i>A. Les produits allégés en quelques chiffres</i>	<i>74</i>
A.1. Le lait.....	75
A.2. La crème	75
A.3. Yaourts et desserts.....	75
A.4. Beurre et pâtes à tartiner.....	76
A.5. Fromages	76
<i>B. Les consommateurs d'allégés</i>	<i>77</i>
B.1. Les passionnés.....	78
B.2. Les chasseurs de gras	78
B.3. Les accros des édulcorants	78
B.4. Les anticholestérol.....	78
B.5. Les obsédés de l'allégé.....	78
B.6. Les adeptes du prêt-à-consommer	79
B.7. Les indécis.....	79
<i>C. Allégés et marketing</i>	<i>80</i>
C.1. Elaboration du produit.....	80
C.2. Promotion des produits.....	82
C.3. Les allégés et la distribution.....	83
C.4. La bataille pour le « bon gras »	83
Quatrième partie : aspects nutritionnels.....	87
<i>A. Une alimentation excédentaire et déséquilibrée.....</i>	<i>88</i>
<i>B. Rappels en métabolisme et nutrition.....</i>	<i>91</i>
B.1. Définition de l'obésité.....	91
B.2. Le poids et sa régulation.....	91
B.2.1. Notion de balance énergétique	91
B.2.2. Adaptation de l'organisme aux variations de la balance énergétique	94
a - Adaptation à un régime restrictif.....	94
b - Adaptation de l'organisme lors de régime excédentaire.....	95
B.3. Principes du traitement de l'obésité	96
B.4. Comportement alimentaire, régulation de la prise alimentaire	97
B.4.1. Notion d'apprentissage	97
B.4.2. La motivation hédonique est innée	98
B.4.3. Phase céphalique de digestion	100
B.4.4. Faim, rassasiement et satiété	101
B.4.5. Facteurs individuels et psychologiques de variation du comportement alimentaire.....	104

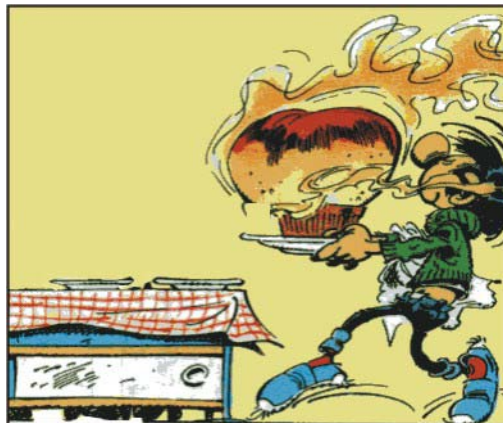
B.5. Facteurs de dysrégulation de la prise alimentaire	105
B.5.1. Facteurs liés au mode de vie.....	105
a - Stress	105
b - Grignotage.....	106
c - Petit déjeuner escamoté.....	106
d - Sédentarité.....	106
B.5.2. Facteurs individuels de dysrégulation de la prise alimentaire.....	107
B.5.3. Rôle des aliments dans la dysrégulation de la prise alimentaire	108
<i>C. Produits allégés et nutrition</i>	<i>111</i>
C.1. Les produits allégés ne font pas maigrir.....	111
C.2. Les allégés peuvent être utiles dans le cadre d'un régime	114
C.3. Autres aspects nutritionnels de la consommation de produits allégés	116
Conclusion generale	119
Page de signatures	121
Bibliographie.....	123
Annexes	137

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les produits allégés dans le temps	18
Tableau 2 : Dénomination légale des corps gras concrets en fonction de leur composition	25
Tableau 3 : Applications et doses maximales d'emploi des édulcorants dans les produits laitiers allégés	27
Tableau 4 : Modifications des lipides au cours de traitements domestiques ou industriels	33
Tableau 5 : Evolution de la consommation française de sucre par personne et par an	43
Tableau 6 : Pouvoir sucrant des différents édulcorants	52
Tableau 7 : Comparaison d'un lait chocolaté allégé avec un lait chocolaté standard.	57
Tableau 8 : Composition comparative des laits entier, ½ écrémé, et écrémé :	57
Tableau 9 : Composition comparative des crèmes fraîches classiques et allégées.	58
Tableau 10 : Composition comparative de fromages blancs battus	60
Tableau 11 : Composition comparative de différents yaourts	61
Tableau 12 : Composition comparative de desserts lactés classiques et allégés	61
Tableau 13 : Comparaison entre beurre et « beurres allégés »	63
Tableau 14 : Comparaison de quelques fromages avec leurs homologues allégés :	68
Tableau 15 : Compositions comparées d'une glace allégée et d'une glace témoin.	70
Tableau 16 : Classement par les Français des matières grasses qui font le plus grossir (en % des citations) :	85
Tableau 17 : Apports nutritionnels recommandés et effectifs	88
Tableau 18 : Nutriments et prise de poids	109

INDEX DES SCHEMAS ET DES GRAPHIQUES

Schéma 1 : Procédé de fabrication des beurres allégés	65
Graphique 1 : Evolution des ventes de corps gras sur 10 ans	84
Graphique 2 : Evolution de la perte de poids au cours du temps lors de régime hypocalorique	94
Graphique 3 : Evolution du poids lors d'un régime hypercalorique	95
Graphique 4 : Evolution des dépenses énergétiques lors de régime hypercalorique	95



LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS UTILISES

AG	Acide gras
BO	Bulletin Officiel
CNC	Conseil National de la Consommation
DGCCRF	Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes
DLC	Date limite de consommation
ETSR	Echangeur thermique à surface raclée
FOS	Fructo-oligosaccharide
GMS	Grandes et moyennes surfaces
IMC	Indice de masse corporel
LS	Libre-service
MCV	Maladies cardio-vasculaires
MDD	Marque de distributeur
MG	Matière grasse
MS	Matière sèche
OF	Oligofructose
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PA	Produits allégés
PNNS	Programme National Nutrition et Santé
PS	Pouvoir sucrant
PTTLR	Pâte à tartiner à teneur en lipides réduite
QR	Quotient respiratoire
SIAL	Salon international de l'alimentation
SLT	Spécialité laitière à tartiner
UF	Ultra-frais
UHT	Ultra haute température, procédé de stérilisation
VER	Valeur énergétique réduite

INTRODUCTION

Les produits allégés font désormais partie intégrante de notre paysage alimentaire.

Ce sont des produits manufacturés, dont la densité énergétique a été réduite par abaissement de leur teneur en certains nutriments (généralement lipides et sucres), souvent en les remplaçant par des ingrédients qui cherchent à rétablir la saveur et la texture de l'aliment familier.

Les produits allégés se sont imposés progressivement depuis quarante ans, car ils répondent aux préoccupations des consommateurs actuels, qui veulent être minces et en forme, tout en restant gourmands. L'abondance alimentaire et la diminution des dépenses énergétiques qui caractérisent les dernières décennies ont pour corollaire le développement du surpoids et de l'obésité dans tous les pays industrialisés, ce qui devient un réel problème de santé publique. Les campagnes d'information menées par le monde médical et les pouvoirs publics ont réussi à sensibiliser les consommateurs aux dangers d'une alimentation pléthorique et déséquilibrée, et l'essor des produits allégés va de pair avec cette prise de conscience. Les avis sont cependant partagés sur leur utilité en terme de prévention des problèmes de poids.

Les allégés sont présents dans toutes les catégories de produits alimentaires : sauces, charcuteries, confiseries, boissons, etc...Si l'allègement concerne généralement la matière grasse et le sucre, il existe également des produits allégés en sel, en cholestérol ou en alcool, mais ils répondent à d'autres types de préoccupations, et représentent un marché beaucoup plus restreint. Ce travail se limitera à l'étude des produits laitiers, allégés en lipides ou en saccharose.

Après avoir évoqué l'historique de leur développement et la réglementation qui les encadre, nous envisagerons la technologie particulière à ce type de produits, ainsi que les aspects commerciaux. Des rappels en physiologie de la nutrition nous permettront ensuite d'aborder la question de l'intérêt des allégés dans la prévention ou le traitement des problèmes de poids, ou plus généralement dans le cadre d'un équilibre alimentaire au quotidien.

PREMIERE PARTIE : HISTORIQUE ET LEGISLATION

L'historique des produits allégés et leur législation sont indissociables ; la technologie suit les progrès de la science, s'adapte aux besoins du marché, la réglementation les encadre ; le développement de produits nouveaux est subordonné à leur autorisation par la loi, après vérification de leur utilité et de leur innocuité. Nous aborderons d'abord l'évolution des produits allégés dans le temps.



A. Chronologie

Le tableau suivant récapitule les étapes de l'historique des produits allégés.

Tableau 1 : Les produits allégés dans le temps

1879	Synthèse de la saccharine.
1900	« loi des beurriers », interdisant l'introduction des produits de remplacement du beurre dans les aliments (protection d'un secteur professionnel).
1902	« loi des betteraviers », interdisant les édulcorants de synthèse (saccharine) dans les produits alimentaires (même remarque).
1917	Autorisation temporaire de l'usage de la saccharine jusqu'à l'armistice, pour cause de pénurie de sucre.
1937	synthèse des cyclamates.
1964	autorisation de mise sur le marché des laits écrémé et demi-écrémé et des laitages 0%. Taillefine, de Gervais Danone, premier fromage blanc 0%. Sveltesse, de Chambourcy, premier yaourt 0%.
1965	Synthèse de l'aspartame.
1970	Monvelay, de la Fromagerie du Velay, premier fromage à pâte pressée non cuite à 20% de MG.
1972	Sylphide, de Bel, gamme de fromages allégés (fondu, PPNC).
1979	AMM de l'aspartame, vendu uniquement en pharmacie (sucrettes).
1980	AMM pour les « pâtes à tartiner à teneur en lipides réduite », à 41% de MG. La Laiterie Saint Hubert crée Saint Hubert 41.
1985	Tartare Léger, de Bongrain, premier fromage à pâte fraîche allégé (25% de MG). Cuisine Légère, de Findus (plats à moins de 300 kcal). Amora lance une mayonnaise allégée et cinq variétés de « vinaigrettes » allégées.
1987	Autorisation de mise sur le marché des polyols. Autorisation de la vente des édulcorants intenses en grande surface. Définition du terme « allégé » par le CNC. Premières glaces allégées : Les Légères, de Gervais ; Gourmandes Si Légères, de Paladine.

1988	L'utilisation de 3 édulcorants de synthèse (aspartame, saccharine, acésulfame) est autorisée en agro-alimentaire. La vente des cyclamates reste limitée au circuit pharmaceutique. Autorisation des beurres et margarines allégés pour tous les taux de MG, définition des appellations.
1989	Autorisation de réduction du lactose dans les laits de consommation courante.
1991	AMM française pour Simplese (substitut de MG).
1994	Directive européenne sur les édulcorants ; autorisation de six édulcorants, précision des emplois et des doses maximales. Arrêté français en juillet, en permettant l'utilisation, ainsi que les mélanges sucre/édulcorants intenses.
2001	Décret autorisant l'enrichissement en vitamine D du lait de consommation courante.
2004	Autorisation de 2 nouveaux édulcorants intenses : le sucralose et le sel d'aspartame-acésulfame.

(d'après J.Mongeot)

Les premiers pas des allégés ont une motivation plus économique ou médicale que de nos jours : utilisation de la saccharine pour cause de pénurie de sucre pendant la guerre, ou pour les personnes souffrant de diabète ou d'obésité plus récemment ; achat de produits laitiers dits « maigres », autorisés à partir de 1964, plus économiques que les produits entiers, la matière grasse du lait étant à cette époque noble et chère. Cependant les noms choisis (Taillefine, Sveltesse), évoquent alors déjà plus le régime-minceur que les soucis pécuniers...Pendant longtemps, les produits allégés vont se cantonner à ces laitages maigres. Entre 1970 et le début des années 80, il n'y aura que peu d'innovations, mais entre 1985 et 1990, ils prolifèrent et envahissent tous les secteurs alimentaires : en 1988 au SIAL, à Paris, un produit nouveau sur trois est léger ou allégé (109) ! Ils vont enregistrer une stagnation pendant le début des années 90, car ne répondant pas réellement aux besoins des consommateurs, avant de connaître une nouvelle envolée permise par les progrès technologiques et l'évolution de la législation.

Nous allons aborder la réglementation actuelle de ce type de produits dans le chapitre suivant.

B. Quelques aspects réglementaires

Léger, allégé, light, diététique, biologique... Nombreux sont les termes utilisés en industrie agro-alimentaire, dont l'usage n'est pas toujours réglementé ; le consommateur se perd dans ces appellations, et a tendance à confondre ces termes dans une vaste rubrique « bon pour la santé ». Certains répondent cependant à des critères bien précis, et n'est pas « allégé » ou « diététique » qui veut...

Nous nous limiterons aux définitions en usage en France et dans l'Union Européenne.

B.1. Définition du terme « allégé »

Il ne s'agit pas d'une loi, mais d'une doctrine qui a été adoptée sur l'emploi de ce qualificatif, sur avis du Conseil National de la Consommation, publié au BOCCRF du 6/11/87. (22, 41, 50)

Le terme s'applique à des produits de consommation courante, qui doivent vérifier les conditions suivantes :

- l'allègement en certains composants ne doit pas changer fondamentalement la nature du produit, et ne fait pas considérer le produit fini comme « destiné à une alimentation particulière » (autre terme réglementé).
- le qualificatif est admis dans la dénomination de vente.
- aucune allusion relative à l'amaigrissement ou à un régime ne peut lui être associée.
- il doit exister un produit de référence (non allégé), défini par une réglementation ou des usages.
- la dénomination de vente du produit allégé doit être complétée dans le même champ visuel par l'expression « allégé en... », suivie de l'indication de la nature du constituant en caractères de lisibilité comparable.
- en plus des dispositions du décret du 7/12/84, relatives à l'étiquetage des produits alimentaires, l'étiquette doit comporter l'indication en % de la réduction du constituant, et la valeur énergétique globale.

En complément de la doctrine du CNC sur l'appellation « allégé », les industries agro-alimentaires ont émis un code professionnel, qui précise notamment qu'un produit allégé doit comporter au minimum 25% de kilocalories en moins que son produit de référence (96).

B.2. Light, léger

Ces termes, ignorés par le législateur, sont utilisés par les fabricants sans réglementation particulière ; ils ne garantissent donc rien au consommateur (41).

Le terme « léger » évoque bien sûr un aliment digeste, peu calorique, permettant de se sentir en forme, mince, aérien ; c'est ce qui va être exploité en marketing. Il a l'avantage de ne pas présenter les contraintes d'emploi du terme « allégé », mais également de ne pas faire apparaître l'aliment comme un produit « moins », appauvri.

Le terme « light » (parfois écrit phonétiquement « lite »), nous vient des Etats-Unis, c'est l'équivalent français de « léger » ; en France, il tend de plus en plus à signaler des produits contenant des édulcorants intenses.

B.3. Diététique

Pour le consommateur, ce terme est souvent synonyme d'aliment bénéfique pour la santé ; or les expressions « aliment diététique » ou « aliment de régime » (équivalentes au sens de la réglementation) ne peuvent être utilisées que pour des produits répondant à une définition et des conditions bien précises (49,50) :

- des conditions de composition qui les distinguent des aliments de consommation courante,
- des conditions d'utilisation spécifiques.

Ex :

- aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas âge et en bonne santé,
- produits à teneur en sodium réduite et très réduite,
- produits sans gluten,
- aliments à teneur garantie en magnésium,
- aliments équilibrés de l'effort,

- etc...

Ces produits sont contrôlés à plusieurs niveaux :

- qualité des matières premières,
- conditions sur la composition des préparations,
- exigences en matière d'hygiène,
- liste d'additifs autorisés,
- dispositions concernant l'étiquetage, la présentation, la publicité.

Cette législation est valable au niveau européen.

Ainsi, les produits allégés ne peuvent se parer du label « diététique » (ce sont des aliments de consommation courante), mais l'inverse est également vrai.

Les contraintes occasionnées par l'utilisation de ces termes expliquent que les fabricants choisissent parfois de ne pas les utiliser ; cependant, s'ils veulent associer une image de légèreté ou de minceur à leur produit, ils entrent dans le cadre de ce qu'on appelle les « allégations nutritionnelles », et doivent respecter la réglementation qui en découle, ce que nous allons maintenant aborder.

B.4. Allégations nutritionnelles

La définition par le Codex Alimentaire Mondial est la suivante (9,50) :

« On entend par allégation nutritionnelle toute représentation qui énonce, suggère ou implique qu'un aliment possède des propriétés nutritionnelles particulières : celles-ci comprennent notamment sa valeur énergétique, sa teneur en protéines, lipides, glucides, vitamines, minéraux. »

La simple mention de ces teneurs sur l'étiquette ne constitue pas une allégation.

Notons que partout dans le monde sont interdites les allégations liées à la prévention, au traitement ou à la guérison des maladies, qui reste du ressort du médicament (aucun produit contenant des édulcorants n'a jamais soigné le diabète...) ; voir pour cela l'article R 112-7 du Code de la consommation en France (12).

Nous sommes en fait à la limite de l'information et de la publicité. Pour les industriels, les allégations sont plus vendeuses qu'une simple information sur la composition. Pour le législateur, il s'agit d'éviter de tromper le consommateur ou de créer la confusion dans son esprit. Le risque étant que le consommateur ne choisisse que des produits censés être « utiles » pour sa santé, dans un contexte alimentaire déséquilibré (9, 104).

Cet encadrement législatif est d'autant plus nécessaire lorsque apparaissent des technologies ou des produits nouveaux. Le problème est que le consommateur n'est pas assez informé du point de vue diététique, sinon l'étiquetage nutritionnel serait suffisant.

Pour cela, lorsque nous sommes en présence d'une allégation, l'étiquette doit toujours rappeler que seul un régime varié et équilibré couvre la totalité des besoins, et donner la composition de l'aliment : « lorsqu'une allégation nutritionnelle figure dans l'étiquetage, la présentation ou la publicité, l'étiquetage nutritionnel est obligatoire et doit respecter des instructions précises » (JOCE du 6/10/90) : valeur énergétique en kilojoules ou kilocalories, quantité de certains nutriments (protéines, glucides, lipides, autres selon le cas) pour 100g ou 100ml. Autrement, l'allégation est illégale (9).

En dehors de réglementations particulières (beurre, fromage, pâte à tartiner, voir ci-après), le qualificatif « allégé » est une allégation nutritionnelle et doit donc respecter les dispositions réglementaires concernées.

Nous allons maintenant voir quelles sont les appellations réglementaires pour les différentes catégories de produits laitiers.

B.5. Réglementation des appellations pour les produits laitiers

Le lecteur pourra sur ce sujet particulier se reporter aux références (41, 109).

B.5.1. Le lait

- Le lait entier est un lait auquel rien n'a été enlevé, il contient 36g/l de matière grasse (ce taux est standardisé).
- le lait demi-écrémé contient de 15.5 à 18.5g/l de matière grasse.
- le lait écrémé doit contenir moins de 3g/l de matière grasse.

Rappelons que ces deux derniers ont été autorisés en 1964.

B.5.2. Les yaourts

- Un yaourt nature ordinaire est fabriqué avec du lait demi-écrémé ; il contient environ 1% de matière grasse.
- Pour être dit « maigre », il doit contenir moins de 1% de MG (on se réfère au produit tel quel).
- il sera dit « au lait entier » si le lait est utilisé... entier.

A l'époque où ont été autorisés les yaourts fabriqués avec du lait écrémé (1964), c'est le terme « maigre », et non « allégé », qui était utilisé, et qui est resté.

L'appellation « yaourt » recouvre également d'autres conditions sur lesquelles nous ne nous attarderons pas (nature des ferments, nombre de ferments vivants, utilisation d'additifs...), qui expliquent que ce qui nous semble parfois être un yaourt n'aura pas forcément droit à cette appellation.

B.5.3. Les fromages blancs

Un fromage blanc aura droit à l'appellation « maigre » (et non « allégé », voir remarque ci-dessus) s'il contient moins de 20% de MG, cette fois sur extrait sec. En pratique, on rencontre des fromages blancs à 40%, 20% et 0% de MG sur extrait sec.

B.5.4. La crème

La crème ordinaire doit contenir au minimum 30% de MG, et provenir exclusivement du lait ; les versions allégées ont été autorisées également en 1964 ; l'appellation « crème légère » (décret du 21/05/1964) correspond à un taux de matière grasse compris entre 12% et 29% ; en pratique, les taux sont de 12, 15 ou 20% de MG.

B.5.5. Beurres, margarines et pâtes à tartiner

On parle de corps gras concrets, dont la température de fusion est supérieure à 20°C. Les critères de dénomination tiennent compte d'une part de la teneur en matière grasse, et d'autre part de l'origine de cette matière grasse (laitière, végétale ou mixte). Ils sont établis par les décrets du 30/12/1988, qui ouvrent officiellement la porte à un nouveau marché des

beurres et margarines, en particulier allégés (40). Le tableau ci-dessous récapitule les appellations en fonction des deux critères mentionnés :

Tableau 2 : Dénomination légale des corps gras concrets en fonction de leur composition

MG laitière/MG totale	100%	99% à 10%	10% à 0%
100% 82 %	Beurres		Margarines
65% 41%	Beurre allégé		Margarines allégées
41% 20%	Spécialités laitières à tartiner allégées ou à teneur en lipides réduite	Pâtes à tartiner allégées ou à teneur en lipides réduite	Pâtes à tartiner allégées ou à teneur en lipides réduite
20% 0%			

(d'après 40)

La dénomination « beurre » est réservée au produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques, et dont les constituants sont d'origine laitière. Il doit présenter, pour 100g de produit fini, 82 g au minimum de matière grasse butyrique, 2 g au maximum de matière sèche non grasse (lactose, protéines, sels minéraux), et 16 g au maximum d'eau (50).

Le « beurre allégé » est une émulsion obtenue par des procédés physiques à partir de constituants d'origine laitière, et dont la teneur en matière grasse est au moins égale à 41 g et au plus égale à 65 g pour 100 g de produit fini. La « spécialité laitière à tartiner allégée » ou « à teneur lipidique réduite » contient entre 20 g et 41 g de matière grasse pour 100 g de produit fini. Il n'y a pas d'appellations autorisées à des teneurs comprises entre 65% et 82% de matière grasse.

Tous ces produits peuvent être additionnés de denrées alimentaires conférant une saveur particulière (sel, épices, miel...) à l'exclusion de matières grasses autres que laitières. Les beurres allégés et spécialités laitières peuvent renfermer en outre de la gélatine, de l'amidon, de la fécule, des arômes naturels, et certains additifs. La réglementation impose de plus l'adjonction de vitamine A afin de garantir un apport quotidien équivalent à celui du beurre (109).

B.5.6. Les fromages

C'est également un décret du 30/12/1988 qui fixe les définitions suivantes :

- Un fromage est dit à « 0% de MG » lorsqu'il est fabriqué avec du lait écrémé, il est « maigre » en-dessous de 20% de MG, « allégé » entre 20 et 30% de MG, calculé sur extrait sec (109) ; au-delà, il peut être « crème », « double crème », voire « triple crème », mais nous sortons là du domaine de l'allégé pour entrer dans celui de la gastronomie...
- La mention de la teneur en MG sur extrait sec peut conduire à des situations paradoxales (41) : un fromage à 60% de MG et 70% d'eau apportera moins de lipides (18 g/100 g) qu'un fromage à 45% de MG contenant 40% d'eau (27 g/100 g). Pour cela, la réglementation impose maintenant d'indiquer également la teneur en matière grasse du produit fini, en plus de celle sur extrait sec.

B.6. Réglementation concernant les édulcorants

La directive actuelle, votée en juin, a été publiée au JOCE du 10/9/94 ; elle définit les applications et les doses pour les 6 édulcorants intenses autorisés, et a permis d'homogénéiser les réglementations au niveau européen ; en France, jusque là, seuls 3 édulcorants intenses étaient autorisés (aspartame, acésulfame K, saccharine), et les champs d'application étaient beaucoup plus réduits (arrêté du 11/03/88) ; de plus, les mélanges sucre/édulcorants étant enfin autorisés, il est possible de se positionner entre le 0% et le 100% sucre ; cette réglementation apporte donc une souplesse beaucoup plus grande dans l'utilisation de ces produits (5). Les nouveaux édulcorants autorisés sont l'acide cyclamique et les cyclamates, la thaumatine, et la néohespéridine.

Pour utiliser un édulcorant intense, le produit doit être « à valeur énergétique réduite » (au moins 30% de calories en moins par rapport au produit de référence).

Note : la mention « sans sucre », qui signifie dans ce cas « sans saccharose », est autorisée pour les polyols, mais ne l'est pas pour les édulcorants intenses (96).

Tableau 3 : Applications et doses maximales d'emploi des édulcorants dans les produits laitiers allégés

En mg/kg	Acésulfame K	Aspartame	A.Cyclamique	Saccharine	Thaumastine	Néohesperidin
Boissons à base de lait* à VER	350	600	400	80	-	50
Desserts à base de lait* à VER	350	1000	250	100	-	50
Pâte à T. à base de lait* à VER	1000	1000	500	200	-	50
Glaces de consommation à VER	800	800	250	100	-	50

(d'après 5) - VER : Valeur énergétique réduite - * lait et produits dérivés

De même que pour l'utilisation du terme « allégé », l'étiquetage, la présentation, la publicité des produits contenant des édulcorants intenses ne doivent pas laisser croire à un effet amaigrissant spécifique ; ils ne doivent pas non plus faire état de propriétés préventives ou curatives à l'égard des maladies.

En 1990, une note de la DGCCRF rappelait aux producteurs d'édulcorants que la valorisation commerciale des denrées contenant des édulcorants intenses doit éviter tout dénigrement du sucre (109).

En ce qui concerne les polyols, les produits en renfermant doivent mentionner « ne pas donner aux enfants de moins de 3 ans », et « une consommation journalière excessive peut entraîner des troubles gastro-intestinaux sans gravité » (23).

En conclusion de cette partie sur l'historique et la réglementation des produits allégés, nous pouvons dire avec J. Mongeot que si c'est bien la science qui initie les innovations alimentaires, notamment dans le domaine des allégés, ce sont les aménagements des lois qui en encouragent la fabrication et l'usage.

DEUXIEME PARTIE : TECHNOLOGIE DES PRODUITS LAITIERS ALLEGES

Les produits allégés nécessitent des aménagements technologiques dans leur fabrication, qui diffèrent selon la nature de l'allègement. Nous envisagerons successivement l'allègement en lipides, puis en saccharose, avant d'aborder plus en détail quelques exemples de produits laitiers allégés.

Rappels sur la composition du lait

Le lait est un aliment naturel et complexe (plus de 2000 molécules différentes le composent), et cette complexité est synonyme de richesse.

La composition moyenne du lait entier est la suivante (pour 100 ml) :

- Glucides : 4.7 g environ ; le glucide du lait est le lactose (disaccharide composé de deux galactoses).
- Lipides : 3.6 g ; ils se présentent sous forme de globules gras. Nous en reparlerons plus en détail ultérieurement.
- Protides : environ 3.2 g ; à 80% sous forme de caséine, 19% de protéines solubles (albumines, globulines), 1% autres (enzymes). Ce sont des protéines d'excellente qualité nutritionnelle, riches en acides aminés essentiels, en particulier en lysine.
- Calcium : 120 mg (soit 15% des apports journaliers recommandés).
- Vitamine A : 100 à 200 UI
- Vitamine D : 1.5-2.0 UI
- Valeur énergétique : 65 kcal.
- Teneur en matière sèche : 12%.
- Cholestérol : environ 14 mg.

Le lait est également source de vitamines E, B (en particulier riboflavine), de phosphore, et d'oligo-éléments divers.

Il s'agit bien sûr d'une composition moyenne, sur des laits de grand mélange ; la génétique, la saison, la région, l'alimentation des vaches sont autant de facteurs de variation de cette composition.

Parmi ces composants, l'allègement va concerner les lipides, parce que ce sont les molécules les plus riches en énergie, et parce que ce sont essentiellement des lipides saturés, qui sont reconnus favoriser certaines pathologies comme les maladies cardio-vasculaires et certaines formes de cancer.

Les protéines, le calcium sont gardés pour leur intérêt nutritionnel.

Nous ne ferons qu'évoquer l'allègement en lactose, dont le marché reste réduit (augmentation de la digestibilité en cas d'intolérance au lactose, réduction supplémentaire de la valeur calorique ; peut-être prévention de la cataracte dans certaines populations, voir 40').

Lorsque le lait est utilisé dans la fabrication de desserts, l'allègement concernera également les ingrédients sucrants.

A. Allègement en lipides

Nous aborderons tout d'abord les différents rôles de la matière grasse laitière dans les aliments, puis nous verrons comment pallier sa diminution ou sa suppression dans les produits allégés.

A.1. La matière grasse dans le lait et les produits laitiers

La matière grasse du lait a de nombreux rôles, qui découlent de sa composition.

A.1.1. Caractères physico-chimiques

Rappelons que le lait entier contient 36 g/l de matière grasse, et que ce taux est standardisé.

La matière grasse laitière est de nature très complexe, et d'une grande variabilité, dans l'espace comme dans le temps. Nous ne ferons qu'évoquer quelques-unes de ses propriétés.

