

**THESE  
POUR LE DIPLOME D'ETAT  
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

**Soutenue publiquement le 19 mai 2014  
Par M<sup>elle</sup> Gleasterman Elise**

---

**DE LA PLANTE AU SUCRE : BIENFAITS ET MEFAITS  
D'UN ALIMENT DEVENU BANAL.**

---

**Membres du jury :**

**Président :**

Mr Hennebelle Thierry, Maître de conférences, Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille.

**Assesseur :**

Mr Roumy, Vincent, Maître de conférences, Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille.

**Membres extérieurs :**

Mme Poissonnier Caroline, Diététicienne-nutritionniste, Achicourt.  
Mme Charles Anne-Marie, Docteur en Pharmacie, Lille.



**Faculté des Sciences Pharmaceutiques  
et Biologiques de Lille**



**Université Lille 2  
Droit et Santé**

3, rue du Professeur Laguesse - B.P. 83 - 59006 LILLE

**Université Lille 2 – Droit et Santé**

Président :	Professeur Xavier VANDENDRIESSCHE
Vice-présidents :	Professeur Alain DUROCHER Professeur Régis BORDET Professeur Patrick PELAYO Professeur Frédéric LOBEZ Professeur Monique CAPRON Professeur Salem KACET Madame Stéphanie DAMAREY Monsieur Pierre RAVAUX Monsieur Larbi AIT-HENNANI Monsieur Edouard DANJOU
Directeur Général des Services :	Monsieur Pierre-Marie ROBERT

**Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques**

Doyen :	Professeur Luc DUBREUIL
Vice-Doyen, 1 <sup>er</sup> assesseur :	Professeur Damien CUNY
Assesseurs :	Mme Nadine ROGER Professeur Philippe CHAVATTE
Chef des services administratifs :	Monsieur André GENY

**Liste des Professeurs des Universités :**

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	ALIOUAT	El Moukhtar	Parasitologie
Mme	AZAROUAL	Nathalie	Physique
M.	BAILLEUL	François	Pharmacognosie
M.	BERTHELOT	Pascal	Chimie Thérapeutique 1
M.	CAZIN	Jean-Louis	Pharmacologie – Pharmacie clinique
M.	CHAVATTE	Philippe	Chimie Thérapeutique 2
M.	COURTECUISSÉ	Régis	Sciences végétales et fongiques
M.	CUNY	Damien	Sciences végétales et fongiques
Mme	DELBAERE	Stéphanie	Physique
M.	DEPREZ	Benoît	Chimie Générale
Mme	DEPREZ	Rebecca	Chimie Générale
M.	DUPONT	Frédéric	Sciences végétales et fongiques
M.	DURIEZ	Patrick	Physiologie
M.	GARÇON	Guillaume	Toxicologie
Mlle	GAYOT	Anne	Pharmacotechnie Industrielle
M.	GESQUIERE	Jean-Claude	Chimie Organique
M.	GOOSSENS	Jean François	Chimie Analytique
Mme	GRAS	Hélène	Chimie Thérapeutique 3
M.	LEMDANI	Mohamed	Biomathématiques
Mme	LESTAVEL	Sophie	Biologie Cellulaire
M.	LUC	Gerald	Physiologie
Mme	MELNYK	Patricia	Chimie thérapeutique 2

Mme	MUHR – TAILLEUX	Anne	Biochimie
Mme	PAUMELLE-LESTRELIN	Réjane	Biologie Cellulaire
Mme	PERROY – MAILLOLS	Anne Catherine	Droit et déontologie pharmaceutique
Mlle	ROMOND	Marie Bénédicte	Bactériologie
Mme	SAHPAZ	Sevser	Pharmacognosie
M.	SIEPMANN	Juergen	Pharmacotechnie Industrielle
M.	STAELS	Bart	Biologie Cellulaire
M	TARTAR	André	Chimie Organique
M.	VACCHER	Claude	Chimie Analytique

---

M.	MILLET	Régis	Chimie Thérapeutique (ICPAL)
----	--------	-------	------------------------------

### Liste des Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	BROUSSEAU	Thierry	Biochimie
M.	BRUNET	Claude	Pharmacologie
Mme	CAPRON	Monique	Immunologie
M.	DECAUDIN	Bertrand	Pharmacie Galénique
M.	DINE	Thierry	Pharmacie clinique
M.	DUBREUIL	Luc	Bactériologie
M.	DUTHILLEUL	Patrick	Hématologie
M.	GRESSIER	Bernard	Pharmacologie
M.	LUYCKX	Michel	Pharmacie clinique
M.	ODOU	Pascal	Pharmacie Galénique

---

M.	DEPREUX	Patrick	Chimie Organique (ICPAL)
----	---------	---------	--------------------------

### Liste des Maitres de Conférences

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	AGOURIDAS	Laurence	Chimie thérapeutique 2
Mme	ALIOUAT	Cécile Marie	Parasitologie
Mme	AUMERCIER	Pierrette	Biochimie
Mme	BANTUBUNGI	Kadiombo	Biologie cellulaire
Mme	BARTHELEMY	Christine	Pharmacie Galénique
M.	BEGHYN	Terence	Chimie Thérapeutique 3
Mme	BEHRA	Josette	Bactériologie
M.	BERTHET	Jérôme	Physique
M.	BERTIN	Benjamin	Immunologie
M.	BLANCHEMAIN	Nicolas	Pharmacotechnie industrielle
M.	BOCHU	Christophe	Physique
M.	BRIAND	Olivier	Biochimie
Mme	CACHERA	Claude	Biochimie
M.	CARATO	Pascal	Chimie Thérapeutique 2
M.	CARNOY	Christophe	Immunologie
Mme	CARON	Sandrine	Biologie cellulaire
Mlle	CHABÉ	Magali	Parasitologie
Mlle	CHARTON	Julie	Chimie Organique
M	CHEVALIER	Dany	Toxicologie
M.	COCHELARD	Dominique	Biomathématiques
Mme	DANEL	Cécile	Chimie Analytique
Mme	DEMANCHE	Christine	Parasitologie
Mlle	DEMARQUILLY	Catherine	Biomathématiques
Melle	DUMONT	Julie	Biologie cellulaire
M.	FARCE	Amaury	Chimie Thérapeutique 2
Mlle	FLIPO	Marion	Chimie Organique

Mme	FOULON	Catherine	Chimie Analytique
Mme	GARAT	Anne	Toxicologie
M.	GELEZ	Philippe	Biomathématiques
M.	GERVOIS	Philippe	Biochimie
Mme	GRAVE	Béatrice	Toxicologie
Mme	GROSS	Barbara	Biochimie
Mme	HANNOTHIAUX	Marie-Hélène	Toxicologie
Mme	HELLEBOID	Audrey	Physiologie
M.	HENNEBELLE	Thierry	Pharmacognosie
M.	HERMANN	Emmanuel	Immunologie
M.	KAMBIA	Kpakpaga Nicolas	Pharmacologie
M.	KARROUT	Youness	Pharmacotechnie Industrielle
Mlle	LALLOYER	Fanny	Biochimie
M.	LEBEGUE	Nicolas	Chimie thérapeutique 1
Mlle	LEONHARD	Julie	Droit et déontologie pharmaceutique
Mme	LIPKA	Emmanuelle	Chimie Analytique
Mme	LORIN-LECOEUR	Marie	Chimie Analytique
Mme	MARTIN	Françoise	Physiologie
M.	MOREAU	Pierre Arthur	Sciences végétales et fongiques
M.	MOUTON	Nicolas	Physique
Mme	MUSCHERT	Susanne	Pharmacotechnie industrielle
Mme	NEUT	Christel	Bactériologie
Mme	PINÇON	Claire	Biomathématiques
M.	PIVA	Frank	Biochimie
Melle	PLATEL	Anne	Toxicologie
M.	RAVAUX	Pierre	Biomathématiques
Mme	RIVIERE	Céline	Pharmacognosie
Mme	ROGER	Nadine	Immunologie
M.	ROUMY	Vincent	Pharmacognosie
M.	SERGHERAERT	Eric	Droit et déontologie pharmaceutique
Mme	SIEPMANN	Florence	Pharmacotechnie Industrielle
Mlle	SINGER	Elisabeth	Bactériologie
Mme	STANDAERT	Annie	Parasitologie
M.	TAGZIRT	Madjid	Hématologie
Mme	THUILLIER	Pascale	Hématologie
Mme	VANHOUTTE	Geneviève	Biochimie
M.	WELTI	Stéphane	Sciences végétales et fongiques
M.	WILLAND	Nicolas	Chimie organique
M.	YOUS	Saïd	Chimie Thérapeutique 1
M.	FURMAN	Christophe	Pharmacobiochimie (ICPAL)
Mme	GOOSSENS	Laurence	Chimie Organique (ICPAL)

### Liste des Maitres de Conférences - Praticiens Hospitaliers

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	ALLORGE	Delphine	Toxicologie
Mme	BALDUYCK	Malika	Biochimie
Mme	GOFFARD	Anne	Bactériologie
M.	LANNOY	Damien	Pharmacie Galénique
Mme	ODOU	Marie Françoise	Bactériologie

### Professeurs Agrégés

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	MAYES	Martine	Anglais
M.	MORGENROTH	Thomas	Droit et déontologie pharmaceutique

### Professeurs Certifiés

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	HUGES	Dominique	Anglais
Mlle	FAUQUANT	Soline	Anglais
M.	OSTYN	Gaël	Anglais

### Professeurs Associé - mi-temps

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	ABADIE	Eric	Droit et déontologie pharmaceutique

### Maîtres de Conférences ASSOCIES - mi-temps

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
Mme	BERTOUX	Elisabeth	Pharmacie Clinique - Biomathématiques
M.	BRICOTEAU	Didier	Biomathématiques
M.	FIEVET	Pierre	Information Médicale
M.	FRIMAT	Bruno	Pharmacie Clinique
M.	MASCAUT	Daniel	Pharmacie Clinique
M.	WATRELOS	Michel	Droit et déontologie pharmaceutique
M.	ZANETTI	Sébastien	Biomathématiques

### AHU

Civ.	NOM	Prénom	Laboratoire
M.	SIMON	Nicolas	Pharmacie Galénique



Université Lille Nord de France  
Pôle de Recherche  
et d'Enseignement Supérieur



**Université Lille 2**  
**Droit et Santé**

## ***Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille***

3, rue du Professeur Laguesse - B.P. 83 - 59006 LILLE CEDEX  
Tel. : 03.20.96.40.40 - Télécopie : 03.20.96.43.64  
<http://pharmacie.univ-lille2.fr>

**L'Université n'entend donner aucune approbation aux opinions émises dans les thèses ; celles-ci sont propres à leurs auteurs.**

***A Monsieur Roumy Vincent,***

*Qui a accepté d'être mon conseiller de thèse et qui, par ses conseils éclairés, a permis à ce travail de voir le jour. Merci pour votre disponibilité et vos encouragements. Je vous prie de recevoir l'expression de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.*

***A Monsieur Hennebelle Thierry,***

*Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury. Je vous suis reconnaissante de l'intérêt que vous avez porté à mon sujet et je vous prie de recevoir l'expression de mes sincères remerciements.*

***A Madame Poissonnier Caroline,***

*Je vous remercie d'avoir accepté de juger mon travail, de m'avoir accordé votre temps et de m'avoir prodigué vos précieux conseils.*

***A Madame Charles Anne-Marie,***

*Merci pour tout ce que vous m'avez appris durant mes six mois de stage officinal, pour la confiance que vous m'avez accordée, et pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de faire partie de mon jury.*

**A l'équipe Théréos,**

*Qui m'a ouvert les portes de l'usine de sucrerie de Lillers, me permettant d'être au cœur du sujet pour l'écriture de cette thèse.*

**A l'érablière Boily,**

*Qui m'a fait découvrir l'acériculture durant mon séjour au Canada, ce qui fut à l'origine de ce sujet.*

**A Monsieur Dumortier Alain ainsi qu'à toute l'équipe de la pharmacie Dumortier,**

*Je vous remercie de m'avoir acceptée au sein de votre pharmacie pour mes stages de 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> année, de m'avoir fait partager votre savoir, et d'avoir su m'inculquer les connaissances de base du métier de pharmacien.*

**A Monsieur Florack Fabien ainsi qu'à toute l'équipe de la Grande Pharmacie de Paris,**

*Durant mes années d'études en Pharmacie, vous avez pris le temps de me transmettre votre savoir. Vous m'avez apporté la chance d'avoir une expérience solide avant de me lancer sur le marché du travail.*

**A toute l'équipe de la pharmacie Ho Tan Tai,**

*Je vous suis reconnaissante d'avoir su si bien m'encadrer durant mes six mois de stage officinal, je me suis sentie intégrée au sein de cette équipe et j'ai été accueillie dans les meilleures conditions pour approfondir mes connaissances du métier de pharmacien. Merci de m'avoir appris à être la pharmacienne que je suis.*

**A Madame Carette Fanny ainsi qu'à toute l'équipe de la pharmacie Carette-parent,**

*Je vous remercie pour la confiance que vous m'avez accordée. Vous m'avez laissé le temps de prendre mes marques et vous m'avez permis d'exercer le métier de pharmacien dans un cadre agréable. Je vous remercie également pour m'avoir poussée dans l'écriture de cette thèse.*

**A Monsieur De Groot Antoine, ainsi qu'à toute l'équipe de la pharmacie des 400 Maisons,**

*Je vous remercie de m'avoir accueillie au sein de votre officine. J'apprécie la bonne humeur, l'entente, mais aussi le sérieux qui règnent au sein de l'équipe.*

**A Yoann,**

*C'est à toi que je dois l'idée de ce sujet mais aussi tant d'autres choses... Je te remercie mon amour d'avoir cru en moi pendant toutes ces années d'études et de m'avoir supportée dans les moments difficiles. Cette thèse marque la fin de mes études et le début d'une nouvelle vie pour nous.*

**A ma maman et mon papa,**

*Merci de m'avoir poussée dans mes études et d'avoir suivi ce travail de près. Merci pour l'amour et le réconfort que je trouve auprès de vous. Merci de continuer d'être fiers de moi.*

**A mes frères,**

*Merci pour votre soutien, merci d'avoir toujours été aux petits soins pour votre petite sœur que vous avez su chérir et protéger.*

**A ma marraine**

*Merci pour ton aide précieuse. Sans toi je n'aurai pu finir cette thèse. Merci pour tout le temps que tu m'as accordé pour cette thèse. Merci pour ton écoute et merci d'être toujours là pour moi.*

**A ma filleule, à sa sœur et à ma nièce,**

*Vos rires d'enfants et vos câlins sauront toujours me redonner le sourire.*

**A toute ma famille,**

*Merci d'avoir toujours cru en moi, merci pour vos encouragements et votre affection.*

**Aux Girls : Christelle et Adeline,**

*Merci pour tous ces bons moments passés. Vous avez contribué à rendre ces « années pharma » inoubliables. Merci pour les trois mois passés ensemble au Canada qui resteront gravés dans ma mémoire. J'espère qu'on continuera à se voir aussi souvent.*

**A tous mes amis,**

*Merci pour votre soutien, pour votre bonne humeur et pour votre amitié qui m'est si chère.*

<b>Introduction .....</b>	<b>16</b>
<b>Partie I : De la plante au sucre.....</b>	<b>17</b>
<b>I. Canne à sucre.....</b>	<b>18</b>
I.1. Classification (Dupont F., 2012).....	18
I.2. Description.....	19
<i>I.2.a. Racines.....</i>	<i>19</i>
<i>I.2.b. Tige et feuilles.....</i>	<i>19</i>
<i>I.2.c. Organes reproducteurs .....</i>	<i>21</i>
I.3. Histoire.....	21
I.4. Géographie .....	22
I.5. Culture et récolte .....	23
I.6. Extraction du sucre.....	24
I.7. Parasites et maladies .....	26
<i>I.7.a. Insectes .....</i>	<i>26</i>
<i>I.7.b. Animaux.....</i>	<i>26</i>
<i>I.7.c. Maladies.....</i>	<i>27</i>
<b>II. La Betterave.....</b>	<b>28</b>
II.1. Classification (Dupont F., 2012).....	29
II.2. Description.....	30
<i>II.2.a. Racine.....</i>	<i>30</i>
<i>II.2.b. Feuille .....</i>	<i>30</i>
<i>II.2.c. Organes reproducteurs.....</i>	<i>31</i>