Les composés lipidiques représentent 99.5 % de la MG du lait (essentiellement sous forme de triglycérides) (69) ; le reste étant constitué par le cholestérol et les vitamines liposolubles. On dénombre 55 acides gras (AG) différents dans le lait. Ce sont à 65% des AG saturés, mais on trouve également des AG mono- et poly-insaturés : il y a en effet près de 30% d'acide oléique dans les acides gras du lait (34).

La matière grasse du lait est présente à l'état natif sous forme de globules gras de 0.1 à 20 microns de diamètre, la moyenne étant d'environ 4 microns. Ils ont tendance à se regrouper en raison d'une stabilité précaire. La « membrane » qui les entoure est composée de protéines et de phospholipides, et possède des propriétés de liaison à l'eau et de nombreuses propriétés enzymatiques (69). L'homogénéisation est le traitement permettant de retarder la remontée de la crème du lait.

A.1.2. Rôles métabolique et nutritionnel

La matière grasse du lait a bien sûr un rôle nutritionnel par son apport énergétique, de 9 kcal/g comme tous les lipides alimentaires.

Elle a également un rôle dans la construction de l'organisme ; on a tendance à charger la matière grasse animale de tous les maux, mais les spécialistes rappellent que les risques pour la santé existent seulement si la consommation est excessive (34).

Les AG saturés, présents dans la MG du lait, sont en effet bénéfiques à faible dose ; ainsi l'acide myristique, en C14, probablement le plus utile d'entre eux, est très impliqué dans les processus d'acylation des protéines ; il a également la capacité d'activer les désaturases, qui entrent dans le processus de transformation des acides gras essentiels ; citons également l'acide palmitique (C16), et l'acide stéarique (C18), qui semble lui sans grandes qualités. Les autres acides gras saturés sont en quantités moindres dans le lait entier (34).

Les AG insaturés ont bien sûr un intérêt nutritionnel ; il s'agit essentiellement de l'acide oléique, mais on trouve également des AG poly-insaturés dans la matière grasse du lait ; leur teneur est dépendante de l'alimentation des animaux, ce qui est un moyen de la moduler, et en particulier de l'augmenter (69).

On trouve enfin des traces d'acides gras conjugués, dont le lait est la source majeure ; on leur connaît depuis peu des effets bénéfiques, comme la limitation de la croissance des cellules adipeuses, la régulation de la glycémie dans les diabètes de type II, ou des effets anti-tumoraux (34).

Rappelons également que le cholestérol lui aussi est nécessaire à faible dose.

Enfin, la matière grasse du lait apporte des vitamines indispensables à l'organisme : les vitamines A et D surtout ; la vitamine A étant essentielle en particulier aux épithéliums, d'où son rôle dans la reproduction, la vision, ou en dermatologie ; la vitamine D étant fondamentale dans la fixation du calcium et la croissance osseuse.

La matière grasse du lait a donc sa place dans l'alimentation, mais celle-ci doit rester raisonnable : valeur énergétique élevée, comme tous les lipides ; présence d'acides gras saturés et de cholestérol, nocifs à fortes doses.

A.1.3. Rôle organoleptique

La matière grasse a un rôle sensoriel très important : lors de la dégustation, elle donne une texture appréciée de crémeux, onctueux, velouté, fondant, etc... D'autre part, de nombreux arômes sont associés à la matière grasse ; elle intervient dans l'intensité, l'équilibre, la persistance en bouche de ces arômes.

La diminution ou la suppression des lipides dans les produits laitiers va donc nécessiter des aménagements technologiques pour conserver au produit fini les qualités organoleptiques familières.

A.1.4. Rôles technologiques

La matière grasse ayant un rôle important dans la texture et l'arôme du produit fini, elle va conditionner l'utilisation d'ingrédients et d'additifs pour pallier son absence.

Elle conditionne également la « tartinabilité » (c'est le terme consacré) des beurres et pâtes à tartiner ; celle-ci dépend de la composition en acides gras, elle-même très dépendante de l'alimentation des animaux et de la saison ; ainsi le beurre d'été, plus riche en AG insaturés, parce que les animaux mangent des fourrages verts, est-il plus mou que le beurre d'hiver, lorsque les animaux sont au foin et concentré. Notons que les globules gras sont fractionnables par microfiltration et cristallisation fractionnée, ce qui permet d'obtenir des produits à caractère spécifique, les globules gras ayant une composition en AG différente selon leur taille. Il faut rappeler que seuls les procédés physiques sont autorisés pour la transformation de la matière grasse laitière. (69)

Les lipides sont également soumis à des altérations liées aux variations de température (cuisson), au stockage, etc... Le tableau ci-dessous recense les principales, et il doit en être tenu compte dans le choix des procédés technologiques et l'utilisation d'additifs comme les anti-oxydants.

Tableau 4 : Modifications des lipides au cours de traitements domestiques ou industriels

Traitement	Modification chimique majeure	Principaux produits formés	Toxicité (rat)
Entreposage, réfrigération	Oxydation	Peroxydes Monomères cycliques Composés hydrocarbonés	+ ++ +++
Chauffage à l'abri de l'air à + de 200°C	Décomposition, lipolyse	Esters cycliques Polymères	+++++ -
Chauffage à l'air (friture par ex.)	Oxydation, décomposition, lipolyse	Triglycérides oxydés, esters, + autres	+++

(d'après 50, p. 1248)

La matière grasse du lait a comme nous venons de le voir de nombreux rôles ; lors de l'allègement d'un produit, on pourra parfois se contenter de supprimer tout ou partie de cette matière grasse ; dans d'autres cas, il sera indispensable de la remplacer par des substituts, qui essaieront de compenser les défauts organoleptiques liés au manque de cette composante essentielle de la qualité des produits.

A.2. Extraction de la matière grasse du lait

L'écémage du lait est aujourd'hui réalisé en laiterie, à l'aide d'écémeuses centrifuges à grand débit (10 à 20 000 l/h) ; on obtient ainsi un lait partiellement ou totalement écémé.

Par ailleurs, la crème est presque toujours pasteurisée avant utilisation, pour détruire les germes pathogènes et les germes de pollution banals.

A.3. Les substituts de la matière grasse

Les substituts de la matière grasse sont utilisés pour compenser l'allègement en lipides en redonnant de l'onctuosité et de la rondeur en bouche, les produits allégés étant sinon souvent jugés moins acceptables que les produits classiques ; les substituts sont donc choisis pour leurs performances organoleptiques proches des corps gras, apportant « la texture sans les calories ». Les critères de sélection étant par ailleurs leur innocuité, et bien sûr leur faible valeur calorique. Il est enfin souhaitable qu'ils n'apportent pas de saveur parasite au produit fini (115).

Le constituant principal en est souvent... l'eau, accompagnée d'un élément qui donne la viscosité souhaitée. Nous distinguerons successivement les substituts de la MG de nature glucidique, protidique, et lipidique.

A.3.1. Substituts de la matière grasse de nature glucidique : polysaccharides

Les substituts de la matière grasse de nature glucidique permettent une économie de calories, car ils fournissent 4 kcal/g au lieu de 9 pour les lipides, et ayant un fort pouvoir de rétention d'eau, réduisent la valeur calorique globale de l'aliment. Pour certains, la réduction calorique se fait également parce que le produit est peu ou mal absorbé par l'organisme.

a - Amidons

Les références traitant plus particulièrement de ce sujet sont (27, 40, 79).

En solution à chaud dans l'eau, l'amidon (il faudrait dire les amidons) donne un gel qui apporte viscosité et texture. Les amidons natifs ayant tendance à la rétrogradation (le réseau amylose évolue dans le temps), ce sont les amidons modifiés qui sont utilisés ; ils sont modifiés par traitement chimique (réticulation, estérification...).

Ils donnent une viscosité importante à des concentrations de 1 à 5% (dose maximale autorisée), et peuvent parfois laisser un goût de « vide » caractéristique des produits trop riches en eau. Ils sont stables aux variations de pH, au cisaillement mécanique, aux températures élevées, au gel/dégel.

Il existe différents types d'amidons, leur choix se faisant selon le process utilisé, et la texture attendue.

b - Maltodextrines

Elles sont obtenues par hydrolyse ménagée de l'amidon ; pures, leur valeur calorique est de 4 kcal/g, comme l'amidon, mais leur pouvoir de rétention d'eau permet d'obtenir des gels, apportant environ 1kcal/g, avec une rhéologie particulière. Elles ont une fonction épaississante et gélifiante, et permettent de stabiliser les émulsions (40, 115).

Ex : Oatrim, obtenu à partir de farine d'avoine, donne un gel thermo-réversible ; il renforce la texture crémeuse et la cohésion, sans laisser de goût particulier (92).

On peut utiliser les dextrines dans de nombreux produits allégés, laitiers ou non.

c - Polydextrose

Le polydextrose est un produit composite ; il contient un polymère de glucose, et de petites quantités de sorbitol (plastifiant) et d'acide citrique (catalyseur). On estime que 1% de ce produit est absorbé au niveau de l'intestin grêle, et environ 25% au niveau du côlon, sous forme d'acides gras volatils. Ce qui fait que pour l'homme, il aurait une valeur de 1 kcal/g (96, 115). Citons Litesse, de Danisco Sweeteners ; sa longue chaîne polymérisée donne de la rondeur, de l'onctuosité et du crémeux (6).

d - Inuline et fructo-oligosaccharides (FOS)

Le lecteur pourra se référer sur ce thème aux articles 6, 38, 45, 78, 125.

Les FOS sont composés de chaînes oligo- et polysaccharides dont le monomère principal est le fructose ; outre la réduction de la teneur en lipides, ils ont d'autres intérêts : non hydrolysés dans l'estomac et l'intestin, ils sont considérés comme des fibres dans de nombreux pays ; c'est d'ailleurs ce terme qui les désigne souvent dans la littérature agro-alimentaire. Cette mauvaise assimilation par l'organisme explique également leur faible valeur calorique, d'où leur intérêt dans les produits allégés. Ils ont d'autre part un effet prébiotique reconnu, et sont donc considérés comme bénéfiques pour la santé (ils améliorent l'équilibre microbien de la flore du côlon). Leur effet bifidogène a été reconnu en France en 1994 ; on les crédite également d'un effet positif sur l'absorption digestive du magnésium (125). Enfin, ils semblent favoriser l'assimilation du calcium, mais cette propriété n'est pas encore reconnue dans tous les pays (45, 125).

Par leur absorption tardive dans le tube digestif, ils peuvent également avoir des effets physiologiques négatifs s'ils sont consommés en grande quantité : distension abdominale (car fermentation colique), effet laxatif. Ainsi, 40g/j en 2 prises égales peuvent causer des problèmes à certains individus, mais il faut pour cela consommer une grande quantité de produits en contenant.

Ils sont extraits surtout de la chicorée au niveau industriel, mais sont présents en petites quantités dans de nombreux produits à l'état naturel. Ils se présentent sous forme d'une poudre blanche, dispersible dans l'eau, et ont un goût neutre une fois purifiés ; les FOS à chaînes les plus courtes ont un goût sucré et sont utilisés comme ingrédient sucrant et non comme substitut de la matière grasse (45).

Une fois hydratés, ils donnent un mélange visqueux à faible concentration, et un gel à des concentrations supérieures à 30% (45). L'effet crémeux et onctueux en bouche rappelle celui de la matière grasse, et vient de l'organisation en globules des molécules, créant un réseau eau/air/inuline proche de celui obtenu avec les globules gras (6). Les « fibres solubles » aident donc à pallier le manque de matière grasse, surtout celles comportant de longues chaînes. Leur percée est relativement récente, mais elles sont déjà très utilisées en Europe. La valeur calorique du produit prêt à l'emploi est généralement inférieure à 1 kcal/g (78).

Elles sont résistantes aux traitements thermiques, aux milieux acides, au stockage, et apportent du corps et de la viscosité tout en restant gustativement neutres. Dans les pâtes à tartiner, les fromages frais ou les fromages, les propriétés gélifiantes de l'inuline permettent de remplacer une part significative de la matière grasse et de stabiliser les émulsions, tout en améliorant la tartinabilité ; dans les boissons lactières, les fromages blancs, yaourts et desserts laitiers, l'ajout d'une petite quantité d'inuline apporte plus de rondeur et de crémeux ; elle facilite aussi l'élaboration des mousses et améliore leur qualité (125).

Citons Raftiline, d'Orafti, gamme d'inulines à longues chaînes (plus de 23 monomères) issues de la racine de chicorée ; à faible dose, elles apportent de l'onctuosité ; Nutriose, de Roquette, fibre soluble dérivée du blé, d'un niveau de tolérance remarquable par l'organisme ; Actilight, de Beghin Meiji ; Frutafit, de Sensus.

e - Pectines

Faiblement méthylées, on les utilise dans des produits allégés de consistance ferme : elles renforcent la structure du réseau en réagissant avec le calcium ; selon le degré d'estérification, elles donnent plus ou moins d'onctuosité (110).

f - Autres hydrocolloïdes

Gommes, alginates, carraghénanes, sont des agents de texture ; ils entrent plutôt dans la catégorie des additifs (gélifiants, épaississants...), car utilisés à très faible dose.

A.3.2. Substituts de la matière grasse de nature protidique

Les protéines, de par leurs propriétés physico-chimiques, peuvent être utilisées lorsqu'on cherche à pallier le manque de matière grasse :

- Comme additifs, pour leurs pouvoirs liant, émulsifiant, moussant, hydratant, épaississant, gélifiant (64).
- Comme ingrédients ; ainsi, le caséinate de sodium ou de calcium augmente la rétention d'eau, donc aide à baisser la valeur calorique de l'aliment (64).
- Comme substituts proprement dits :
 - le plus connu est Simplex de Nutrasweet, issu de protéines de lactosérum. Les protéines sont dénaturées thermiquement et micronisées ; mélangées à une forte

proportion d'eau (78%), on obtient une texture crémeuse et onctueuse qui donne la même sensation en bouche que les globules gras, pour seulement 1.3 kcal/g. Simplese supporte homogénéisation, pasteurisation, UHT. Ses applications sont nombreuses (78,92). Le prix limite cependant son emploi à des produits de forte valeur ajoutée, ou quand on souhaite conserver l'appellation « yaourt ». Simplese a été autorisé en France en janvier 1991.

- la gélatine peut être utilisée comme substitut de matière grasse, mais les industriels ont tendance à limiter son emploi depuis la crise de la vache folle ; elle est obtenue à partir de l'oséine des os, ou du collagène de la peau par hydrolyse acide ou basique ; elle est utilisée en alimentation sous forme de solutions de 1 à 2% en fonction de la consistance du gel que l'on veut obtenir (42) ; elle reste utile pour des produits très aérés comme la crème fouettée, les mousses, mais est souvent concurrencée par les amidons et hydrocolloïdes.
- signalons l'emploi de protéines végétales (soja, pois), peu utilisées pour les produits laitiers (mais plutôt en charcuterie allégée) (92).

A.3.3. Substituts de nature lipidique : polyesters de saccharose, ou sucroesters

Les substituts de la MG de nature lipidique résultent de l'estérification du saccharose par des AG à longue chaîne (mélange d'octa, hepta et hexa esters) (115) ; or plus les sucres sont estérifiés, moins ils sont absorbés, car non hydrolysés par les lipases intestinales (64); cette mauvaise absorption permet d'avoir un substitut à valeur calorique nulle (on parle de cal-0-fat), mais inversement ils peuvent provoquer des diarrhées. On leur reproche aussi de piéger les nutriments essentiels liposolubles, en particulier la vitamine E. Leur toxicité est faible, mais encore à l'étude en Europe où ils sont interdits ; ils sont autorisés pour des usages limités au Japon et aux Etats-Unis (23).

Le plus connu est Olestra, de Procter et Gamble.

Notons dans ce paragraphe que les émulsifiants (lécithine, mono-et diglycérides et leurs esters, etc...) sont d'origine lipidique, mais ne constituent pas des ingrédients à proprement parler : ils sont considérés comme des additifs, car utilisés à très faibles doses.

Ces différents substituts et texturants vont être choisis, en association ou non, selon la consistance souhaitée, les contraintes technologiques (conditionnement à chaud ou à froid par exemple), la réduction calorique cherchée, et bien sûr leur prix de revient, dans

l'élaboration des produits allégés. Nous allons voir maintenant quels problèmes technologiques plus spécifiques concernent ce type de produits.

A.4. Aspects technologiques de l'allègement en lipides

Pendant longtemps, les industriels se sont surtout préoccupés de travailler la texture, qui est un facteur essentiel de l'acceptabilité des produits allégés ; depuis quelques années, le goût est beaucoup plus pris en compte, et l'aromatisation devient un travail important et complexe. La formulation va se faire au cas par cas, selon la texture et la saveur souhaitées, et les contraintes technologiques liées au process. Le produit final subit de nombreux tests destinés à évaluer ses qualités organoleptiques, et donc son succès auprès du consommateur.

A.4.1. Evaluation des produits

Nous avons vu que la réduction de la teneur en matière grasse s'accompagnait d'une baisse de la qualité organoleptique, en particulier texture et goût. L'utilisation de substituts et d'arômes permet de pallier au moins partiellement ce problème, le but étant de se rapprocher le plus possible des qualités organoleptiques du produit de référence. Pour cela, il existe des protocoles de mesure instrumentale, mais compte tenu de la complexité des phénomènes impliqués dans la saveur d'un aliment, l'évaluation sensorielle reste incontournable (37).

Les mesures rhéologiques essayant de rendre compte de la texture comprennent par exemple pour les fromages des tests de compression, d'étirement, de torsion, et permettent d'évaluer assez correctement l'élasticité et la fermeté du produit, en comparant toujours avec le produit standard (70). Il existe également des moyens instrumentaux de mesurer la tartinabilité ou le fondant d'un produit (137). Les techniciens disposent de viscosimètres et de rhéomètres de différents types, l'avantage de ces instruments étant de permettre des mesures objectives et reproductibles (31).

De la même façon, pour les arômes (glaces par exemple), existent des protocoles expérimentaux, avec utilisation d'une salive synthétique, puis collecte et analyse de la libération dans le temps des éléments volatils (37).

Il reste encore beaucoup d'études à faire pour comprendre les interactions entre la matrice (protéique dans le cas des produits laitiers), et les éléments de la phase dispersée (biopolymères, arômes...), et leurs répercussions sur la texture et l'arôme du produit fini ; mieux comprendre pour mieux concevoir et formuler des produits savoureux, stables pendant

le process, aptes à la conservation. Le contrôle de l'eau dans ce type de produits est fondamental, car les produits allégés sont souvent fortement hydratés (85).

L'évaluation sensorielle, complémentaire des mesures instrumentales, apprécie l'apparence générale, le goût, la texture, l'acceptabilité globale ; elle doit prendre en référence le produit standard, et également intégrer une évaluation dans le temps (persistance des arômes, texture pendant la mastication, etc...). Elle peut utiliser un panel de goûteurs entraînés ou non, et travaille en aveugle. Il faut distinguer l'analyse sensorielle qui est l'étude du produit grâce à un jury de dégustateurs entraînés, et l'étude des préférences des consommateurs, réalisée sur une population représentative. Bien que coûteuses, ces méthodes sont irremplaçables (143).

A.4.2. Utilisation des arômes

C'est un point fondamental. Les matières grasses étant cruciales dans le profil aromatique, il faut reformuler l'aromatisation pour les produits allégés, en la pensant de manière globale, car il y a de nombreuses interactions entre les différentes molécules, volatiles (arômes) ou fixes (eau, protéines, lipides...). Ces interactions, complexes, modifient l'intensité, l'équilibre, la persistance en bouche des arômes (40, 80). Les produits allégés ont fait le bonheur de l'industrie aromatique, en particulier dans le développement de supports capables de diffuser dans un produit fortement aqueux des molécules pourtant hydrophobes (59).

La teneur en lipides influence la libération des arômes de par leurs propriétés de solvants ; on montre ainsi que la relation entre la dose de lipides dans des glaces vanille ou caramel, et la quantité d'arôme rajouté nécessaire pour obtenir une intensité aromatique constante est linéaire. La relation varie selon la nature de l'arôme (lipophilie, volatilité), et selon que les lipides ajoutés sont émulsionnés ou non (40).

Les protéines agissent comme des pièges à arômes ; les interactions sont de type faible, et dépendent de la nature et de la concentration du ligand, mais aussi de la nature et de la conformation des protéines ; la disponibilité des arômes reflète le nombre de sites de fixation ainsi que la réversibilité des interactions ; elle évolue s'il y a dénaturation des protéines (chauffage par exemple) (40).

Il y a également des interactions entre arômes, et entre texture et arômes ; les propriétés physiques de la matrice, comme sa viscosité, sa capacité à la déformation, ont un

rôle. Ainsi, à formulation égale, la texture influe sur les arômes. Mais plus généralement, texture et goût sont si imbriqués que l'on a parfois du mal à déterminer dans quelle mesure par exemple une note « crème » dans l'aromatisation influence la perception du caractère onctueux lors de la dégustation.

Les aromaticiens commercialisent maintenant pour la plupart des gammes d'arômes reformulés pour les produits allégés, qui incluent des notes rondes et crémeuses : « l'apport de note crème permet de redonner une sensation de richesse au produit. Le fait de jouer sur le goût influence la perception de la texture. » (6)

A.4.3. Les ferments

L'utilisation de différentes souches de ferments permet de moduler certains paramètres ; on peut ainsi choisir des souches aux produits moins acides, plus épaississants, ou développant des notes crémeuses ; les ferments producteurs d'exopolysaccharides donnent une texture onctueuse et crémeuse aux produits allégés en MG, due à la création d'interactions avec les protéines du lait. Le choix des souches de ferments peut donc aider à améliorer la texture et le goût des produits allégés (6).

A.4.4. Les vitamines

La baisse de la teneur en matière grasse dans les produits laitiers allégés induit pour les consommateurs une baisse de l'apport alimentaire en vitamines liposolubles, en particulier en vitamine D, dont les produits laitiers sont une source essentielle. Or les trois quarts de la population ne consomment pas assez de vitamine D (129).

On peut restaurer dans les aliments la quantité de vitamines que ces aliments avaient initialement, et que certains traitements industriels ont diminuée ; la législation française permet de restaurer à 100% la teneur naturelle, voire parfois 200 ou 300% en fonction des problèmes de stabilité. L'enrichissement est une mesure différente de la restauration du niveau vitaminique initial ; en France, le décret du 19/10/2001 autorise l'enrichissement en vitamine D du lait (de vache) de consommation courante, à hauteur de 1 microgramme pour 100 ml, y compris pour les laits écrémés ; dans ce cas, la vitamine D étant liposoluble, il faut rajouter un peu de matière grasse, en restant en-dessous des 3g/l autorisés par la législation, pour effectuer cet apport (129). En ce qui concerne les autres micronutriments,

l'enrichissement nécessite la présentation d'un dossier d'AMM justifiant de son intérêt nutritionnel auprès de la DGCCRF pour évaluation (122).

Plus généralement, la vitaminisation concerne de nombreux produits laitiers, mais la législation n'est pas toujours claire dans ce domaine ; il n'existe pas pour le moment de texte au niveau européen.

Du point de vue technique, les choses sont plus simples. La teneur en vitamines naturelles des produits laitiers est affectée par les procédés technologiques et le stockage. Il existe cependant des différences considérables de sensibilité à la lumière, à la chaleur, à l'oxydation ou au pH ; la vitamine A est très peu stable dans le lait écrémé ou les yaourts maigres, où elle n'est plus protégée de l'oxydation par les globules gras.

Il faut compenser les pertes pendant le process et le stockage, donc ajuster les teneurs pour en tenir compte (afin de pouvoir garantir une teneur déterminée à la DLC), et améliorer la stabilité des vitamines les plus sensibles à l'oxydation (A en particulier). De plus, les vitamines ajoutées ne doivent pas apporter de goût, d'odeur ou de couleur indésirables au produit fini ; les produits laitiers y sont particulièrement sensibles (122).

Les vitamines hydrosolubles (C, groupe B), sont relativement faciles à mettre en oeuvre.

Les vitamines liposolubles (A, D, E) posent plus de problèmes du fait de la faible teneur en matière grasse des produits allégés ; les fabricants ont développé des techniques d'enrobage pour améliorer la stabilité des vitamines, parmi lesquelles la micro-encapsulation des vitamines liposolubles (122).

La digestibilité et la biodisponibilité des vitamines ne doivent pas être compromises par l'utilisation de substituts susceptibles de causer des malabsorptions ; il faut donc être vigilant par rapport à l'utilisation cumulée et prolongée de produits allégés, en particulier s'ils contiennent des substituts de matière grasse.

Nous avons vu l'importance des lipides dans la démarche d'allègement des produits laitiers, par leur valeur calorique, et les répercussions technologiques que leur diminution entraîne. Lorsque le lait est utilisé pour la fabrication de desserts, l'allègement va concerner également le sucre. Ce sera l'objet du prochain chapitre.

B. Allègement en sucre

Dans son usage courant, le terme de « sucre » désigne le saccharose ; mais on peut également désigner par « sucres » les mono- et disaccharides dans leur ensemble. Nous parlerons d'abord du saccharose et de ses propriétés, avant de voir quels produits peuvent le remplacer dans l'élaboration des produits allégés.

B.1. Le saccharose

Le saccharose est obtenu à partir de la canne à sucre, ou de la betterave sucrière.

B.1.1. Historique

L'attrait pour le sucré est inné et a existé de partout et de tout temps ; pendant longtemps, les seules denrées sucrées ont été les fruits et le miel. Le sucre de canne apparaît en Europe dès le 16^{ème} siècle, mais reste une denrée rare et chère jusqu'au 18^{ème} siècle, pendant lequel son commerce s'accroît spectaculairement ; le sucre de betterave s'est répandu surtout depuis le milieu du 19^{ème} siècle, Napoléon ayant encouragé sa production (1).

Au 20^{ème} siècle, la consommation de sucre connaît une augmentation très importante ; on mange des aliments beaucoup plus sucrés, et actuellement près des deux tiers du sucre consommé sont apportés par des produits manufacturés (1). Le tableau suivant montre cet accroissement spectaculaire de la consommation du sucre au cours du temps :

Tableau 5 : Evolution de la consommation française de sucre par personne et par an

1815	1830	1950	1960	1970	1980	1990
0.6 kg	2.5 kg	27 kg	30 kg	36 kg	36 kg	34 kg

(d'après 1, 49)

On voit donc qu'en un siècle, entre 1830 et 1950, la consommation de saccharose a été multipliée par 10 !

Si nous consommons autant de sucre, c'est parce que c'est la saveur sucrée qui possède chez l'Homme la zone d'acceptabilité la plus étendue : il accepte et aime des aliments sucrés dont la saveur correspond à des solutions de saccharose de 8 à 50% et même plus ; à

titre de comparaison, les aliments salés sont jugés agréables dans une zone beaucoup restreinte correspondant à des solutions de 1 à 3% de NaCl ; l'acide et l'amer par contre ne sont acceptés qu'à des concentrations extrêmement faibles (50, p.1045).

B.1.2. Propriétés

Le saccharose est un disaccharide composé d'une molécule de glucose associée à une molécule de fructose. Il apporte à l'organisme des éléments de structure (carbone), et de l'énergie, à raison de 4 kcal/g ; cette énergie peut être mise rapidement à disposition du métabolisme, on parle de sucre rapide.

Il est cariogène, car sert de substrat de fermentation aux bactéries de la flore buccale, ce qui provoque une attaque de l'émail et des caries ; c'est un des principaux reproches qui lui sont faits, ainsi que l'apport de calories « inutiles », sans intérêt nutritionnel particulier, et la restriction de sa consommation imposée aux diabétiques. Il semble aussi qu'une consommation élevée de saccharose augmente le risque d'hypertriglycémie, en particulier chez les sujets obèses et insulino-résistants (44).

Du point de vue organoleptique, la saveur du saccharose semble irremplaçable ; il y a en effet de nombreuses saveurs sucrées, mais celle du saccharose reste la plus appréciée et sert de référence. Elle est difficile à imiter.

On définit un « pouvoir sucrant » (PS) pour évaluer les différentes molécules utilisées comme édulcorants, et c'est le saccharose qui sert de référence : par définition, il possède un pouvoir sucrant égal à 1, en solution à 30g/l, et à 20°C (le PS varie en fonction de la concentration et de la température).

Du point de vue technologique, le saccharose a de nombreuses propriétés indispensables :

- c'est tout d'abord un ingrédient de masse, à ce titre il joue un rôle dans la texture du produit ;
- il a un rôle de conservateur ;
- il agit comme exhausteur d'arômes ;
- par les réactions de Maillard, il joue un rôle dans la couleur, et dans le goût de cuit de l'aliment ; ces réactions peuvent être recherchées ou au contraire évitées.

Le saccharose a donc un intérêt certain, tant sur le plan organoleptique que sur le plan technologique ; l'élaboration d'aliments sucrés allégés en saccharose devra en tenir compte, pour préserver le goût et les propriétés du produit. Les molécules douées de pouvoir sucrant sont appelées édulcorants ; nous allons voir les différentes catégories de ce type de produits.

B.2. Les édulcorants

De nombreuses molécules sont douées de pouvoir sucrant ; elles pourront être utilisées pour remplacer le saccharose en fonction du résultat recherché. Lorsque le pouvoir sucrant augmente, on utilise moins de produit pour le même résultat sucré, et donc l'aliment sera moins calorique.

On distingue ainsi les édulcorants massiques, dont le pouvoir sucrant (PS) reste modéré, et qui apportent une masse non négligeable dans l'élaboration de l'aliment ; et les édulcorants intenses, dont le PS est très élevé, et qui donnent un goût sucré avec très peu de produit ; ils n'apportent donc quasiment pas de calories.

B.2.1. Les édulcorants massiques

Les édulcorants massiques sont encore appelés édulcorants de charge, ou pondéreux, ou nutritifs. Leur intérêt est justement d'apporter de la matière : on ne peut tout remplacer par de l'eau ! Ils permettent donc de texturer les produits. Les grandes catégories en sont les sucres, les polyols, et les fructo-oligosaccharides.

a - Les sucres

On désigne sous ce terme les mono- et disaccharides. Ils apportent tous 4 kcal/g.

- Fructose : (6, 40, 144)

Le fructose est un monosaccharide ; pur, il est obtenu industriellement par hydrolyse de l'inuline, ou à partir du saccharose, et se présente sous forme cristalline ; dans le cas du sirop de fructose, c'est un mélange de glucose et de fructose (isoglucose), obtenu par inversion du sirop de glucose, qui doit contenir au moins 60% de fructose. Le pouvoir sucrant

du fructose est de 1.3 ; il permet donc d'obtenir des produits sucrés avec un apport énergétique moindre ; il peut être utilisé seul ou associé à des édulcorants intenses.

Longtemps réservé aux aliments pour diabétiques, il est de plus en plus plébiscité par les industriels. Il bénéficie d'une aura de naturalité, et s'adapte bien aux produits à base de fruits, dont il rehausse l'arôme (6) ; il améliore l'onctuosité des glaces en abaissant le point de congélation.

Si le sirop de fructose est compétitif et d'utilisation comparable à celle du saccharose (1), le fructose en poudre reste cependant plus cher, ce qui limite son emploi.

- Glucose

C'est un monosaccharide, obtenu industriellement par hydrolyse de l'amidon. Son pouvoir sucrant est de 0.7, sa valeur calorique de 4 kcal/g, ce qui lui confère un intérêt modéré dans les produits allégés ; on peut également utiliser du sirop de glucose, pour ses propriétés technologiques, dans les crèmes glacées par exemple.

Les autres sucres n'offrent pas non plus d'intérêt particulier pour les produits allégés.

b - Les polyols

Le lecteur pourra à ce sujet voir plus particulièrement les références 23, 26, 40, 144.

Les polyols sont des sucres-alcools, obtenus par hydrogénation des sucres ; ils forment une classe homogène d'édulcorants, dont l'usage a été autorisé en juillet 1987 dans la fabrication d'aliments.

Ils ne sont que partiellement métabolisés, ce qui leur confère une valeur énergétique réelle inférieure à 4 kcal/g ; le JOCE du 5/11/88 la fixe à 2.4 kcal/g, bien que cette valeur puisse varier (40); d'où leur intérêt dans les produits allégés, bien que leur pouvoir sucrant soit généralement inférieur à celui du sucre. Ils ont aussi l'avantage d'apporter une « charge » indispensable dans l'élaboration de certains produits (40).

Ils sont beaucoup utilisés en confiserie, car non cariogènes : ils ne sont pas fermentescibles par les bactéries de la cavité buccale. Ils modifient peu la glycémie et l'insulinémie. Etant peu ou pas absorbés dans l'intestin grêle, ils peuvent être laxatifs à forte dose (plus de 40g/j), et provoquer des flatulences lors de la fermentation par la flore colique (23).

Ils ont une chaleur de dissolution négative plus forte que celle du saccharose, et donnent ainsi en bouche une sensation de fraîcheur parfois marquée, qui permet de rehausser des arômes frais comme la menthe.

Chacun a des propriétés physico-chimiques particulières, et le choix se fait en fonction des besoins technologiques.

– Le sorbitol :

Le sorbitol est le plus anciennement connu et le plus utilisé, par ses performances et son prix ; il provient de l'hydrogénation du glucose ; son PS est de 0.5. Il peut provoquer de la diarrhée lors d'une prise unique de 20g.

– Le maltitol :

Il provient de l'hydrogénation du maltose ; son PS est de 0.9, donc proche de celui du saccharose, avec un apport calorique réduit de moitié ; il a une structure cristalline comparable au saccharose et des propriétés physiques similaires ; le sirop de maltitol peut remplacer le sirop de glucose, il a des propriétés anticristallisantes et un prix compétitif (26).

– L'isomalt (ou palatinit) :

L'isomalt provient de l'hydrogénation du saccharose ; son PS est de 0.5. Il est très utilisé en Europe, en particulier en confiserie, mais également pour de nombreux autres usages. Il a un faible indice glycémique, pas d'effet rafraîchissant (26).

– Le xylitol :

Il provient de l'hydrogénation du xylose ; son PS est de 1. Sa chaleur de dissolution négative très importante donne un « cooling effect » marqué ; il représente les trois quarts du marché des édulcorants pour chewing-gum ; de plus, il renforcerait la protection des dents contre les caries en inhibant le développement de *S. mutans*, principal responsable des caries dentaires.

– Le mannitol :

Le mannitol provient de l'hydrogénation du fructose ; son PS est de 0.5. Il est encore peu utilisé en France. Sa très faible solubilité le fait utiliser comme agent de surface non hygroscopique.

– Le lactitol :

Il provient de l'hydrogénation du lactose ; son PS est de 0.4. Il est surtout utilisé pour réduire le taux de matière grasse et de sucre dans le chocolat, en conservant le goût et une texture compacte et cassante (26).

– L'érythritol :

En cours d'autorisation ; presque acalorique, pas d'effet laxatif, très rafraîchissant.

c - Les néosucres : oligofructose et fructo-oligosaccharides (FOS)

Les FOS sont obtenus par fixation enzymatique d'une ou plusieurs unités fructose (F) sur une molécule de saccharose (GF) ; on les appelle aussi fibres solubles ; en général on utilise un mélange de GF2, GF3, GF4, dont le PS varie de 30 à 60 selon la composition (23).

Ils possèdent une bonne stabilité à la chaleur et en milieu acide, rehaussent les notes fruitées, ne donnent pas de réactions de Maillard et améliorent le rendu organoleptique (liant, texture). Nous avons déjà parlé de leur effet bifidogène dans le paragraphe concernant les substituts de matière grasse ; ils ont aussi l'avantage d'être sans effet sur la glycémie et l'insulinémie (125). Leur valeur calorique est de l'ordre de 1.5 à 2 kcal/g (78).

Citons pour exemples Raftilose d'Orafti, oligofructose (2 à 7 monomères), obtenu par hydrolyse enzymatique de l'inuline de chicorée, qui a une très bonne synergie avec les édulcorants intenses (6) ; Actilight, de Beghin Meiji, FOS à courte chaîne ; Frutafit de Sensus.

B.2.2. Les édulcorants intenses

Les références traitant plus particulièrement de ce sujet sont (23, 26, 49).

Ayant un fort pouvoir sucrant, il suffit d'en utiliser très peu ; ils apportent donc également très peu de calories : on peut succomber à la tentation sans remord ! Cependant, une compensation massique peut s'avérer nécessaire du point de vue technologique.

Les édulcorants intenses ont d'abord été utilisés pour des raisons de pénurie de sucre (saccharine pendant la dernière guerre), puis vendus en pharmacie à des fins médicales (diabète, obésité) ; ils sont autorisés depuis 1988 en alimentation industrielle et répondent à présent surtout à des préoccupations d'ordre esthétique ou de bien-être. Ils ne représentent pas de risque pour la santé quand ils sont utilisés dans le cadre de la réglementation.

Ce sont essentiellement des édulcorants de synthèse. Pour le législateur, ce ne sont pas des ingrédients mais des additifs, au même titre que les colorants, émulsifiants, arômes, etc...

Rappelons que trois édulcorants intenses ont été autorisés en 1988 en France (saccharine, aspartame, acésulfame), puis trois autres dans le cadre de la législation européenne en 1994 (acide cyclamique, thaumatine, néohespéridine), et enfin les deux derniers en 2004 (sel d'aspartame-acésulfame, sucralose) ; nous évoquerons également brièvement certaines molécules non autorisées en Union Européenne.

a - Saccharine

La saccharine, ou E 954, est l'acide orthosulfimide benzoïque ; on utilise également les sels de sodium, potassium, calcium, ammonium (saccharinates).

C'est l'édulcorant le plus ancien, elle a été synthétisée en 1879 par Fahlberg. Son PS est de 300.

Elle possède un arrière goût amer qui fait qu'on l'utilise en synergie avec d'autres édulcorants, pour limiter cet effet indésirable. Bien que non toxique, on recommande la prudence pendant la grossesse car elle passe la barrière placentaire. Le produit doit porter la mention « à consommer avec modération par les femmes enceintes » lorsque la saccharine ou l'un de ses sels dépassent la dose de 50 mg par kg ou par litre (23).

Elle est peu stable à la chaleur.

b - Aspartame

L'aspartame, ou E 951, est l'aspartyl-phénylalanine-méthyl-ester ; il a été synthétisé en 1965 par J.P. Schlatter. Il est donc constitué de l'association de deux acides aminés : asparagine et phénylalanine. Les produits en comportant doivent porter la mention « contient une source de phénylalanine », indication destinée aux sujets atteints de phénylcétonurie, maladie métabolique. Il a été autorisé en 1988 en France, mais dès 1981 aux USA, et 1983 au Royaume-Uni (23).

Son PS est de 200, il est de saveur agréable, sans arrière-goût, et laisse en bouche une saveur sucrée rémanente. Il est instable à la chaleur, et n'est donc pas utilisé dans les préparations nécessitant une cuisson. Il est instable à pH neutre, son pH optimal d'utilisation

se situe entre 3.8 et 4.2 ; il est ainsi adapté aux boissons et produits laitiers à pH acide. Grande solubilité dans l'eau froide. Il est souvent utilisé en synergie avec l'acésulfame K.

Produit essentiellement par NutraSweet, c'est l'édulcorant le plus utilisé en Europe.

Il peut provoquer des effets secondaires, d'ordre neuropsychique (maux de tête, insomnies, irritabilité...) ou somatiques (troubles gastro-intestinaux, allergies) (62). Ils restent cependant rares par rapport au grand nombre de consommateurs de cet édulcorant.

Notons qu'une étude parue en 2005 mentionnait une augmentation significative des lymphomes chez des rats exposés toute leur vie à l'aspartame (20') ; compte tenu des nombreuses études déjà réalisées sur la toxicité de cet édulcorant, et de sa très large utilisation, ces résultats demandent à être confirmés avant toute recommandation officielle (50').

c - Acésulfame de potassium

L'acésulfame de potassium, ou E 950, appartient à la famille des dioxydes d'oxathiazinones ; on l'écrit souvent acésulfame K. Il a été découvert en 1967, c'est un édulcorant de synthèse.

Son PS est de 200 ; une après-saveur amère ou métallique est parfois signalée ; par contre, la saveur sucrée est perçue rapidement et sans aucune rémanence.

Il donne une bonne synergie avec les autres édulcorants, nutritifs ou intenses, ce qui offre un double intérêt : économique, par diminution des quantités utilisées, et technologique, par neutralisation des imperfections propres à chaque édulcorant (amertume, rémanence...).

Il est stable aux températures élevées et dans une large gamme de pH, très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool (23).

d - Acide cyclamique

Découvert en 1937, l'acide cyclamique, ou E 952, est commercialisé aux Etats-Unis dès les années 60, et autorisé en UE depuis 1994. On utilise également ses sels ou cyclamates.

Son PS est de 30. Il est résistant à la chaleur et aux variations de pH.

Sa toxicité reste à l'étude dans de nombreux pays. Il est très peu utilisé en France (23).

e - Thaumatine

La thaumatine, ou E 957, est un glycopeptide naturel d'origine végétale, extrait de la pulpe d'un fruit répandu en Afrique de l'ouest. Son PS est de 1400 à 2200 ; il a une saveur sucrée d'apparition lente, mais persistante.

La gamme d'utilisations autorisées est beaucoup moins large que pour les précédents.

f - Néohespéridine :

Le PS de la néohespéridine, ou E 959, est de 1000. La saveur sucrée est rémanente, avec une amertume qui peut être masquée en l'utilisant avec l'aspartame ou l'acésulfame K ; elle apporte une fraîcheur mentholée et peut servir aussi comme exhausteur de flaveur. Elle est stable à la cuisson et aux variations de pH (26).

g - Sel d'aspartame-acésulfame

Cet édulcorant, référencé E 962, est un sel des deux édulcorants qui le composent, et donc différent du mélange de ces molécules (l'ion potassium de l'acésulfame est remplacé par l'aspartame) ; autorisé en 2004, il est commercialisé sous le nom de Twinsweet, de HSC (26).

Son PS est de 350 ; il a un profil sucré proche de celui du saccharose, et pas d'arrière-goût. Il se dissout rapidement ; du fait de sa structure, l'aspartame se trouve stabilisé (26).

h - Sucralose

Le sucralose, ou E 955, est obtenu à partir du saccharose par chloration de 3 groupements hydroxylés. Il présente un profil aromatique proche du sucre avec une persistance en bouche, son PS est de 400 à 600. Il a été autorisé en 2004, et est commercialisé par Tate and Lyle. (26)

Il est très soluble, et stable en pH acide et aux températures habituelles de cuisson (23).

i - Autres

(Se reporter sur ce sujet à la référence 23).

- Stévioloside : PS 120 à 240 ; saveur sucrée lente mais persistante.
- Glycyrrhizine : PS voisin de 50 ; extraite de la racine de la réglisse ; fraîcheur mentholée ; une consommation importante peut provoquer des troubles de type hypertension, hypokaliémie.
- Alitام : c'est un dipeptide de synthèse, son PS est de 2000. Il est très stable à la chaleur.
- Autres édulcorants intenses d'origine végétale : ils ont pour points communs un pouvoir sucrant étonnant, et une persistance en bouche excessive, pouvant atteindre 15 à 30 minutes ! par exemple :
- Monelline, de PS 1500 à 3000, la rémanence en bouche est très longue ; c'est une protéine très fragile.
- Dihydrochalcones, de PS 1000

Le tableau suivant permet de récapituler les principaux édulcorants existant, ainsi que leurs pouvoirs sucrants respectifs. Rappelons que les sucres apportent 4 kcal/g, les néosucres un peu moins de la moitié, les polyols 2.4 kcal/g ; les édulcorants intenses eux n'apportent quasiment pas de calories, puisqu'ils sont utilisés à très faibles doses.

Tableau 6 : Pouvoir sucrant des différents édulcorants

Sucres	PS	Edulcorants intenses naturels	PS
Saccharose	1	Glycyrrhizine	50
Fructose	1.3	Thaumatococine	1500-2200
Glucose	0.7	Monelline	1500-3000
Néosucres	30-60	Dihydrochalcones	1000
Polyols	PS	Edulcorants intenses de synthèse	PS
Isomalt	0.5	Acésulfame	200
Lactitol	0.4	Aspartame	200
Maltitol	0.9	Cyclamates	30
Mannitol	0.5	Néohespéridine	1000
Sorbitol	0.5	Saccharine	300
Xylitol	1	Sucralose	400-600
		Twinsweet	350

(d'après 23, 144)

Selon les propriétés du ou des édulcorants choisis dans l'élaboration d'un produit allégé en sucre, il faudra envisager des aménagements technologiques : apport de « lest », correction de la texture, du goût, ajustement des arômes.

B.3. La saveur sucrée dans les produits allégés

Le lecteur pourra à ce sujet se référer aux articles (5, 6, 40, 77).

Le goût du saccharose reste irremplaçable, et les édulcorants ont bien du mal à l'imiter ; un grand progrès dans ce domaine est la directive européenne de 1994, qui autorise entre autres le mélange sucres/édulcorants, ouvrant de nouvelles possibilités en alimentation industrielle (la seule contrainte étant une réduction calorique d'au moins 30% par rapport au produit de référence).

Les édulcorants ne remplaçant jamais parfaitement le sucre, un compromis peut être trouvé entre la réduction calorique, la recherche de la saveur sucrée idéale, et la texture désirée, par un mélange étudié de différents ingrédients sucrants. Les arômes ont également une grande importance dans la formulation du produit pour l'obtention de la saveur recherchée.

Il y a de nombreux avantages à ces associations : économiques tout d'abord, les mélanges étant moins chers à même pouvoir sucrant (effet synergique) ; technologiques ensuite : cela permet des applications dans des zones de pH et de températures plus larges, la saveur sucrée est plus stable dans le temps, on limite les effets négatifs comme arrière-goût amer ou rémanence trop marquée ; en ne substituant que partiellement le saccharose, on bénéficie de ses qualités, en limitant les réactions indésirables comme les produits de Maillard (notes cuites moins prononcées) ; avantage marketing enfin : on réduit les calories, mais pas le goût ; les consommateurs n'acceptent plus en effet de manger n'importe quoi sous prétexte de mincir ! Les mélanges permettent d'obtenir un profil sucré et une texture proches de ceux obtenus avec le saccharose.

Le travail sur les arômes est là encore fondamental ; on peut par exemple créer une « sensation sucrante » avec certains arômes, comme la vanilline ou le maltol (6) ; on doit tenir compte de la perception croisée entre édulcorants et arômes, qui va conditionner la formulation ; de même, les substances ajoutées pour compenser la perte de masse ou la modification texturale vont agir sur la perception des arômes, à la fois par des interactions

physico-chimiques, et parce que la modification de la texture influence le coefficient de diffusion des molécules volatiles, donc la rapidité et l'intensité de la perception aromatique (40). La modification de concentration des sucres simples dans l'aliment influe également sur celle des molécules volatiles (80).

La tendance actuelle va vers des arômes de fruits classiques, mais aussi des goûts plus innovants : mangue, citron vert... et des arômes plus gourmands de type pâtissier : fruits rouges façon crumble, tiramisù, pommes Tatin, tarte citron meringuée, far aux pruneaux, etc...(6). L'allégé se veut gourmand et c'est ce qui fait son succès actuel.

L'utilisation des édulcorants se déplace progressivement du monde de l'allégé à celui de l'alimentation saine et équilibrée ; le consommateur veut un aliment bon pour sa santé, mais bon au goût également : pas d'excès de sucre, mais pas sans sucre non plus, pour conserver les qualités gustatives indispensables à son acceptation.

Après avoir envisagé les ingrédients utilisés pour l'allègement des produits alimentaires, nous allons aborder plus en détail quelques exemples précis, à l'intérieur des grandes familles de produits laitiers. Ce sera l'objet du chapitre suivant.



C. Quelques exemples de produits laitiers allégés

Il s'agit de produits que l'on trouve de nos jours dans toutes les grandes et moyennes surfaces, les rayons consacrés aux produits laitiers allégés étant souvent conséquents.

C.1. Laits

Les laits demi-écrémés et écrémés affichent leur composition en lipides, glucides, protides, leur teneur en calcium, et leur valeur énergétique, pour 100ml. L'essentiel du lait est vendu de nos jours sous forme de lait stérilisé UHT, en brique ou en bouteille. La couleur du demi-écrémé est le blanc et bleu, celle de l'écramé le blanc et vert, cela permet au consommateur de repérer immédiatement le produit qui l'intéresse.

Les laits vont jouer la différence sur d'autres aspects que les teneurs en lipides, glucides, protides ou calcium, très homogènes. L'un va posséder l'appellation « bio », l'autre mettre en avant sa teneur garantie en vitamines. Lactel a enrichi 70% de ses laits en vitamine D seule ; ils appartiennent ainsi encore au segment des laits courants. Candia a choisi d'apporter calcium et vitamine D à quelques références spécifiques, qui se classent de ce fait dans les produits diététiques (129). Voici quelques exemples de ces laits « plus » :

Silhouette de Candia :

- « Lait stérilisé UHT écrémé, à teneur garantie en vitamines E, B1, B6, B9, enrichi en vitamine D ».
- Composition : lait écrémé, vitamines C, E, B1, B6, B9, D.
- Teneur garantie en vitamines pour 100ml :
- vit.E : 0.13 mg ; vit.B1 : 0.05 mg ; vit.B6 : 0.03 mg ; vit.B9 : 7 microg
- En plus de la classique composition en nutriments, calcium, valeur énergétique, la teneur en vitamine D est indiquée : 1 microg pour 100 ml.

Jour après jour de Lactel :

- « Boisson lactée diététique stérilisée UHT écrémée, enrichie en vitamines, magnésium, zinc et fibres, plus particulièrement destinée aux séniors ».
- Cette boisson n'a plus droit à l'appellation « lait » de par sa composition ; elle figure cependant dans le même rayon que le lait classique, et les bouteilles ont un aspect identique. La composition en est la suivante :
- Lait écrémé 98.6%, fibres solubles alimentaires, citrate de sodium (correcteur d'acidité), oxyde de magnésium, arôme naturel, sulfate de zinc, vitamines (A, D, E, B1, B5, B6, B9, B12, PP).
- Nous sommes bien au rayon du lait écrémé, il s'agit d'un produit « léger », qui n'est plus du lait mais a droit à l'appellation « diététique », par son enrichissement en vitamines et minéraux.

Matin léger de Lactel :

- « Lait demi-écrémé stérilisé UHT à teneur réduite en lactose (moins de 0.5g/100ml) et enrichi en vitamine D ».
- Ce lait s'annonce « facile à digérer », avec « 90% de lactose en moins qu'un lait classique ».
- Composition : lait demi-écrémé, lactase, vitamine D.
- Il affiche 45 kcal/100ml, donc la même valeur énergétique que les autres laits demi-écrémés, mais pour les glucides, indique une teneur de 4.8g/100ml, dont sucres 4.8g, et lactose inférieur à 0.5g. Les teneurs en protéides, lipides, calcium sont standard, la teneur en vitamine D de 0.75 microg/100ml.
- Ce lait est facile à digérer par ses teneurs faibles en lipides et surtout en lactose.

On trouve également des boissons lactées allégées, comme l'exemple donné par Roquette, in (40), d'un lait chocolaté au fructose :

Tableau 7 : Comparaison d'un lait chocolaté allégé avec un lait chocolaté standard.

	kcal/ 100g	Réd.%*
Lait témoin		
- 9 g ES lait dégraissé	33	
- 3.6 g MG du lait	32	
- 9 g sucre	36	
- 2 g cacao ½ dégraissé	6	
Total : ES 23.6%	107	0
Lait allégé		
- 7.7g ES lait dégraissé	31	
- 1.0 g MG du lait	9	
- 6.0 g fructose	24	
- 2.0 g cacao dégraissé	6	
stabilisateur (caroube)	-	
Total	70	35%*

*réduction kcal en % du témoin

Réduction des MG : 50%

100 ml de cette boisson lactée allégée apportent 37 kcal de moins que la boisson standard, soit une économie de 35% en énergie, avec une réduction notable de l'apport de lipides et de saccharose.

Le tableau suivant permet de mieux comparer les compositions des différents laits nature.

Tableau 8 : Composition comparative des laits entier, ½ écrémé, et écrémé :

/100ml	Kcal	Prot (g)	Glu (g)	Lip (g)	Ca (mg)
Lait entier	64	3.2	4.8	3.6	120
Lait ½ écrémé	46	3.2	4.8	1.55	120
Lait écrémé	33	3.2	4.7	0.1	120

(Composition affichée sur les laits de la marque Casino)

On voit bien que les teneurs en protéines, glucides, calcium, sont inchangées ; par contre, les valeurs énergétiques et teneurs en lipides baissent de façon conséquente en passant du lait entier au lait écrémé.

C.2. Crèmes

On les trouve de plus en plus également au rayon UHT. Le tableau ci-dessous regroupe les compositions en nutriments de 3 types de crèmes, de la crème standard à la plus allégée.

Tableau 9 : Composition comparative des crèmes fraîches classiques et allégées.

/ 100 ml	kcal	Prot.(g)	Glu.(g)	Lip.(g)
Crème fraîche épaisse Yoplait	295	2.2	2.9	30.2
Bridélice épaisse, crème légère	169	2.6	6	15
Bridélight épaisse, extra-légère	83	2.7	9.0	4.0

Bridélight n'a pas droit à l'appellation de « crème ». Elle affiche un taux de 4% de MG, et se définit comme une « spécialité à base de crème légère ». Les ingrédients sont les suivants : crème légère 87%, eau, amidon modifié, lactose, maltodextrines, gélatine, épaississants : E 440, E 412, stabilisants : E 460, E 466, E 407, arôme. La réduction calorique est très significative, mais l'élaboration de ce type de produits nécessite de nombreux additifs.

C.3. Ultra frais

Le terme d'ultra-frais regroupe tous les produits de type yaourts, fromages blancs, desserts, en particulier desserts lactés dans le cas qui nous concerne. Voici quelques exemples détaillés de ces desserts parmi les produits élaborés ; nous verrons plus loin ce qui concerne les yaourts et fromages blancs.

Panier de Yoplait 0%, Nectarine abricot

- « Spécialités lactières maigres aux fruits, avec fructose et édulcorants »

- « Pour tous ceux qui souhaitent conjuguer plaisir et bien-être, Panier de Yoplait 0% allie richesse et gourmandise des fruits dans une délicieuse recette sans matière grasse. Quand c'est bon, c'est facile de rester mince ! »
- La composition en est la suivante : yaourt maigre ; fruits : abricot de Méditerranée : 10.4%, nectarine de Méditerranée : 10% ; fructose : 1.9% ; oligofructose ; gélatine alimentaire ; arômes ; conservateur du fruit : E 202 ; colorants : extrait de curcuma, extrait de paprika ; édulcorants : aspartame, acésulfame. Contient une source de phénylalanine.
- La valeur nutritionnelle moyenne est pour 100 g : 53 kcal, 4.1g de protéines, 9.1g de glucides, 0.1g de lipides, 136mg de calcium.
- Ces produits n'ont pas droit à l'appellation de yaourt. Cependant les pots et l'emballage cartonné sont comparables à ceux utilisés pour les yaourts, et le nom lui-même est celui de yaourts aux fruits connus – seule la mention 0% Mat.Gr. le différencie de ces derniers.

Svelteesse 0% Recettes Dessert de Nestlé :

- « Yaourt à 0% de matière grasse aux fruits édulcorés, avec glucose, fructose et morceaux de biscuit ».
- Les arômes sont des plus gourmands : pomme au caramel, citron façon tarte au citron, fruits rouges façon crumble, fruits exotiques saveur vanille, douceur d'ananas, délice de fraise biscuité !
- Les ingrédients sont : yaourt au lait écrémé 85%, fruits, et éventuellement morceaux ou poudre de biscuit, sirop de glucose ou de fructose selon les variétés, jus d'ananas ou de citron pour les parfums concernés, arômes, colorants, édulcorants (aspartame de 0.02 à 0.03%, acésulfame K 0.01%), conservateur de fruits E 202. Contient une source de phénylalanine. Cette composition permet de conserver l'appellation « yaourt ».
- Les valeurs nutritionnelles indiquent 55 à 78 kcal pour 100g selon les parfums, 8.2 à 13.4g pour les glucides, 4.3g pour les protides, des traces de lipides, 0.06 à 0.2g de fibres, et 130mg de calcium.
- Le slogan affiché sur l'emballage est explicite : « 100% de plaisirs, 0% de complexe ».

Bridélice crème caramel, de Bridel :

- « Dessert lacté aux oeufs extra-frais »
- « Bridélice a élaboré des desserts allégés en diminuant au maximum le taux de matière grasse, tout en respectant le goût de la recette d'origine ».
- Ingrédients : lait demi-écrémé 42%, lait écrémé 21%, oeufs entiers extra-frais 18.1%, sucre 12.2%, caramel 6%, (sucre caramélisé, eau, amidon modifié de pomme de terre, gélifiant : pectine, épaississant : gomme xanthane), amidon modifié de pomme de terre, arôme vanille.
- Valeur nutritionnelle moyenne pour 100 g : 119 kcal, protéines 4.6g, glucides 20.6g, lipides 2g. L'emballage précise qu' « une crème caramel Bridélice, c'est l'équivalent de 2 kiwis en valeur énergétique ».
- Notons que peu de temps après se trouvait sur les rayons une crème caramel Bridélice « avec encore plus de caramel ! », une recette « encore plus gourmande ! » Cette fois la valeur énergétique est de 136 kcal pour 100g : la recette a sacrifié quelques calories sur l'autel de la gourmandise...

L'industrie française de l'ultra-frais est l'une des plus performantes au monde ; l'innovation est permanente, l'offre extrêmement variée ; les grandes tendances actuelles restent la forme par l'allégé et les produits santé, la tradition revisitée, la naturalité ; et la gourmandise dans tous les cas...

Nous allons maintenant comparer plus précisément les apports nutritionnels de différents produits, classiques et allégés, par catégories, et tout d'abord les fromages blancs. Les teneurs en calcium ne seront généralement pas notées, car à peu près inchangées d'un produit entier à un produit allégé.