II.3.	Histoire.....	31
II.4.	Géographie .....	34
II.5.	Culture et récolte .....	35
II.6.	Extraction du sucre.....	35
II.7.	Parasites et maladies .....	37
<b>III.</b>	<b>Erable à sucre.....</b>	<b>39</b>
III.1.	Classification (Dupont F., 2012).....	39
III.2.	Description (Forêt Canada, 1998).....	40
	<i>III.2.a. Tronc.....</i>	<i>40</i>
	<i>III.2.b. Racines.....</i>	<i>40</i>
	<i>III.2.c. Feuilles.....</i>	<i>40</i>
	<i>III.2.d. Fleur.....</i>	<i>41</i>
	<i>III.2.e. Fruits.....</i>	<i>42</i>
III.3.	Histoire.....	43
III.4.	Géographie .....	47
III.5.	Culture et récolte .....	48
III.6.	Extraction du sucre.....	50
III.7.	Parasites et Maladies .....	52
	<i>III.7.a. Les insectes.....</i>	<i>52</i>
	<i>III.7.b. Les champignons.....</i>	<i>53</i>
	<i>III.7.c. Animaux sauvages.....</i>	<i>54</i>
<b>IV.</b>	<b>Les autres plantes à sucre utilisées dans l'industrie alimentaire .....</b>	<b>55</b>

IV.1. Le bouleau .....	55
IV.2. Le sorgho (ou sorgo) .....	55
IV.3. Les palmiers .....	56
IV.3.a. Le palmier des Canaries ( <i>Phoenix canariensis</i> ) .....	57
IV.3.b. Le palmier du Chili : <i>Jubaea Chilensis</i> .....	57
IV.3.c. Le palmier de Palmyre ( <i>Borassus flabellifer</i> ) .....	58
IV.3.d. Le palmier dattier ( <i>Phoenix dactylifera</i> ) .....	60
IV.3.e. Le cocotier ( <i>Cocos nucifera</i> ) .....	61
IV.4. La poire de terre .....	62
IV.5. L'agave .....	62
IV.6. Les céréales .....	63
IV.7. Les fruits .....	63
IV.8. La réglisse ( <i>glycyrrhiza glabra</i> ) .....	64
IV.9. La Stevia .....	64
IV.10. Frêne à manne ( <i>fraxinus ornus</i> ) .....	66
IV.11. Plantes sources de protéines édulcorantes .....	67
IV.11.a. La chicorée .....	67
IV.11.b. Katemfe ( <i>Thaumatococcus daniellii</i> ) .....	68
IV.11.c. Le <i>Pentadiplandra brazzeana</i> .....	68
IV.11.d. Le <i>Curculigo latifolia</i> (ou <i>Molinéria latifolia</i> ) .....	69
IV.11.e. Le Mabinlang ( <i>Capparis masikai</i> ) .....	70
IV.11.f. L'arbre à miracle ( <i>Richadella dulcifa</i> ou <i>Synsepalum dulcificum</i> ) .....	70
IV.11.g. <i>Dioscoreophyllum cumminsii</i> .....	71
<b>V. Comparaison des plantes .....</b>	<b>72</b>

V.1. Fabrication du sucre par les plantes, un seul et même procédé : La photosynthèse .....	72
V.2. Tableaux comparatifs d'édulcorants de table d'origine végétale, disponibles dans les hypermarchés français. ....	74
<b>VI. Les autres sources de sucre dans la nature .....</b>	<b>76</b>
VI.1. Le miel .....	76
VI.2. Le miellat .....	76
<b>Partie II : Le saccharose : propriétés, utilisations, bienfaits et méfaits pour la santé .....</b>	<b>78</b>
<b>I. Le devenir du saccharose dans l'organisme .....</b>	<b>79</b>
I.1. Le goût sucré .....	79
<i>I.1.a. Naissance du goût .....</i>	<i>79</i>
<i>I.1.b. Facteurs influençant la sensibilité au gout sucré .....</i>	<i>80</i>
<i>I.1.c. Facteurs influençant la consommation de sucre.....</i>	<i>82</i>
I.2. Assimilation du saccharose.....	83
I.3. Les fonctions du saccharose dans le corps humain.....	83
<i>I.3.a. La production d'énergie.....</i>	<i>83</i>
<i>I.3.b. La structure des cellules .....</i>	<i>85</i>
<i>I.3.c. La protection contre certaines maladies .....</i>	<i>85</i>
<i>I.3.d. L'apprentissage.....</i>	<i>85</i>
<b>II. Dimension psychologique du sucre.....</b>	<b>87</b>
<b>III. Propriétés physico-chimique du sucre .....</b>	<b>89</b>
III.1. Formule chimique et configuration.....	89

III.2.	Solubilité .....	89
III.3.	Processus de cristallisation.....	90
III.4.	Pouvoir rotatoire .....	90
III.5.	Point de fusion.....	90
<b>IV.</b>	<b>Utilisation du sucre dans l'industrie alimentaire .....</b>	<b>91</b>
IV.1.	Comme sucre de table .....	91
IV.2.	Comme additif.....	94
	<i>IV.2.a. Agent de goût .....</i>	<i>94</i>
	<i>IV.2.b. Agent de texture.....</i>	<i>94</i>
	<i>IV.2.c. Agent de conservation (Mathlouti M., 1995) .....</i>	<i>94</i>
	<i>IV.2.d. Agent de coloration (Mathlouti M., 1995).....</i>	<i>95</i>
	<i>IV.2.e. Apport de masse (Mathlouti M., 1995).....</i>	<i>95</i>
	<i>IV.2.f. Agent de fermentation (Mathlouti M., 1995). .....</i>	<i>95</i>
<b>V.</b>	<b>La place du saccharose dans l'alimentation .....</b>	<b>97</b>
V.1.	Par rapport aux autres glucides .....	97
V.2.	Saccharose versus édulcorants artificiels.....	103
	<i>V.2.a. b.1 Présentation des principaux édulcorants artificiels .....</i>	<i>103</i>
	<i>V.2.b. Méfaits des édulcorants. ....</i>	<i>104</i>
	<i>V.2.c. Tableau des principaux édulcorants artificiels autorisés en France (Darrigol J.L., 2010).....</i>	<i>105</i>
V.3.	Par rapport aux autres macronutriments .....	109
	<i>V.3.a. par rapport aux lipides .....</i>	<i>109</i>
	<i>V.3.b. Par rapport aux protéines.....</i>	<i>109</i>
V.4.	Sucre et allégation de santé.....	110

<b>VI. Pathologies liées aux sucres.....</b>	<b>112</b>
VI.1. Caries.....	112
<i>VI.1.a. Constitution de la dent .....</i>	<i>112</i>
<i>VI.1.b. Formation des caries.....</i>	<i>112</i>
<i>VI.1.c. Facteurs influençant la formation des caries.....</i>	<i>113</i>
<i>VI.1.d. Prévenir la formation des caries.....</i>	<i>114</i>
<i>VI.1.e. Traitement des caries.....</i>	<i>115</i>
<i>VI.1.f. Le conseil du pharmacien .....</i>	<i>116</i>
VI.2. Obésité.....	117
<i>VI.2.a. Le sucre est-il responsable de l'obésité ?.....</i>	<i>117</i>
<i>VI.2.b. Le conseil du pharmacien .....</i>	<i>120</i>
VI.3. Diabète.....	122
<i>VI.3.a. Définition et physiopathologie .....</i>	<i>122</i>
<i>VI.3.b. L'impact du sucre dans le diabète .....</i>	<i>123</i>
<i>VI.3.c. Le conseil du pharmacien.....</i>	<i>127</i>
<b>Conclusion .....</b>	<b>131</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>133</b>

# Introduction

Le sucre : un mot, un condiment, un goût, une philosophie.

Sucre en grains, en poudre, en morceaux, vanillé ou caramélisé ; blanc ou roux, ce sucre, connu sous les formes les plus variées, règne en maître sur notre alimentation. Incorporé sous diverses formes dans les gâteaux, les confiseries, le chocolat, mais aussi dans la majorité des préparations industrielles, le sucre est devenu un ingrédient incontournable de la gastronomie.

Est-il possible de nos jours de s'imaginer une cuisine sans y trouver une forme quelconque de sucres ?

D'où provient-il ? Quelle est son histoire ? Comment est-il produit ? A-t-il toujours été cet aromate si courant des pays industrialisés ?

Pour pouvoir répondre à ces nombreuses questions, il conviendra de déterminer l'origine du sucre. C'est la nature qui offrira bons nombres de réponses. L'analyse botanique permettra de comprendre l'évolution du sucre, de la matière première aux produits finis.

Une grande place sera accordée à la canne à sucre, à la betterave et à l'érable, qui sont les plantes à sucre les plus connues et cultivées à l'échelle mondiale. Néanmoins beaucoup d'autres plantes sont exploitées de façon industrielle ou artisanale pour leurs propriétés édulcorantes. C'est pourquoi les principaux sucres de table d'origine végétale, que l'on trouve sur le marché français, seront comparés. Cela permettra de comprendre leurs différences en termes de compositions, de propriétés mais aussi de prix.

La seconde partie traitera le saccharose, qui possède de multiples facettes. Quelles sont donc ses propriétés, que peut-on en faire ? Quelle place occupe-t-il dans notre alimentation ? Les industriels ont trouvé de nombreuses alternatives au sucre. Les édulcorants de synthèse en vente sur le marché sont-ils meilleurs que les produits naturels ?

Le sucre est aujourd'hui fortement suspecté de jouer un rôle considérable dans l'augmentation de l'obésité et des maladies métaboliques, telles que le diabète. Est-il réellement néfaste pour la santé ? Tout au long de cette analyse, le rôle du pharmacien sera particulièrement pris en considération et évalué. Quel est son rôle dans la prévention des pathologies liées au sucre ? Quels conseils est-il amené à prodiguer ?

# **Partie I : De la plante au sucre**

Toutes les plantes sont capables de synthétiser du saccharose grâce à la photosynthèse, cependant, seules quelques plantes sont exploitées par l'industrie pour la production de sucre, les autres n'offrant pas un rendement suffisant.

## I. Canne à sucre

### I.1. Classification (Dupont F., 2012)

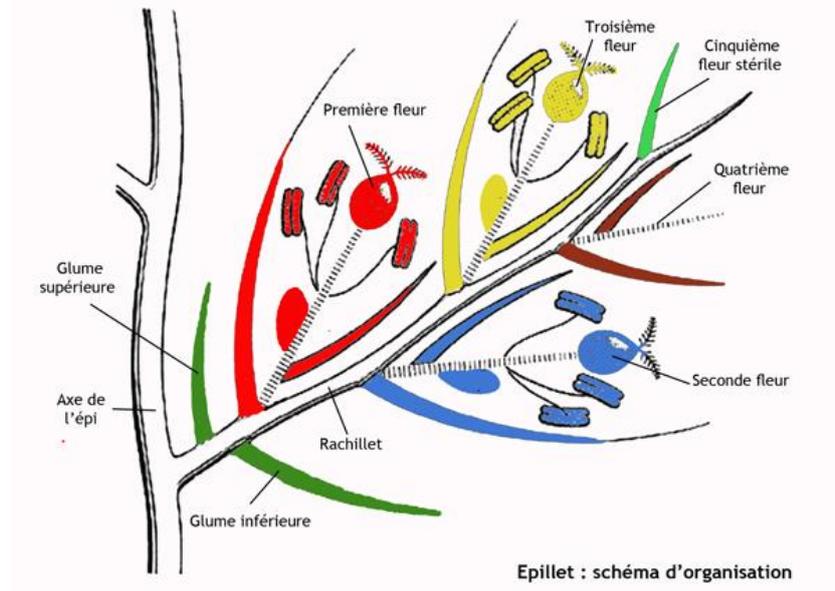
Degré d'organisation		Caractéristiques principales
Règne	Végétaux	Organisme capable de réaliser la photosynthèse
Embranchement	Embryophytes	Plantes terrestres
Super classe	Spermatophytes	Plantes à graines
Classe	Angiospermes	Présence d'un ovaire qui après fécondation se transforme en fruit
Sous classe	Monocotylédones	Présence d'un seul cotylédon <sup>1</sup>
Super ordre	Commelinidées	Présence d'un marqueur chimique : l'acide férulique <sup>2</sup>
Ordre	Poales	Regroupe des familles d'herbacées à feuilles étroites
Famille	Poacées	L'appareil végétatif est caractérisé par le chaume <sup>3</sup> et l'inflorescence est un épillet <sup>4</sup>
Genre	<i>Saccharum</i>	
Espèces	<i>robustum</i> <i>officinarum</i> <i>spontaneum</i> <i>barberi</i> <i>sinense</i>	

<sup>1</sup> Expansion aplatie du bourgeon qui donnera naissance à une feuille.

<sup>2</sup> Acide organique qui confère leur solidité aux parois des cellules végétales.

<sup>3</sup> Tige aérienne creuse et cylindrique, une inflorescence en épillet (petit épi composé de quelques fleurs incomplètes).

<sup>4</sup> Petit épi composé de quelques fleurs incomplètes.



**Schéma d'organisation d'un épillet**

Source : <http://botarela.fr/Poaceae/Description-detail/Epillet.html> consultée le 05/07/13

Les cannes cultivées pour l'industrie sucrière sont le produit de l'hybridation de plusieurs espèces, et ce pour avoir le meilleur rendement.

## I.2. Description

### ***I.2.a. Racines***

Il existe plusieurs types de racine chez la canne :

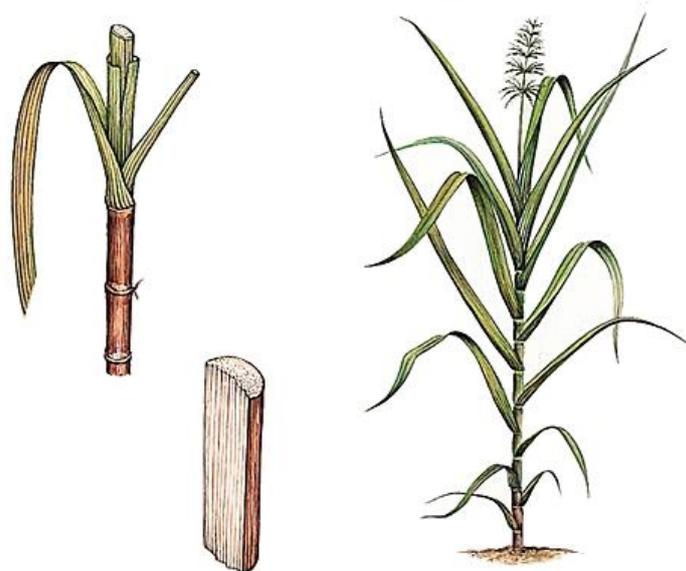
- Les racines superficielles qui possèdent de nombreux poils absorbants pour assurer l'absorption de l'eau et des éléments minéraux nécessaires à la croissance de la plante.
- Les racines de soutien qui assurent la fixation de la plante (60 à 120cm de profondeur).
- Les racines cordons jusqu'à 6 m de profondeur permettent de continuer à alimenter la plante en période de sécheresse.

### ***I.2.b. Tige et feuilles***

Sa tige est cylindrique avec un diamètre qui varie de 2 à 6 cm. Elle peut atteindre 5 m de haut. Son écorce est épaisse, cireuse variant du jaune pâle au violet, en passant par le vert, selon les variétés et l'exposition au soleil. Sa surface est lisse. La tige est divisée tous les 10 à 20 cm par des nœuds d'où naissent les feuilles

alternes finement dentées et rubanées ; composées de 2 parties : la gaine et le limbe. Les feuilles sont coupantes, car recouvertes de silice.

Au sommet de la tige se trouve une panicule argentée, élancée qui porte les inflorescences. .



**Dessin d'une canne**

Source : [http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/canne\\_%C3%A0\\_sucre/30332](http://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/canne_%C3%A0_sucre/30332), consultée le 05/07/13



**Photo d'une canne**

Source : *Saccharum officinarum* (ko, sugarcane) Habit at Maui Nui Botanical Garden, Maui.  
April 07, 2005. Image by Forest & Kim Starr  
<http://www.starrenvironmental.com/images/image/?q=050407-6278&o=plants>, consultée le 05/07/14

### **I.2.c. Organes reproducteurs**

La canne fleurit tous les ans. Son inflorescence est une panicule (épillets regroupés en grappe) soyeuse en plumeau. Chacune des panicules possède des fleurs mâles et femelles dont la couleur change selon la variété, elles sont blanches pour Saccharum. Les fleurs sont rarement fertiles en même temps, c'est pourquoi la reproduction est essentiellement asexuée. La graine de très petite taille est en réalité un fruit sec indéhiscent (il ne s'ouvre pas à maturation) appelé caryopse.

### **I.3. Histoire**

C'est en 325 avant Jésus-Christ que les occidentaux auraient appris l'existence du sucre.

A cette date, Néarque, un compagnon d'Alexandre le grand, est chargé par ce dernier de diriger une flotte de 120 navires, transportant près de 10 000 hommes. La mission de Néarque est d'établir une nouvelle route maritime entre l'Indus et le Golfe persique.

Au cours de ce voyage, il découvre l'existence d' « un roseau qui, sans le secours des abeilles, produit du miel » (Strabon). Il faut rappeler qu'à cette époque, le miel est la seule denrée à pouvoir apporter le goût sucré aux aliments chez les européens.