Tableau 10 : Composition comparative de fromages blancs battus

/ 100g	kcal	Prot. (g)	Glu. (g)	Lip. (g)
Jockey au lait entier (Danone)	117	7.1	3.9	8.2
Jockey au lait ½ écrémé (Danone)	76	7.6	4	3.3
Taillefine au lait écrémé (Danone)	49	8.0	3.9	0.1

Le fromage blanc maigre, riche en protéines et calcium, avec un faible apport calorique, peut-être considéré comme un véritable produit minceur. On trouve bien sûr également des fromages en faisselle, aux fruits, sucrés, etc... De même pour les yaourts, pour lesquels le tableau suivant donne quelques points de comparaison.

Tableau 11 : Composition comparative de différents yaourts

/ 100g	kcal	Prot. (g)	Glu. (g)	Lip. (g)
Yaourt nature au lait entier (Danone)	111	3.2	4.3	9
Yaourt nature au lait ½ écrémé (Danone)	77	4.7	6.5	3.6
Yaourt nature 0% Ondilège (Casino)	35	4.3	4.5	Traces
Taillefine Le Nature (Danone)*	38	4.3	5	0.06
Yaourts au fruits sucrés (Yoplait)**	95	3.2	16.3	1.9
Panier 0% (Yoplait) (voir plus haut)	51	4.0	8.6	0.1

*il ne possède pas l'appellation yaourt de par ses ingrédients : lait écrémé, ferments lactiques, lait écrémé en poudre, amidon transformé, gélatine, vitamine D.

**ingrédients : yaourt, fruits, sucre, sirop de glucose, amidon transformé, arômes, colorants selon parfum.

La réduction calorique est conséquente : 66% entre yaourt entier nature et « yaourt » 0% (Danone) ; 46% entre le yaourt aux fruits (à base de yaourt classique, donc au lait demi-écrémé), et son équivalent allégé (Yoplait). La teneur en calcium est à peu près la même, la teneur en protéines supérieure dans les produits allégés. Voyons enfin l'exemple de deux types de desserts lactés, et leurs équivalents allégés de la même marque.

Tableau 12 : Composition comparative de desserts lactés classiques et allégés

/ 100 g	kcal	Prot. (g)	Glu. (g)	Lip. (g)
Danette vanille	111	3.2	17.9	3
Taillefine vanille (Danone)*	72	3.6	12.3	0.9
Crème aux oeufs saveur vanille (Casino)	187	4.5	21	9.4
Crème aux oeufs Ondilège (Casino)	114	5.5	17.7	2.3

*« crème dessert saveur vanille, allégée en matière grasse et en sucre, avec édulcorants »

La réduction calorique est dans ces deux cas moins importante (35 et 39%) ; les deux produits contiennent du sucre, et la crème Ondilège affiche 2.3% de MG : en matière de desserts, la gourmandise prime, tant pis s'il y a quelques calories supplémentaires...

C.4. Beurres et pâtes à tartiner

Les beurres, comme les margarines, sont des émulsions d'eau dans 82% de lipides, et sont naturellement stables. Pour réaliser des produits beaucoup plus riches en eau, il faut ajouter des additifs divers (émulsifiants, gélifiants, stabilisants) qui permettent de conserver au produit sa consistance dans le temps (41).

Nous avons vu précédemment que l'appellation dépendait de l'origine de la matière grasse, laitière ou végétale, et de la teneur en matière grasse du produit fini. En voici quelques exemples classiques trouvés en rayon :

Bridelight de Bridel :

- « Matière grasse laitière à tartiner à 25% de MG, à teneur garantie en vitamines A et E, pour tartiner et cuisiner à cru ».
- Composition : babeurre, eau, beurre frais, amidon modifié de manioc, sel, émulsifiant : E 471, conservateur : sorbate de potassium, colorant : bêta-carotène, vitamines A et E, arôme naturel.
- Il annonce pour 100g : 265 kcal, protéines 0.9 g, glucides 10 g, lipides 25 g, vit.A : 450 microg, vit.E : 1.5 mg.

Tendre et léger de Elle et Vire :

- « Matière grasse laitière à tartiner à 25% de MG, à teneur garantie en vitamines A et E ».
- Composition : eau, beurre concentré, émulsifiants : E 471, E 476, sel marin, stabilisant : pectine, arôme naturel, conservateur : sorbate de potassium, colorant : bêta-carotène, vitamines A et E.
- Nous avons pour 100g : 225 kcal, protéines inf. à 0.1g, glucides 0.5g, lipides 25g, vit.A : 400 microg, vit.E : 1.1 mg.

St Hubert 41 de Védial :

- « Matière grasse à tartiner (38%) à teneur garantie en vitamines A et E, naturellement riche en acides gras essentiels ».
- L'emballage indique qu'il « contribue à l'équilibre nutritionnel de toute la famille par sa teneur en acides gras essentiels, et en vitamines A et E ». Il se cuisine « à chaleur douce uniquement » et est « facile à tartiner ».
- Composition : babeurre, huiles végétales non hydrogénées, lait écrémé, beurre concentré, amidon modifié, émulsifiants E 471, E 476, sel 0.3%, correcteurs d'acidité E 331iii, E 270, conservateur E 202, arômes, colorant (béta-carotène), vitamines A et E.
- Valeur nutritionnelle pour 100g : 362 kcal, protéines : 1.5 g, glucides : 4.0 g, lipides : 38 g dont saturés : 18g, monoinsaturés : 14.3 g, polyinsaturés (AGE) : 5.7 g, vit.A : 700 microg, vit.E : 10 mg.
- Notons que ce produit, précurseur dans son genre (voir historique), comportait à l'origine 41% de matière grasse, d'où son nom ; la teneur en lipides a légèrement baissé, le nom, très connu du consommateur, est resté. La matière grasse est d'origine mixte.

Les corps gras allégés ne se prêtent en général pas à la cuisson, en raison de leur forte teneur en eau. Rappelons d'autre part que les beurres et margarines allégés peuvent comporter jusqu'à 65% de matière grasse (voir chapitre sur la réglementation). Voyons plus en détail les différences d'apports entre 3 produits : un beurre classique, un produit à 40% de MG, et le dernier à 25% de MG.

Tableau 13 : Comparaison entre beurre et « beurres allégés »

/ 100g	Kcal	Prot (g)	Glu (g)	Lip (g)	Vit A
Beurre Président	742	1	<1	82	602microg
Bridélice	401	1.7	8.5	40	Non noté
Bridélight	265	0.9	10	25	450microg

Beurre Président : sans conservateur* ni colorant, source naturelle de vitamines A,D,E.
*conformément à la législation en vigueur

Bridélight : voir composition ci-dessus

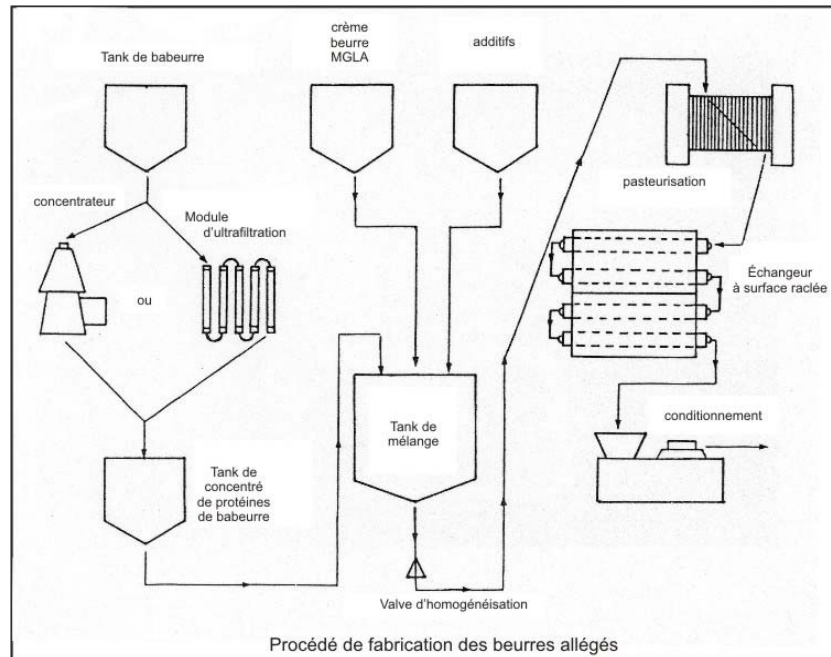
Bridélice : mêmes ingrédients, de la gélatine en plus.

Avec une pâte à tartiner à 25% de MG, la baisse de l'apport calorique est des deux tiers environ, alors que grâce à l'enrichissement, l'apport de vitamine A n'est diminué que de 25%. Peu de beurres affichent leur composition en nutriments : cela n'est pas obligatoire, et 82% de lipides, ou 742 kcal/100g, risquent de faire fuir les acheteurs !

La fabrication de beurres et pâtes à tartiner allégés nécessite une technologie particulière, ainsi que des matériels sophistiqués ; l'échangeur thermique à surface raclée (ETSR) est un outil classique en matière de produits laitiers, mais il présente un intérêt particulier dans ce domaine précis, pour la mise en émulsion cristallisée ; cela se fait par émulsion du mélange, et raclage de la paroi d'échange, dans des ETSR très spécifiques ; un refroidissement brutal est indispensable à la formation de petits cristaux, donnant au produit une texture optimale. La base de fabrication est triple : une base grasse (butyrique ou mixte), une base « blanche » de matière sèche non grasse (babeurre, poudre de lait, ferments...), une base d'agents de texture et d'arômes ; les 3 phases sont envoyées dans une cuve spéciale qui réalise le mélange et le maintien en émulsion, à des températures très précises en fonction des caractéristiques souhaitées pour le produit fini ; puis le mélange passe dans l'ETSR, et dans un texturateur, avant d'être conditionné (88). D'autres procédés peuvent être utilisés pour la fabrication de ces produits (Alfa-Blend, APV...) (voir 89).

Le schéma suivant illustre cette fabrication de façon simplifiée :

Schéma 1 : Procédé de fabrication des beurres allégés



C.5. Fromages

Les fromages « allégés », qu'ils aient droit à cette appellation ou non, se rencontrent pour toutes les catégories de fromages (pâtes molles, pâtes pressées cuites, pâtes fraîches, etc...), à la coupe comme en libre service ; c'est cependant essentiellement dans ce dernier rayon qu'on les trouve. Notons que les fromages préfèrent parfois être « légers » qu'« allégés », de peur que cette appellation ne leur enlève l'idée du bon goût du fromage en même temps que quelques calories superflues. En voici quelques exemples :

Coeur de Lion léger :

- C'est un « fromage pasteurisé allégé » qui proclame : « Coeur de Lion léger au lait demi-écrémé, riche en calcium et allégé en matières grasses, vous aide à équilibrer votre alimentation avec tout le plaisir de Coeur de Lion ». Il n'a pas le droit à l'appellation « camembert » de son grand frère, mais son nom suffit à l'évoquer.
- Les teneurs en lipides sont indiquées : 11% de MG sur poids total, 27% sur extrait sec.
- La valeur nutritionnelle pour 100 g est la suivante : 200 kcal en valeur énergétique, 24 g de protides, 1.5 g de glucides, 11 g de lipides, 444 mg de calcium

- Citons également dans cette catégorie de fromages Président léger, et Le Rustique léger (« le bon goût d'un fromage typé et moelleux avec seulement 11% de matière grasse »), dont les valeurs nutritionnelles sont très proches de celle indiquée ci-dessus.

Bresse Bleu Ligne et Plaisir :

- « Fromage à pâte persillée au lait pasteurisé », dont la composition se limite à du lait partiellement écrémé, du sel et des ferments ; il affiche 230 kcal pour 100 g, avec une teneur en MG de 15% sur poids total, et de 34% sur extrait sec.
- Ces produits ont encore droit à l'appellation de fromage de par leur composition, ce qui n'est plus le cas des exemples suivants :

Rondelé léger :

- « Spécialité fromagère allégée à l'ail de Garonne et aux fines herbes », « source de calcium, phosphore et vitamines B2 et B12 », le « Rondelé léger est le complice gourmand et savoureux de tous les instants de la journée ; avec seulement 9% de matière grasse dans le produit fini, le Rondelé léger est également un partenaire pour garder la ligne ».
- Il affiche 9% de MG dans le produit fini, 26% sur extrait sec, 126 mg de calcium et 157 kcal pour 100 g.
- Sa composition est la suivante : lait pasteurisé, crème pasteurisée, protéines laitières, amidon modifié, sel, ail du Tarn et Garonne et fines herbes déshydratés : 0.65%, épaississants : E 415 et E 410, épices, arômes naturels.
- Il s'apparente aux fromages à pâte fraîche, bien qu'il n'ait pas droit à cette appellation.

Svelte nature de Nestlé :

- « Spécialité fromagère fondue allégée aromatisée au fromage ».
- « Cette spécialité fromagère fondue extra légère vous permet d'être gourmand tout en restant léger. Svelte, 100% de gourmandise, 0% de complexe ! » Elle

comporte 3% de MG sur le produit fini, 10% sur extrait sec, et est « naturellement riche en calcium et vitamine B12 ».

- Sa composition est la suivante : lait écrémé, fromages, protéines de lait, lactosérum, lait écrémé en poudre, sels de fonte (polyphosphate de sodium, diphosphate de sodium), arôme fromage, exhausteurs de goût, beurre, épaississants (carraghénanes, gomme xanthane, farine de graine de caroube), conservateur : nisine.
- La valeur énergétique est de 109 kcal, la teneur en calcium de 400 mg, elle affiche 12.5 g de protides, 8 g de glucides, 3 g de lipides, toujours pour 100 g.

Le taux de matière grasse pour 100 g de matière sèche des fromages issus de lait entier se situe autour de 50%. De la crème doit être ajoutée pour obtenir des taux supérieurs.

L'allègement des fromages doit remonter un fort courant contraire, les fromagers français ayant eu tendance depuis 1950 à augmenter la teneur en matière grasse de leurs produits, et les consommateurs étant habitués à des fromages très onctueux, avec des taux pouvant atteindre les 70% pour certaines spécialités ! Il existe cependant des produits traditionnels contenant peu de matière grasse, comme la tomme maigre de Savoie, avec des taux de 20 ou 25% de MG, comparables voire inférieurs à ceux des fromages allégés que l'on trouve actuellement dans les rayons (voir ci-dessus) (41). Cependant, selon un article publié par la revue « 50 millions de consommateurs », l'analyse montrerait que le taux de matière grasse de nombreux fromages allégés serait supérieur à celui annoncé par leurs fabricants (35). Ils restent malgré tout beaucoup moins caloriques que leurs homologues standard.

Schématiquement, le fromage est un réseau de caséine dans lequel sont dispersés l'eau et les lipides. La baisse de la teneur en matière grasse provoque un changement de structure du réseau, donc de texture du fromage, et une détérioration de l'ensemble des qualités organoleptiques. Fabriquer un fromage (affiné) allégé est un défi technologique complexe à relever, il faut profondément modifier la composition et les procédés de fabrication pour arriver à un résultat acceptable en dessous d'un certain seuil de matière grasse (40). Un fromage allégé est ainsi facilement décrit comme plus ferme, plus cireux, plus élastique, moins fondant, moins lisse que son équivalent standard en ce qui concerne la texture, et plus plat, plus acide, trop salé ou même parfois amer en ce qui concerne le goût (40, 64, 70). Si le produit veut conserver l'appellation de « fromage », il ne peut utiliser

additifs et ingrédients comme les substituts de matière grasse, et le fabricant devra essentiellement agir sur les procédés technologiques pour obtenir un résultat acceptable : augmenter la teneur en eau pour alléger le produit (réduire l'égouttage, ajouter les protéines du lactosérum), agir sur la structure protéique pour modifier la texture, agir sur le développement des saveurs agréables (en augmentant la protéolyse), diminuer l'acidification et la teneur en lactate (souches et doses de ferments, délactosage du caillé), diminuer la teneur en calcium et sodium (diafiltration, remplacement partiel du NaCl par du MgCl₂, etc...) (38, 40).

Les outils technologiques ont permis de nettement améliorer la qualité gustative des fromages allégés, même si des progrès sont encore possibles.

Le cas des fromages fondus allégés est particulier, de par leur procédé de fabrication ; les qualités recherchées sont le fondant, la tartinabilité, une pâte lisse et pas trop ferme... en plus d'une valeur calorique diminuée. Des études sont faites pour optimiser ces paramètres en ajustant la durée et la température de cuisson, le pH (sur lequel on agit avec de l'acide acétique ou du bicarbonate de sodium) ou par le choix des sels de fonte (phosphate disodique, citrate trisodique...) et des hydrocolloïdes, indispensables pour améliorer la texture quand la teneur en eau est importante (guar, gélatine...) (137).

Le tableau ci-dessous compare les allégés à leurs homologues standard pour quelques types de fromages.

Tableau 14 : Comparaison de quelques fromages avec leurs homologues allégés :

/ 100g	Kcal	Prot (g)	Glu (g)	Lip (g)	Ca(mg)
Vache qui rit	269	10	6.5	22.5	270
Vache qui rit allégée	143	13.5	6.5	7	350
Tartare ail et fines herbes	354	9	2.5	34.2	-
Tartare Ligne et plaisir ail et fines herbes	128	10.5	3.5	8	120
Bresse bleu	367	19	3	31	517
Bresse bleu Ligne et plaisir	235	24.3	0.9	15	410
Coeur de Lion	266	21	0.5	20	400
Coeur de Lion léger	200	24	1.5	11	444
Emmental Président	364	28	0	28	>850
Président allégé	267	33	0	15	1000

Les teneurs sont indiquées pour 100 grammes, et par portion ; la valeur énergétique en kJ et kcal. Les réductions en énergie et lipides sont très variables : il est en effet plus difficile d'obtenir un produit allégé convenable en pâte pressée cuite ou pâte molle, qu'en pâte fraîche ou fromage fondu ; les teneurs en lipides sont donc moins réduites. Par contre, les teneurs en protides sont toujours augmentées, celles en calcium équivalentes ou augmentées.

La plupart des fromages fondus et pâtes fraîches allégés sont bien acceptés au goût, en particulier ceux où les aromates (ail, fines herbes, poivre) compensent la baisse des matières grasses en la masquant. Les pâtes molles, peu appréciées à leurs débuts, dans les années 80, ont fait de gros progrès au niveau de la qualité gustative, et sont actuellement les plus vendues au rayon fromages allégés en LS.

C.6. Glaces

C'est l'achat-plaisir par excellence, mais aussi le plus culpabilisant qui soit. Un consommateur sur deux considère que la glace fait grossir... Les glaces allégées restent un secteur peu développé, et elles doivent plus encore que d'autres produits travailler le goût et le plaisir de la dégustation (120). On trouve depuis quelque temps déjà des glaces allégées en vrac (bacs de 1 litre), mais les bâtonnets allégés sont apparus depuis peu. Ils se développent cependant, car « l'allégé reste une démarche individuelle ; on n'en sert pas à table, ni à ses enfants ou ses amis » (66).

Détaillons l'exemple de Sveltesse, bâtonnets allégés (66, 120) : l'enrobage de chocolat noir n'a pas été allégé, pour conserver tout le plaisir à la consommation ; la glace elle-même est très travaillée au niveau de la texture et du goût, tout en ne contenant pas de matière grasse : elle utilise plusieurs édulcorants (lactitol, aspartame, acésulfame K), de nombreux stabilisants (farine de guar, caroube, alginate de sodium...), des fibres ; enfin, le volume est abaissé : 90 ml, au lieu des 120 ml classiques pour le référent Magnum.

Le résultat est un produit annonçant 9% de MG (provenant seulement de l'enrobage), et 150 kcal, contre 18 à 23% de MG et 250 kcal pour le produit référent. « En apportant une offre allégée sur le produit le plus culpabilisant qui soit (le bâtonnet), Nestlé espère bien en faire changer d'avis quelques-uns » (120).

Citons encore les bâtonnets Silhouette (Boncolac), Magnum light (Unilever), Carte d'Or light en bacs.

La glace est un système complexe comprenant air, cristaux de glace, matière grasse et sérum, chacune de ces phases ayant un rôle dans la texture finale. Il est difficile d'éliminer totalement la matière grasse, car elle intervient dans le foisonnement, en plus bien sûr de son rôle dans le goût et la texture. Les ingrédients choisis pour l'élaboration d'une glace allégée devront donner une texture appropriée, permettre un foisonnement correct, avoir un bon comportement à la congélation (pas de cristaux de glace trop gros), et lors de la fonte en bouche (110). Pour en faire des gourmandises légères, leur apport calorique a été ramené de 100-120 kcal pour 100 ml en moyenne, à 70-80 kcal environ, toujours pour 100 ml (soit 3 « boules » de glace). En raison des contraintes réglementaires qui imposent des teneurs minimales en saccharose et en matière grasse pour les glaces et crèmes glacées, leurs répliques allégées, en diminuant ces taux, perdent le droit de porter cette appellation ; ce ne sont plus des glaces, mais des « desserts glacés », ou des « spécialités glacées » (109). L'allègement peut être obtenu également en augmentant le foisonnement (qui est limité pour les appellations glace et crème glacée)... ou en diminuant la taille du bâtonnet comme dans l'exemple détaillé précédemment !

Voici un exemple donné par Roquette dans (40) de formulation d'une crème glacée allégée :

Tableau 15 : Compositions comparées d'une glace allégée et d'une glace témoin.

	Kcal /100g	Réduction*
Glace témoin :		
- 63 g lait frais	42	
- 20 g sucre	80	
- 13 g crème à 38% MG	5	
- 3 g poudre de lait à 26% MG	2	
- 0.2 g stabilisateur, arômes	-	
TOTAL	129	0

Glace allégée :		
- 63 g lait frais	42	
- 13 g fructose	52	
- 20 g crème à 20% MG	5	
- 3 g poudre lait écrémé	2	
- 0.2 g stabilisateur, arômes	-	
TOTAL	101	22%*

* réduction kcal en % du témoin

Réduction des MG : 25% environ

Le travail sur les arômes est là encore fondamental, le schéma de leur libération dans le temps est dynamique, d'autant qu'il y a un changement complet de phase pendant la dégustation : il faut orchestrer les paramètres pour avoir un goût équilibré pendant toute la consommation (37).

Conclusion sur la partie technologique

Depuis les premiers laitages maigres en 1964, les produits laitiers allégés ont beaucoup évolué. La technologie et les ingrédients ont fait de grands progrès : utilisation de substituts de la matière grasse pour maintenir une texture agréable, de ferments apportant plus de douceur et d'onctuosité, travail poussé sur l'aromatisation, recherche de mélanges édulcorants se rapprochant au mieux de la saveur du saccharose. Grâce à une meilleure maîtrise des procédés de transformation, à des ingrédients et additifs de plus en plus nombreux et élaborés, les allégés ont atteint une qualité organoleptique optimale, souvent comparable à celle des produits de référence ; ce sont des produits élaborés, très diversifiés, et de plus en plus gourmands, qui continuent à bénéficier d'un fort courant d'innovations.

Nous allons dans les prochains chapitres aborder plutôt l'aspect commercial des allégés.



TROISIEME PARTIE : ASPECTS COMMERCIAUX DES PRODUITS ALLEGES

Après avoir évoqué en quelques chiffres l'importance des produits laitiers allégés, nous verrons quels sont les consommateurs qui achètent ce type de produits, et pourquoi ; nous aborderons également l'aspect marketing, très important dans ce secteur de l'alimentation.



A. Les produits allégés en quelques chiffres

Les Français sont les plus gros consommateurs de produits allégés d'Europe, avec 28% de consommateurs réguliers (21). En 2002, 9% de l'ensemble des nouveautés alimentaires reposaient sur la promesse de l'allégé, mais 40% dans le domaine de l'ultra-frais (UF), domaine laitier par excellence (yaourts, fromages frais, desserts). En 2003, 97.7% des ménages ont acheté au moins une fois un produit allégé dans l'année, et la croissance moyenne des segments allégés est de 12%, contre 3% pour les produits standard (10). Les produits légers ou allégés représentent en France un chiffre d'affaires de 1.5 milliard d'euros (124).

La situation des produits allégés n'a pas toujours été aussi rose ; après des débuts timides dans les années 60-70, les produits allégés explosent pendant les années 80, pour atteindre un plafond puis régresser au début des années 90 : en 1992, on parle de la fin des allégés au SIAL (76), et un article de la revue *Linéaires*, en novembre de la même année, titre : « Hécatombe dans l'univers des allégés » (134). En cause : une qualité gustative insuffisante ; en effet, en 1992, les produits allégés sont mauvais ou sans goût pour 70% des Français (10). Cette décroissance du marché fait dire à certains qu'il s'agit uniquement d'un phénomène de mode. Cette tendance n'a pas duré : depuis la fin des années 90, on assiste à une nouvelle explosion des produits allégés, en particulier dans le rayon ultra-frais (38). Tout d'abord parce que le discours nutritionnel a été intégré, et les consommateurs font attention à leur poids ; mais surtout parce que les qualités organoleptiques des allégés se sont beaucoup améliorées, grâce aux outils technologiques (procédés, ingrédients, additifs) et aux efforts des industriels. Si la texture des allégés des années 80 était déjà satisfaisante grâce à un certain nombre de substituts de MG, il restait beaucoup de progrès à faire au niveau du goût (voir un article sur les allégés intitulé : « arômes : mission impossible », réf.80). C'est chose faite avec la nouvelle génération de produits.

Les allégés ont ainsi connu plusieurs vagues : dans un premier temps, la santé austère des années 70, les produits « maigres », les régimes de privation, l'allégé « pur et dur ». Les produits sont stricts jusque dans leur présentation, le blanc domine, sans fioritures. La clientèle est essentiellement féminine et urbaine (109). Les années 80 voient s'adoucir la situation, de privative la légèreté devient gustative ; mais les produits allégés ne vont pas avoir le succès espéré après leurs débuts prometteurs, car ils ne répondent pas aux attentes des

consommateurs. Depuis quelques années, les « nouveaux allégés », qui prennent le consommateur par la gourmandise, ont repris le flambeau avec succès. Le défi a été relevé au début des années 90 avec les yaourts aux fruits 0%, et depuis l'ultra-frais allégé explose, avec une débauche de desserts plus gourmands les uns que les autres (124).

Nous allons voir plus en détail la situation des allégés dans les différentes catégories de produits laitiers.

A.1. Le lait

Le lait demi-écrémé représente 84% des achats de lait des ménages, les laits écrémé et entier étant à peu près à égalité, bien que le deuxième soit en perte de vitesse (140)

A.2. La crème

L'allégé totalise la moitié des volumes vendus en matière de crème, et après les crèmes légères, on voit apparaître les crèmes extra-légères à 8% et même 5% de MG, fluides comme semi-épaisses (124). Ce sont les crèmes UHT qui se développent le plus, pour des raisons de praticité.

A.3. Yaourts et desserts

« La gourmandise pure profite aux desserts, le plaisir sain accélère le développement des yaourts aux fruits 0%, faisant de ces derniers l'un des enjeux majeurs du marché » - de l'ultra-frais (121). Ainsi, si les yaourts aux fruits non allégés ont connu une baisse de 3.6% en volume en 2003, les yaourts allégés dans leur ensemble progressaient de 7.2%, et les allégés aux fruits de 6.2%, toujours en volume (123). Les yaourts 0% représentent près du quart des ventes totales de yaourts. Les desserts laitiers UF allégés quant à eux ont littéralement explosé ces dernières années, avec par exemple une croissance de 175% en 2002 ! (124), et de l'ordre de 33% en 2004 (127). Certains estiment qu'ils ont la capacité de pénétrer la moitié des foyers (53). Par contre, l'UF allégé dans son ensemble est déjà présent dans les deux tiers des foyers. En 2003, l'allégé représentait 17% de l'UF, et progressait de 10% en volume et de 18% en valeur (138), pour arriver à 727 millions d'euros en chiffre d'affaire (8).

A.4. Beurre et pâtes à tartiner

Les matières grasses laitières allégées représentent environ 4% de l'ensemble des ventes de corps gras concrets, et 7% des ventes de beurre allégé ou non, alors que dans le secteur des corps gras végétaux, l'allégé représente 60% des volumes de vente (124). Le beurre allégé a un taux de pénétration de 12% des foyers (pour une consommation au moins une fois par semaine) alors qu'elle est de 73% pour le beurre standard (126). En 2003, les corps gras allégés progressaient de 10% en chiffre d'affaire (138), pour arriver à un CA de 370 millions d'euros.

A.5. Fromages

Les fromages allégés représentent seulement 4.5% des ventes de fromages en libre-service en 2003, mais connaissent une forte croissance : +18% cette même année (52) ; ce sont les pâtes pressées cuites, suivies par les pâtes fraîches et les chèvres allégés, qui connaissent la plus forte croissance dans cette catégorie, mais ce sont les pâtes molles (type « camembert ») qui représentent de loin le plus fort volume de vente (environ la moitié), suivies par les pâtes fraîches et les fromages fondus. Aujourd'hui, un foyer sur deux consomme des fromages allégés (124). Les pâtes molles allégées restent cependant consommées surtout par des seniors, ayant des problèmes de poids ou de cholestérol (146).

B. Les consommateurs d'allégés

La cible privilégiée des produits allégés reste les femmes, en particulier des femmes plutôt jeunes, surveillant leur ligne : les hommes ne se sentent pas très concernés (ce sont plutôt des gastronomes), les enfants non plus (76). Les choses changent cependant, et de nouveaux consommateurs apparaissent : les hommes ou femmes plus âgés, qui ont un problème de poids ou de cholestérol ; et les hommes adultes qui font attention à leur ligne et se laissent séduire par les qualités des allégés modernes.

49% des Français évitent les matières grasses, 39% limitent le sucre ; 36% des plus de 55 ans comptent les calories, 28% dans l'ensemble de la population (11). Il y a donc une sensibilisation de la population aux problèmes du surpoids et de l'équilibre alimentaire. La perception de la relation entre alimentation et santé a beaucoup changé pendant les années 90 : 87% des Français estimaient en 2001 que faire attention à ce que l'on mange permet de rester en bonne santé, contre 70% en 1995 (10) ; l'accent est mis aujourd'hui non plus seulement sur les effets négatifs d'une alimentation monotone et déséquilibrée, mais aussi sur les avantages en termes de prévention d'une alimentation diversifiée et adaptée aux conditions de vie ; les consommateurs cherchent à présent d'abord à être en forme, se sentir bien, ne pas vieillir (116). Il y a là une attente que les produits allégés et les produits dits de « santé active » essaient de combler. C'est ainsi que les allégés se positionnent maintenant souvent sur le créneau forme et santé, et non plus seulement sur celui de la minceur.

Cependant, si dans les pays du nord de l'Europe, le consommateur se contente que le produit soit allégé, en France, pays du bien-manger, cela ne suffit pas : il faut aussi que ce soit bon ! D'où l'échec des allégés des années 80, dont la qualité gustative était insuffisante, et les efforts –couronnés de succès- de l'industrie agro-alimentaire dans ce domaine ces dernières années. Les consommateurs sont à la recherche de produits permissifs, pratiques, de bonne qualité nutritionnelle, et qui leur apportent du plaisir : ils veulent se maintenir en forme sans se contraindre ni se priver, et n'acceptent plus de manger n'importe quoi sous prétexte de régime (110).

L'étude « Tout sur l'allégé » éditée en novembre 2003 par TNS-Secodip analyse les achats de produits allégés (au sens large) de 8000 ménages représentatifs de la population française sur un an. Elle a permis de dégager les grandes catégories de consommateurs de ce type de produits, et leur profil (10) :

B.1. Les passionnés

Ils représentent 13% des Français, et consacrent 25% de leur budget alimentaire aux produits allégés (PA). Ce sont des couples d'âge moyen, aisés, urbains, n'ayant pas ou plus d'enfants au foyer, avec de légers problèmes de surpoids ; ils consomment tout ce qu'ils trouvent en allégés, et aiment les produits « gourmands ».

B.2. Les chasseurs de gras

22.9% de Français consomment seulement de l'allégé en matières grasses ; ils consacrent 14% de leur budget alimentaire aux produits allégés. Ce sont des familles avec enfants, plutôt modestes, ils sont ruraux, avec de légers problèmes de poids. Ils consomment les produits laitiers et les céréales pour l'allégé, et des produits très traditionnels par ailleurs.

B.3. Les accros des édulcorants

10.5% des Français consomment des produits allégés uniquement en sucre, ils consacrent 10% de leur budget alimentaire aux PA. Ce sont des familles avec de jeunes enfants, les parents sont jeunes, aisés, urbains, sans problèmes de poids. Ils achètent les produits édulcorés (sodas, gâteaux...) pour éviter les kilos en trop et le dentiste, mais n'ont pas peur d'acheter par ailleurs des produits beaucoup moins légers (pizzas, sauces...).

B.4. Les anticholestérol

Ils représentent 19.3% des consommateurs et dépensent 10% de leur budget alimentaire pour les PA. Ce sont des seniors, ruraux, modestes, avec des problèmes de surpoids ou de cholestérol. Ils achètent essentiellement des produits contenant des omega 3, un peu de yaourts allégés, et des produits très traditionnels par ailleurs.

B.5. Les obsédés de l'allégé

1.3% des Français sont « accros » aux produits allégés et consacrent 36% de leur budget alimentaire à ce type de produits ! Ce sont des personnes qui n'ont par ailleurs aucun problème de poids.

B.6. Les adeptes du prêt-à-consommer

Ils représentent 2.1% des consommateurs, ce sont majoritairement des hommes seuls, plutôt aisés et urbains, adeptes des plats tout préparés en matière d'allégés.

B.7. Les indécis

Plus de 30% des consommateurs restent moins concernés par les allégés : ils en achètent s'ils y pensent, et si ce n'est pas trop cher ; ils ne consacrent que 4% de leur budget alimentaire à ce type de produits.

Il ressort de cette étude que l'on peut acheter des allégés pour des raisons très différentes, mais que finalement très peu de consommateurs y sont totalement réfractaires. Les allégés ont fait leur place auprès des hommes comme des femmes, à tous les âges, dans tous les milieux, malgré un prix d'achat plus élevé que leurs homologues standard. La prise de conscience des excès et des déséquilibres de l'alimentation moderne en est une raison, mais la pression des fabricants et les gros efforts consentis en terme de marketing en sont une autre. Les produits allégés répondent à un certain besoin, mais ils ont dû se faire connaître pour s'imposer. Le paragraphe suivant traitera de ce sujet.



C. Allégés et marketing

La chasse aux calories et aux lipides est une tendance de fond que les industriels n'ont pas ignorée. Dans le domaine saturé des produits alimentaires, les allégés apportent une forte valeur ajoutée, et les différentes marques se livrent une bataille permanente en matière de qualité et d'innovation, mais aussi de communication, pour gagner ou conserver des parts de marché sur ce segment très disputé.

C.1. Elaboration du produit

Nous avons vu l'importance que le consommateur accorde à la satisfaction de son palais : un produit qui n'est pas bon n'a guère d'avenir. Il y a donc un travail très important sur le goût et la texture, et nous avons abordé précédemment les outils technologiques à la disposition des fabricants pour optimiser les qualités organoleptiques de leurs produits. Dans ce domaine, il y a sans cesse des innovations, en particulier dans le secteur de l'ultra-frais, où yaourts et desserts rivalisent de gourmandise ; ainsi l'apparition récente de textures très crémeuses (« Taillefine Cremosso »), de parfums pâtisseries à faire pâlir d'envie les plus gourmands (« Sveltesse Recettes Dessert »), des mousses aux fruits...

En 2003, on a vu également émerger la tendance de l'« ultra-allégé », avec des crèmes fraîches à 5% de matière grasse, des beurres à 15% de MG, un camembert à 15% de MG (124).

N'oublions pas qu'en plus du goût, le produit doit avoir toutes les qualités nutritionnelles attendues par le consommateur ; les allégés se doivent maintenant d'être des produits « plus », pour justifier leur prix ils doivent rendre service : moins de lipides et de calories, certes, mais cela ne suffit pas, et les produits qui apportent un surcroît de « santé » ont le vent en poupe : vitamines, minéraux, fibres, bifidobactéries, acides gras essentiels, sont des arguments de poids (10, 84). « Finalement, le binôme gourmandise-santé n'est plus l'apanage de quelques familles spécifiques, mais apparaît au contraire comme l'ingrédient majeur du succès, quelle que soit la famille de produits laitiers considérée » (135).

Le travail se fait également sur le packaging : le produit se doit d'être gai, et pratique. Les produits traditionnels comme le lait, les yaourts nature ou les fromages blancs ont peu changé leur présentation, et les emballages et codes de couleurs sont restés

semblables : blanc et bleu pour les produits à base de lait demi-écrémé, blanc et vert pour les produits « maigres » et le lait écrémé. Par contre, les yaourts aux fruits et desserts gourmands sont des achats-plaisir, et les emballages tristes et stricts ne font plus recette : nous assistons à une débauche de couleurs, de photos appétissantes de fruits ou de desserts, de slogans accrocheurs (voir plus loin), pour attirer l'attention et retenir une clientèle très sollicitée.

La praticité est également un point fondamental dans la réussite des produits d'aujourd'hui. Ainsi du succès des barquettes (à la place des plaquettes) pour les beurres et pâtes à tartiner, et celui des produits « frigotartinables » dans la même catégorie : il n'y a plus à batailler pour défaire l'emballage papier, ou étaler son beurre (allégé ou non) sur sa biscotte ! Par ailleurs, les allégés se présentent essentiellement en portions individuelles, pour différentes raisons : tout d'abord pour limiter et évaluer l'apport calorique dans un contexte de vigilance ; ensuite, parce que la consommation d'allégés concerne rarement toute la famille, et que la maîtresse de maison peut sacrifier à la gourmandise avec un dessert allégé, pendant que les enfants consommeront des produits plus adaptés à leurs besoins ; enfin, parce que les portions individuelles permettent de varier plus souvent les parfums, ou de satisfaire les goûts de tous les membres de la famille. On voit également apparaître des produits « nomades », comme les yaourts allégés à boire, que l'on peut emporter facilement avec soi et consommer hors du foyer.

Les marques qui se disputent les premières places en ce qui concerne le marché de l'ultra-frais allégé sont Danone (Taillefine), Nestlé (Sveltesse), Yoplait, suivis par Bridelice et Weight Watchers (21) ; les MDD investissent également le créneau. Pour les corps gras concrets, ce sont Védial (St Hubert, Le Fleurier), Unilever (Effi, Fruit d'or), Bridel, Elle et Vire. Certains industriels commencent à sous-segmenter le marché des allégés, pour clarifier l'offre, cibler des clients différents et gagner des parts de marché ; ainsi Lactalis a créé deux gammes distinctes : Bridélice pour l'allégé, et Bridélight pour l'« ultra-allégé » ; ou Bongrain qui propose son camembert Coeur de Lion avec trois taux de matière grasse différents : 45%, 29%, et 15% (21) ; de même, Candia vise des cibles différentes avec des formulations de laits variées : les femmes avec Silhouette, les familles avec Viva, et les seniors avec Candia (129).

Après la phase d'élaboration vient la promotion du produit qui est mis sur le marché.

C.2. Promotion des produits

La bataille fait rage pour faire connaître et imposer un produit nouveau, car les places sont chères, et les produits allégés sont un secteur à fort investissement publicitaire. La télévision est le support principal de cette publicité, la presse écrite et la radio venant loin derrière. Bien que les seniors soient des acheteurs potentiels des allégés, le public visé reste essentiellement féminin ; ce sont plutôt les produits « anti-cholestérol » qui vont s'adresser aux personnes d'un certain âge : bien que les allégés aient un certain intérêt dans la lutte contre les MCV, ils ne communiquent pas sur ce sujet, mais plutôt sur l'axe ligne + forme ; on commence par contre à voir des hommes dans les publicités pour les allégés, où ils s'aperçoivent que non seulement c'est bon pour la ligne, mais en plus c'est bon tout court ! La communication Sveltesse avec Richard Berry, par exemple, a fortement contribué à déculpabiliser la consommation d'allégés chez les hommes (145).

La dernière génération de produits allégés s'accompagne d'une nouvelle vague de communication : le plaisir sans la faute. Les slogans des spots publicitaires à la télévision en sont très représentatifs. Citons-en quelques-uns :

- « Allez-y, c'est permis »
- « Bridélice allège tout, sauf le goût »
- « 100% de plaisir, 0% de complexe »
- « Faites-vous plaisir, gardez la ligne »
- « Ca vous va bien de vous faire du bien »
- « Quand c'est bon, c'est facile de rester mince »

Notons qu'à l'époque, le célèbre « Dévorez, c'est léger » (Cuisine Légère de Findus) a fait figure de précurseur en la matière.

D'autres slogans vont plutôt mettre en avant le discours diététique, comme « Plus d'essentiel, moins de superflu » ; le spot explique que le produit allégé, laitier en l'occurrence, a gardé toutes ses vertus nutritives (calcium, protéines), mais ne contient plus de lipides ou de sucre, ces fameuses calories « superflues ».

Il faut rappeler que les allégations nutritionnelles sont très encadrées (voir partie sur la législation), et que les allusions à un régime ou un amaigrissement ne sont pas autorisées ; c'est ainsi qu'il est facile de « rester mince » ou de « garder la ligne » avec les allégés... mais on ne parle pas de perdre du poids !

Les Parisiennes de Kiraz (11) ont été longtemps le porte-parole efficace de Canderel, dans la presse écrite et l'affichage publicitaire ; elles véhiculaient presque trop bien le concept de minceur, et la marque a choisi depuis peu un autre mode de communication : Canderel se veut un produit pour tout le monde, ancré dans la vie quotidienne, à consommer tous les jours dans le cadre d'une hygiène de vie alimentaire ; il souhaite conquérir les actifs déjeunant à l'extérieur régulièrement, et tout particulièrement les hommes, avec par exemple des produits de la taille d'une carte de crédit, à emporter avec soi. La marque souhaite également rajeunir sa cible, en apportant la dimension plaisir (141). Les édulcorants investissent donc eux aussi le créneau de l'alimentation saine.

C.3. Les allégés et la distribution

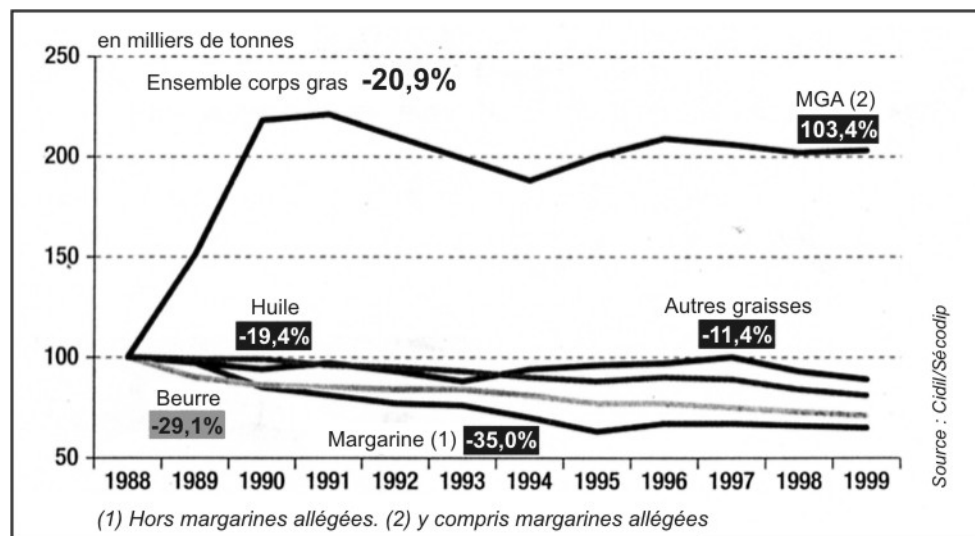
En général, dans les linéaires, les produits laitiers allégés sont d'abord regroupés dans les grandes familles auxquelles ils appartiennent : corps gras concrets, fromages, ultra-frais, laits. A l'intérieur de chacun de ces rayons, par contre, ils vont être regroupés dans un même secteur ligne-forme, dans lequel les adeptes vont pouvoir faire leur choix. La création d'une « brèche » allégée est incontournable, elle améliore en moyenne de 25% la rotation de ces produits (52). Le linéaire moyen développé pour l'ultra-frais allégé est de 10 mètres environ en supermarché (soit une vingtaine de références), pour atteindre 30 mètres et plus dans les plus grands hypermarchés (7). Généralement, l'allégé côtoie les produits dits de santé active dans les rayons (Bifidus, Actimel, en ultra-frais ; 'anti-cholestérol' au rayon corps gras solides), dans un même ensemble forme/ligne/santé. Les rayons n'étant pas indéfiniment extensibles, et les produits nombreux, la distribution laisse peu de temps aux nouveautés pour faire leurs preuves, et les produits s'imposent mieux s'ils bénéficient d'emblée d'une communication publicitaire forte.

C.4. La bataille pour le « bon gras »

La consommation de beurre, et de corps gras plus généralement, décroît régulièrement en France –victime de la chasse aux calories en général, et aux graisses saturées

en particulier. Dans ce contexte de baisse de la consommation des corps gras, les matières grasses allégées au contraire se sont fortement développées depuis leur autorisation en 1980, et sont les seules à se maintenir actuellement sans voir leur consommation baisser. Le graphique suivant montre cette évolution sur une dizaine d'années, sous forme d'indices pour mieux comparer les évolutions respectives :

Graphique 1 : Evolution des ventes de corps gras sur 10 ans



(d'après 86) MGA : Matières grasses allégées

Le beurre conserve une image de naturalité, d'authenticité et de qualité gastronomique, qui ne suffit cependant pas à maintenir sa consommation qui décroît lentement mais régulièrement depuis de nombreuses années – en France, la consommation de beurre des ménages a baissé d'un tiers sur les 10 dernières années (69). Il est confronté à un discours offensif de la part des « margariniers », qui mettent en avant depuis longtemps les atouts de la matière grasse végétale. En termes d'investissements publicitaires, celle-ci bénéficie de montants 5 fois plus élevés que la matière grasse laitière (le plus gros budget étant pour l'huile), avec des discours mettant l'accent sur les axes de la santé, de la naturalité, de la légèreté et de la jeunesse, et plus récemment la prévention de l'hypercholestérolémie (86). La conséquence en est un déficit d'image positive du beurre, et plus généralement des corps gras animaux, qui se traduit dans l'imaginaire collectif par un résultat surprenant : les matières grasses animales font plus grossir que les matières grasses végétales ! Le tableau ci-dessous en est l'illustration :

Tableau 16 : Classement par les Français des matières grasses qui font le plus grossir (en % des citations) :

Margarines	21%
Huiles (dont huile d'olive)	36% (4%)
Crèmes	53%
Beurres	61%
Corps gras animaux (graisse d'oie, saindoux)	78%

d'après (86), source Cidil/Sécodip

Le beurre (82% de MG), et plus encore la crème (30% de MG), sont victimes d'un jugement plus sévère que ne le justifie leur teneur réelle en lipides ; c'est l'inverse pour l'huile qui devrait être en tête avec 100% de lipides, et pour la margarine qui, avec 82% de lipides, devrait arriver à égalité avec le beurre ; quant à l'huile d'olive, il semble qu'elle ait la vertu de ne pas faire grossir ! Ainsi, le gras animal est perçu comme le plus gras, le gras laitier un peu moins, et le gras végétal comme le moins gras. Il semble bien que les consommateurs fassent l'amalgame entre la nocivité réelle ou supposée de la matière grasse pour la santé, et son effet sur le poids...

Le marché du beurre limite tant bien que mal le recul des ventes grâce à certains segments : la tradition alliée au goût (mottes, moulés), la praticité (beurres tendres, beurrier), l'allégé (+6.1% de croissance en 2003, contre -2.5% pour l'ensemble des beurres) (51). Il continue cependant de dominer le marché des corps gras concrets, puisqu'il représente environ 60% des ventes (mais les trois quarts il y a 15 ans). Les produits anti-cholestérol restent pour l'instant domaine exclusif des margariniers, avec une croissance exponentielle depuis leur apparition récente (+ 66% en valeur en 2003) (2).

Nous avons envisagé les produits allégés dans leur évolution historique, et leurs aspects technologiques et commerciaux. Mais un point important à aborder est leur effet sur l'organisme ; nous avons en effet des produits élaborés pour ressembler à leurs homologues classiques, mais sans les apports nutritionnels habituellement associés à ces derniers. Les produits allégés trompent-ils l'organisme ? Font-ils maigrir ? C'est ce que nous allons tenter de voir dans la partie qui suit.

QUATRIEME PARTIE : ASPECTS NUTRITIONNELS

La question centrale est donc : les allégés font-ils maigrir ? Mais ces préoccupations diététiques sont relativement récentes, tout comme les problèmes de surpoids qui affectent une partie croissante de la population des pays industrialisés. Nous verrons tout d'abord pourquoi et comment ce problème se pose, et nous reprendrons quelques aspects de la physiologie de la nutrition, avant de voir en quoi les allégés peuvent être une réponse possible aux déséquilibres de l'alimentation moderne.



A. Une alimentation excédentaire et déséquilibrée

Dans les pays industrialisés, depuis surtout la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, nous assistons à une diminution importante des besoins énergétiques des personnes : la mécanisation du travail, celle des transports (automobiles, ascenseurs), les robots ménagers, nous évitent bien des efforts ; nous n'avons plus à lutter contre le froid grâce au chauffage des bureaux et des habitations. Pour donner un ordre de grandeur, les besoins sont passés de 3000 kcal/jour en moyenne, à 2000 kcal/jour pour une personne sédentaire, en moins d'un siècle (119, 136) ; bien évidemment, il s'agit de chiffres moyens, pour un pays comme la France, les besoins énergétiques variant selon l'âge, le sexe, l'individu, l'activité professionnelle et sportive.

Parallèlement, l'offre alimentaire s'est considérablement développée, en quantité, variété, disponibilité, ces dernières décennies, et les aliments manufacturés ont envahi notre alimentation ; or ils contiennent souvent du « gras caché », et/ou du sucre. Résultat : nous mangeons trop, et mal ; l'apport calorique quotidien moyen est aux environs de 3200 kcal, bien au-dessus des 2000 cités ci-dessus (22, 41) ; même lorsque les consommateurs réduisent leurs apports énergétiques, c'est souvent sans respecter les équilibres nutritionnels. Le tableau suivant montre à titre d'exemple la comparaison entre les apports recommandés, et effectifs, pour les grandes catégories de nutriments (en % de l'apport énergétique)

Tableau 17 : Apports nutritionnels recommandés et effectifs

		Recommandés	Effectifs (Europe)
Glucides	Complexes	41%	23%
	Simplex	15%	17%
Lipides	Insaturés	20%	13%
	Saturés	10%	32%
Protéines	Végétales	7%	5%
	Animales	7%	10%

d'après (40)

Il en ressort que notre alimentation est déficiente en glucides complexes, mais excédentaire en lipides, en particulier saturés, ce qui est un facteur aggravant de risque pour

les maladies cardio-vasculaires (MCV), première cause de mortalité en France, et certaines formes de cancers. Par rapport à l'alimentation d'après-guerre, il y a 50 ans, les Français mangent 2 fois moins de pain ou de pommes de terre, 5 fois moins de légumes secs, mais 2 fois plus de viande et 3 fois plus de fromage ; leur consommation de sucre et d'oeufs a également augmenté de plus de 50% ; par contre, dans le même temps, leur consommation de fruits a plus que doublé, ce qui est positif en terme de santé publique (49).

L'offre pléthorique d'une alimentation appétente, variée, riche en « gras-sucré », ainsi que la sédentarité généralisée, engendrent une forte augmentation de la prévalence de l'obésité, qui a été qualifiée d'épidémie du siècle par l'OMS. Les Etats-Unis sont très touchés, mais en Europe les autorités tirent aussi la sonnette d'alarme : l'obésité devient un problème de santé publique ; on considère qu'elle touche environ 20% des adultes dans les pays industrialisés. Il y a une surmortalité chez les obèses, par rapport aux personnes non obèses d'âge et de sexe comparables, due au diabète et aux maladies cardio-vasculaires (117).

Se mettent donc en place dans les différents pays, ainsi qu'au niveau de l'Union Européenne, une surveillance épidémiologique et une politique de prévention, passant par une politique globale de nutrition et d'éducation alimentaire (106).

En France, en juin 2000, le Haut Comité de la Santé Publique établissait des recommandations visant à diminuer la prévalence de maladies pour lesquelles l'alimentation a une influence importante : obésité, maladies cardio-vasculaires, diabète, ostéoporose, certains cancers... (86)

Les objectifs chiffrés étaient les suivants :

- faire passer la part des lipides dans l'apport énergétique global en-dessous des 35%,
- réduire de 25% la consommation de graisses saturées,
- réduire de 5% la cholestérolémie moyenne chez l'adulte,
- diminuer de 20% la prévalence du surpoids et de l'obésité chez l'adulte, et interrompre son augmentation chez l'enfant.

En France toujours, le Programme National Nutrition Santé (PNNS), lancé en janvier 2001 pour 3 ans, cherche à communiquer sur l'alimentation pour sensibiliser la population à

ses répercussions sur notre santé : diminuer la part des lipides, en particulier saturés, dans notre alimentation ; diminuer le sucre ajouté et le sel ; consommer plus de fruits et légumes (il est préconisé de consommer au moins 5 fruits et légumes différents par jour) ; diminuer la consommation de tabac et d'alcool, etc... (10). Les lipides « cachés » représentent environ les deux tiers des apports lipidiques moyens en France (50) ; il faut donc revoir l'ensemble des habitudes alimentaires pour arriver à diminuer notablement la part des matières grasses dans l'apport calorique quotidien.

L'hygiène de vie ayant également un rôle important, pendant l'hiver 2003-2004 fut lancée une « campagne nationale de l'activité physique » pour encourager la pratique d'une activité physique régulière (128).

La communication est fondamentale pour faire passer le message, qu'elle soit directe, par les grands médias (télévision en particulier), ou indirecte, par l'intermédiaire des industries agro-alimentaires, partenaires inéluctables de la santé publique (68, 104). Nous avons vu cependant que ces dernières ne sont pas autorisées à délivrer n'importe quel message à travers le marketing et la publicité, et la législation encadre l'utilisation des « allégations santé ».

Les Français sont sensibilisés, et perçoivent bien ces messages sur les besoins en énergie et nutriments. On peut penser que dans ce contexte de volonté de baisser l'apport énergétique global, et la part des lipides et sucres ajoutés plus particulièrement, les produits allégés ont un rôle à jouer. Nous aborderons tout d'abord quelques aspects du mécanisme de l'obésité, de la physiologie de la nutrition et du comportement alimentaire, avant d'envisager l'impact des aliments, et des produits allégés en particulier, sur l'équilibre énergétique et nutritionnel de notre alimentation.

B. Rappels en métabolisme et nutrition

C'est surtout les aspects en relation avec les problèmes évoqués de surpoids dans les populations qui nous intéresseront dans cette partie.

B.1. Définition de l'obésité

On peut considérer comme obèses les sujets dont le rapport entre masse de tissu lipidique et masse maigre a une valeur nettement supérieure à celle que l'on observe chez des sujets de même âge et de même sexe ; ou quand le poids dépasse de 20% ou plus le poids idéal (le poids idéal a été défini par les compagnies d'assurances comme celui correspondant dans la population étudiée au plus faible taux de mortalité) (117).

Le degré d'adiposité se mesure de plusieurs façons : (117)

- on peut l'apprécier par la mesure de l'épaisseur des plis cutanés en différents points choisis du corps ;
- on peut mesurer directement la masse maigre (par la mesure de la teneur en K⁺ ou en eau) et la masse lipidique (par la fixation de gaz xénon) ;
- un moyen plus simple d'évaluation est l'IMC : index de masse corporelle (ou index d'obésité) : c'est le rapport entre le poids en kilogrammes, et la taille en mètres au carré : $IMC = P/T^2$; cet indice est moins précis, mais d'obtention immédiate avec les données simples que sont la taille et le poids ; idéalement, l'IMC est de l'ordre de 22 ; on considère qu'il y a obésité quand l'IMC est supérieur à 27.

Nous allons voir quels sont les grands mécanismes de régulation du poids, et comment ils peuvent être débordés pour aboutir au surpoids, voire à l'obésité.

B.2. Le poids et sa régulation

B.2.1. Notion de balance énergétique

Pour que le poids corporel reste constant, les apports d'énergie doivent équilibrer les dépenses, sur 24 heures ou plus (96). Les apports sont représentés par les aliments que nous consommons.

Les dépenses sont de plusieurs types : (117)

- le métabolisme de base : c'est la dépense énergétique du sujet en repos absolu, en équilibre thermique avec le milieu extérieur, à distance d'un repas ; elle représente l'énergie minimum indispensable au maintien de l'intégrité de l'organisme ;
- la digestion consomme également de l'énergie : c'est la thermogénèse alimentaire ;
- l'activité physique est un facteur très variable d'un individu à l'autre ;
- la thermorégulation, en particulier la lutte contre le froid, consomme également de l'énergie.

Lorsque le bilan est positif, c'est-à-dire que les apports sont supérieurs aux dépenses, il y a mise en réserve de l'excédent par l'organisme, et donc prise de poids.

Dans le cadre de la lutte contre l'obésité, pour obtenir une baisse du poids corporel, il faut que le bilan soit négatif, donc que les dépenses soient supérieures aux apports ; pour cela, on peut augmenter les premières, ou diminuer les seconds. Quelles sont les possibilités pour augmenter la dépense énergétique d'un individu ?

Le métabolisme basal représente environ les deux tiers de la dépense énergétique d'un sujet sédentaire ; le principal déterminant en est la masse maigre ; il varie en fonction de l'âge, du sexe, de l'individu, mais n'est pas un élément que l'on peut ajuster volontairement (139).