Au VII<sup>ème</sup> siècle, les Arabes envahissent l'Asie et découvrent à leur tour la canne à sucre qu'ils décident d'implanter dans les régions méditerranéennes.

Au XII<sup>ème</sup> siècle, les croisés rapportent le sucre de Syrie ou de Palestine.

Le sucre de canne est peu répandu. Cette nouvelle épice est d'abord vendue chez l'apothicaire à des prix très élevés. Elle est d'ailleurs considérée comme un médicament depuis l'antiquité.

Pline l'ancien précise dans son Histoire naturelle (Kleiner B., 2007) : « il est blanc comme la gomme, cassant sous la dent [...] on l'emploie seulement en médecine »

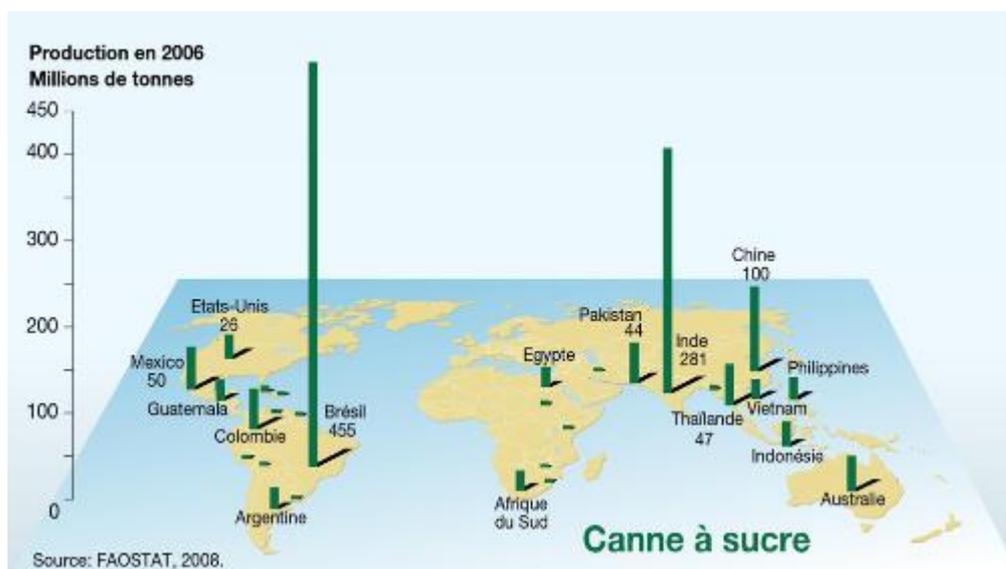
Ce n'est qu'au milieu du XV<sup>ème</sup> siècle que naît la première industrie de raffinage en Europe fondée par Venise qui contrôle à cette époque le commerce de la méditerranée orientale.

Au XVII<sup>ème</sup> siècle : les colons du nouveau monde importent la canne à sucre en Amérique centrale, en Amérique du sud et aux Caraïbes.

En 1684 à Paris, Francesco Procopio del Cotelli ouvre le fameux café Procope de Saint Germain des Près. Il lance la mode des cafés qui contribuera à tripler la consommation de sucre.

#### I.4. Géographie

Les exigences culturales de la canne sont une température entre 24 et 34 °C, un apport d'eau d'au moins 120 cm<sup>3</sup> par an, régulièrement répartie sur l'année et une période de sécheresse de 2 à 3 mois. Sa préférence pour la chaleur et l'humidité en fait une plante tropicale.



#### **Production mondiale de canne à sucre en 2006**

Source : Cartographie : Philippe Rekacewicz

<http://blog.mondediplo.net/2010-11-04-Le-Bresil-puissance-agricole-ou-environnementale>, consultée le 17/07/13

Ainsi les principaux pays producteurs sont : le Brésil, l'Inde et la Chine.

La France est un des rares pays de l'union européenne (avec le Portugal et l'Espagne) à cultiver la canne à sucre, grâce à ses départements d'Outre-mer : la Réunion, la Guadeloupe et la Martinique.

## I.5. Culture et récolte

Pour obtenir des plants de canne, les agriculteurs utilisent essentiellement la technique du bouturage. Elle consiste au prélèvement d'un morceau de tige de canne jeune de 30 à 40 cm, comprenant 3 à 4 nœuds, qu'il faut placer à l'horizontale dans le sol, sous 3 à 5 cm de terre humide. Au bout d'une semaine des bourgeons apparaissent puis des tiges primaires. Il faut attendre 2 à 3 semaines pour observer la canne au-dessus du sol.

Le bouturage n'a pas lieu chaque année, car la canne à sucre est une plante vivace par son rhizome, elle repousse donc après chaque coupe.

La plupart des producteurs mettent à profit la faculté de repousse spontanée qui assure alors un bon rendement pendant 7 à 8 ans. Passé ce délai, le rendement n'étant plus satisfaisant, les vieilles souches sont arrachées et nouvelle plantation par bouturage est réalisée.

Après bouturage, même si les premières pousses apparaissent très rapidement, il faut environ un an pour que la canne arrive à son cycle de floraison. C'est à ce moment-là, lorsque la plante est mature, que la photosynthèse a lieu, ce qui aboutit à la formation de saccharose.

Pendant cette période de maturation, le taux de sucre augmente fortement et s'accumule alors dans la tige, où il se répartit de façon inégale, le sommet appelé « bout blanc » étant le moins riche en sucre.

La floraison est suivie de la production de graines qui va utiliser les ressources en sucre de la plante et ainsi diminuer le rendement. La canne est donc généralement récoltée juste avant la floraison ou à son début, soit au bout de 10 à 12 mois après plantation ou 14 à 16 mois (selon les pratiques agricoles).

La récolte se déroule sur plusieurs mois : de février à juin en Martinique et en Guadeloupe et de juillet à décembre à la Réunion.

Traditionnellement, les champs de canne à sucre sont brûlés afin de faire fuir les serpents et autres animaux venimeux. Cela permet aussi de faciliter l'accès des coupeurs à des champs éclaircis et à des tiges de cannes débarrassées de leurs feuilles mortes.

Les coupeurs sectionnent la tige de la canne juste au-dessus du premier nœud, aussi près que possible du sol, qui est la partie la plus riche en sucre, et avec une certaine inclinaison qui favorise la repousse. Ils étêtent ensuite la tige, et la coupent parfois en deux, si elle est trop longue.

Les têtes sont alors laissées au champ et rendent une partie des nutriments en se décomposant.

La récolte de la canne à sucre peut aussi être mécanisée, mais les cannes coupées par les machines se dégradent plus vite qu'avec des coupeurs manuels ce qui entraîne une diminution plus importante de la teneur en sucre. Elles doivent donc être plus rapidement transportées à l'usine (dans les 36 heures suivant la coupe).

La canne renferme environ 14% de sucre à extraire.

## I.6. Extraction du sucre

A l'entrée de l'usine, les chargements de cannes sont contrôlés et pesés. Un échantillon de canne est prélevé de façon aléatoire pour être analysé.

Cet échantillon est broyé pour obtenir de la canne pulvérisée : la pulpe, qui une fois pressée, donne la partie sèche (le gâteau) et la partie liquide (le jus).

Le jus est analysé pour déterminer sa concentration en matière sèche et en saccharose (sucre).

Ces paramètres permettent de déterminer le coefficient de paiement qui sert à fixer le prix de la canne.

Une fois l'échantillonnage effectué, les tiges de cannes sont broyées. Le jus de canne ou « vesou » obtenu est séparé du bois ou « bagasse », qui est brûlé pour fournir de l'électricité.

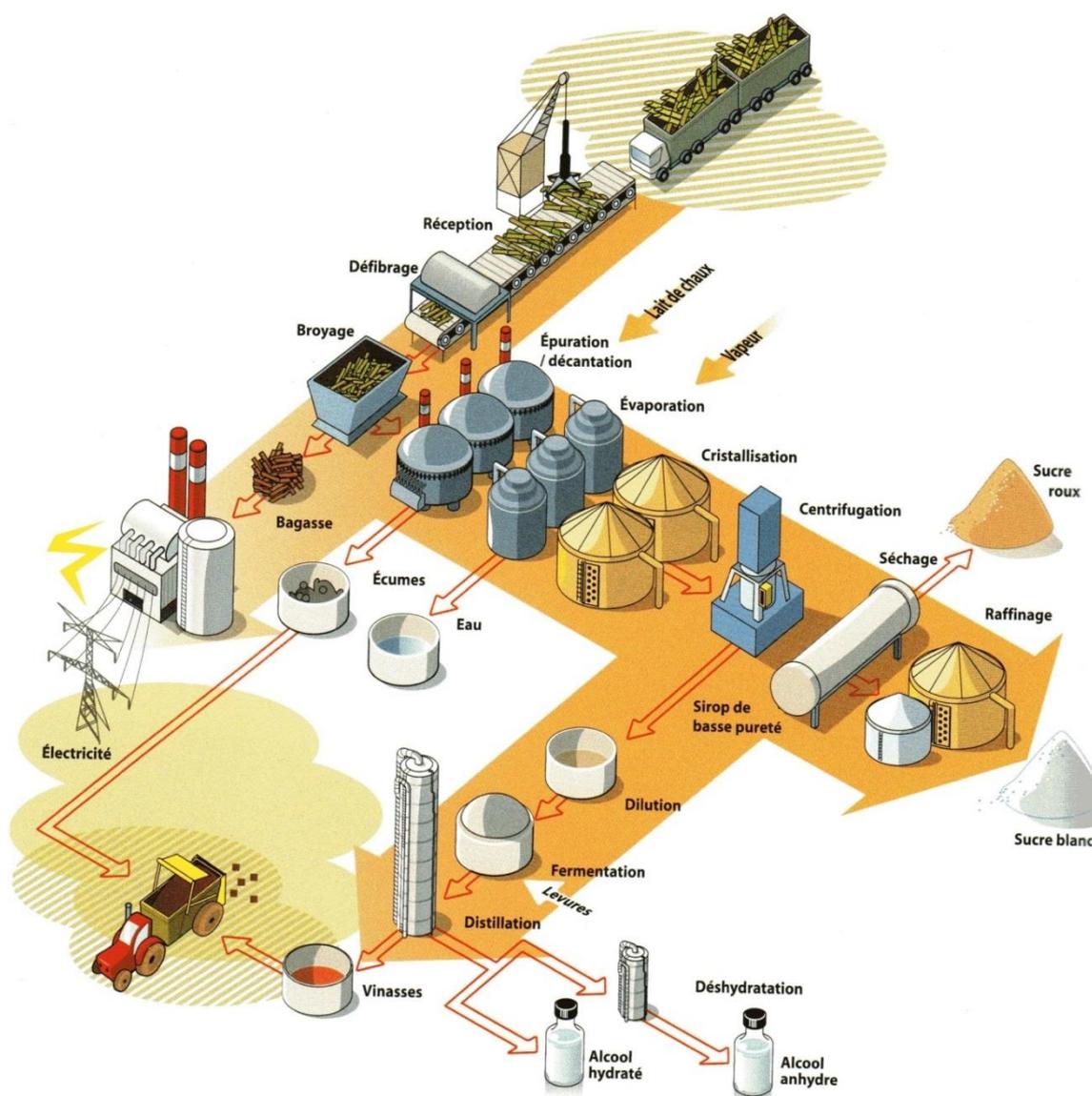
Le jus sucré (contenant 80 à 85% d'eau, 10 à 20% de sucre et 0,7 à 3% d'impuretés) est alors réchauffé afin d'évaporer l'eau, puis additionné de chaux. Sous l'action de la chaux, les acides minéraux et un certain nombre de matières organiques sont transformés en sels insolubles ; il se forme alors un précipité qui piège les impuretés. Le jus est alors laissé à décanter. La boue formée par la décantation des impuretés est extraite par pompage ou par gravité, puis le jus est filtré.

Le jus clarifié, contenant alors 12% de matières sèches, est concentré successivement dans quatre caisses d'évaporation. Sa concentration augmente d'une caisse à l'autre. A la sortie de la quatrième caisse, sa concentration est de l'ordre de 65 à 70% de matières sèches.

La dernière étape est la cristallisation (*cf. partie II.III.3*). Cette étape consiste à saturer le sirop pour que le sucre cristallise. Elle est amorcée par introduction de petites quantités de sucre finement broyées dans de l'alcool.

La masse cuite, qui se forme, est introduite dans une essoreuse afin d'isoler les cristaux de « l'eau mère » ou « égout de 1<sup>er</sup> jet ». Grâce à la force centrifuge, les cristaux se collent à la paroi de l'essoreuse, tandis que le jus qui reste au centre est récupéré pour effectuer un nouveau cycle. Trois cycles sont nécessaires pour obtenir un maximum de cristaux.

Les cristaux formés contiennent encore des sels minéraux et matières organiques : c'est le sucre roux. Pour la fabrication du sucre blanc, il faut les éliminer : c'est le raffinage. Le sucre blanc doit contenir au moins 99,7% de saccharose, alors que le sucre roux n'en contient que de 85 à 99,5%.



**Schéma du processus de transformation industriel de la canne**

Source : Rapport annuel 2011 entreprise Téréos

Il ne faut pas confondre sucrerie et raffinerie :

- La sucrerie sert à la production de sucre cristal à partir des plantes.

- La raffinerie, elle, a pour rôle de refondre le sucre roux en sucre blanc ; et de conditionner, commercialiser et distribuer le sucre.

En France, deux usines sont spécialisées dans le raffinage du sucre de canne : Beghin Say à Nantes et St Louis à Marseille.

## **I.7. Parasites et maladies**

Comme toute culture, la canne à sucre n'est pas à l'abri des nuisibles et autres maladies.

### ***I.7.a. Insectes***

De nombreux insectes font partie des nuisibles de la canne :

- Les pucerons vecteurs de viroses.
- Les cochenilles et les larves des borers creusent la canne.
- Les nématodes, les vers blancs, les cigales et les termites, eux s'attaquent aux racines de la plante.

Ces parasites vivent aux dépens de la plante. L'Homme lutte contre ces nuisibles, grâce aux pesticides, à la génétique (création de variétés résistantes), mais aussi grâce au développement d'insectes, eux-mêmes nuisibles à ces parasites, néanmoins inoffensifs pour la plante.

### ***I.7.b. Animaux***

Chez les espèces animales plus grosses, le principal ennemi de la canne est le rat. Il provoque d'importants dégâts. L'Homme utilise alors des graines empoisonnées ou des appâts anticoagulants pour tuer ces rongeurs.

### I.7.c. Maladies

<b>Principales maladies de la canne</b>			
<b>Nom</b>	<b>Agent</b>	<b>Symptômes</b>	<b>Zones touchées</b>
<b>Charbon</b> (smut)	Moisissure ( <i>Ustilago sitamania</i> )	Fouet charbonneux, tiges allongées et fines.	Monde
<b>Mildiou</b> (Mildew)	Moisissure	Rayures pâles, duvet blanc sur la face intérieure des feuilles.	Asie, Australie
<b>Morve rouge</b> (red rot)	Moisissure ( <i>Phylospora tucumanensis</i> )	Tâches rouges à l'intérieur des tiges. Rougissement des nervures et des bourgeons.	Monde
<b>Ananas</b> (Pineapple disease)	Moisissure	Pourriture rouge des boutures, accompagnée d'une odeur d'ananas.	Monde
<b>Gummoses</b> (gumming disease)	Bactérie ( <i>Xanthomonas vasculorum</i> )	Rayures jaunes sur les feuilles. Sécrétion pathologique.	Asie, Antilles, Australie
<b>Echaudement</b> (Leaf scald)	Bactérie ( <i>Xanthomonas albilineans</i> )	Rayures blanches sur les feuilles.	Asie, Antilles, Afrique, Australie
<b>Rabougrissement</b> (Ratoon stunting disease)	Bactérie ( <i>Clavibacter xyli xyli</i> )	Aucun.	Monde
<b>Mosaïque</b> (Mosaic)	Virus	Marbrure des jeunes feuilles.	Monde
<b>Stries chlorotiques</b> (Chlorotic streak)	Virus	Lignes jaunâtres.	Monde, sauf Asie
<b>Maladie de Fidji</b> (Fiji disease)	Virus	Tumeurs jaunes, blanches ou brunâtres sur la face intérieure des jeunes feuilles.	Australie, Philippines, Thaïlande

**Tableau des principales maladies de la canne**

Source : <http://www.lameca.org/dossiers/canne/5.htm>, consultée le 20/07/13

Pour éviter le développement et la propagation des maladies, des actions sont mises en œuvre telles que la création d'espèces résistantes, la désinfection des couteaux ou la mise en quarantaine des plants infectés.

## II. La Betterave

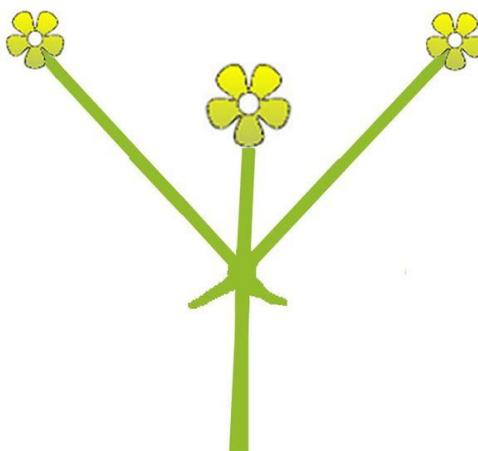
Il existe plusieurs variétés de betterave :

- La betterave potagère à chair rouge qui est un légume de consommation courante.
- La betterave fourragère à chair rouge, jaune ou blanche utilisée pour nourrir le bétail.
- La betterave demi-sucrière pour l'alimentation du bétail.
- La betterave sucrière à chair blanche pour la production de sucre.

Nous nous intéresserons uniquement à la betterave sucrière, espèce sélectionnée par le chimiste allemand Franz Karl Achard pour sa forte teneur en sucre (7%), qui avec les progrès techniques en matière de sélection atteint les 15 à 25% de sucre.

## II.1. Classification (Dupont F., 2012)

Degré d'organisation		Caractéristiques principales
Règne	Végétaux	Organisme capable de réaliser la photosynthèse
Embranchement	Embryophytes	Plantes terrestres
Super classe	Spermatophytes	Plantes à graines
Classe	Angiospermes	Présence d'un ovaire qui après fécondation se transforme en fruit
Sous classe	Triporés	Présence de 2 cotylédons et d'un pollen à 3 apertures <sup>5</sup>
Super ordre	Préastéridés	Grade qui présente des caractères primitifs tels que tépales <sup>6</sup> , verticilles trimères <sup>7</sup>
Ordre	Caryophyllales	Forte courbure de l'ovule Présence de bétalaïnes, responsable de la coloration des fleurs et des fruits
Famille	Amaranthacées	Plantes halophiles <sup>8</sup> ou nitrophiles <sup>9</sup> , inflorescence en cyme contractée <sup>10</sup>
Genre	<i>Beta</i>	
Espèces	<i>vulgaris</i>	



**Schéma d'une inflorescence en cyme**

Source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Cyme>, consultée le 12/08/13

<sup>5</sup> Sillon germinatif

<sup>6</sup> Pièce florale qui ne correspond ni à un sépale (généralement vert), ni à un pétale (généralement coloré)

<sup>7</sup> Les organes de la plante sont disposés en 3 cercles autour de la tige : pour la betterave le premier cercle de tépales, le deuxième d'étamines, le dernier de carpelles.

<sup>8</sup> Pousse sur des terrains riches en chlorures

<sup>9</sup> Pousse sur des terrains riches en nitrates

<sup>10</sup> Type d'inflorescence pour laquelle l'axe principal ainsi que les axes secondaires sont terminés par une fleur, les axes étant largement raccourci par rapport à une inflorescence en cyme.

## II.2. Description

### II.2.a. **Racine**

De forme conique, la racine de betterave sucrière est charnue, sa chair est blanche, elle possède un collet plat. Elle est parcourue par deux sillons saccharifères. A la fin de sa croissance, la racine atteint 15 à 35 cm de long.

Des radicelles latérales s'insèrent sur la racine principale permettant un bon apport d'eau et de minéraux.

Enfin la racine-pivot s'enfonce profondément dans le sol jusqu'à deux mètres et sert d'ancrage à la plante.

La racine de betterave constitue l'organe de stockage du sucre et contient 15 à 20% de son poids en sucre.



**Photo d'une betterave à sucre**

Source : <http://mktg.factosoft.com/consoglobe/image-upload/img/portrait-betterave.jpg>, consultée le 20/07/13

### II.2.b. **Feuille**

Le collet est le point d'insertion de feuilles simples réparties en bouquet foliaire. C'est dans ces feuilles que le sucre est produit grâce à la photosynthèse (cf V.1).

### II.2.c. **Organes reproducteurs**

La betterave produit de petites fleurs apétales, sessiles à cinq étamines. Elles sont disposées en cymes contractées, réunies elles-mêmes en inflorescence plus complexe qui se dressent à l'extrémité de la tige foliaire.

L'ovaire ne contient qu'un seul ovule. Les stigmates sont libres.

La pollinisation est anémophile<sup>11</sup> ou entomophile<sup>12</sup>.

Le fruit est un akène<sup>13</sup> à une seule loge. Plusieurs fruits peuvent s'accoler pour former un glomérule.

### II.3. Histoire

Le potentiel sucré de la betterave est découvert de nombreuses années après celui de la canne. Les premiers récits datent du XVI<sup>e</sup> siècle. En effet, en 1575, l'agronome Olivier de Serre note que la « bette-rave » qu'il cultive dans sa ferme d'Ardèche est intéressante du point de vue sucrier et qu'une espèce de betterave venue d'Italie fournit en cuisant un jus semblable à du sirop de sucre.

Cependant, ce n'est qu'en 1747 que le chimiste prussien Andreas Sigismund Marggraf réussit à extraire le sucre de la betterave et à le solidifier. Comme il l'explique dans ses « opuscules chimiques » (Marggraf, 1762), il s'inspire des connaissances de l'époque, à savoir l'extraction de « particules salines » à partir des « plantes qu'on fait dépurer, épaissir, cristalliser » (p213) pour expérimenter l'extraction du sucre de betterave.

*« je me suis servi de la même voie pour tirer de plusieurs plantes et de leur diverses parties , différents sels [...] C'est ce qui m'a fourni l'idée et l'occasion d'examiner aussi les parties des espèces de plantes qui sont manifestement douées d'une saveur douces [...] Ces plantes donc que j'ai soumises à un examen chimique, pour titrer le suc de leurs racines, et dans lesquelles j'en ai trouvé effectivement de véritable et en abondance, ne font point des productions étrangères ; ce sont des plantes qui naissent dans nos contrées [...] telles sont 1. la bette blanche ou poirée que l'on nomme aussi cicla officinarum, C.B, 2. Le chervi, fifarum dodonei. 3. La bette a racine de rave, C.B ou bette rouge [...] Comme, le sucre est un sel qui se dissout même dans l'esprit de vin, j'ai jugé que cette liqueur pourroit peut-être servir à séparer le sucre des parties des plantes »*

---

<sup>11</sup>Pollen transporté par le vent.

<sup>12</sup> Pollen transporté par les insectes.

<sup>13</sup>Fruit, sec, dont la graine unique n'est pas soudée à son enveloppe.

Pour s'en assurer il dissout du sucre dans l'alcool sous l'action de la chaleur. Le sucre s'étant en effet entièrement dissout, il filtre la solution et le met dans un verre bien fermé. Au bout de 8 jours, il voit les cristaux de sucre se reformer.

Marggraff a donc coupé les racines de betterave blanche, les a laissées sécher puis réduites en poudre. Il a mélangé cette poudre à « l'esprit de vin » puis mis à chauffer. Il a ensuite filtré sa solution et l'a laissée dans un verre fermé avec un bouchon de liège.

*« D'abord l'esprit de vin y est devenu trouble et au bout de quelques semaines, il s'est formé un sel cristallin pourvu de toutes les marques caractéristiques du sucre... ».*

L'extraction du sucre à partir de la betterave était née.

Après avoir testé l'extraction du sucre des trois racines, il en a conclu que c'était la betterave qui était la plus riche en sucre.

Marggraf se servait déjà de l'eau de chaux, actuellement utilisée dans l'industrie, pour séparer les impuretés du sucre. L'industrialisation aurait pu débuter à ce moment, cependant le chimiste passe à d'autres expériences et le sucre de betterave tombe dans l'oubli.

Ce n'est qu'en 1786 qu'Achard, un élève de Marggraf, reprend ses travaux. Il réussit à extraire le sucre de la betterave et à le solidifier de façon industrielle. Une usine est alors ouverte à Cunern, en Silésie sous le financement du roi de Prusse Frédéric Guillaume III, mais Achard étant mauvais gestionnaire, sa tentative se solde par un échec.

En 1806, le blocus, exercé par la marine britannique, sous le régime de Napoléon, coupe la route des îles et provoque une pénurie en sucre. Ce dernier devient introuvable à Paris. Les chimistes se tournent de nouveau vers la production de sucre par la betterave. Benjamin Delessert, homme d'affaires français, réussit le premier à clarifier le sucre de betterave. Et le 29 mars 1811, Napoléon ordonne que 32000 hectares soient dévolus à la culture de la betterave et qu'un million de francs soit attribué aux agriculteurs qui accepteront de se lancer dans l'aventure.

Tous les départements de France sont concernés. Cependant l'obligation d'un climat humide et de sols calcaires, ne laissera la place à la culture de betterave que dans le nord de la France (Nord-Pas-de-Calais, Picardie).

Benjamin Delessert se verra remettre la légion d'honneur par l'empereur lui-même en 1812.



**Benjamin Delessert décoré par Napoléon**

Source : [http://queruel.canalblog.com/albums/le\\_2\\_janvier\\_1812\\_\\_benjamin\\_delessert\\_decore\\_par\\_napoleon/index.html](http://queruel.canalblog.com/albums/le_2_janvier_1812__benjamin_delessert_decore_par_napoleon/index.html), consultée le 12/08/13

Encouragée par un régime fiscal avantageux, la betterave devient compétitive et les usines fleurissent.

Malheureusement, le succès est de courte durée puisqu'à la chute de l'empire en 1814, le commerce maritime reprend et le sucre de canne, surstocké jusque-là, arrive en masse des colonies. Au vu de l'abondance de la marchandise, les prix ont chuté, offrant ainsi une rude concurrence au sucre de betterave. L'essor de la betterave est stoppé net et les sucreries ferment les unes après les autres.

L'industrie de la betterave sucrière connaît une renaissance au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle avec l'abolition de l'esclavage (1848) qui provoque une augmentation des coûts de production du sucre de canne ; la betterave redevient alors compétitive.

D'autres innovations apparaissent enfin :

- 1854 : Eugène François un épicier parisien invente le sucre en morceaux en découpant de façon égale les pains de sucre.
- 1949 : Louis Chambon, ingénieur français, crée le moulage du sucre par compression.

Aujourd'hui, l'industrie du sucre de betterave est très ancrée dans le Nord-Pas-de-Calais, et la région tente de valoriser ce patrimoine agricole. Ainsi « la fête des guénels » a lieu chaque année peu avant Noël dans plusieurs villes. Cette coutume n'est pas sans rappeler « halloween ». En effet, les enfants défilent dans les rues tenant une sorte de lanterne taillée dans la betterave avec une bougie à l'intérieur. Chaque personne visitée par les enfants doit donner des friandises.

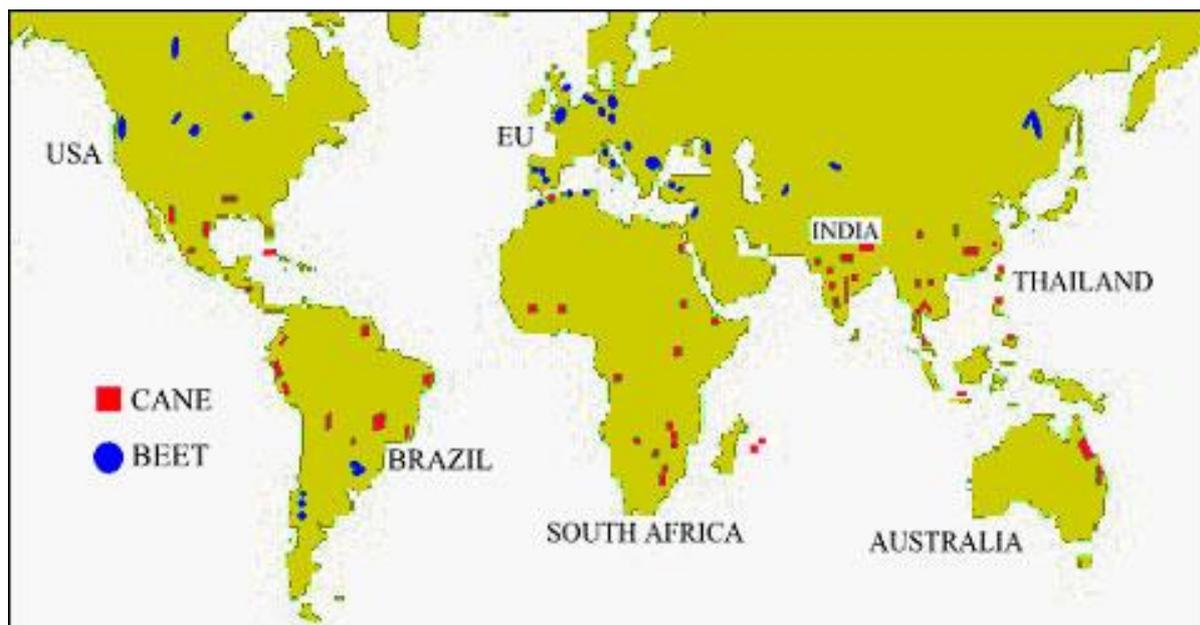
## II.4. Géographie

La betterave aime les climats tempérés : elle ne germe pas au-dessous de 5°C et les températures idéales durant la végétation sont de 20 à 25°C.

Elle a besoin de beaucoup d'eau pour sa croissance (environ 600mm d'eau par an pour un bon rendement)

Enfin, elle a une préférence pour les sols argilo-calcaires.

Tous ces critères sont et resteront les éléments principaux du succès de la culture de la betterave dans le Nord de la France. D'ailleurs elle reste jusqu'à ce jour le 1<sup>er</sup> pays producteur mondial de sucre de betterave (CEDUS, 2013).



**Carte des pays producteurs de canne et de betterave**

Source : <http://www.sugar.ca/english/images/educators/map2.jpg>, consultée le 12/08/13

## II.5. Culture et récolte

La betterave est une plante bisannuelle, son cycle végétatif s'accomplit en 2 ans. La première année, elle accumule les substances nécessaires à sa fructification, notamment le sucre, qui servira l'année suivante à produire les graines.

La récolte a donc lieu la première année avant qu'elle n'entre en phase reproductive. Le taux de sucre est à son maximum entre 15 et 20%. On sème les graines de mi-mars à fin avril. Pour avoir un bon rendement, la betterave exige pendant six mois une atmosphère assez humide puis une période de chaleur et de soleil : c'est pourquoi la récolte commence fin septembre, et se poursuit jusque mi-novembre.

Les betteraves sont d'abord effeuillées puis décolletées avec une effeuilleuse-décolleteuse avant d'être arrachées.

Il doit y avoir le moins de tare<sup>14</sup> possible, car cela engendre un surcoût de transport, de lavage et d'évacuation des déchets. De plus cela entraîne une perte de sol arable<sup>15</sup> avec une diminution des éléments nutritifs et de la matière organique.

Après l'arrachage, il faut rapidement que la betterave soit transportée à l'usine, car sa teneur en sucre diminue chaque jour à raison de 200 à 400 grammes par tonne de betterave<sup>16</sup>.

## II.6. Extraction du sucre

Dès son arrivée à l'usine, le camion est pesé d'abord avec son chargement puis à vide pour déterminer le tonnage. Le tonnage et le planteur sont alors enregistrés grâce à un code numérique.

Ensuite le chargement est contrôlé : un échantillon est directement prélevé dans le camion. La betterave est débarrassée de la terre qui l'entoure, la teneur en terre est alors mesurée. Puis c'est la teneur en sucre qui est évaluée. Pour cela la collerette (qui est toujours pauvre en sucre) est coupée pour ne pas fausser le résultat.

La rémunération de l'agriculteur dépend alors de 3 critères : le poids global de sa cargaison, la tare et la teneur en sucre.

Après cet échantillonnage, le processus d'extraction du sucre commence.

Les betteraves sont d'abord nettoyées de la terre ; elles sont brassées dans un lavoir, où elles circulent à contre-courant d'un flux d'eau.

---

<sup>14</sup> Ensemble des matières étrangères qui entoure la betterave au moment où elle est arrachée.

<sup>15</sup> Sol que l'on peut cultiver.

<sup>16</sup> CEDUS. L'extraction du sucre. 2009.