La thermogénèse alimentaire représente le coût énergétique de l'assimilation, de la transformation et du stockage des nutriments ; elle correspond à 10% environ des dépenses énergétiques sur 24 heures ; elle comporte une partie obligatoire, incompressible, et une partie de consommation « de luxe », facultative, qui dépend de la nature du nutriment et de l'importance de l'apport alimentaire. La thermogénèse alimentaire serait significativement abaissée chez certains obèses résistants à l'insuline (de l'ordre de 100kcal/24h) mais cela ne pourrait expliquer qu'un surpoids de l'ordre de 7 à 10 kg au maximum, loin des 30 kg d'excédent et plus que l'on peut rencontrer dans certains cas (139). Elle est légèrement modulable en fonction de la nature des nutriments (la thermogénèse liée aux protéides est plus élevée que celle liée aux lipides, voir tableau n° 18), et du fractionnement des repas.

Différentes études réalisées chez l'obèse montrent qu'en situation de balance énergétique négative, la thermogénèse postprandiale dépend de l'apport énergétique total et non de la part respective des glucides et des lipides (132).

Le principal facteur de modulation des dépenses énergétiques de l'organisme est représenté par l'activité musculaire et la lutte contre le froid ; la dépense physique en particulier est très variable d'un individu à l'autre, selon son activité professionnelle et sportive ; on considère qu'elle représente environ 20% des dépenses d'un individu sédentaire. Il est à noter que le rendement du travail musculaire est inchangé chez les obèses, et n'intervient donc pas comme facteur de variation (139). Il y a un moyen simple d'augmenter ces dépenses : faire du sport... Des études ont montré que l'exercice physique augmente d'environ 7% le métabolisme de base, et multiplie par 1.6 la thermogénèse post-prandiale ; il a donc une action directe d'augmentation des dépenses, mais également une action indirecte par ce biais (100). L'activité physique est un facteur essentiel de l'hygiène de vie et du maintien du poids, malheureusement le cas le plus fréquent est la sédentarité, et l'augmentation des dépenses énergétiques de cette façon est souvent difficile, ou insuffisante.

L'autre solution pour perdre du poids est de réduire les apports, c'est-à-dire l'énergie amenée par les aliments consommés. La prise alimentaire est considérée comme le facteur déterminant de la régulation du poids corporel et de ses écarts (112). Interviennent à la fois la quantité d'aliments consommés, et la composition de ceux-ci. Pour Messing (in 28) la densité énergétique des aliments est le facteur-clé qui module l'apport calorique total, donc la balance énergétique ; or la densité énergétique des aliments est fortement corrélée à leur teneur en eau, et à leur teneur en lipides (133). Nous établissons ainsi la relation entre un apport énergétique trop important, donc une balance énergétique excédentaire, et la présence excessive de lipides dans l'alimentation. De nombreuses études épidémiologiques ont établi une relation significative entre obésité et ration lipidique élevée (67, 90). Les recommandations actuelles font de la limitation des aliments riches en lipides une des clefs de la prescription diététique chez l'obèse (3, 147).

En conclusion, nous avons vu qu'une balance énergétique positive, et donc à long terme un problème de surpoids, est la conséquence de dépenses trop faibles (sédentarité, facteurs génétiques), et/ou d'une prise alimentaire excessive. Les dépenses étant difficiles à moduler, c'est sur ce dernier facteur qu'il va être le plus simple d'agir, essentiellement en diminuant la densité énergétique des aliments, et en particulier en réduisant la place des

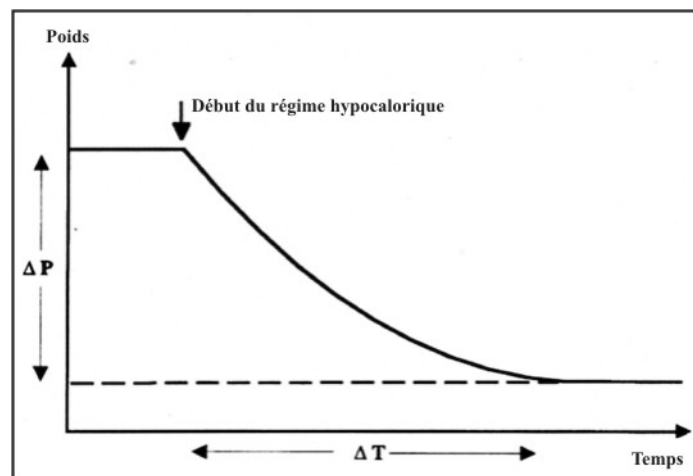
lipides dans la ration. Nous allons voir comment l'organisme réagit aux variations induites par la ration calorique quotidienne.

B.2.2. Adaptation de l'organisme aux variations de la balance énergétique

a - Adaptation à un régime restrictif

Lors de régime hypocalorique, on constate une baisse de la perte de poids au cours du temps, alors que les apports énergétiques restent constants ; ceci est illustré par le schéma suivant :

Graphique 2 : Evolution de la perte de poids au cours du temps lors de régime hypocalorique



(d'après 102)

Il y a en effet baisse des dépenses en cas de privation alimentaire : (47, 112)

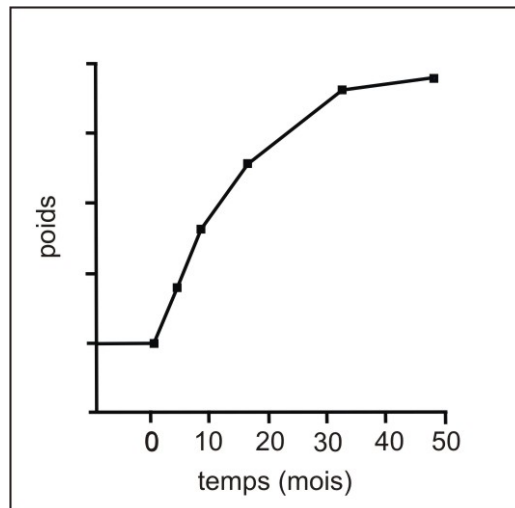
- baisse de la dépense énergétique par réduction de la masse corporelle ;
- diminution de la locomotion spontanée ;
- réduction du métabolisme de base (on parle d'hypométabolisme de jeûne) ;
- diminution du coût énergétique de l'activité physique secondaire à la réduction pondérale (63)
- baisse de la thermogénèse alimentaire, réduite à sa partie obligatoire.

Les dépenses baissant, si les apports restent constants, cela entraîne une réduction du déficit énergétique et donc de la perte de poids au cours du temps ; c'est un phénomène bien connu qui peut parfois décourager les personnes soumises à un régime restrictif.

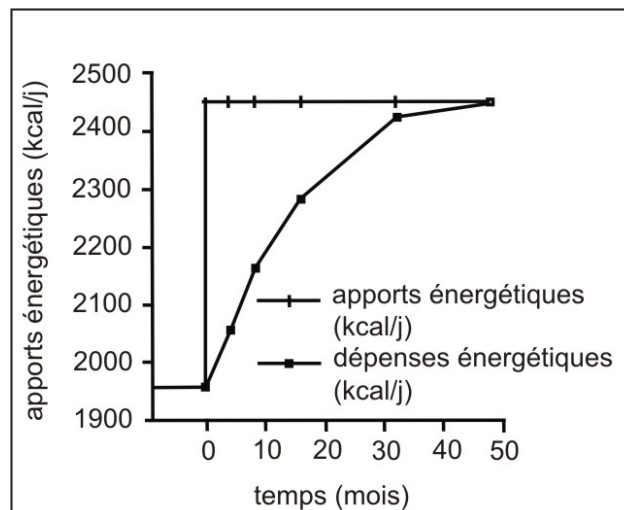
b - Adaptation de l'organisme lors de régime excédentaire

L'augmentation marquée et prolongée des apports énergétiques est toujours associée à un gain de poids et de masse grasse, indépendamment du contenu en glucides et lipides du régime (113). On constate lors d'un régime hypercalorique à apports constants que la prise de poids diminue au cours du temps, pour donner un palier correspondant à un nouveau poids d'équilibre ; c'est ce que montre le schéma suivant (139) :

Graphique 3 : Evolution du poids lors d'un régime hypercalorique



Graphique 4 : Evolution des dépenses énergétiques lors de régime hypercalorique



Les dépenses augmentent donc lorsque le poids augmente : (112)

- augmentation du métabolisme basal par augmentation de la masse corporelle (il semble qu'il y ait une augmentation d'environ 20 kcal/j par kilo de poids corporel supplémentaire – 139)
- augmentation de la thermogenèse alimentaire (part facultative) ;
- augmentation de la spoliation énergétique sous différentes formes (baisse du rendement musculaire par exemple).

De plus, en cas de surpoids, on constate une tendance à l'hyporexie, c'est-à-dire une baisse de l'appétit ; il y a inhibition partielle de la prise alimentaire jusqu'à correction : on parle de mécanisme lipostatique (94) ; la leptine, découverte en 1995, hormone sécrétée par les cellules adipeuses en proportion de leur masse, est le messager entre le tissu adipeux et le cerveau ; elle renseigne ce dernier sur l'état quantitatif du premier et permet la régulation à long terme de la masse adipeuse. Le niveau d'adiposité pour lequel intervient ce mécanisme est variable selon les sujets : plus il est élevé, plus le sujet est spontanément adipeux (93).

Les mécanismes que nous venons d'évoquer permettent à l'état physiologique une régulation performante pour maintenir un poids d'équilibre. Ils restent cependant quantitativement limités. Dans le cas de l'obésité, ces mécanismes sont débordés, nous verrons plus loin comment. Le facteur essentiel reste la prise alimentaire, et c'est son contrôle qui va être la condition déterminante de la perte de poids.

B.3. Principes du traitement de l'obésité

Le traitement de l'obésité comprend deux phases : une phase de perte de poids dans un premier temps, une phase de stabilisation pondérale dans un deuxième temps.

Pendant la phase de perte de poids, seul le déficit énergétique compte : au cours d'un régime hypocalorique contrôlé, la perte de poids est liée à l'importance de la restriction calorique et non à la composition en nutriments, ce qui n'est pas le cas dans le cadre d'un régime ad libitum (133, 147). Nous avons vu précédemment la courbe de perte de poids. Cette perte de poids s'accompagne d'une sensation de faim, inévitable, et c'est ce qui rend le régime pénible. La première cible diététique va être la matière grasse, car les lipides sont très

riches en énergie. Cette première étape va être la plus simple à mettre en place, bien qu'elle soit difficile à vivre pour le sujet.

La phase de stabilisation pondérale est plus difficile à gérer ; les patients obèses ont en effet de mauvaises habitudes alimentaires, et cela nécessite une éducation diététique et un changement de comportement à long terme (3, 147). La clé du maintien du poids dans le temps semble être la consommation d'une alimentation pauvre en lipides, associée à la pratique d'une activité physique régulière (61, 72, 147).

Un régime pauvre en graisses (de l'ordre de 20%) doit devenir une habitude de vie chez les sujets prédisposés à l'obésité, pour consolider le maintien de la perte de poids (67) ; pour assurer une bonne compliance (c'est-à-dire une bonne observation des prescriptions diététiques) le régime ne doit pas être rebutant à long terme : la palatabilité du régime hypolipidique est un élément essentiel de son acceptabilité (147). Des produits allégés agréables à consommer peuvent être une aide dans le cadre d'un tel régime, en évitant une trop grande frustration au sujet.

Notons par ailleurs qu'une voie d'avenir dans le traitement de l'obésité pourrait être l'utilisation d'un inhibiteur des lipases intestinales, donc de l'absorption des graisses : l'Orlistat ; il permet un déficit de 300 kcal/j en inhibant l'absorption d'environ 30g de lipides par jour (67, 75, 147). Là encore, les lipides sont la première cible...

Le succès à long terme d'un régime dépend donc de sa bonne observance ; il faut pour cela modifier les habitudes alimentaires des sujets, et prescrire un régime qui ne soit pas trop rebutant. L'hyperphagie étant une cause déterminante de la prise de poids, nous allons aborder le comportement alimentaire et ses dysfonctionnements.

B.4. Comportement alimentaire, régulation de la prise alimentaire

B.4.1. Notion d'apprentissage

« On entend par apprentissage tout changement durable dans le mécanisme d'un comportement, qui résulte de l'expérience de certains événements de l'environnement (...). C'est le mécanisme fondamental qui permet l'adaptation à un milieu donné, stable ou changeant. L'apprentissage qui permet l'adaptation du comportement alimentaire aux circonstances est d'abord un mécanisme involontaire et inconscient grâce auquel les caractéristiques sensorielles des aliments sont associées, après l'ingestion, aux conséquences

physiologiques qui suivent la consommation (...) En plus de cet apprentissage classique ou pavlovien, un apprentissage instrumental permet d'adapter nos conduites volontaires aux conditions de l'environnement. Choisir ses aliments, leur mode de préparation, les circonstances des repas, sont des conduites apprises obéissant à des lois qui sont étudiées par la science du comportement » (17). Ainsi, l'apprentissage est un mécanisme fondamental permettant l'adaptation du comportement alimentaire aux conditions changeantes des besoins nutritionnels et du bilan énergétique. Il va se baser sur les associations répétées entre les sensations qualitatives (goût, texture, odeur...), quantitatives, affectives, lors de la consommation d'un aliment, et ses effets post-ingestifs pour l'organisme : apports en énergie et nutriments, plaisir, toxicité... Nous en verrons divers exemples au cours des paragraphes suivants.

B.4.2. La motivation hédonique est innée

Autrement dit, le plaisir de manger est indissociable de l'acte de s'alimenter ; le besoin alimentaire ne peut se réduire au simple besoin nutritionnel.

Le plaisir de manger est inné, mais il comprend également une composante acquise importante, dans laquelle, nous le verrons, les apprentissages jouent un rôle fondamental.

La motivation hédonique revêt plusieurs aspects ; on peut en effet distinguer : (57)

- une composante discriminative qualitative,
- une composante discriminative quantitative,
- une composante affective.

L'aspect qualitatif correspond à la notion de « préférences alimentaires » : la palatabilité est un moteur essentiel de la sélection alimentaire ; on peut définir la palatabilité comme « la notion de plaisir alimentaire dans sa fonction motrice du comportement ingestif, chez l'Homme comme chez l'animal » (57).

Les préférences alimentaires ont une assise innée, probablement génétiquement déterminée ; la sensation gustative comporte ainsi une connotation hédonique, de plaisir ou déplaisir, de façon profonde, dans la plupart des espèces, en absence de tout apprentissage. Par exemple, la préférence pour les saveurs sucrées et l'évitement de l'amertume sont innés et

communs à de nombreuses espèces ; chez le nouveau-né, on constate un goût pour le sucré dès les premières heures de la vie (36). Notons par contre qu'en ce qui concerne l'olfaction, la perception en termes de plaisir ou déplaisir résulte uniquement des apprentissages et expériences vécues, et n'est pas inscrite de façon innée dans l'organisme (36).

On constate également un goût prononcé pour les aliments riches en lipides : ainsi, un nouveau-né tète-t-il plus activement un lait riche en matière grasse qu'un lait appauvri ; les lipides ne possèdent pas de récepteurs gustatifs spécifiques chez l'Homme, mais la flaveur, la texture, l'onctuosité d'un aliment riche en graisses assurent le plaisir de manger recherché (14).

Les apprentissages ont également un rôle très important dans les préférences et dégoûts alimentaires ; « l'effet Garcia », aversion conditionnée à un aliment particulier, est très significatif de ce rôle : on constate chez le rat qu'une seule association entre un goût particulier et un malaise ultérieur provoqué suffit à lui apprendre à éviter pour toujours ce goût particulier. L'Homme, comme l'animal, apprend étonnamment vite à éviter un aliment dont la consommation a été suivie, même plusieurs heures plus tard, d'un malaise, surtout gastro-intestinal. Ce comportement est favorisé si le goût est nouveau pour l'individu (112). Cette aversion conditionnée est importante pour la conservation de l'espèce, en apprenant aux individus à éviter les aliments potentiellement toxiques.

Inversement, si un aliment a des conséquences bénéfiques pour l'organisme, le sujet va développer une préférence pour cet aliment ; ainsi, si on donne à un rat un régime carencé en un acide aminé particulier, il va montrer une forte préférence pour un aliment qui contient cet acide aminé, même si cet aliment était peu apprécié auparavant (112).

Le plaisir de manger est lié également à la sécrétion d'opiacés endogènes (55) : chez l'animal, l'ingestion de friandises est suivie d'une sécrétion de « morphines endogènes » qui permettent de mieux supporter une douleur subie simultanément. Palatabilité, élévation du seuil de la douleur et dimension de la prise sont corrélées (99).

Le plaisir alimentaire est modulé par les facteurs « besoins de l'organisme », et « aptitude de l'aliment à les satisfaire », ainsi que par le rassasiement qui intervient peu à peu. La composante quantitative du plaisir alimentaire sera abordée dans le paragraphe sur faim, rassasiement et satiété.

La composante psychique du plaisir alimentaire est très importante : nous incorporons des aliments pour des finalités physiologiques, mais aussi affectives et symboliques. Les préférences et dégoûts ont comme nous venons de le voir une origine biologique, innée ou acquise, mais également une origine culturelle et identitaire : l'apprentissage des conduites alimentaires se fait dans un contexte familial et social, qui va donner à l'enfant des modèles à imiter, dans la famille puis parmi ses pairs, et conditionner ses comportements ultérieurs (36).

Pour résumer, on ne peut séparer l'aliment de la notion de plaisir. Le « gras sucré » est très apprécié, de l'Homme comme de nombreux animaux ; c'est le goût qui prédomine dans l'attirance pour le sucré, ce sont les caractéristiques oro-sensorielles, en particulier la texture, qui rendent les aliments gras palatables. Cette forte valeur hédonique des graisses rend difficile l'observance des régimes hypolipidiques, les aliments ayant moins de goût, et une texture moins appréciée. De plus, les préférences acquises au début de la vie peuvent être très résistantes à des changements ultérieurs, et conditionnent ainsi le comportement alimentaire de l'adulte, rendant souvent difficile le suivi d'un régime strict (14). D'où l'intérêt de produits allégés améliorés, dont le goût et la texture ont été travaillés, et qui ainsi se rapprochent des aliments familiers, dans l'observance à long terme des régimes hypocaloriques.

Il est à noter que le plaisir de manger commence à apparaître comme un critère à prendre en compte dans les recommandations sur les régimes alimentaires (46).

B.4.3. Phase céphalique de digestion

La phase céphalique de digestion est classiquement définie comme l'ensemble des réponses réflexes, aussi bien sécrétoires que motrices, qui sont déclenchées par la stimulation sensorielle due à l'aliment (96) : lors de prises répétées d'un même aliment, l'organisme établit inconsciemment un lien entre les stimuli (odeur, goût en particulier) et les effets post-ingestifs de cet aliment ; cela entraîne des réponses précoces pour préparer efficacement la digestion, l'absorption et le devenir des nutriments, tels qu'annoncés par leur image sensorielle (94).

Les réponses sont rapides, phasiques, leur déclenchement a lieu en anticipant sur la digestion et même sur l'ingestion : ainsi l'odeur d'un mets appétissant provoque-t-il la

salivation, sa consommation induit précocement salivation, sécrétions gastrique et pancréatique, ainsi qu'un changement de motricité au niveau de l'estomac et de l'intestin (96).

On décrit ainsi classiquement le réflexe oro-pancréatique, ou encore phase céphalique du réflexe de sécrétion d'insuline, particulièrement impliqué lors de l'ingestion de glucides. Il serait également un des facteurs de modulation de l'amplitude du repas en fonction de la palatabilité (98).

Ces réponses sont des réflexes conditionnés, établis lors de l'association répétée des stimuli sensoriels d'un aliment (odeur, goût, texture), et de ses effets ultérieurs sur l'organisme (apport en différents nutriments, énergie utilisable, etc...). On peut donc se poser la question dans ce contexte des conséquences de l'ingestion de produits allégés : il y a dans ce cas en effet dissociation entre l'information sensorielle, et le contenu réel en nutriments de ces produits, puisqu'ils sont élaborés pour ressembler aux produits classiques, mais ne contiennent pas ou peu de matière grasse et/ou de sucre ; ces aliments « trompent » l'organisme, qui prépare une réponse inadaptée à leur composition effective. Nous reviendrons ultérieurement sur cet aspect du problème ; cependant, si les produits allégés sont consommés de façon répétitive, il se fait un nouvel apprentissage, et on peut prévoir que les réponses seront adaptées aux caractéristiques de ce nouvel aliment, et non plus à celles du produit traditionnel (94).

B.4.4. Faim, rassasiement et satiété

Nous allons ici aborder les mécanismes de déclenchement et d'arrêt de la prise alimentaire.

La faim peut se définir comme un « état de motivation interne qui conduit spécifiquement au comportement de recherche et de consommation d'aliments » (56). Elle correspond à la nécessité de satisfaire un besoin global de nutriments énergétiques.

Le rassasiement est le processus qui permet l'interruption du comportement ingestif lorsque l'organisme estime que ses besoins nutritionnels sont couverts, avant l'absorption effective des nutriments (56).

La satiété est l'état de « non faim » qui caractérise la période post-prandiale tardive, lorsque les métabolites ingérés sont disponibles pour l'organisme (56).

Les mécanismes du déclenchement de la faim et du rassasiement sont différents, autonomes ; nous allons les aborder rapidement.

La faim a tout d'abord été attribuée à un facteur mécanique, l'état de déplétion ou de réplétion du tube digestif, mais cette explication ne suffisait pas ; on a donc cherché un stimulus métabolique, ce qui a donné lieu à plusieurs théories (112) :

- théorie glucostatique : Mayer, 1955. Elle attribue au glucose le rôle du signal déclenchant : l'apparition de la faim serait associée à une chute de la disponibilité intracellulaire du glucose (et non à la valeur absolue de la glycémie).
- théorie lipostatique : Kennedy, 1955 ; elle attribue le même rôle aux lipides.
- théorie aminostatique, proposée peu après les précédentes.
- théorie ischymétrique : Nicolaïdis, 1974. Le déclenchement de la faim dépendrait de l'état énergétique intracellulaire instantané ; elle permet de concilier les hypothèses précédentes, et est compatible avec le rôle privilégié du glucose dans le métabolisme énergétique. Ainsi, la baisse de l'intensité de celui-ci provoque la faim, alors que la restauration du niveau énergétique induit la satiété (et accessoirement favorise le sommeil !) (112).

Il en découle que tout facteur qui dérive le flux des métabolites entrants vers les réserves, au détriment des voies oxydatives productrices d'énergie, va favoriser le retour de la faim (94) ; la mise en réserve est accrue pour les nutriments très insulinosécréteurs, comme le glucose, de même que pour les lipides, à cause des voies métaboliques empruntées ; elle est diminuée pour les nutriments peu insulinosécréteurs (aliments riches en fibres par ex.), mais aussi par l'exercice physique, qui inhibe la sécrétion d'insuline (96).

A l'opposé, le phénomène de rassasiement permet l'arrêt de l'ingestion d'aliments, donc le contrôle quantitatif de la prise alimentaire à court terme ; les nutriments n'étant pas encore disponibles au niveau métabolique, il s'agit là encore d'un réflexe de régulation « anticipateur ». Les mécanismes en sont mal connus. On rapporte un effet rassasiant de l'insuline, par une action directe au niveau central, ainsi qu'un effet rassasiant du glucagon, confirmé chez plusieurs espèces, dont l'Homme (56). Le phénomène d'alliesthésie alimentaire négative permet également une régulation : on constate une réduction, voire une inversion du plaisir orosensoriel induit par les stimuli alimentaires quand l'état énergétique intérieur correspond à l'état de réplétion : on éprouve moins de plaisir à manger quand le

repas avance dans le temps. Interviennent en particulier dans ce phénomène des chémorécepteurs duodénaux sensibles à la composition et à la concentration en nutriments du bol alimentaire, notamment les glucides (56).

Le rassasiement est très sensible aux qualités sensorielles des aliments : la taille du repas augmente lorsque la valeur hédonique et la variété des aliments augmente (17). On constate également un effet de la composition en nutriments : les protéines et les glucides sont plus satiétogènes que les lipides, très palatables et de forte densité énergétique (28). Il existe également un rassasiement sensoriel spécifique, permettant de freiner la consommation d'un aliment venant d'être ingéré, en laissant la possibilité d'en absorber d'autres (57).

Le rassasiement repose en partie sur l'apprentissage (rassasiement conditionné) : l'organisme mémorise les effets post-ingestifs des aliments ; l'apprentissage d'un nouvel aliment nécessite quelques jours (58). Le rassasiement est alors ajusté aussi sur le contenu réel de l'aliment, et non plus sur ses seules qualités oro-sensorielles. Le phénomène de la compensation énergétique par adaptation du volume ingéré à la densité énergétique de l'aliment est un phénomène bien connu, retrouvé dans la majorité des espèces animales, dont l'Homme. Chez le rat, la dilution de l'aliment familier par l'addition de 20 à 50% de substances non absorbables (cellulose) entraîne en 24 à 48 heures une augmentation du volume quotidien consommé, qui rétablit la prise énergétique ; cet ajustement rapide et précis intervient chez l'animal dont le bilan énergétique est parfaitement équilibré (96). Il faut noter ici que le conditionnement du rassasiement par les lipides non émulsionnés n'a jamais été observé ; la lenteur de la vidange gastrique, l'absorption tardive des lipides rendent cette sorte d'apprentissage difficile (94).

Nous avons vu par ailleurs qu'il y existe des mécanismes régulateurs à long terme de la prise alimentaire (mécanisme lipostatique) : l'augmentation de la masse adipeuse a un effet inhibiteur sur la prise alimentaire (61).

L'ensemble de ces mécanismes permet une régulation efficace à l'état physiologique ; on constate cependant que chez l'Homme en particulier, les facteurs modulateurs de l'appétit peuvent masquer complètement les motivations physiologiques de la prise alimentaire, et donc mettre en défaut cette régulation (112).

B.4.5. Facteurs individuels et psychologiques de variation du comportement alimentaire

L'acte de manger, pour quotidien qu'il soit, n'en est pas pour autant anodin ; il permet bien sûr le maintien de la vie, en apportant à l'organisme les nutriments dont il a besoin, mais il permet également de se maintenir en forme et en bonne santé, il apporte plaisir et satisfaction, et il représente un acte social et d'identification par la valeur symbolique et culturelle des aliments (36). La prise alimentaire a en effet un fondement biologique, elle dépend de l'espèce considérée et du patrimoine génétique particulier de l'individu concerné ; mais elle a également une assise culturelle fondamentale, dépendant de l'époque et du lieu où l'on vit ; il y a des interactions permanentes et complexes entre le biologique et le culturel, et avec les expériences que va vivre l'individu au cours de sa vie (36).

Le patrimoine biologique dépend de l'espèce et du sujet concerné : âge, sexe, bagage génétique individuel ; on constate par exemple dès la naissance des différences dans l'avidité avec laquelle têtent les nourrissons ; les perceptions sensorielles sont également très variables : ainsi pour la gustation ou l'olfaction, les seuils perceptifs peuvent aller de 1 à 500, voire plus ! (36) La génétique intervient également dans la prédisposition de l'individu à l'obésité : des travaux d'épidémiologie génétique ont montré que 25% de la variation observée chez les sujets humains pour la masse totale de graisse sont expliqués par un facteur héréditaire (29). Nous en avons vu quelques aspects précédemment. Il semble aussi que les obèses auraient une prédilection sensitive particulière pour les mets riches en graisses (105).

Le comportement alimentaire est également à déterminisme culturel ; il dépend du contexte social et familial, de l'avancement des connaissances à un moment donné ; manger, c'est incorporer, dans la réalité comme en symbolique, tout ou partie des propriétés d'un aliment, et cet aspect symbolique est très important dans la formation des goûts et dégoûts alimentaires (36). Un exemple peut illustrer ceci : les produits allégés sont régulièrement considérés comme moins bons que les produits classiques lorsqu'ils sont goûtés en aveugle ; cette appréciation change souvent lorsque le sujet sait que le produit est allégé, donc « bon pour la santé » : il y a interaction entre la perception que l'on a de l'aliment, et la connaissance de sa composition ou de ses bienfaits, réels ou supposés (45). Les psychosociologues ont introduit l'idée de « cacophonie alimentaire » dans la construction actuelle des comportements alimentaires ; les modèles qui conduisent l'enfant à structurer son

comportement sont en effet plus nombreux qu'avant et parfois contradictoires (famille, amis, cantine, publicité, idoles...) (104).

Certains facteurs peuvent être rapportés ; ainsi on a constaté qu'un excès de contrôle parental donne l'inverse du but recherché, et diminue la capacité d'autorégulation de l'enfant ; les interdits sont générateurs de transgression, donc contre-productifs : il faut par exemple éviter d'interdire totalement le sucré sous peine d'engendrer frustration et comportements excessifs (60).

Nous venons d'aborder les grands mécanismes du comportement alimentaire, et de sa régulation ; bien que généralement efficaces, ils sont pris en défaut chez l'individu qui développe un surpoids. Nous allons maintenant voir quelques aspects de ce dysfonctionnement.

B.5. Facteurs de dysrégulation de la prise alimentaire

De nombreuses causes peuvent augmenter ou diminuer le désir de manger, quel que soit le besoin réel de l'organisme par ailleurs ; ces facteurs modulateurs peuvent prendre le pas sur les motivations physiologiques seules ; ils sont complexes, liés à en particulier à des contraintes psycho-sociologiques : les facteurs affectifs sont puissants chez l'Homme, et même chez l'animal (97). Dans le cadre de cette étude, ce sont les causes favorisant une surconsommation alimentaire, et donc un surpoids, qui nous intéresseront.