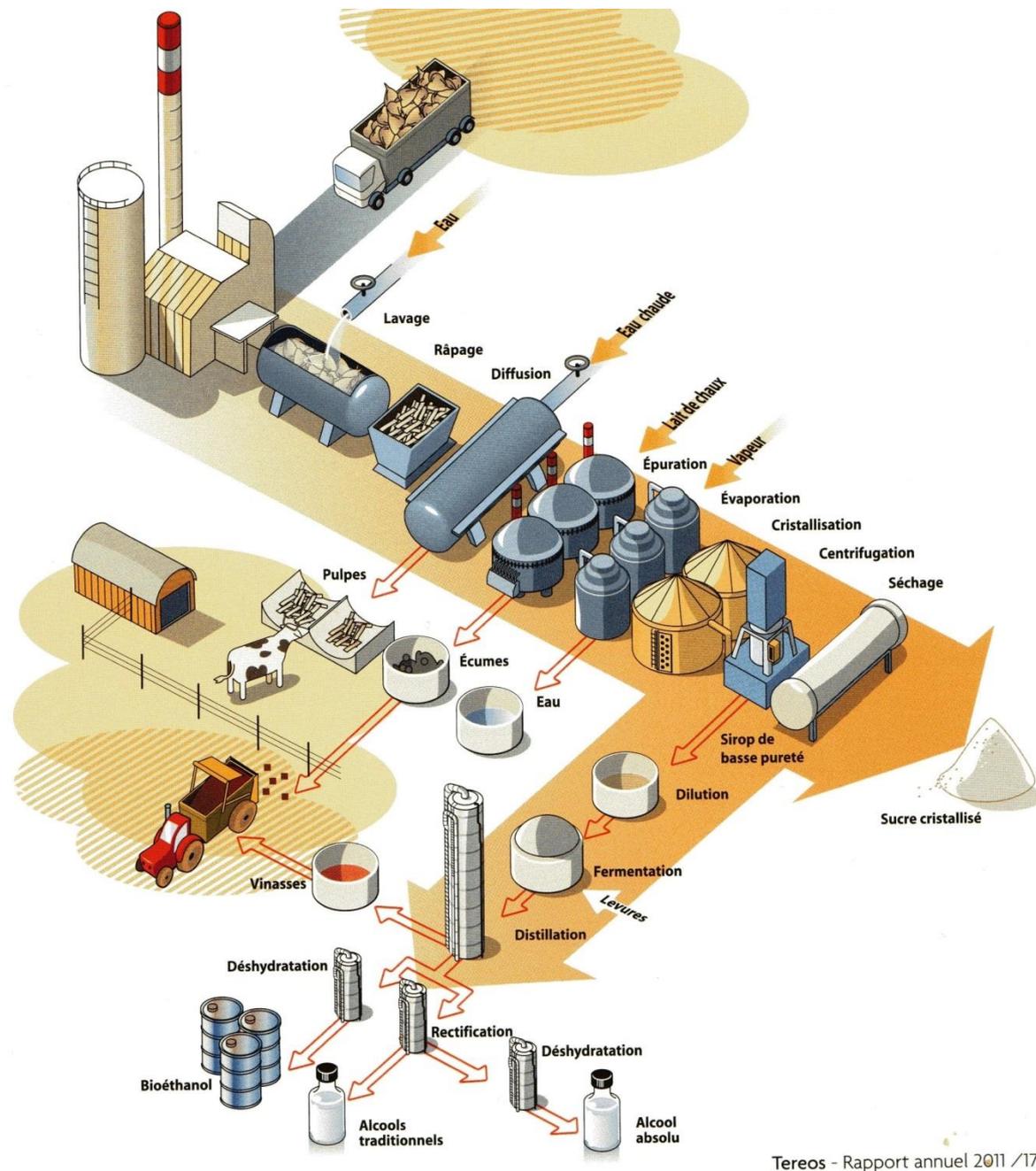
Elles sont ensuite envoyées dans des coupe-racines, où elles sont découpées en fines lanières appelées « cossettes ». Les cossettes sont mises dans un long cylindre où l'eau chaude qui circule à contre-courant s'engorge de sucre par diffusion. L'eau est chauffée à 70°C, à cette chaleur, les membranes des cellules qui renferment le saccharose sont détruites. Du lait de chaux est ajouté au jus sucré obtenu dans le but de flocculer les impuretés. Ensuite du gaz carbonique est injecté pour précipiter la chaux en excès. Le jus clair est alors séparé de la boue par décantation. Une deuxième carbonation est réalisée, suivie d'une filtration. Le jus obtenu contient alors 86% d'eau, 13% du sucre et 1% d'impuretés. Il faut concentrer le sucre par évaporation. Le jus sucré passe par une série de chaudières dont la pression et la température diminuent successivement. Dans la première chaudière, le jus est porté à ébullition. Au fil des chaudières, le jus contient de moins en moins d'eau et de plus en plus de sucre.

Après évaporation de l'eau, le jus prend la consistance d'un sirop jaune/brun contenant 60 à 70% de saccharose. Viennent ensuite les étapes de cristallisation et d'essorage, identiques à celles de la canne à sucre. La mélasse restante est utilisée pour l'alimentation animale.

Le sucre de betterave n'a pas besoin d'être raffiné, les cristaux sont déjà blancs.

Cependant il existe également du sucre roux de betterave, nommé « vergeoise ».

La vergeoise provient du sirop de betterave, qui est coloré et parfumé par des composants naturels de sa matière première lors de cuissons successives. Elle doit son nom à l'ancienne forme du sucre qui était alors conditionnée en pain. En effet les vergeoises désignaient les moules dans lesquels le sucre était coulé.



**Schéma du processus de transformation industriel de la betterave**

Source : Rapport annuel 2011 entreprise Téréos

**II.7. Parasites et maladies**

Parmi les parasites de la betterave, certains s'attaquent aux feuilles: c'est le cas de l'atomaire et de l'altise, qui font des petits trous dans la plante et qui peuvent retarder ainsi sa croissance ou entraîner son flétrissement.

Les pucerons sont également à craindre car ils peuvent transmettre des maladies virales.

D'autres insectes s'attaquent au système racinaire. Les chenilles de diverses espèces de noctuelle rongent les racines. Le nématode de la betterave, lui, entraîne leur déformation. Cela aboutit de nouveau au flétrissement de la plante.

Les maladies peuvent également toucher plusieurs parties de la plante.

Les principales maladies foliaires sont au nombre de quatre toutes causées par des champignons:

- la cercosporiose se caractérise par des petites taches grises cernées d'un liseré rouge. Cela provoque le dessèchement du limbe.
- la ramulariose laisse aussi apparaître des taches ponctuées de blanc sur les feuilles .
- L'oidium est caractérisée par un feutrage blanc à la surface des feuilles.
- La rouille se manifeste par de petites ponctuations rouge orangé entourées d'un halo jaune, sur les deux faces des feuilles.

Des fongicides sont utilisés pour traiter ces maladies responsables d'une baisse de rendement.

D'autres maladies sont causées par des virus, c'est le cas de la rhizomanie. Le feuillage vire alors au vert pâle voire transparent, le limbe devient étroit et cela aboutit au flétrissement des feuilles et à une baisse de rendement pouvant atteindre 50%. La contamination provient d'un champignon (le polomyxa) qui se trouve dans le sol.

La jaunisse est une maladie virale transmise par le puceron. Elle se caractérise par des feuilles qui deviennent jaunes et cassantes.

D'autres agents pathogènes sont responsables de la pourriture des racines, comme la gale, la fusariose, le rhizoctone... Les symptômes sont visibles lorsque le feuillage jaunit. Une baisse de rendement est alors également constatée mais il n'existe pas de moyens efficaces pour lutter contre ces agents. Seules des actions préventives peuvent être menées, à savoir l'éviction du chaulage<sup>17</sup> des sols qui favorise la multiplication bactérienne, ou encore la sélection de variétés de betteraves peu sensibles à ces nuisibles.

---

<sup>17</sup> Traitement des sols à la chaux

### III. Erable à sucre

L'érable à sucre est un arbre nord-américain qui sert à la production du sirop d'érable.

#### III.1. Classification (Dupont F., 2012)

Degré d'organisation		Caractéristiques principales
Règne	Végétaux	Organisme capable de réaliser la photosynthèse
Embranchement	Embryophytes	Plantes terrestres
Super classe	Spermatophytes	Plantes à graines
Classe	Angiospermes	Présence d'un ovaire qui après fécondation se transforme en fruit
Sous classe	Triporés	Présence de 2 cotylédons et d'un pollen à 3 ouvertures <sup>18</sup>
Super ordre	Malvidés	
Ordre	Sapindales	Arbustes ou arbres à feuilles généralement composées pennées <sup>19</sup>
Famille	Sapindacées	appartenaient aux acéracées qui ont été inclus dans les sapindacées
Genre	<i>Acer</i>	
Espèces	<i>nigrum</i> <i>rubrum</i> <i>saccharinum</i> <i>saccharum</i>	

Parmi les nombreuses espèces d'érables, quatre sont utilisées pour la production de sirop d'érable : l'érable noir (*Acer nigrum*), l'érable rouge (*Acer rubrum*), l'érable argenté (*Acer saccharinum*) et principalement l'érable à sucre (*Acer saccharum*). Nous traiterons uniquement ce dernier dans le reste de cette partie, étant donné que les autres espèces donnent une eau d'érable moins abondante et moins sucrée.

<sup>18</sup> Sillon germinatif

<sup>19</sup> Feuille découpée où les folioles sont disposées en rang le long de la nervure principale

## III.2. Description (Forêt Canada, 1998)

### **III.2.a. Tronc**

L'érable à sucre atteint une hauteur moyenne de 25 à 28 mètres pouvant aller jusqu'à 40 mètres. Son diamètre se situe entre 60 et 90 cm, et peut atteindre 150 cm pour les plus gros.

L'écorce est grise et lisse lorsqu'elle est jeune, elle devient rugueuse, voire écaillée en vieillissant.

### **III.2.b. Racines**

Le système racinaire de l'érable à sucre se développe à partir d'une racine principale, qui se ramifie au cours du temps, donnant un aspect buissonnant.

### **III.2.c. Feuilles**

Les feuilles d'*Acer saccharum* sont opposées, simples, et palmées<sup>20</sup>. Elles comprennent cinq nervures principales. La feuille compte de trois à cinq lobes. Les sommets des lobes sont aigus, les bords sont entiers ou portent quelques dents irrégulières. Le pétiole est long.

Le dessus des feuilles est vert foncé tandis que le dessous est vert pâle.

Le bout de la feuille (apex) se termine en pointe allongée et effilée.

A l'automne, ces feuilles se colorent de jaune, de rouge, d'orange vif ou de rouge écarlate, faisant la renommée du paysage canadien.

---

<sup>20</sup> Feuille dont les nervures principales rayonnent autour du sommet du pétiole telle une main ouverte.



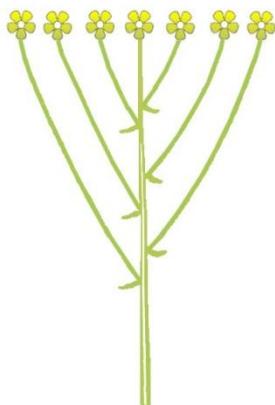
**Photo d'une feuille d'*Acer saccharum***

Source : [http://chalk.richmond.edu/biology/trees/images/Acer\\_saccharum\\_leaf.jpg](http://chalk.richmond.edu/biology/trees/images/Acer_saccharum_leaf.jpg), consultée le 05/09/13

### **III.2.d. Fleur**

Les fleurs sont régulières, petites (environ 5 mm de long) et en forme de cloche. Elles sont constituées de cinq sépales soudés mais n'ont pas de pétales.

Les inflorescences sont des corymbes<sup>21</sup> sessiles et jaunâtres. La fleur est portée par un pédoncule capillaire velu. Les filets sont allongés et pendants.



**Schéma du corymbe**

Source : <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Tuil.jpg>, consultée le 05/09/13

---

<sup>21</sup> Inflorescence pour laquelle l'ensemble des fleurs se trouvent sur un même plan

Les fleurs d'*Acer saccharum* apparaissent en même temps que les feuilles. Les inflorescences se développent à partir de bourgeons. La floraison se produit tôt au printemps et se poursuit pendant cinq à dix jours après l'éclosion.



**Flours d'*Acer Saccharum***

Source : [http://chalk.richmond.edu/biology/trees/htmls/acer\\_saccharum.htm](http://chalk.richmond.edu/biology/trees/htmls/acer_saccharum.htm), consultée le 05/09/13

### **III.2.e. Fruits**

Après la floraison printanière, les fleurs mâles tombent au sol avec leur pédicelle tandis que les fleurs femelles non fécondées forment un fruit sans graine.

Lorsque la fécondation s'avère être un succès, les fruits commencent à se développer.

Le fruit est composé de deux samares (disamare), réunies à la base, contenant chacune une graine (bien qu'il soit fréquent de n'en trouver qu'une par fruit).

Les deux poches de graines sont recouvertes d'une membrane qui se prolonge en deux ailes aplaties presque parallèles. Cette morphologie favorise sa dissémination par le vent et lui permet de coloniser de nouveaux espaces.

La disamare de l'érable à sucre a une forme en U. Elle possède un long pédicelle qui la dépasse souvent en longueur.

Il faut savoir que le fruit permet de distinguer les différentes espèces d'érables grâce à l'angle formé par les samares. Celui de l'érable à sucre possède des ailes presque parallèles, alors que d'autres espèces présentent un angle plat (érable de Norvège).

Les disamares sont vertes pendant l'été, deviennent vert jaunâtre lorsqu'elles sont mûres et passent rapidement au brun, en tombant à la fin de leur longue période de mûrissement (allant de l'automne, à la fin septembre voire début octobre)

Ce type de fruit, ressemblant à la fois à une hélice et à un parachute, se détache de l'arbre et tombe en tournant lentement autour d'un axe imaginaire pour atterrir souvent en dehors de la zone d'ombre, ce qui facilite sa germination.

La germination des graines de l'érable à sucre se produit tôt au printemps, dès la fonte des neiges. La levée de la dormance et de la germination exige une température optimale de 5°C. La perte des graines par les prédateurs est peu significative et les graines atteignent un taux élevé de germination, pouvant aller jusqu'à 95% lors des bonnes années.



**Photo d'une disamare**

Source : [http://chalk.richmond.edu/biology/trees/images/Acer\\_saccharum\\_fruits.jp](http://chalk.richmond.edu/biology/trees/images/Acer_saccharum_fruits.jp), consultée le 05/09/13

### III.3. Histoire

Le sirop d'érable est connu depuis longtemps des indigènes puisqu'il existait déjà avant l'arrivée des « envahisseurs blancs » au XV<sup>ème</sup> siècle.

Cependant, il n'existe pas d'écrit à cette époque pouvant relater la découverte du sirop d'érable, ce qui a laissé place à plusieurs légendes.

L'une d'elle raconte que par une journée de printemps, une vieille femme nommée « Micmac » alla ramasser la sève des érables et la mit dans un pot qu'elle plaça au-dessus du feu de son tipi. Fatiguée, elle alla s'étendre pour se reposer. Lorsqu'elle se réveilla, le soir était déjà là. Dans le pot, elle trouva un sirop doré, clair et sucré.

Une autre légende raconte que c'est un chef algonquin<sup>22</sup>, qui en voulant récupérer son tomahawk<sup>23</sup> de l'arbre dans lequel il était planté, fit couler de l'eau de l'arbre. Sa femme s'en servit pour cuire la viande : ce qui lui évita d'aller à la source pour chercher de l'eau. Le goût sucré et l'odeur douce furent très appréciés par le chef. Il appela le sirop dans lequel avait bouilli la viande, « Sinzibuckwud », mot algonquin qui veut dire « tiré des arbres ».

La légende iroquoise est similaire. Ici, c'est le chef Woksis qui récupère son tomahawk pour aller chasser. Un récipient était posé par hasard au pied de l'arbre. La femme du chef découvrit le récipient plein le lendemain et s'en servit pour cuisiner.

Chez le peuple Cri, on raconte que les chiens de traîneau se bouscuaient autour d'une branche cassée pour lécher la sève qui coulait : c'est ainsi que les Amérindiens eurent l'idée d'y goûter.

Chez les Hurons, c'est un écureuil qui est à l'origine de la découverte de l'eau sucrée : ce dernier grimpa le long d'un tronc d'arbre, mordit une branche et se mit à boire. Un Amérindien au bas de l'arbre le regardait et se demandait pourquoi, puisqu'une source d'eau fraîche coulait tout près. Il imita l'écureuil en faisant une fente dans l'arbre avec son couteau et fut surpris à son tour de ce qu'il découvrit.

D'autres légendes telles que les légendes Abenaki ou Ojibwé racontent qu'au départ c'est directement du sirop sucré « prêt à être consommé » qui coulait des arbres, mais redoutant que les Hommes ne deviennent paresseux, de l'eau a été introduite dans l'arbre afin que la production de sirop soit le fruit d'un dur labeur. Dans la première légende c'est Manabush, un jeune enfant, héros de nombreuses légendes indiennes, qui aurait dissout le sucre, dans l'autre ce serait le Dieu Nanabozho.

Les premiers écrits au sujet du sirop d'érable sont apparus avec l'arrivée des colons. Les plus anciens sont ceux d'André Thevet, un explorateur français : ils datent de 1557 ; la plupart des exemplaires conservés ayant été édités en 1558.

En 1555, André Thevet se joint à l'expédition du militaire français Nicolas Durand de Villegagnon, parti fonder une colonie française au Brésil. Thevet ne séjourne que dix semaines en terre d'Amérique, de la mi-novembre 1555 à la fin janvier 1556, car malade, il retourne en France. L'extrême brièveté de son séjour au Brésil ne l'empêche pas de publier, fin 1557 son livre « Les Singularitez de la France Antarctique autrement nommée Amérique... » (Thevet, 1557) écrit par la plume de

---

<sup>22</sup> Peuple autochtone se trouvant au Québec et en Ontario.

<sup>23</sup> Mot d'origine amérindienne désignant un morceau de bois tranchant et acéré.

l'helléniste Mathurin Héret. Dans cet ouvrage, il relate à partir du chapitre 75 la découverte du Canada par Jacques Cartier.

Thevet reconnaît n'être jamais allé au Canada :

« [...] *approchâmes fort près de Canada et d'une autre contrée, que l'on appelle Baccalos, à notre grand regret toutefois et désavantage, pour l'excessive froidure qui nous molesta l'espace de dix-huit jours* »

Mais il raconte cette découverte d'après le récit que lui a fait Jacques Cartier :

« *Jacques Cartier ainsi que lui-même m'a récité, fit deux fois le voyage en ce pays-là* ».

Il se vante même d'être le premier à écrire sur ce sujet : « je me suis avisé d'en écrire sommairement en cet endroit, ce qu'il me semble mériter d'être écrit [...] qui m'a d'avantage invité à ce faire, c'est qu'il n'y ait point eu homme, qui en ait traité autrement ».

Voici l'extrait qui porte sur la découverte de l'eau d'érable.

**LES  
SINGULARI-  
TEZ DE LA FRAN-  
CE ANTARCTIQUE, AV-  
tremment nommée Amerique: & de  
plusieurs Terres & Illes de-  
couvertes de nostre  
temps.**

*Par F. André Thevet, natif d'Angoulême.*



A PARIS,  
Chez Les heritiers de Maurice de la Porte, au Clos  
Bruneau, à l'enseigne S. Claude.  
1558.

AVEC PRIVILEGÉ DV ROY.

DE LA FRANCE ANTARCTIQUE. 158

ter le fais, en signe de victoire. Au reste ils ne font si en-  
clins à faire guerre, comme les Perusiens, & ceux du  
Bresil, pour la difficulté par aventure, que causent les nei-  
ges & autres incommoditez, qu'ils ont par delà.

*Des mines, pierrieres, & autres singularitez, qui  
se trouvent en Canada.*

CHAP. 80.



**E** pais & terrouër de Canada, est beau & bien situé, & de foy tresbon, hormis l'in-  
temperature du ciel, qui le defavorise:  
comme pouuez aysement coniecturer.  
Il porte plusieurs arbres & fruits, dont  
nous n'auons la congnoissance par deça.

Entre lesquels y à vn arbre de la grosseur & forme d'un  
gros noyer de deça, lequel à demeuré long temps inuti-  
le, & sans estre congnu, iusques à tant que quelcun le  
voulant couper en faillit vn suc, lequel fut trouué d'au-  
tant bon gouit, & delicat, que le bon vin d'Orleans, ou de  
Beaune: mesmes fut ainfi iugé par noz gens, qui lors en  
firent l'experience: c'est à scauoir le Capitaine, & autres  
gentilshommes de sa compagnie, & recueillirent de  
ce ius sur l'heure de quatre à cinq grand pots. Le vous  
laisse à penser, si depuis ces Canadiens affriandez à ceste  
liqueur, ne gardent pas cest arbre cherement, pour leur  
bruuage, puis qu'il est ainfi excellent. Cest arbre, en leur  
langue, est appelé *Couton*. Vne autre chose quasi incre-  
dible est, qui ne l'auroit veü. Il se trouue en Canada plu-  
sieurs lieux & contrées, qui portent tresbeaux ceps de vi-

*Bière du  
pais de  
Canada.*  
*Couton,  
arbre.*  
*Suc du-  
dit arbre  
ayant  
gouit de  
vin.*  
*Ceps de  
vigne na-  
turels en  
Canada.*

R ij

### Traduction en nouveau français :

*« Le pays et terroir de Canada est beau et bien situé et de plus très bon, hormis le climat très froid qui le défavorise, comme vous pouvez aisément le présumer. Il porte plusieurs arbres et fruits dont nous n'avons pas connaissance, parmi lesquels il y a un arbre de la grosseur et forme d'un gros noyer. Ce dernier a demeuré longtemps inutile et méconnu, jusqu'au jour où quelqu'un voulant le couper, en fit jaillir un suc. Celui-ci fut trouvé aussi bon et délicat que le bon vin d'Orléans ou de Beaune. Il fut jugé ainsi par les gens qui en firent l'expérience, à-savoir le capitaine<sup>24</sup> et autres gentilshommes de sa compagnie, qui recueillirent quatre à cinq grands pots de ce jus sur l'heure. Je vous laisse à penser que depuis ces Canadiens, affriandés par cette liqueur, gardent cet arbre chèrement pour leur breuvage, puisqu'il est ainsi excellent. Cet arbre, en leur langue, est appelé Couton »*

Il faudra attendre 1609 et le récit de Marc Lescarbot, avocat et écrivain français parti en nouvelle France en 1606, pour avoir un nouveau témoignage écrit sur l'eau d'érable :

*« S'ils sont pressés de soif, ils ont l'industrie de sucer les arbres, d'où distille une douce et fort agréable liqueur, comme je l'ai expérimenté quelquefois »*  
(Lescarbot M., 1866)

Puis nous trouvons les écrits de Sagard Gabriel, missionnaire français, qui relate en 1636 dans son « Histoire du Canada » (Sagard T.G., 1866) la récolte de l'eau d'érable :

*« Le Truchement<sup>25</sup> des Honquerorons me dit un jour que comme ils furent un long temps pendant l'hiver sans avoir de quoi manger autre chose que du petun<sup>26</sup> et quelque écorce d'un certain arbre que les Montagnais nommaient michian, lequel ils fendent au printemps pour en tirer un suc doux comme du miel, mais en fort petite quantité, autrement cet arbre ne se pourrait assez estimer. Je n'ai point goûté de cette liqueur comme j'ai fait de celle du fouteau<sup>27</sup>, mais le croie très bonne au goût, de l'écorce de laquelle j'ai mangé parmi nos Hurons, bien que fort peu souvent et plutôt par curiosité que par nécessité, d'autant qu'ayant autre chose à dîner ils laissent cette viande-là, pour les plus nécessiteux Canadiens, qui manquent souvent de toute autre chose. »*

Les allusions à l'eau d'érable vont alors se multiplier au fil des voyages des colons et explorateurs français partis au Canada et qui écrivent leurs découvertes de cette « nouvelle-France ». Cependant, c'est grâce à Agathe de Repentigny, canadienne, fille de colons français, que le sucre d'érable s'exporte en France sous la forme de bonbons, uniquement pour les plus riches évidemment. En effet, cette manufacturière envoyait au roi Louis XIV, entre 1700 et 1710, des échantillons de

---

<sup>24</sup> Ici Thevet parle de Jacques Cartier.

<sup>25</sup> Interprète.

<sup>26</sup> Désigne du tabac.

<sup>27</sup> Hêtre.

toiles accompagnés de dragées de sucre d'érable de sa propre confection. Sans doute cherchait-elle à obtenir les faveurs du roi qui avait interdit l'implantation d'activités commerciales dans les colonies.

A cette période, la production de sucre et de sirop d'érable reste très locale, les familles ne produisent que pour leur propre consommation. Il faut dire que la préparation des chemins couverts de neige pour accéder aux érablières, le taillage manuel de tous les arbres et la récolte seau par seau rendent le travail très éreintant. Certaines personnes essaient de vendre les surplus mais les gens n'ont pas les moyens de s'offrir cette denrée, et le sucre d'érable est boudé par les colons qui le considèrent comme un signe de pauvreté. En effet c'est le seul sucre que connaissent les locaux à cette époque alors qu'en France, on connaît déjà le sucre raffiné : de canne d'abord, puis de betterave.

Ce n'est qu'au XX<sup>ème</sup> siècle que naît une véritable industrie du sirop d'érable.

D'avantage outillés, les Européens améliorent les techniques de récolte.

L'apparition de la tubulure dans les années 1970 va permettre de réduire les heures de travail et celle de l'osmose inversée<sup>28</sup>, dans les années 1980, de diminuer les coûts de production.

De plus, les acériculteurs se sont groupés dans des coopératives afin de développer et valoriser les produits de l'érablière

### III.4. Géographie

La principale caractéristique pour obtenir une bonne croissance de l'érable à sucre est le drainage du sol, c'est pourquoi on le trouve essentiellement sur les flancs des collines. Le sol doit également être riche en minéraux, fertile et profond afin de favoriser l'enracinement de l'arbre. L'érable à sucre craint les sols argileux, préférant les sols rocheux ou sablonneux. Concernant les conditions climatiques, il aime le soleil, mais supporte également très bien l'ombre et s'adapte donc facilement aux fortes variations climatiques.

On retrouve principalement l'*Acer saccharum* en Amérique du nord, surtout au Québec mais aussi dans d'autres régions du Canada et des Etats-Unis.

---

<sup>28</sup> Technique qui consiste à faire passer l'eau d'érable le long d'une membrane semi-perméable afin d'obtenir une eau concentrée en sucre et une eau douce qui sera éliminée.



### **Répartition géographique des érablières**

Source : <http://www.tourdesmonts2010.fr/dotclear/index.php?tag/for%C3%AAt>, consultée le 18/09/13

Néanmoins, même si pour sa croissance l'arbre n'est pas très exigeant d'un point de vue climatique, pour la production de sirop et donc de sucre d'érable, il devient très capricieux. Ainsi nous verrons qu'une exposition sud-est permet de maximiser les coulées.

### **III.5. Culture et récolte**

La culture se fait par semi (opération qui consiste à ensemercer un champ). Cependant les jeunes tiges peuvent attendre de nombreuses années avant de croître parce que même si l'érable tolère d'être à l'ombre, il faut que la lumière pénètre dans le sous-bois, pour permettre sa croissance.

Une fois adulte, les arbres pourront être taillés pour récolter l'eau d'érable. Toutefois les érables à sucre ne sont exploités qu'après environ 40 ans de croissance pour être réellement rentables. Ce qui explique les productions souvent familiales. Personne ne se lance dans une nouvelle exploitation d'érablière, ce serait bien trop long.

La récolte de l'eau d'érable a lieu une fois par an, au printemps (on parle d'eau d'érable car le sucre produit par l'érable à sucre est fortement dilué ; l'eau n'a pas encore la consistance du sirop d'érable).

Durant l'été l'arbre produit la sève élaborée riche en minéraux pour permettre le développement de ses fruits. Cette sève ne peut être récoltée car elle a un goût amer. L'érable produit aussi des sucres, grâce à la photosynthèse, qui sont stockés sous forme d'amidon dans les racines, pour passer l'hiver.

Lors de la fonte des neiges, de l'eau pénètre dans les racines, se chargeant ainsi en sucre.

Lorsqu'il gèle, le bois se contracte, ce qui laisse plus de place à l'eau d'érable pour circuler, celle-ci remonte donc des racines et arrive au niveau du tronc. Lorsqu'il dégèle, le bois se dilate, ce qui crée une forte pression au niveau du tronc ; il suffit alors de faire un trou dans l'écorce pour voir jaillir l'eau d'érable.

C'est pourquoi il est nécessaire d'avoir une alternance de gel et de dégel pour obtenir une bonne récolte.

Les acériculteurs aiment les températures négatives la nuit et un soleil printanier tôt le jour, pour faire grimper rapidement la température et permettre ainsi une plus grosse récolte.

C'est pourquoi l'exposition sud-est est plus favorable aux coulées, qui démarrent tôt le matin, tout en évitant l'assèchement causé par l'intensité du rayonnement solaire l'après-midi.

La récolte, qui dure de mi-mars à début avril, débute par l'entaille.

Traditionnellement, les acériculteurs percent dans l'écorce des arbres, à environ 1 mètre du sol, des trous de 6 cm de profondeur et 11 mm de diamètre en leur donnant une légère inclinaison. On place dans ces trous une « gouterelle » qui permet à la sève de s'écouler dans des récipients (souvent des seaux). Les gros érables peuvent être entaillés à plusieurs endroits différents. En revanche, il est recommandé de ne pas entailler ceux dont la base du tronc a un diamètre inférieur à 25 cm.

Le ramassage des récipients doit se faire une fois par jour, car la sève s'abîme rapidement dans les seaux. Ces derniers sont alors transportés jusque dans les cabanes à sucre, où l'eau d'érable va être évaporée.

Aujourd'hui, la technologie permet d'avoir un réseau de canalisation, nommé tubulures (système de tuyaux qui relie les arbres les uns aux autres). Celles-ci sont installées en pente et permettent d'acheminer la sève jusqu'à la cabane à sucre grâce à la gravitation. Ainsi la sève est toujours fraîche à son arrivée dans la cabane. Lorsque la canalisation par gravitation est insuffisante ou impossible, il faut recourir à des pompes à vide qui aspirent la sève du réseau de tubulures jusqu'à la cabane.

### III.6. Extraction du sucre

La fabrication du sirop d'érable et autres produits dérivés de l'érable a lieu dans la cabane à sucre, généralement construite immédiatement à côté de l'érablière.

La première étape est l'évaporation. Elle consiste à transformer la sève en sirop. Il faut amener rapidement la sève à ébullition (104°C) et la maintenir à une température constante au fur et à mesure que le liquide prend la consistance d'un sirop. Si l'ébullition est trop lente ou trop rapide, la couleur du sirop s'altère ainsi que la saveur et la texture. Lorsque le sirop se gonfle et forme une espèce de mousse, il est presque à point. L'écume qui se forme durant l'ébullition, doit être enlevée régulièrement au moyen d'une écumoire pour éviter l'accumulation de saletés.

La seconde étape est le filtrage, nécessaire pour débarrasser le sirop des impuretés susceptibles d'en altérer son apparence et sa saveur.

Le sirop est ensuite mis en bouteilles ou dans des boîtes de métal pendant qu'il est encore très chaud (87 °C ou plus). Cette température élevée stérilise les contenants et empêche la formation de moisissures. Il se conserve dans un endroit sec et tempéré. Une fois ouvert, il faut le mettre au réfrigérateur ou dans un endroit frais sans oublier de bien le fermer. C'est un produit naturellement pur, sans agents de conservation, il peut donc se garder durant des mois (même une fois ouvert).

Il faut 30 à 45 litres de sève, selon sa teneur en sucre, pour obtenir 1 litre de sirop d'érable.

La couleur et la saveur du sirop d'érable varie au cours des saisons : plus on avance dans la saison, plus il devient foncé avec un goût caramélisé.



**Les différents sirops d'érable**

Source : <http://www.siropderable.ca/Afficher.aspx?page=52&langue=fr>, consultée le 18/09/13

Le sirop d'érable n'est pas le seul produit obtenu à partir de l'érable à sucre.

D'autres produits sont fabriqués à partir du sirop d'érable.

Le beurre d'érable est très apprécié des Canadiens. Il doit son nom à sa consistance identique à celle d'une pâte à tartiner, mais n'est en aucun cas un produit laitier. Le sirop d'érable est mis à ébullition, à une température de 112 °C. Une fois cette température atteinte, le sirop est refroidi rapidement, jusqu'à 5 °C, dans un bain d'eau froide (avec de la glace ou de la neige) afin d'augmenter la viscosité et d'éviter la cristallisation du sucre. Il est ensuite réchauffé jusqu'à 15 °C, afin d'être brassé puis transformé en « beurre ». Le brassage est effectué jusqu'à ce que la texture soit crémeuse et la couleur plus pâle.

Une autre spécialité québécoise est la « tire d'érable » surtout en hiver. Le sirop d'érable est chauffé à environ 113°C afin d'obtenir une meilleure consistance. Une fois la température atteinte, il est tiré sur la neige (d'où le nom de tire d'érable) et forme une sorte de sucette en refroidissant.

Enfin les acériculteurs produisent également du sucre d'érable. Pour cela la température est augmentée à 122°C. Le sirop est mélangé lentement et constamment. Il forme alors de petits cristaux, jusqu'à se transformer totalement en sucre.

### III.7. Parasites et Maladies

Parmi les nuisibles, on distingue les nuisibles primaires qui réduisent sensiblement la croissance ou la vigueur de l'arbre, ce qui le prédispose à être attaqué par des nuisibles secondaires, qui eux peuvent être responsables de sa mort.

#### **III.7.a. Les insectes**

Certains insectes sont responsables de la défoliation de l'érable : c'est le cas de nombreuses espèces de papillons, dont les chenilles ou les larves se nourrissent de feuilles d'érable. On trouve parmi eux : la livrée des forêts, certaines espèces d'arpeuteuses, l'hétérocampe de l'érable, l'anisote de l'érable, la chenille à bosse orangée, le coupe-feuille de l'érable, la squeletteuse trompette de l'érable, l'enrouleuses de l'érable...