B.5.1. Facteurs liés au mode de vie

a - Stress

La réponse au stress est variable : 47% des hommes, 37% des femmes disent augmenter leur consommation alimentaire sous l'effet du stress (97). Chez l'individu qui mange sans faim, uniquement pour soulager un état de stress, la régulation de la prise alimentaire est débordée par la recherche du réconfort, vraisemblablement par l'intermédiaire de la sécrétion d'opiacés endogènes (96).

Une hyperphagie génératrice d'obésité a été décrite chez des rats que l'on stresse en leur pinçant légèrement la queue, trois fois par jour, par séances de 10 à 20 minutes ; cet « agacement » entraîne une prise d'aliments avec voracité, et le supplément d'apport calorique n'est pas soustrait des aliments consommés ultérieurement (112).

Un sujet « mal dans sa peau », qui a expérimenté un mieux-être après un repas apprécié, va adopter le comportement de manger sans faim quand il est à la recherche de réconfort (55).

b - Grignotage

Un sondage Ipsos de 2003 indique que 92% des français grignotent entre les repas (128). Or il semble qu'un petit « en-cas » (200-300 kcal pour l'Homme) ne soit pas pris en compte par l'organisme, et constitue donc un supplément qui augmente l'apport calorique quotidien, avec des répercussions possibles sur le poids de l'individu à long terme (97). D'autre part, les calories apportées par les boissons énergétiques (sodas, laits aromatisés, etc...) semblent également mal prises en compte, elles constituent elles aussi un « supplément » : tout se passe comme si le cerveau n'était pas capable de compter les calories liquides (93, 142, 147). La consommation de boissons sucrées en France, même si elle est loin derrière celle des Etats-Unis, atteint tout de même en moyenne 100 ml chez l'adulte et 200 ml chez l'adolescent (132).

Le grignotage est favorisé par la disponibilité de « snacks » pratiques et appétents, la déstructuration des repas, la sédentarité et l'omniprésence de la télévision.

c - Petit déjeuner escamoté

Il existe un rythme circadien chez les sujets animaux comme humains : un même repas pris le matin ou le soir est digéré, absorbé dans des conditions métaboliques et endocriniennes différentes ; ainsi, un seul repas quotidien de 2000 kcal peut induire une perte de poids s'il est ingéré le matin, et une prise de poids s'il est ingéré le soir (97). Une étude épidémiologique montre que les enfants en surpoids mangent moins au petit déjeuner que leurs congénères de poids normal (97).

d - Sédentarité

Chez le rat, la prise énergétique s'ajuste très bien à la dépense pour des activités fortes ou modérées : on a alors un équilibre du poids ; par contre, si l'activité physique est très restreinte, la consommation alimentaire ne diminue pas en conséquence : le bilan énergétique devient positif, et le poids augmente (117).

On peut penser que l'activité physique très limitée de l'Homme moderne est un facteur non négligeable de la prévalence du surpoids et de l'obésité dans nos sociétés.

B.5.2. Facteurs individuels de dysrégulation de la prise alimentaire

Nous avons vu qu'il existait des facteurs génétiques et psychosociologiques dans la prédisposition au surpoids ; une étude épidémiologique met en évidence ce rôle important de l'héritage génétique : faite sur 500 enfants adoptés, dont on connaissait à la fois les parents biologiques et adoptifs, elle montre que l'index d'obésité des enfants est fortement corrélé à celui des parents biologiques, mais pas à celui des parents adoptifs (117).

Pour des raisons vraisemblablement génétiques, les individus obèses sont plus enclins à la surconsommation, de graisses en particulier, et métaboliquement moins aptes à éliminer l'excédent (en augmentant le processus d'oxydation des lipides) (67). Ainsi, ceux chez qui la mise en réserve des nutriments est favorisée auront plus vite faim, et mangeront donc plus ; de même, nous avons vu que la thermogenèse facultative peut-être déficiente chez certains sujets, qui accumuleront plus de tissu adipeux que les sujets normaux, à prise énergétique égale (117).

Le stress, les problèmes affectifs et psychologiques, sont autant de facteurs individuels qui vont également influencer la prise alimentaire, indépendamment du bagage génétique de l'individu ; le processus de restriction cognitive, qui consiste en une limitation alimentaire chronique (« régimes » à répétition), favorise la survenue de troubles, en particulier d'accès boulimiques ; il s'installe un cercle vicieux, restriction, frustration, puis désinhibition, qui peut être sans fin : on ne mange plus alors avec son ventre, mais avec sa tête ! (147)

Le contexte social est lui aussi un facteur aggravant : les familles les plus pauvres ont tendance à avoir le plus fort taux d'obésité, surtout chez les enfants ; en cause, le manque d'éducation, le manque d'exercice, le manque de moyens pour acheter une nourriture plus équilibrée ; l'huile, le sucre, les féculents sont devenus bon marché partout dans le monde, mais pas les fruits ou les légumes. En Grande-Bretagne, des études ont mis en évidence le rapport entre obésité et précarité. (« Obésité : vers une épidémie mondiale » ; émission diffusée sur Arte le 17/05/05).

B.5.3. Rôle des aliments dans la dysrégulation de la prise alimentaire

Il existe 2 types de surconsommations pour lesquelles l'aliment joue un rôle (93) :

- une surconsommation active, liée au plaisir alimentaire, lui-même lié à la sécrétion d'opiacés endogènes ; ainsi les aliments sucrés, le gras-onctueux, peuvent-ils être trop consommés pour la satisfaction qu'ils procurent ; ce sont malheureusement souvent des produits riches en énergie qui sont ainsi appréciés. L'omniprésence du « gras-sucré » est souvent dénoncée par les nutritionnistes ; les exemples typiques étant les barres chocolatées ou les pâtisseries industrielles et autres viennoiseries. La palatabilité d'un aliment affecte le rassasiement, facilite la poursuite de la prise alimentaire et diminue la compensation calorique (132).
- une surconsommation passive, liée à la nature de l'aliment, dense en énergie, ou favorisant par sa nature la mise en réserve et donc le retour de la faim.

Les caractéristiques de l'alimentation moderne favorisent cette surconsommation : les aliments sont palatables, très variés, et disponibles à tout moment et en tout lieu ; cette diversité et cette abondance prennent souvent en défaut les mécanismes de régulation que nous avons envisagés précédemment.

Un exemple typique est souvent rapporté chez le rat ; si on lui offre une nourriture appétente, variée, abondante (on parle de « régime cafétéria »), ce régime induit chez le rat une surconsommation calorique importante, jusqu'à 80% de plus que chez des rats soumis au régime standard de laboratoire ; à terme, cette surconsommation aboutit à l'obésité (112) - remarquons que le rat est un sujet d'expérience apprécié des chercheurs en nutrition car c'est un omnivore au même titre que l'Homme.

Une autre expérience montre l'effet de la variété de l'alimentation sur la quantité ingérée : on a observé une prise alimentaire plus importante chez des sujets à qui l'on présente 3 yaourts de parfum différent (noisette, cassis, orange), distincts par le goût, la texture et la couleur, que chez les sujets à qui l'on présente un seul parfum, même si ce dernier est leur parfum préféré ; cependant, si l'on présente 3 yaourts distincts seulement par le goût, on observe que les sujets n'ont pas augmenté leur consommation. Ainsi, la présentation d'aliments variés pendant le repas augmente la prise alimentaire, et plus la nourriture est différente, plus importante est cette augmentation (130).

A contrario, on peut observer des amaigrissements massifs chez des sujets humains obèses lorsqu'ils sont soumis à une alimentation ad libitum complète et équilibrée mais sensoriellement très monotone (33). De même, on constate que l'acceptabilité d'un aliment pour le sujet humain diminue quand il est présenté trop fréquemment, bien que ce phénomène affecte peu les aliments de base, type pain, lait, viande... (97).

Les lipides interviennent dans le phénomène de surconsommation alimentaire d'abord par la palatabilité qu'ils confèrent aux aliments, mais ils favorisent également la surconsommation passive, de plusieurs façons : les aliments gras ayant une densité énergétique élevée, les sujets semblent ajuster les ingesta sur le volume absorbé, et non en fonction des calories ingérées : l'effet satiétogène des lipides est bas, le consommateur a l'impression de manger peu alors qu'il ingère une énergie facilement excessive (118) ; de plus, les aliments gras étant digérés lentement, l'apprentissage de leur contenu énergétique se fait mal : bien que sources d'énergie, les lipides non émulsionnés (donc à digestion lente) ne semblent pas être correctement pris en compte par l'organisme (96) ; il n'y a alors pas d'ajustement de la quantité consommée à la valeur nutritionnelle réelle ; enfin, une quantité importante de lipides alimentaires favorise leur mise en réserve, et donc accélère le retour précoce de la faim, car l'organisme manque de carburant immédiatement disponible (93) ; en effet, l'oxydation des lipides n'augmente pas quand les apports alimentaires sont élevés, contrairement à ce qui est observé pour les autres macronutriments (131). La seule solution pour l'organisme est donc de stocker l'excédent énergétique dans le tissu adipeux (147). Le tableau suivant récapitule les différentes caractéristiques expliquant pourquoi les lipides sont les nutriments qui font le plus grossir.

Tableau 18 : Nutriments et prise de poids

	Glucides	Lipides	Protéines
Satiété	++	+	+++
Palatabilité	++	+++	+
Energie (kcal/g)	4	9	4
Thermogénèse post-p.	++	+	+++

(d'après 28)

On montre par le biais des quotients respiratoires liés aux différentes catégories de nutriments que pour que le poids et la composition corporelle restent stables, il faut que les

aliments apportent 15% de calories sous forme de protéines, au plus 35% sous forme de lipides, et au moins 50% sous forme de glucides. Si le régime contient plus de lipides, le supplément sera mis en réserve et le sujet deviendra adipeux puis obèse (93). L'examen de la ration moyenne dans nos pays montre qu'elle est largement excédentaire en lipides (voir tableau 17), et donc favorise les problèmes de poids.

Nous avons vu que l'alimentation moderne était trop riche, en particulier en sucres et en graisses, d'autant plus que l'Homme d'aujourd'hui, devenu souvent sédentaire, voit ses besoins énergétiques très diminués ; la conséquence de cet état de fait étant une inquiétante augmentation du surpoids et de l'obésité dans nos sociétés. Il ne fait pas de doute qu'il faut aller vers une alimentation plus légère et mieux équilibrée ; les produits allégés, moins riches en calories, en lipides, en sucres, peuvent-ils nous y aider ? Ces aliments, peu discernables au plan sensoriel des produits classiques, mais dont la composition peut être très différente, trompent-ils le métabolisme, et avec quel résultat ? Nous allons essayer d'examiner de plus près leurs effets sur l'organisme pour tenter d'y répondre.



C. Produits allégés et nutrition

Nous verrons successivement les raisons pour lesquelles les produits allégés ne font pas de miracle en cas de problème de poids, mais aussi l'intérêt qu'ils peuvent avoir dans le cadre d'un régime amaigrissant équilibré.

C.1. Les produits allégés ne font pas maigrir

Un premier exemple nous est donné par l'épidémiologie : on constate que les consommateurs d'édulcorants intenses sont plus lourds que la moyenne (19).

Une étude épidémiologique en France a montré que les femmes qui consomment habituellement un ou plusieurs produits allégés en lipides ont un IMC et des mesures anthropométriques (circonférences) plus élevés que les femmes qui n'en consomment jamais (20) ; une autre que les consommateurs d'édulcorants intenses sont souvent des femmes, avec un IMC supérieur aux non consommateurs (19). Aux Etats-Unis, une étude a comparé sur un an deux populations de femmes, l'une consommant régulièrement des édulcorants et des produits allégés, l'autre pas (plus de 70 000 sujets) : après un an, celles qui consommaient des édulcorants avaient en moyenne davantage grossi que celles qui n'en consommaient pas, et il y avait au contraire plus de femmes ayant perdu du poids dans le groupe non-consommateur (136).

Ces résultats ne signifient pas non plus que le surpoids est causé par la consommation de produits allégés ! mais que cette consommation ne suffit pas à faire maigrir. Pour ceux qui devraient suivre un régime mais n'en ont pas le courage, la consommation d'édulcorants ou de produits allégés est facilement un alibi.

Nous avons vu précédemment que lorsqu'il y a déficit énergétique, il existe des réponses compensatrices pour rétablir l'équilibre de la balance. Le déficit provoque une sensation de faim, et une augmentation de la prise alimentaire dans les heures qui suivent. L'utilisation de produits allégés ne permet pas de mettre en échec ces mécanismes : il y a une économie calorique immédiate, au cours du repas, mais une compensation plus ou moins complète par la suite.

Quelques expériences sont assez significatives ; on peut tout d'abord montrer l'existence d'une compensation à court terme :

Des sujets d'âge moyen ont ingéré comme déjeuner un plat complet contenant 435 kcal, et lors d'une autre session le même plat allégé en lipides ne contenant que 260 kcal ; le poids, les teneurs en protéides et glucides sont identiques pour les deux versions ; la mesure des consommations faites par les sujets au cours des 8 heures suivant l'ingestion a montré que l'allègement du plat est compensé à 43% (71). Lors d'une autre étude sur des sujets plus jeunes (22-25 ans), le plat faisait partie d'un repas comprenant fromages, desserts, pain à volonté ; dans ce cas, l'allègement n'est jamais compensé au cours du repas, mais compensé à 70% au cours des repas suivants (97).

Des sujets ont ingéré en milieu de matinée, soit un yaourt sucré (295 kcal), soit un yaourt édulcoré (131 kcal) ; le relevé de leur prise alimentaire au cours des heures suivantes a montré que le yaourt édulcoré était suivi d'une consommation supérieure de 200 kcal à celle qui suivait le yaourt avec saccharose (25). On peut expliquer ceci par le fait que le goût sucré induit par conditionnement la sécrétion d'insuline (le saccharose étant très insulinosécréteur) ; l'aliment édulcoré n'apportant pas le carburant prévu, l'insuline provoque une hypoglycémie et le retour précoce de la faim, d'où la compensation observée (97). Les conséquences de l'ingestion d'un édulcorant sont cependant à moduler en fonction de l'état du sujet (jeûne ou satiété), et du produit absorbé, selon que celui-ci apporte plus ou moins rapidement des métabolites à l'organisme (soda, ou entremets laitier plus nourrissant, par exemple) (96).

Notons à cette occasion que lorsque l'aspartame est ingéré sous forme de capsule, donc sans goût sucré, il diminue la prise alimentaire (62) ; la phénylalanine contenue dans l'aspartame est en effet un puissant stimulant de la sécrétion de cholécystokinine, qui participe à la régulation de la prise alimentaire en induisant la satiété (73). Il y a donc dans le cas de l'aspartame deux effets contradictoires : une stimulation de l'appétit due au goût sucré, et un effet de satiété dû à la phénylalanine (18).

Quel est l'effet des produits allégés à plus long terme ?

Une étude portant sur des adolescents (15-17 ans) ingérant une mousse de fraises très allégée au goûter (80 kcal/125g) montre qu'il n'y a pas de compensation au cours du premier dîner, mais qu'une compensation totale a lieu au bout de 5 jours (100).

Une autre étude montre l'effet de l'apprentissage sur l'apparition d'une compensation : après consommation du même poids de 2 versions, l'une hypocalorique (5g de maltodextrines, arôme tomate, jour 1), l'autre normocalorique (45g de maltodextrines, arôme épinard, jour 2) d'un flan auquel ils ne sont pas habitués, de jeunes adultes ingèrent la même

quantité du même plat P suivant. Après répétition de ces deux jours tests pendant 5 semaines consécutives, les sujets ajustent parfaitement les quantités de P ingérées en fonction de la teneur énergétique des flans. Quand alors l'arôme est inversé, les sujets consomment P en quantités correspondant à ce qu'ils ont « appris », c'est-à-dire en fonction de l'arôme, et non en fonction de la teneur énergétique réelle (93).

A court terme, nous avons donc une compensation plus ou moins importante du déficit énergétique ; cela est vrai en particulier avec les aliments allégés en sucre, par la sécrétion d'insuline que provoque le goût sucré. A plus long terme intervient l'apprentissage, et la compensation se fait d'autant mieux. Il faut pour cela une association répétée de l'aliment allégé et de ses effets post-ingestifs, ce qui se produit rarement dans la réalité ; les chercheurs s'accordent pour reconnaître la complexité des réponses lors de panachage de produits classiques et allégés, (car l'apprentissage est rendu difficile voire impossible), et la nécessité d'études plus approfondies dans ce domaine. En 1992, 15 nutritionnistes pointaient du doigt le « mirage des allégés » dans la revue *Que Choisir*, expliquant que les allégés ne faisaient pas maigrir, sauf dans le cadre d'un régime strictement surveillé, et que le plus important était une alimentation structurée et équilibrée (108).

D'autres reproches sont faits aux allégés ; ainsi, lorsqu'ils sont élaborés (édulcorants, substituts de matière grasse, arômes), leur appétence risque d'augmenter la consommation « pour le plaisir », et donc aller à l'encontre du but recherché. De même, en déculpabilisant le consommateur, qui se donne « bonne conscience », on risque de voir une consommation accrue, et donc un effet pervers de ce type de produits. On a constaté par exemple une surconsommation de l'ordre de 50% avec les pâtes à tartiner allégées, car elles font « moins grossir », et sont également plus faciles à tartiner (114).

Un autre effet négatif serait le risque de trop habituer les enfants au goût du sucre avec les édulcorants, et d'instaurer à table le rituel des boissons sucrées sous prétexte que les produits édulcorés ne font pas grossir, et ne favorisent pas la formation de caries. Nous avons déjà tendance à manger trop sucré, au détriment du « salé », et cette habitude est dénoncée par les nutritionnistes (136), d'autant plus qu'en s'accoutumant à une saveur de plus en plus sucrée, le seuil de perception s'élève et le goût pour cette saveur s'accroît parallèlement (109).

On reproche également aux allégés d'être « pleins d'additifs ». Cependant, les laits, yaourts et fromages blancs maigres nature n'en contiennent pas, pas plus que les fromages allégés au sens réglementaire du terme ; dans les corps gras concrets allégés, seuls les

épaississants et stabilisants s'ajoutent aux additifs autorisés pour les produits de référence, comme les antioxygènes, émulsifiants, correcteurs d'acidité (109). De plus, ces additifs sont reconnus sans risque pour la santé lorsqu'ils respectent les doses maximales prescrites.

Il semble donc bien établi que la consommation de produits allégés ne suffit pas à faire maigrir, et qu'il ne faut pas en attendre de miracles. Le risque étant de plus que le consommateur se donne bonne conscience en achetant des produits « bons pour la santé », et néglige de repenser son alimentation de façon rationnelle, en veillant en particulier à son équilibre nutritionnel. Nous allons voir que les produits allégés peuvent cependant être une aide pour ceux qui entrent dans une démarche de perte de poids.

C.2. Les allégés peuvent être utiles dans le cadre d'un régime

Les quelques expériences rapportées ci-dessous sont significatives des possibilités qu'offrent les produits allégés.

Des femmes de 22 à 41 ans de poids normal ont été soumises à trois régimes différents pendant des périodes de 15 jours pour chaque régime. Les mêmes aliments étant préparés de façon que l'un des régimes comprenne 15-20% de calories lipidiques, l'autre 30-35%, le dernier 45-50%. Les régimes étaient présentés en ordre aléatoire à chaque sujet, les différentes versions étant également appréciées. La prise calorique totale lors du régime hypolipidique (2087 kcal) fut en moyenne inférieure de 11% à celle du régime moyennement lipidique (2352 kcal) ; celle du régime hyperlipidique (2714 kcal) fut supérieure de 15% à celle du régime moyennement lipidique. Sur les régimes hypo- et hyperlipidique, les sujets ont respectivement perdu ou gagné du poids, mais les différences ne sont pas significatives (91).

Chez des sujets obèses, à leur insu et pendant 20 jours, le remplacement quotidien d'en moyenne 60g de lipides par 60g de polyester de saccharose (non absorbé) a induit une diminution de la prise calorique de 23% ; l'allègement lipidique de 540 kcal n'a pas été compensé, les sujets ont perdu en moyenne 180 g/j pendant les 20 jours ; le bilan lipidique sanguin des sujets a été également largement amélioré (65).

Une autre étude porte sur des sujets humains de poids normal et obèses. Les sujets ont consommé à volonté pendant une semaine un choix d'aliments de basse densité calorique (en moyenne 0.7 kcal/g), et pendant une autre semaine, toujours à volonté, un choix d'aliments à haute densité calorique (1.5 kcal/g). Chaque sujet a reçu ces régimes en ordre

aléatoire ; les deux régimes ont été également appréciés. Au cours de chacune des deux semaines, les sujets se sont déclarés également rassasiés ; cependant, ils ont consommé en moyenne 1570 kcal/j avec le régime « léger », et 3000 kcal/j avec les aliments « denses ». On observe donc une réduction spectaculaire des calories ingérées, de façon spontanée, par une sélection d'aliments de faible densité énergétique (48).

En ce qui concerne les édulcorants, on a vu qu'il y avait compensation partielle assez rapidement. Cependant l'utilisation des édulcorants dans les boissons semble beaucoup plus efficace pour réduire l'apport énergétique ; on a vu en effet que les calories liquides ne sont pas comptabilisées par l'organisme, et constituent un supplément. Une expérience le montre : des sujets adultes normo-pondéraux, sans restriction alimentaire, sont suivis pendant 9 semaines ; pendant 3 semaines la boisson est libre, pendant 3 autres semaines ils doivent boire chaque jour 1.2l de soda au fructose, pendant encore 3 semaines ils consomment la version allégée du soda, soit 1.2l de soda à l'aspartame ; par rapport à la période libre, l'adjonction du soda au fructose (530 kcal) induit une augmentation de la prise énergétique quotidienne de 335 kcal, et celle de l'allégé la réduit de 179 kcal (142). Une étude prospective sur 19 mois a établi que l'augmentation de l'adiposité corporelle chez des enfants américains âgés d'une douzaine d'années était significativement corrélée à la consommation de boissons sucrées, en particulier de sodas (101).

Une autre étude portant sur les édulcorants a remplacé pendant 15 jours tous les éléments sucrés d'un régime par les mêmes aliments édulcorés à l'aspartame ; le résultat est une réduction de la prise énergétique totale : 60% seulement des calories manquantes ont été compensées (97).

L'utilisation de produits allégés, même en libre consommation, induit une réduction de la prise excédentaire ; c'est le cas par exemple chez le sujet qui spontanément mange trop, parce que les lipides de son alimentation sont mis en réserve au lieu d'être oxydés (131) ; c'est le cas également des sujets à la recherche du réconfort que procure un aliment apprécié : des allégés agréables à consommer joueraient leur rôle de « réconfort » tout en permettant une réduction substantielle de la prise énergétique spontanée (94, 96). De même, les allégés peuvent aider à limiter les effets néfastes des grignotages, qui sont des consommations alimentaires « de luxe ». En effet il semble bien qu'un allègement lipidique ou glucidique chez des sujets adultes ne soit que partiellement compensé. Des produits allégés bien utilisés peuvent donc aider à atténuer ou annuler une prise de poids.

Les exemples précédents sont envisagés dans le cadre d'un régime 'ad libitum', sans restriction calorique. Un autre cas de figure est le régime hypocalorique, n'assurant pas la couverture des dépenses : il n'y a alors pas de phénomène de compensation possible, et la sensation de faim est inévitable ; les aliments allégés, par leur faible densité énergétique, assurent la réplétion gastrique et permettent de rassasier transitoirement le sujet, donc aident à mieux supporter les privations liées au régime (96) ; ils permettent aussi de se faire plaisir sans culpabiliser, et donc assurent un meilleur suivi du régime à long terme. Il a été montré que les restrictions alimentaires augmentaient l'appétence pour le sucré ; dans ce cas, les édulcorants intenses ont l'avantage de satisfaire cette attirance sans apporter de calories (49).

Enfin, même s'il y a compensation plus ou moins importante du déficit énergétique, dans le cadre d'un régime ad libitum, le contenu nutritionnel du régime est modifié dans un sens favorable (en particulier diminution des lipides saturés) (17). La compensation porte sur les divers nutriments du régime, et pas seulement sur les lipides ; on constate ainsi une amélioration sensible de la composition de la ration, en baissant le pourcentage de calories lipidiques ingérées (94, 97).

Notons que souvent la compensation est partielle chez l'adulte, et plus complète chez le jeune : les enfants sont considérés comme de meilleurs « régulateurs » que les adultes (18).

Citons M. Fantino : "Du point de vue de la répartition qualitative de la ration alimentaire, et à condition de respecter une certaine mesure, le nutritionniste ne peut certainement qu'approuver l'usage des produits allégés, qui peuvent contribuer à un meilleur équilibre nutritionnel" (58).

C.3. Autres aspects nutritionnels de la consommation de produits allégés

Nous avons vu l'intérêt nutritionnel des matières grasses, en particulier laitières dans le cas présent. Elles apportent à l'organisme vitamines liposolubles et acides gras, les AG saturés et le cholestérol étant utiles à faibles doses. Une chasse aux lipides trop draconienne peut entraîner des risques de déficiences de ces apports. De plus, souvent associés à une restriction calorique qui peut être importante, ces régimes peuvent provoquer également des déficiences minérales et vitaminiques plus générales. Dans beaucoup de pays, les jeunes filles et les femmes sont un groupe à risque pour les carences nutritionnelles, par l'application de « régimes » à répétition, souvent déséquilibrés ou trop draconiens (moins de 1300 kcal/j) ; nombreuses sont celles dont l'apport quotidien est de 1700 à 1900 kcal/j ; même à ce niveau,

il devient difficile d'assurer la couverture en certains nutriments indispensables, vitamines, minéraux (en particulier le fer), surtout si le régime est mal équilibré (50).

La plupart des régimes entraînent un risque de déficience vitaminique, les plus courantes étant pour les vitamines B1, B6, D et E. Une couverture correcte de l'ensemble des besoins implique un niveau énergétique minimum, et une diversification alimentaire (24).

Cela explique que la loi autorise la restauration, voire l'enrichissement en vitamines et/ou minéraux (calcium, fer, magnésium...) des produits alimentaires manufacturés, appauvris par les procédés technologiques, la durée de conservation ou l'allègement en matière grasse. Si la restriction calorique devient une nécessité compte tenu d'un mode de vie sédentaire et de la prévalence de l'obésité, il faut augmenter la densité nutritionnelle et veiller à l'équilibre de la ration, et cela passe parfois aussi par l'utilisation de suppléments polyvitaminés pour éviter tout risque de carence (24, 50). Cela signifie également une vigilance dans l'utilisation des substituts et additifs, qui ne doivent pas compromettre la biodisponibilité des vitamines liposolubles dans le cas qui nous intéresse. Les populations sensibles comme les enfants ou les personnes âgées seront plus particulièrement surveillées (15).

La notion de densité nutritionnelle devient primordiale dans le cadre d'une alimentation restreinte ; on considère qu'actuellement 60% de la ration en moyenne sont constitués par des aliments n'apportant pas ou peu de vitamines et minéraux : saccharose, alcool, aliments raffinés (pain blanc par exemple) (50).

Un dernier point positif est l'autorisation des boissons et aliments édulcorés pour les diabétiques ; en effet, tout ce qui peut faciliter la vie sociale de ces patients est bienvenu (136).

Conclusion sur la partie nutritionnelle :

Il existe une rupture du programme biologique du comportement alimentaire dans nos sociétés, par la suppression de ses stades préliminaires : plus besoin de partir à la recherche de nourriture, les aliments s'offrent à tout moment et en tout lieu ; la richesse énergétique, l'abondance, la variété de ces aliments, de même que la réduction massive des besoins en énergie, prennent souvent en défaut les systèmes de régulation de l'organisme, et l'obésité devient un vrai problème de santé publique.

Les aliments allégés peuvent être un élément intéressant d'un point de vue nutritionnel, dans le cadre de la lutte contre le surpoids ; il faut cependant distinguer deux cas de figure :

Dans le cadre d'un régime 'ad libitum', ils permettent une réduction de la prise excédentaire, donc évitent ou limitent une prise de poids ; cela est vrai en particulier pour les produits allégés en matière grasse, de par la surconsommation alimentaire, active ou passive, liée aux aliments riches en lipides. Ils permettent de plus une amélioration de la composition globale de la ration, en abaissant le pourcentage de calories lipidiques. Ils ne doivent cependant pas servir d'alibi pour des personnes qui devraient suivre un régime, mais n'en n'ont pas le courage.

Dans le cadre d'un régime hypocalorique contrôlé, où le sujet accepte les privations et la sensation de faim, inévitable, tout aliment équilibré et de faible densité calorique est bienvenu ; les produits allégés, et en particulier les produits laitiers, peuvent être intégrés avec succès à ce type de régime, car ils permettent également une meilleure compliance à long terme, en apportant un peu de gourmandise dans des régimes pouvant être parfois monotones ou rébarbatifs pour le sujet.