Des larves de guêpe telles que le Tenthrede du pétiole de l'érable creusent le pétiole.

Les principaux effets de ces nuisibles sont le ralentissement de la croissance et le dessèchement de la cime diminuant la production de sirop d'érable.

D'autres insectes ne provoquent que des troubles esthétiques : le charançon, par exemple, est responsable d'un feuillage décoloré, tronqué ou déchiqueté.

La lutte contre les défoliateurs consiste principalement en l'épandage par pulvérisations d'insecticides synthétiques qui pénètrent la carapace de l'insecte, perturbant ainsi son système nerveux et le faisant mourir en quelques minutes (voire en quelques heures).

D'autres insectes peuvent causer des dégâts : les pucerons qui se nourrissent de la sève de l'arbre, excrètent d'importantes quantités de miellat, mélange concentré de sucre et d'eau, tout comme la cochenille. Cette matière collante recouvre souvent les feuilles et l'écorce et peut retarder la croissance des feuilles. Le miellat contribue alors à la croissance de champignons tels que la fumagine.

Les perceurs du bois quant à eux s'installent sur des arbres déjà affaiblis par d'autres insectes. Ils déposent un ou plusieurs œufs dans les trous qu'ils creusent en

mâchant l'écorce du tronc. Une fois les œufs éclos, la petite larve pénètre dans l'arbre et s'alimente sous l'écorce creusant ainsi de nombreuses galeries. Une partie importante du tronc peut alors devenir impropre à l'entaillage. Parmi ces insectes on compte : le tremex ou encore les scolytes du bois

### **III.7.b. Les champignons**

La maladie foliaire la plus importante de l'érable est l'antracnose. Elle est causée par différents champignons (*Apiognomonina*, *Colletotrichum*, *Discula*, *Gloeosporium*, *Glomerella*, *Gnomonia*, *Pseudopeziza* ...). Les premiers symptômes sont l'apparition de zones mortes brun-rouges disséminées le long des nervures de la feuille. Les lésions peuvent s'étendre rapidement et se fusionner à d'autres pour recouvrir une grande partie de la feuille voire la totalité. L'antracnose ne provoque pas la mort de l'arbre mais l'affaiblit fortement.

D'autres champignons (*Eutypella parasitica* , *Nectria galligena*, *Nectria cinnabarina*) s'attaquent au tronc formant ainsi des chancres (zones mortes localisées dans l'écorce). Ils infectent les arbres par l'entremise de blessures infligées à l'écorce. Ces chancres déforment généralement la partie inférieure du tronc et le rendent impropre à l'entaillage et vulnérable au bris par le vent.

La lutte contre ces champignons consiste à abattre les arbres ayant des chancres parce qu'ils sont une source d'infection.

Il existe une autre maladie cryptogamique<sup>29</sup> nommée carie du tronc et des racines. Cette maladie est invisible. Elle se développe lentement dans les arbres et n'est décelable qu'après plusieurs années. Cependant, une fois visible, il est trop tard pour prévenir les dommages. Les arbres pourris peuvent se briser, tomber, et le seul remède est alors de les abattre.

Les champignons de carie du tronc (*Ganoderma applanatum*, *Oxyporus populinus*, *Fomes fomentarius*, *Climacodon septentrionalis*, *Laetiporus sulfureus*...) s'introduisent par les branches mortes, les chancres et autres blessures qui mettent le bois à nu, et ont eux aussi pour conséquences de faire pourrir l'arbre.

---

<sup>29</sup> Maladie causée par un champignon.

D'autres champignons peuvent pourrir les souches et ralentir sensiblement la croissance des arbres : c'est le cas de l'armillaire qui s'attaque aux racines.

Pour prévenir ces maladies, il faut surveiller les activités forestières qui sont une des causes principales de blessures. Il convient également de lutter contre les grandes populations d'insectes défoliateurs qui fragilisent les arbres.

### ***III.7.c. Animaux sauvages***

Enfin certains animaux sauvages peuvent causer du tort aux érablières.

Des cervidés effrayés par exemple qui courent à travers une érablière peuvent endommager le système racinaire : des racines brisées ou dépourvues de leur écorce offrent un terrain propice aux infections causées par les agents pathogènes fongiques.

Les porcs-épics se nourrissent de l'écorce surtout durant la période hivernale et peuvent donc eux aussi contribuer à affaiblir les érables à sucre.

Les écureuils, quant à eux, très nombreux au Québec, ne provoquent pas de dommages directs à l'arbre, mais peuvent s'attaquer aux systèmes de tubulure, en les rongant.

On peut avoir recours à des appâts empoisonnés pour lutter contre ces rongeurs.

## IV. Les autres plantes à sucre utilisées dans l'industrie alimentaire

### IV.1. Le bouleau

Le sirop de bouleau est obtenu à partir de la sève de plusieurs espèces de bouleau (*Betula*) de la famille des bétulacées, de la même manière que le sirop d'érable. La sève du bouleau contient moins de sucre que celle de l'érable, l'évaporation est donc plus longue et le rendement économique inférieur.



Source : <http://www.hebdosregionaux.ca/cote-nord/2011/06/14/les-promoteurs-du-sirop-de-bouleau-frappent-un-mur>, consultée le 28/02/14

### IV.2. Le sorgho (ou sorgo)

Le sorgho commun (sorghum bicolor) est une plante de la famille des Poacées. Cette céréale existe vraisemblablement depuis de nombreuses années ; en effet des restes archéologiques datés de plus de 6000 ans avant J.-C. ont été retrouvés à la frontière Soudan - Egypte (CIRAD, 2002).

Elle sert avant tout à l'alimentation humaine, dans les pays en voie de développement. Cependant le Sorgho est également utilisé pour la production de sirop aux Etats-Unis.

Un hectare de plantation produit environ 1000 litres de sirop.

Sa culture nécessite un climat chaud, cette plante se trouve essentiellement en Afrique et en Asie.

Le sirop de sorgho est extrait de la tige. De la même manière que la canne à sucre, la tige est broyée après avoir été effeuillée.

Le jus extrait est alors stocké dans des cuves pour permettre aux particules lourdes et notamment à l'amidon de se déposer au fond. Cette étape est importante, car la grande quantité d'amidon extraite durant le broyage provoque la gélification du sirop. Ensuite le sirop est bouilli jusqu'à ce qu'il atteigne la consistance sirupeuse souhaitée. Une fois le sirop concentré par évaporation, il est cuit à au moins 106°C afin d'obtenir sa saveur caractéristique.

Enfin on ajoute une enzyme : l'invertase afin d'éviter la formation de cristaux dans le sirop stocké.

45 kg de tiges donnent 22,5 kg de jus.



Source : <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/arvalis-publie-les-resultats-des-varietes-disponibles-1178-79791.html> consultée le 28/02/14

### IV.3. Les palmiers

Le sirop de palmier, sirop de palme ou miel de palme est obtenu à partir de la sève de différentes espèces de palmiers de la famille des Arécacées.

#### **IV.3.a. Le palmier des Canaries (*Phoenix canariensis*)**

La sève obtenue de ce palmier est nommée guarapo. Le procédé d'obtention est similaire à celui de l'extraction du sirop d'érable. En effet, on pratique une incision au sommet du tronc puis on place un petit tube de canne pour conduire la sève qui s'écoule de cette blessure, dans un seau.

Un palmier peut produire chaque jour en moyenne 12 litres de guarapo.



Source : <http://www.mieldepalma.com/index.php/extraction-ecologique/?lang=fr>, consultée le 28/02/14

Le miel de palmier s'obtient ensuite par la cuisson du guarapo. Il faut le mettre sur le feu le plus rapidement possible pour éviter la fermentation. Le feu doit être doux et constant pendant plusieurs heures, jusqu'à atteindre les qualités organoleptiques qui le caractérisent.

#### **IV.3.b. Le palmier du Chili : *Jubaea Chilensis***

Traditionnellement, la récolte de la sève nécessitait l'abattage de l'arbre. Les palmiers de plus de 150 ans étaient sélectionnés puis étêtés, avant d'être couchés à terre pour laisser s'écouler la sève pendant 6 mois environ. Un palmier donnait 450 litres de sève. Cette méthode a décimé une grande partie de la population de ce palmier.

Il faudra attendre 1971 pour voir apparaître l'interdiction d'exploiter ces populations naturelles, laissant alors au *jubaea chilensis* une chance de survie.

Aujourd'hui, la coupe et l'exploitation de ce palmier sont très réglementées : pour chaque arbre coupé, un minimum de 10 pieds de la même espèce doivent être replantés.

L'extraction par entaille est également pratiquée, comme c'est le cas dans les autres pays, pendant une période de 9 mois permettant une récolte moyenne de 8 à 15 litres par jour.



Source : <http://palmaris.org/html/jchil.htm> consultée le 28/02/14

#### **IV.3.c. Le palmier de Palmyre (*Borassus flabellifer*)**

Il est aussi appelé rondier ou palmier rônier.

Ce type de palmier est cultivé en Asie du sud et du sud-est.

La méthode généralement utilisée consiste à pratiquer des incisions dans les bourgeons de la fleur. La sève qui s'en écoule est recueillie dans des récipients fabriqués avec des tiges de bambous au Cambodge ou en Thaïlande, et dans des jarres en Inde. Cela nécessite un travail préalable : pour éviter l'ouverture de la spathe (l'enveloppe contenant les fleurs), cette dernière est attachée avec un fil, puis pour stimuler la production de jus, la fleur est frappée pendant plusieurs jours, à petits coups de rondin ; ce qui stimule la montée de sève en réaction aux blessures. Le bourgeon s'assouplit et va chaque jour se courber un peu plus vers le bas.

Après 3 à 4 semaines, il est temps de couper le bourgeon. Le jus s'écoule alors lentement dans un récipient, qui doit être vidé deux à trois fois par jour les premiers temps, lorsque l'arbre est le plus productif. Il est aussi nécessaire de couper chaque jour l'extrémité de la spathe, pour permettre un écoulement optimal du liquide. Ce travail n'est pas sans risque puisque les paysans doivent grimper en haut de la cime de l'arbre à l'aide d'une échelle sommaire en bambou. En Inde du sud, les grimpeurs sont nommés najars.

L'inflorescence laisse couler sa sève pendant un mois et demi. La sève doit être récoltée rapidement pour éviter qu'elle ne fermente. Un palmier à sucre peut produire de 10 à 20 litres de sève par jour pendant la période de production qui peut durer cinq à six mois. La récolte s'étale de décembre à mai.

Après la récolte de la sève, ce jus de palme est d'abord filtré puis cuit à ébullition pendant 3 à 4 heures afin de devenir du sucre de palme (en général, on dépose un morceau de noix de coco au fond de la marmite pour éviter que le liquide ne déborde). Ce procédé intervient très rapidement après la récolte, car le jus se conserve mal en l'état et fermente au bout de quelques heures, transformant alors le jus en vin de palme. Afin d'éviter que le jus ne se gâte, une pâte à base de chaux est déposée dans le fond des récipients collecteurs.

Une fois cuit, le jus est vigoureusement battu jusqu'à ce qu'il commence à cristalliser. Enfin, la préparation est versée dans des tiges de bambou posées à la verticale : le sucre se solidifie. Une fois démoulé, le bloc de sucre cylindrique est utilisé tel quel. Il est tellement dur qu'il faut le râper ou le couper au hachoir. Le sucre de palme est connu sous le nom de « nâm tâan pîp » en Thaïlande, de « gula melaka » en Malaisie et à Singapour, « gula jawa » en Indonésie et « jaggery », au Sri Lanka.

Ce même procédé est utilisé pour d'autres espèces de palmiers dans diverses régions du monde. Ainsi on retrouve le palmier à sucre (*Arenga pinnata*) en Asie du sud, notamment en Inde où le sucre est nommé « gur », le caryote brulant ou kitul (*Caryota Urens*) au Sri Lanka...



Source : [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Borassus\\_flabellifer.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Borassus_flabellifer.jpg) consultée le 28/02/14

#### **IV.3.d. Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)**

Cet arbre est présent au nord de l'Afrique, dans les pays du Maghreb et la région saharienne.

Deux produits sucrés sont extraits du palmier dattier : le legmi (sève sucrée) et le miel de datte issu du fruit (cf IV.7).

L'obtention du legmi se fait par entailles comme pour le palmier des canaries. On peut récolter jusqu'à 700 litres de legmi par arbre, mais l'extraction provoque sa mort.

Le legmi n'est pas utilisé pour faire du sucre, il est consommé comme boisson sucrée voire alcoolisée puisqu'il fermente rapidement.



Source : [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phoenix\\_dactylifera\\_Murcia\\_Spain.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phoenix_dactylifera_Murcia_Spain.jpg)  
consultée le 28/02/14

#### **IV.3.e. Le cocotier (*Cocos nucifera*)**

La technique de récolte et de fabrication est identique au palmier de Palmyre. Les principaux producteurs se trouvent en Indonésie sur l'île de Java. Le sucre obtenu est nommé « Gula merah ».

350 litres de sève donnent environ 20 kg de sucre.



Source : <http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=1197022> consultée le 28/02/14

#### IV.4. La poire de terre

La poire de terre (*Smallanthus sonchifolius*), Astéraceae, est une plante de la Cordillère des Andes. C'est le tubercule de cette plante qui sert à la production d'un sirop sucré appelé sirop de yacon. Les tubercules sont récoltés tout au long de l'année au Pérou. Ils sont lavés, épluchés et coupés en morceaux. Le jus est ensuite obtenu par pressage puis filtré pour éliminer les composés insolubles. Enfin il est concentré par évaporation suivant des techniques similaires à celles de la fabrication du sirop d'érable.



Source : [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yacon\\_rootstock\\_\(Smallanthus\\_sonchifolius\).JPG](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yacon_rootstock_(Smallanthus_sonchifolius).JPG)  
consultée le 28/02/14

#### IV.5. L'agave

Le sirop d'agave est produit au Mexique à partir de plusieurs espèces d'agave de la famille des Agavacées dont l'agave bleu (*Agave tequilana*) qui contient le plus de sucre.

Pour produire le sirop d'agave, le jus est extrait du cœur de l'agave, appelé *piña* lorsque la plante a entre 7 et 10 ans. La récolte doit se faire avant que la plante ne commence à fleurir car la tige de l'agave, en se développant, consomme les sucres nécessaires à la fabrication du sirop.

Le cœur est atteint en coupant les feuilles à l'aide d'un outil tranchant nommé coa. Il est ensuite creusé jusqu'à l'apparition du jus. Le jus est alors filtré, puis chauffé, pour hydrolyser les glucides en sucres. Enfin il est concentré en sirop.



Source : <http://ethnolatin.com/lamerique-latine/mexique/> consultée le 28/02/14

#### IV.6. Les céréales

Il est possible de fabriquer des édulcorants<sup>30</sup> à partir de céréales : c'est le cas du sirop de maïs, du sirop de riz brun ou encore du sirop d'orge malté.

La technique de production est la même pour chacune des céréales. Elle consiste en la fermentation enzymatique de l'amidon contenu dans ces céréales. Les enzymes servent à hydrolyser l'amidon en sucres complexes (oligosides) ou simples (fructose, maltose, glucose...). Le mélange obtenu est ensuite concentré par évaporation de l'eau pour donner un sirop.

#### IV.7. Les fruits

Tous les fruits, grâce à leur teneur en fructose, peuvent produire un sirop sucré. C'est le cas du sirop de sureau très populaire en Angleterre, du sirop de Liège obtenu par la réduction du jus des pommes et de poires, qui en fait une spécialité belge, ou encore du miel de datte typique de la cuisine arabe.

Les fruits sont cuits dans l'eau, l'eau est filtrée et le jus extrait est concentré par cuisson à feu doux jusqu'à l'obtention du sirop.

---

<sup>30</sup> Substance ayant un goût sucré.

#### IV.8. La réglisse (*glycyrrhiza glabra*)

Cette plante de la famille des Fabacées a besoin, pour se développer, d'un sol riche et humide et d'un climat chaud. On la retrouve notamment dans le pourtour de la Méditerranée.

L'acide glycyrrhizique est extrait des racines et stolons<sup>31</sup> à l'aide de solvants (mélange d'eau et de glycérine)

L'acide glycyrrhizique, connu sous le code E958, est utilisé comme édulcorant dans l'industrie alimentaire, grâce à son pouvoir sucrant<sup>32</sup> 50 fois supérieur au saccharose. Il ne faut cependant pas en abuser, car consommé en excès il est responsable d'hypertension artérielle. En effet, cet édulcorant inhibe l'enzyme qui métabolise le cortisol (hydroxystéroïde deshydrogénase). Une augmentation des concentrations en cortisol a pour effet d'accroître la rétention d'eau et de sodium.

De plus son arrière-goût prononcé de réglisse en limite son utilisation.