CONCLUSION GENERALE

Les produits laitiers allégés se sont beaucoup développés depuis leurs débuts, et l'autorisation des premiers laitages maigres. Les progrès techniques et la réglementation leur ont permis d'évoluer, ils se sont diversifiés et améliorés, pour arriver à un résultat organoleptique optimal : travail sur les substituts de la matière grasse, les édulcorants, les arômes, les procédés technologiques, ont permis d'améliorer texture et goût, et ils sont plébiscités par les consommateurs.

Ils sont souvent utilisés par des personnes sans problème de poids spécifique, à la recherche de produits permissifs et de qualité, et sont bienvenus à une époque où sédentarisation et mécanisation du travail se généralisant, tout ce qui permet de limiter l'apport calorique en maintenant une densité nutritionnelle convenable est appréciable.

Les nutritionnistes s'accordent à reconnaître qu'ils peuvent aider les personnes entrant dans une démarche de contrôle du poids, et permettent également d'améliorer la composition globale du régime ; il ne faut cependant pas en attendre de miracle, et ils ne peuvent remplacer une hygiène de vie et un équilibre alimentaire convenables. Pour le dire avec M. Fantino : « Les produits alimentaires allégés peuvent donc certainement contribuer à une meilleure hygiène alimentaire, qualitative et quantitative, mais ils ne doivent pas se substituer à elle. » (58).

Il ne suffit hélas pas de consommer des produits allégés pour être mince, jeune, beau, et en forme... et il est nécessaire de prendre du recul par rapport à l'image que nous renvoie la publicité. Les produits allégés ne correspondent cependant pas seulement à une mode, mais à un mouvement de fond, à une prise de conscience de la relation entre alimentation et santé, et à une tendance visant à diminuer les apports énergétiques et à augmenter la densité nutritionnelle, qui a beaucoup diminué ces dernières décennies. Dans cette démarche, il conviendrait également de rééduquer son goût, de réintroduire les légumes secs, les fibres, le pain complet... Les produits allégés et autres produits « diététiques » ont l'avantage de répondre à l'exigence de praticité et de gain de temps de notre vie moderne. Ils ne résoudreont cependant pas à eux seuls les problèmes d'obésité, et ne peuvent être utiles qu'à des personnes ayant déjà une démarche dans ce sens ... et certains moyens.

Les facteurs sous-jacents de l'obésité, comme les problèmes socio-économiques, psychologiques, le stress de la vie moderne, les mauvaises habitudes alimentaires acquises dès l'enfance, représentent un problème de société, il y a là nécessité d'information, et d'éducation dès l'école, et on devrait voir plus souvent des campagnes comme celle apparue sur nos écrans ce mois de septembre, engageant à aller vers des aliments plus simples et légers, l'eau au lieu du soda, les fruits plutôt que des biscuits, le yaourt nature en place du dessert élaboré...

L'obésité ne touche pas que l'Europe ou les Etats-Unis, elle devient un vrai problème dans des pays comme la Chine, l'Egypte, le Mexique, où des politiques d'éducation nutritionnelle se mettent en place à leur tour ; le gras et le sucre sont un fléau dans la plupart des pays suffisamment développés... A un niveau mondial, c'est une révision complète des modes d'alimentation qui doit se faire ; les produits allégés sont une goutte d'eau dans la mer et restent pour l'instant une consommation de luxe dans des sociétés nanties.



PAGE DE SIGNATURES



Direction de l'Enseignement et de la Vie Universitaire

AGREMENT ADMINISTRATIF

Je soussigné, A. MILON, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que
Mme SNRECH ép. TORTELIER Mireille, Lydia
a été admis(e) sur concours en : 1984
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 5 juillet 1988
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

Je soussigné, D. CORPET, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,
autorise la soutenance de la thèse de :
Mme SNRECH ép. TORTELIER Mireille, Lydia
intitulée :
« Les produits laitiers allégés : mirage ou panacée ? Aspects techniques et nutritionnels. »

**Le Professeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Denis CORPET**

Denis CORPET

**Vu :
Le Directeur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON**


Alain MILON

**Vu :
Le Président de la thèse :
Professeur Henri DABERNAT**

Henri DABERNAT

**Vu le : 28 NOV. 2005
Le Président
de l'Université Paul Sabatier
Professeur Jean-François SAUTEREAU**


Jean-François SAUTEREAU



BIBLIOGRAPHIE

- 1 ADRIAN J. :
« Quelques remarques sur la consommation de sucre en France. »
Méd. et Nut., 1996, T.32, n°5, p.215-217.
- 2 ANCAROLA H. :
« Innover en raisonnant l'offre »
Points de Vente, 2004, n° 924, p. 62-65.
- 3 ANDREELLI F. :
« Substituts de repas et prise en charge thérapeutique de l'obésité »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°5, p. 309-315.
- 4 Anonyme :
« L'affinage des fromages à pâte pressée cuite. »
Process, novembre 2002, n°1187, p.90-92.
- 5 Anonyme :
« Edulcorants : une bouffée d'oxygène. »
Process, juin 1995, N°1106, p.58-55.
- 6 Anonyme :
« Desserts laitiers : comment améliorer le goût des allégés. »
RIA, avril 2004, n°645, p.68-70.
- 7 Anonyme :
« Baromètre Danone Linéaires : ultra-frais 0% »
Linéaires, juin 2003, n° 182, p. 74
- 8 Anonyme :
« Baromètre Danone Linéaires : l'ultra-frais 0% »
Linéaires, janvier 2004, n° 188, p. 74.
- 9 ASTIER-DUMAS M. :
« Réglementation : les 'allégations'. Point au 1^{er} décembre 1997. »
Méd. et nut., 1998, n°1, p.30-32.
- 10 ASTRUC C. :
« Les adeptes de l'allégé : des gourmands soucieux de leur santé »
LSA, janvier 2004, n°1843, p. 42-47.
- 11 ASTRUC C., JIROU-NAJOU C. :
« Les régimes : des femmes éprises de beauté et de santé »
LSA, mars 2004, n°1852, p. 48-52.

- 12 BAELDE D. :
« Les suppléments diététiques, entre aliments et médicaments »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°2, p. 99-102.
- 13 BEAUFRERE B. :
« Les allégations santé : de l'aliment au médicament ? »
Cah. Nutr. Diét., 2002, vol.37, n°3, p. 155-157.
- 14 BELLEVILLE J. :
« Le goût pour les lipides »
Cah. Nutr. Diét., 1998, vol.33, n°6, p. 365-371.
- 15 BELLISLE F. :
« Les allégés lipidiques et substituts de matières grasses, intérêt nutritionnel. »
OCL, mai/juin 1998, vol.5, n°3, p.210-214.
- 16 BELLISLE F. :
« Le sucre dans l'alimentation contribue-t-il à la constitution de l'obésité ? »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°6, p. 396-398.
- 17 BELLISLE F. :
« Le comportement alimentaire humain : un sujet d'étude scientifique »
Cah. Nutr. Diét., 2001, vol.36, n°4, p. 293-295.
- 18 BELLISLE F. :
« Prise alimentaire et produits allégés : réponse aux édulcorants »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°2, p.117-119.
- 19 BELLISLE F., FRICKER J., PREZIOSI P., et al. :
« Consommation d'édulcorants intenses et attitudes alimentaires. Résultats d'un pré-test de l'étude SU.VI.MAX »
Cah. Nutr. Diét., 1997, vol.32, n°5, p. 321-326.
- 20 BELLISLE F., ROLLAND CACHERA M.F., DEHEEGER M., et al. :
« Intake of low fat foods in a representative sample of the Paris area : anthropometric, nutritional, and socio-demographic correlates »
J. Hum. Nutr. Diet., 1994, vol.7, p. 335-346.
- 20' BELPOGGI F., DEGLI ESPOSTI D., LAMBERTINI L., SOFFRITTI M. :
« Aspartame induces lymphomas and leukaemias in rats »
Eur. J. Oncol., 2005, vol.10, n°2, in press.
- 21 BIAGGINI F. :
« Les produits allégés se mettent à toutes les sauces. »
RIA, avril 2004, n°645, p.44-45.
- 22 BIANCHI M. :
« Les aliments allégés : une doctrine fautive de loi »
RIA, mai 1988, n° 404, p. 16-19.

- 23 BILLAUX M.-S., 1992 :
« Les édulcorants. »
In : DUPIN H. et al. : « Alimentation et nutrition humaines. » ESF, 1992, p.1049-1065.
- 24 BLUM F. :
« Déficiences vitaminiques : groupes à risques »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°1, p.51-53.
- 25 BLUNDELL J.E., HILL A.J., ROGERS P.J. :
« Uncoupling sweetness and calories : methodological aspects of laboratory studies on appetite control »
Appetite, 1988, vol.II (suppl.1), p.54-61.
- 26 BOIRON A. :
« Edulcorants : économie et technicité pour les ‘sans sucre’. »
RIA, mars 2004, n° 644, p. 64-65.
- 27 BORNET F., CHAMP M., CLOAREC D., SLAMA G. :
« Importance de la nature physicochimique des amidons sur leurs effets nutritionnels chez l’homme »
Cah. Nutr. Diét., 1990, vol.25, n°4, p. 254-264.
- 28 BORYS J.-M. :
« Sucres et prise de poids. »
Méd.et Nut., 2001, vol.37, n°1, p.13-18.
- 29 BOUCHARD C. :
« Génétique et obésité chez l’homme »
Diabète et métabolisme, 1988, vol.14, p. 407-413.
- 30 BOUHNİK Y., FLOURIE B., POCHART P., et al :
« Oligo-saccharides de synthèse. Aspects nutritionnels »
Cah. Nutr. Diét ?, 1991, vol.26, n°6, p. 418-422.
- 31 BOUTON J. :
« Approche instrumentale pour la caractérisation et la mesure de la texture des produits agro-alimentaires »
IAA, juin 1988, vol. 105, n° 6, p. 475-479.
- 32 BYARS J. :
« Effect of a starch-lipid fat replacer on the rheology of soft-serve ice cream. »
J.Food Sci., 2002, vol.67, n°6, p.2177-2182.
- 33 CABANAC M., RABE E.F. :
« Influence of a monotonous food on body weight regulation in humans »
Physiol. Behav., 1976, n°17, p. 675-678.
- 34 CARANTINO S. :
« Il n’y a pas de mauvais acides gras, il y a de mauvaises consommations »

RLF, octobre 2003, n° 635, p. 24-25.

- 35 CHEVALIER M.-T., VICTORIA R. :

« Aliments allégés, l'art maigre »

50 Millions de consommateurs, 1998, n° 205, p. 68-75.

- 36 CHIVA M., 1992 :

« Les aspects psychologiques des conduites alimentaires. »

In : DUPIN H. et al. : « Alimentation et nutrition humaines. » ESF, 1992, p.417-442.

- 37 CHUNG S.J. et al. :

« Temporal release of flavor compounds from low-fat and high-fat ice cream during eating. »

J.Food Sci., 2003, vol.68, n°6, p.2150-2156.

- 38 CLAPHAM N. :

« 0% matière grasse, 100% performance. »

Process, novembre 2002, n°1187, p.76-79.

- 39 CLAPHAM N. :

« Epi Ingrédients : quand l'allégé devient gourmand. »

Process, novembre 2002, n°1187, p.80-81.

- 40 Collectif APRIA :

« Produits légers et allégés : un nouveau comportement nutritionnel. »

Annales du colloque APRIA, 13-14 mars 1990, Paris : APRIA, 1990, 178 p.

- 40' COUET C., JAN P., DEBRY G. :

« Lactose and cataract in humans : a review »

J. Am. Coll. Nutr., 1991, vol.10, n°1, p. 79-86.

- 41 DACOSTA Y. :

« Les aliments allégés. »

Paris : APRIA, mai 1989, 61p.

- 42 DE LA TULLAYE J., RIZOTTI R. :

« Gélatine et nutrition »

Cah. Nutr. Diét., 1994, vol.29, n°4, p. 246-248.

- 43 DEGROOTE D., MARTIN A. :

« Les allégations santé, du droit à la santé publique »

Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°2, p. 105-113.

- 44 DELARUE J. :

« Pour une limitation des sucres »

Cah. Nutr. Diét., 2001, vol.36, 1S13-1S20.

- 45 DEVEREUX H.M. et al. :

« Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. »

J.Food Sci., 2003, vol.68, n°5, p.1850-1854.

- 46 DREWNOWSKI A. :
« Comment évaluer la qualité de l'ensemble du régime alimentaire ? »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°1, p. 15-20.
- 47 DUMAS J.-F., SALLE A., RITZ P. :
« Adaptation de la dépense énergétique à la restriction calorique »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°4, p.263-266.
- 48 DUNCAN K.H., BACON J.A., WEINSIER R.L. :
« The effects of high and low density diets on satiety, energy intake and eating time of obese and non-obese subjects »
Am. J. Clin. Nutr., 1983, n°37, p. 763-767.
- 49 DUPIN H. et al :
« Aliments, alimentation et santé, questions-réponses. »
Paris : TEC DOC, 1996, 440p.
- 50 DUPIN H. et al. :
« Alimentation et nutrition humaines. »
ESF, 1992, 1533p.
- 50' EFSA, (septembre 2005), site de l'European Food Safety Authority :
« New research data on the sweetener aspartame to be considered by EFSA's scientific experts ». Adresse : http://www.efsa.eu.int/press_room/press_release/1038_en.html
- 51 ERMENIER K. :
« Beurre : vers un retour à la croissance ? »
Linéaires, mars 2003, n° 179, p.114.
- 52 ERMENIER K. :
« Les allégés battent en brèche »
Linéaires, février 2003, n° 178, p. 144.
- 53 ERMENIER K. :
« La laitière se met au régime »
Linéaires, février 2003, n° 178, p. 138.
- 54 ERMENIER K. :
« Le light motive »
Linéaires, 2003, n° 183, p. 97.
- 55 FANTINO M. :
« Opiacées endogènes et prise alimentaire »
Cah. Nutr. Diét., 1985, vol.21, p. 419-431.
- 56 FANTINO M. :
« Physiologie du comportement alimentaire chez l'homme. »
OCL, mai/juin 1998, vol.5, n°3, p.214-220.
- 57 FANTINO M. :

- « Plaisir et prise alimentaire : aspects physiologiques »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°3, p. 149-152.
- 58 FANTINO M. :
« Peut-on tromper l'organisme avec des produits allégés ? »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°2, p. 109-112.
- 59 FIESS M. :
« De l'allégé à l'enrichi : les fibres retournent leur veste »
RIA, octobre 1991, n°467, p. 94-96.
- 60 FISHER J.O., BIRCH L.L. :
« Restricting access to palatable foods affects children's behavioral response, food selection, and intake »
Am. J. Clin. Nutr., 1999, n°69, p. 1264-1272.
- 61 FLATT J.-P. :
« Différences entre les rôles des glucides et des lipides dans la régulation pondérale »
Cah. Nutr. Diét., 1992, vol.27, n°6, p. 333-341.
- 62 FRICKER J. :
« Les édulcorants sont-ils vraiment anodins ? »
La Recherche, 1989, n° 214, p. 1260-1262.
- 63 FROIDEVAUX F., SCHUTZ Y. et al. :
« Energy expenditure in obese women before and during weight loss, after refeeding and in the weight-relapse period »
Am. J. Clin. Nutr., 1993, vol.57, p. 35-42.
- 64 FROMENTIN G. :
« La technologie des produits allégés »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°2, p. 121-124.
- 65 GLUECK C.J., HASTINGS M.M., ALLEN C., et al. :
« Sucrose polyester and covert caloric dilution »
Am. J. Clin. Nutr., 1982, vol.35, p. 1352-1359.
- 66 GOBIN B. :
« L'allégé enrichira-t-il le rayon ? »
Linéaires, avril 2004, n° 191, p. 80-82.
- 67 GOLAY A. :
« Rôle des graisses alimentaires dans le développement de l'obésité. »
OCL, mai/juin 1998, vol.5, n°3, p.205-207.
- 68 GUILLON F. :
« Le marketing des aliments santé »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°4, p.242-249.
- 69 GUYONNET J.-P. :

« La matière grasse laitière, un formidable domaine de recherche »
RLF, octobre 2003, n° 635, p.20-23.

- 70 GWARTNEY E.A. et al. :

« The texture of commercial full-fat and reduced-fat cheese. »
J.Food Sci., 2002, vol.67, n°2, p.812-816.

- 71 HILL A., LEATHWOOD P., BLUNDELL J. :

« Some evidence for short-term caloric compensation in normal weight human subjects : the effects of high- and low-energy meals on hunger, food preference and food intake »
Human Nutrition, 1987, vol.41, p. 244-257.

- 72 KLEM M.L., WING R.R., et al. :

« A descriptive study of individuals successful at long term weight maintenance of substantial weight loss »
Am. J. Clin. Nutr., vol.66, p. 239-246.

- 73 LAFERRERE B., NGUYEN M., et al. :

« Cholécystokinine et comportement alimentaire »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol. 26, p. 317-322.

- 74 LAHLOU S. :

« ‘Des aliments tu feras médecine’ : Hippocrate revisité »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°2, p. 108-113.

- 75 LAMBERT J. :

« Une nouvelle thérapeutique contre l’obésité », note d’information.
Cah. Nutr. Diét., 1998, vol.33, n°5, p. 278.

- 76 LAMBERT J.-L. :

« Evolution de la consommation de produits ‘allégés’ en France »
Cah. Nutr. Diét., 1994, vol.29, n°3, p. 147-150.

- 77 LANGLEY-DANYSZ P. :

« Perception aromatique : bien doser les édulcorants. »
RIA, mars 1998, n°578, 2p.

- 78 LANGLEY-DANYSZ P. :

« Desserts laitiers : des substituts naturels »
RLF, 1991, n° 512, p. 44-50.

- 79 LANGLEY-DANYSZ P. :

« L’amidon réserve toujours des surprises »
RIA, novembre 1989, n° 432, p. 52-56.

- 80 LANGLEY-DANYSZ P. :

« Arômes, allégés : mission impossible »
RIA, juillet 1990, n° 445, p. 44-48.

- 81 LAVILLE M. :

- « Le sucre ne contribue pas à la constitution de l'obésité »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°6, p. 399-403.
- 82 LE BAIL-COLLET Y., HURSTEL O., et al. :
« Les allégations 'physiologiques et de santé' relatives aux produits alimentaires.
Commentaires des travaux de codex alimentarius. »
Cah. Nutr. Diét., 1998, vol.33, n°1, p. 15-18.
- 83 LE REVEREND B. :
« Place des vitamines dans les produits laitiers allégés »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°1, p. 82-83.
- 84 LE ROUX S. :
« Donner du goût à la santé »
LSA, 2000, suppl. au n° 1693/1694, p. 38-40.
- 85 LEE C.M. :
« Role of hydrodynamically active biopolymeric ingredients in texture modification and physical stabilization of gel-based composite foods. »
J.Food Sci., 2002, vol.67, n°3, p.902-908.
- 86 LEMOINE R. :
« Compétition pour le 'bon gras' »
RLF, mai 2001, n° 611, p.17-19.
- 87 LEMOINE R. :
Interview d'Yves Boutonnat, directeur du Cidil.
RLF, octobre 2003, n° 635, p.19.
- 88 LETONDOT P. :
« Pour les 'enfants' du beurre : l'échangeur à surface raclée »
RLF, février 1989, n° 482, p. 42-45.
- 89 LETONDOT P. :
« Matières grasses : l'évolution des procédés »
RLF, février 1992, n° 515, p. 33-39.
- 90 LISSNER L., HEITMANN B.L. :
« Dietary fat and obesity : evidence from epidemiology »
Eur. J. Clin. Nutr., 1995, vol.49, p. 79-90.
- 91 LISSNER L., LEVITSKY D.A., STRUPP B.J., et al. :
« Dietary fat and the regulation of energy intake in human subjects »
Am. J. Clin. Nutr., 1987, vol. 46, p. 886-892.
- 92 LOISON M. :
« Matière grasse :des substituts attendus »
Process, décembre 1991, p. 17-20.
- 93 LOUIS-SYLVESTRE J. :

« Adaptation du comportement alimentaire à la consommation des produits 'allégés' »
Cah. Nutr. Diét., 1994, vol.29, n°3, p. 141-146.

- 94 LOUIS-SYLVESTRE J. :

« Prise alimentaire et produits allégés : réponse à l'allègement lipidique »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°2, p. 113-115.

- 95 LOUIS-SYLVESTRE J. :

« Adaptation de l'ingestion alimentaire aux dépenses énergétiques »
Reprod. Nutr. Develop., 1987, n°27, p. 171-188.

- 96 LOUIS-SYLVESTRE J., BICHON L., 1992 :

« Les aliments allégés. »
In DUPIN H. et al. : « Alimentation et nutrition humaines. » ESF, 1992, p.1113-1136.

- 97 LOUIS-SYLVESTRE J., GIACHETTI I., MARESCHI J.P. :

« Les produits allégés : aspects physiologiques, nutritionnels, technologiques et réglementaires »
Cah. Nutr. Diét., 1990, vol.25, n°1, p. 54-60.

- 98 LOUIS-SYLVESTRE J., LE MAGNEN J. :

« Palatability and preabsorptive insulin release »
Neurosci. Biobehav. Rev., 1980, vol.4, p.43-46.

- 99 LOUIS-SYLVESTRE J., LE MAGNEN J., GIACHETTI I. :

« Sensory versus dietary factors in cafeteria- induced obesity »
Physiol. Behav., 1984, n° 32, p. 901-905.

- 100 LOUIS-SYLVESTRE J., TOURNIER A., VERGER P., et al. :

« Learned caloric adjustment of human intake »
Appetite, 1989, vol.12, p. 95-103.

- 101 LUDWIG D.S., PETERSON K.E., GORTMAKER S.L. :

« Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity : a prospective, observational analysis »
The Lancet, 2001, n° 357, p. 505-508.

- 102 MAILLOT F., DELARUE J., et al. :

« Les régimes 'basses calories' : un modèle d'étude de l'adaptation »
Cah. Nutr. Diét., 1998, vol.33, n°4, p. 229-234.

- 103 MARTIN A. :

« Aliments santé et allégations »
Cah.Nutr.Diét., 2001, vol.36, n°6, p.438-444.

- 104 MARTIN A. :

« L'utilisation des allégations nutritionnelles »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°2, p. 114-117.

- 105 MELA D. :

- « Sensory preference for fats : what, who, why ? »
Food Quality Pref., 1991, vol.1, p. 71-73.
- 106 MENARD J. :
« La nutrition : thème de santé pour la présidence française de l'Union Européenne en 2000 »
Cah. Nutr. Diét., 2000, vol.35, n°4, p. 237-239.
- 107 MEZAHY A. :
« Les aliments allégés, aspects diététiques et techniques »
Thèse, Faculté de pharmacie de Marseille, 1992, 69 p.
- 108 MICHELS S. :
« Les allégés ne font pas maigrir ! »
Que Choisir Santé, 1992, n° 24, p. 21-23.
- 109 MONGEOT J. :
« Les produits allégés »
Paris : PUF 1991, 127 p.
- 110 MOREL F. et al.:
« Lait : le goût du futur. »
Process, novembre 2002, n°1187, p.74.
- 111 MOREL F. :
« NutraSweet, bilan d'activités 1995 : le marché du light progresse. »
Process, novembre 1995, n°1110, p.42.
- 112 NICOLAÏDIS S., 1992 :
« Physiologie de la prise alimentaire. Faim et satiété, régulation du poids corporel. »
In : Dupin H. et al., « Alimentation et nutrition humaines. », ESF, 1992, p.389- 415.
- 113 OPPERT J.M. :
« Adaptation à la suralimentation chez l'homme »
Cah. Nutr. Diét., 2001, vol. 36, p. 15-22.
- 114 PACINI F., LAFFITTE A., et al :
« La consommation de beurre allégé peut aider à réduire la ration lipidique alimentaire des diabétiques »
Diabète et métabolisme, 1990, vol.16, p.21 (abstract).
- 115 PASCAL G. :
« Les substituts de matières grasses »
Cah. Nutr. Diét., 1992, vol.27, n°3, p. 179-184.
- 116 PASCAL G. :
« Les aliments à effets 'santé' »
Cah. Nutr. Diét., 1999, vol.34, n°2, p. 103-107.
- 117 PICON L., 1992 :
« Nutrition et maladies métaboliques. »

In : Dupin H. et al : « Alimentation et nutrition humaines. » ESF, 1992, p.619-628.

- 118 POPPIT S.D., PRENTICE A.M. :
« Energy density and its role in the control of food intake : evidence from metabolic and community studies »
Appetite, 1996, vol. 26, p. 153-174.
- 119 PUJOL C. :
« Les produits alimentaires allégés et leur intérêt en diététique »
Thèse, Faculté de pharmacie de Montpellier, 1993, 69 p.
- 120 R.-R. F. :
« Glaces : Nestlé parie sur l'allégé gourmand. »
Process, février 2004, n°1201, p.25.
- 121 RENARD A.-C. :
« Le marché sauvé par les 0% aux fruits »
RLF, janvier/février 2001, n° 608, p.12-13.
- 122 RENARD A.-C. :
« Vitaminisation des produits laitiers »
RLF, septembre 2001, n°614, p. 26-27.
- 123 RENARD A.-C. :
« L'allégé gourmand fait recette »
RLF, avril 2003, n° 630, p. 16-17.
- 124 RENARD A.-C. :
« L'allégé tient la forme »
RLF, octobre 2003, n° 635, p. 16-18.
- 125 RENARD A.-C. :
« Les fructo-oligo-saccharides suscitent un intérêt croissant »
RLF, novembre 2003, n° 636, p.34-35.
- 126 RENARD A.-C. :
« Le lait : un niveau de consommation élevé »
RLF, septembre 2004, n°644, p. 14-15.
- 127 RENARD A.-C. :
« Dessert laitiers ultra-frais : l'atout allégé »
RLF, juin 2004, n° 642, p. 20-21.
- 128 RICHARD S. BIAGGINI F. :
« Aliments santé : le marché en redemande. »
RIA, avril 2004, n°645, p.39.
- 129 RICHARD S. :
« Les laits enrichis en standard. »
RIA, avril 2004, n°645, p.43.

- 130 ROLLS B.J., ROWE E.A., ROLLS E.T., et al. :
« Variety in a meal enhances food intake in man »
Physiol. Behav., 1981, n° 26, p. 215-221.

- 131 SCHUTZ Y., FLATT J.P., JEQUIER E. :
« Failure of dietary fat intake to promote fat oxydation : a factor favoring the development of obesity »
Am. J. Clin. Nutr., 1989, n°50, p. 307-314.

- 132 SIMON C. :
« Oui, il faut restreindre le sucre lors de la prise en charge de l'obèse »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°6, p. 404-408.

- 133 SIMON C. :
« Le contenu en lipides et en glucides de l'alimentation est-il un élément déterminant du contrôle pondéral ? »
Cah. Nutr. Diét., 2001, vol.36, n°5, p. 337-340.

- 134 SINCHET G. :
« Hécatombe dans l'univers des allégés »
Linéaires, novembre 1992, n° 65,p. 75-76.

- 135 SINCHET-LASSABE G. :
« Ultra-frais : des laitages pour la santé et les papilles »
LSA, 1999, n°1655, suppl. Frais, p. 26-29.

- 136 SLAMA G. :
« Le plaisir sans le péché ? ou la mode des aliments 'allégés' »
Cah. Nutr. Diét., 1991, vol.26, n°2, p. 125-128.

- 137 SWENSON B.J. et al. :
« Effects of ingredients on the functionality of fat-free process cheese spreads. »
J. Food Sci., 2000, vol. 65, n°5, p. 822-825.

- 138 TAILLEFER F. :
« En pleine forme »
Linéaires, février 2004, n° 189, p. 55.

- 139 TAPPY L., NOVEL CHATE V. :
« Dépenses énergétiques et obésité. »
OCL, mai/juin 1998, vol.5, n°3, p. 208-210.

- 140 THOUANEL P. :
« Une crèmerie qui respecte, soigne et facilite la vie »
LSA, 1999, n°1655, suppl.frais, p. 34-36.

- 141 THOUANEL P. :
« Canderel renforce la note sucrée de sa poudre »
LSA, mars 2003, n° 1804, p. 66.

- 142 TORDOFF M.G., ALLEVA A.M. :
« Effect of drinking soda sweetened with aspartame or high-fructose corn syrup on food intake and body weight »
Am. J. Clin. Nutr., 1990, vol. 51, p. 963-969.

- 143 TOURAILLE C. :
« Les méthodes sensorielles »
IAA, juin 1988, p. 523-525.

- 144 TOURSEL P. :
« Edulcorants : plus sain qu'allégé. »
Process, mai 1997, n°1127, p.35-37.

- 145 VACHERET F. :
« Svelte se muscle sur les allégés »
Linéaires, février 2000, n° 145, p. 130.

- 146 VACHERET F. :
« Les allégés attendent les jeunes »
Linéaires, septembre 2001, n°162, p. 144.

- 147 ZIEGLER O. :
« Faut-il proscrire le sucre au cours des régimes amaigrissants ? »
Cah. Nutr. Diét., 2003, vol.38, n°6, p.409-415.