Source : [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glycyrrhiza\\_glabra\\_inflorescence.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glycyrrhiza_glabra_inflorescence.jpg) consultée le 28/02/14

#### IV.9. La Stevia

La stevia (*Stevia rebaudiana Bertonii*) est une plante de la famille des Astéracées.

---

<sup>31</sup> Tige secondaire de certaines plantes, qui court à la surface du sol et s'enracine à certains endroits.

<sup>32</sup> Cf partie II.V.1

Elle a été découverte pour la première fois par les indiens du Paraguay qui l'utilisaient pour sucrer leur boisson et leur tabac. Elle était alors nommée « Caa-Hee » par les indiens puis « Yerbe Dulca » par les colons signifiant herbe douce. Parmi les 200 variétés de stevia, seule la *Stevia rebaudiana* possède un pouvoir sucrant.

C'est le botaniste italien Moisé Santiago Bertoni qui, en parcourant le Paraguay à la recherche de plantes rares au début des années 1900, fit connaître la stévia à travers sa publication de 1918 « la stevia rebaudiana, nueva sustancia edulcorante » (la stévia rebaudiana : le nouvel édulcorant). En revanche, c'est le Japon (totalement dépendant des importations en sucre) qui entreprit de développer la culture de la stévia à échelle industrielle.

Les feuilles de stévia sont récoltées au début de la floraison, car c'est à ce moment qu'elles sont les plus riches en stéviolides.

Une fois les feuilles nettoyées, elles sont disposées en couche mince sur une toile pour sécher, soit au soleil pendant 9 à 10 heures, soit grâce à des sècheurs à air chaud pendant 24 à 48 heures. Un séchage rapide donne une meilleure qualité des feuilles sèches. Les feuilles séchées de stévia sont alors réduites en poudre pour procéder à l'extraction des stéviolides. L'extraction est réalisée par l'infusion de la poudre dans l'eau chaude à 60°C. La solution obtenue est foncée puisqu'elle contient encore des impuretés : minéraux, pigments...

La deuxième étape consiste en l'élimination des parties solides par filtration. Ensuite les composants indésirables sont précipités par ajout d'hydroxyde de calcium. Une nouvelle filtration va permettre d'éliminer ces composants. La solution est concentrée par évaporation. Les pigments sont éliminés sur une colonne échangeuse d'ions. Puis une deuxième colonne retient les stéviols.

Ensuite, il faut procéder à la désorption<sup>33</sup> des stéviols par ajout d'eau alcoolisée. Enfin, une micro filtration suivie de la lyophilisation<sup>34</sup> permet d'obtenir une poudre blanche qui peut être utilisée à la place du sucre. Cependant, le stéviolide pure a un arrière-goût mentholé, un peu amer. Cette amertume s'atténue au cours du raffinement .

La stévia n'est arrivée que tardivement en France à cause d'une législation très stricte. En effet, ce n'est qu'en 2009 que la France autorise le rebaudioside A purifié

---

<sup>33</sup> Procédé inverse de l'absorption.

<sup>34</sup> Procédé qui consiste en une congélation rapide suivi d'une déshydratation.

comme additif alimentaire et édulcorant de table. Les autorités ont cependant fixé une dose journalière acceptable (DJA) de 4 mg / kg de poids corporel / jour.<sup>35</sup>

Les feuilles séchées possèdent un pouvoir sucrant de 10 à 15 fois supérieur au sucre, alors que les extraits concentrés de rebaudiosides A le sont de 200 à 300 fois<sup>36</sup>.



Source : <http://www.terra.org/categorias/articulos/estevia-la-planta-de-los-diabeticos> consultée le 28/02/14

#### IV.10. Frêne à manne (*fraxinus ornus*)

Cet arbre est présent dans le bassin méditerranéen, de l'Espagne au Liban.

Du tronc incisé s'écoule un liquide blanchâtre qui se solidifie en 24 heures.

Ce liquide est nommé manne. Chaque arbre donne en moyenne 500 grammes de manne par an.

La manne est constituée de mannitol, fructose, glucose qui lui confèrent ses propriétés édulcorantes, mais aussi de résine et de mucilage qui lui attribuent des propriétés laxatives douces.

La manne en larme que l'on trouve dans le commerce vient de Sicile.

---

<sup>35</sup> Journal officiel de l'Union européenne, RÈGLEMENT (UE) No 1131/2011 DE LA COMMISSION du 11 novembre 2011.

<sup>36</sup> <http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/stevia.html>



Source : <http://www.ormenis.com/plantes-m/444-manne-en-larme.html> consultée le 28/02/14

## IV.11. Plantes sources de protéines édulcorantes

### IV.11.a. *La chicorée*

La chicorée contient dans ses racines une fibre alimentaire utilisée comme édulcorant naturel : l'inuline. Les inulines sont un mélange de polysaccharides (sucres simples de type fructose liés entre eux) produit naturellement par de nombreux types de plantes. Elles appartiennent à une classe de fibres alimentaires appelées fructanes. L'inuline est aussi retrouvée aussi chez d'autres végétaux tels que l'artichaut, le pissenlit, le topinambour... Mais elle n'est pas extraite industriellement de ces espèces.

Son procédé d'extraction ressemble à celui de la betterave.

Elle a l'avantage de former un gel lorsqu'elle est hydratée, d'où son intérêt comme agent structurant et épaississant.

Autre propriété majeure, elle revêt la fonction de prébiotique<sup>37</sup>. En effet, le gel formé est un substrat nourricier pour la flore intestinale, notamment les bifidobactéries qui participent à l'équilibre de la flore intestinale. Ce gel participe également à la réduction des constipations chroniques et possède un effet « coupe-faim ».

Enfin, elle potentialise l'absorption du calcium par la muqueuse intestinale.

---

<sup>37</sup> Produit qui favorise la croissance des bactéries intestinales bénéfiques pour la santé.



Source :[http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=chicoree\\_ps](http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=chicoree_ps)  
consultée le 28/02/14

#### **IV.11.b. Katemfe (*Thaumatococcus daniellii*)**

Il s'agit d'une plante tropicale africaine de la famille des Marantacées.

De son fruit est extraite la thaumatine, protéine au pouvoir édulcorant 1600 à 3000 fois supérieure au saccharose.

La thaumatine est utilisée comme additif dans l'industrie alimentaire, connue sous le code E957. Son exploitation a lieu essentiellement en Côte d'Ivoire.



Source <http://www.guichetdusavoir.org/viewtopic.php?f=2&t=46302> consultée le 28/02/14

#### **IV.11.c. Le *Pentadiplandra brazzeana*.**

C'est un arbuste grimpant originaire du Gabon de la famille des pentadiplandracées.

Le fruit de cet arbre produit deux protéines au goût sucré : la brazzeine et la pentadine dont les pouvoirs sucrants sont respectivement 1250 et 500.

La pentadine n'est pas exploitée dans l'industrie.

La brazzeine n'est pas autorisée en Europe, mais est fortement exploitée aux Etats-Unis, où les chercheurs grâce au génie génétique ont réussi à créer du maïs transgénique capable de synthétiser cette molécule, sans aucune compensation financière pour le Gabon, qui était jusque-là le seul exploitant.



Source : [http://www.africamuseum.be/collections/external/prelude/view\\_symptom?si=H\(130\)](http://www.africamuseum.be/collections/external/prelude/view_symptom?si=H(130))  
consultée le 28/02/14

#### **IV.11.d. Le *Curculigo latifolia* (ou *Molinéria latifolia*)**

Le fruit de cet arbre originaire de Malaisie, des Hypoxidacées, produit une protéine dont le pouvoir sucrant est 550 fois supérieure au saccharose : la curculine. Uniquement autorisée au Japon, elle est associée à la saccharine dans l'industrie alimentaire, car elle a la propriété de masquer son goût amer et métallique.



Source : <http://flickrhivemind.net/Tags/palmgrass/Interesting>, consultée le 28/04/14

**IV.11.e. Le Mabinlang (*Capparis masikai*)**

Des graines de cette plante originaire de Chine, de la famille des Capparacées, est extrait une protéine au pouvoir sucrant égal à 375 : la mabinline. Cette dernière n'est pas produite à l'échelle industrielle.



Source : <http://www.cnseed.org/capparis-masaikai-seed.html>, consultée le 28/02/14

**IV.11.f. L'arbre à miracle (*Richadella dulcifa* ou *Synsepalum dulcificum*)**

La miraculine extraite du fruit de cet arbre africain n'a pas un goût sucré mais cette protéine modifie la perception gustative en neutralisant le goût acide. Les aliments habituellement aigres tels que les agrumes revêtent une saveur douce jusqu'à deux heures après exposition de la langue à la miraculine. Cette protéine n'est pas commercialisée en Europe, on la trouve principalement au Japon.



Source : <http://www.uniprot.org/taxonomy/3743> consultée le 28/02/14

#### **IV.11.g. *Dioscoreophyllum cumminsii***

Cet arbuste africain, appartenant aux Manispermaceae, synthétise la monelline : protéine à pouvoir sucrant élevé (800).

Les japonais ont déposé un brevet pour commercialiser cette protéine désormais fabriquée par génie génétique, grâce à l'introduction du gène de la monelline dans des levures.



Source : [http://www.medicinalplantsinnigeria.com/gallery\\_d/slides/Dioscoreophyllum%20cumminsii\(inunurin\).html](http://www.medicinalplantsinnigeria.com/gallery_d/slides/Dioscoreophyllum%20cumminsii(inunurin).html), consultée le 28/02/14

## V. Comparaison des plantes

### V.1. Fabrication du sucre par les plantes, un seul et même procédé : La photosynthèse

Grâce à leurs poils absorbants, les plantes vertes, celles contenant de la chlorophylle, captent dans le milieu extérieur de l'eau et des éléments minéraux, pour ensuite les transformer en composés organiques. On appelle ce phénomène la photosynthèse. Elle a lieu dans les feuilles de la plante.

L'eau qui vient du sol est apportée par la sève brute et le dioxyde de carbone est capté de l'air extérieur par l'intermédiaire des stomates des feuilles.

La photosynthèse s'accomplit en 2 phases distinctes :

- La phase claire ou lumineuse durant laquelle la feuille capte les rayons du soleil et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).
- La phase sombre où l'énergie et le carbone emmagasinés servent à la synthèse de complexes dont le fructose et le glucose qui s'associent pour former le saccharose. Cette phase se déroule de jour comme de nuit mais ne nécessite pas de lumière.

Durant la phase claire, ce sont les chlorophylles des chloroplastes<sup>38</sup> qui captent l'énergie lumineuse responsable de la photolyse de l'eau (séparation des molécules d'hydrogène et de la molécule d'oxygène). Cette réaction produit de l'énergie chimique grâce à la formation de molécules énergétiques (NADPH : Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate et ATP : adénosine triphosphate)

Ces molécules sont indispensables au fonctionnement du cycle de Calvin qui a lieu durant la phase sombre. Le cycle de Calvin est un ensemble de processus biochimiques qui se déroulent dans les chloroplastes des végétaux. Il consiste à l'incorporation du carbone du CO<sub>2</sub>

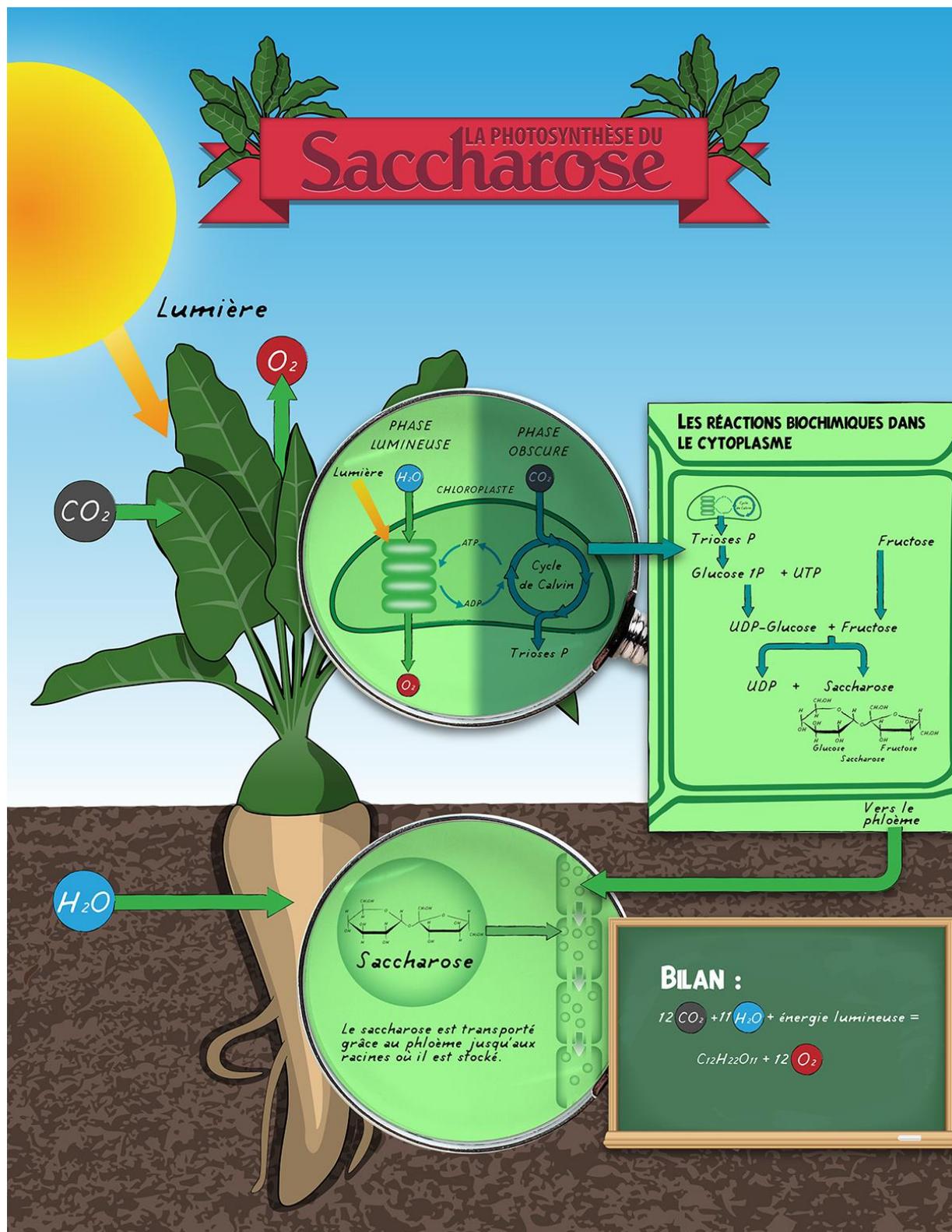
dans des molécules organiques, pour aboutir à la formation de Glycéraldéhyde-3-phosphate. Cette molécule permet la synthèse du glucose et d'autres sucres tels que le fructose, grâce à d'autres séries de réactions biochimiques complexes.

Il faut 6 molécules de dioxyde de carbone et donc 6 tours de cycle de Calvin pour former une molécule de glucose.

---

<sup>38</sup> Élément de la cellule végétale.

L'équation globale de la photosynthèse est :  $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} + \text{Lumière} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ .



Source : <http://www.sucre-info.com/images/stories/infographie-photosynthese.jpg>, consultée le 18/01/14

La plante utilise de 3 manières différentes les produits issus de la photosynthèse :

- Une partie des glucides est utilisée au cours de la respiration de la plante.
- Une autre sert à la croissance de la plante.
- L'excédent est stocké dans les organes de réserve où les glucides simples vont être polymérisés en saccharose.

## V.2. Tableaux comparatifs d'édulcorants de table d'origine végétale, disponibles dans les hypermarchés français.

sucre	composition	Production mondiale	rendement	Prix*
Sucre de canne	Sucre blond : -99,8% saccharose -0,2% minéraux  Sucre roux : -97,4% saccharose -2,6% minéraux	127 Millions de tonnes en 2009/2010 <sup>39</sup>	1 tonne de canne donne 115 kg de sucre	Sucre blond : 2,68€/kg  Sucre roux : 2,21€/kg
Sirop d'érable	66,2% de saccharose 0,5% glucose 0,3% fructose 3,3% d'eau	142 millions de livres soit 64 millions de tonnes en 2011 <sup>40</sup>	1 arbre moyen donne 30 à 50 L d'eau d'érable soit 1 à 1,5L de sirop. <sup>41</sup>	16,60€/kg
Sucre de betterave	Sucre blanc : -99,8% saccharose -0,2% minéraux  Sucre roux : -96,4% saccharose -3,6% minéraux	36 millions de tonnes en 2009/2010 <sup>36</sup>	1 tonne de betterave donne 160 kg de sucre	Sucre blanc : 0,94€/kg  Sucre roux : 1,88€/kg
Edulcorant à base de stévia	2% : glycosides de stéviols (rebaudioside A et stéviolides)  98% : maltodextrine <sup>42</sup>	6000 tonnes / an <sup>43</sup>	1 tonne de feuilles de stevia donne 3,6 à 4,5 kg de steviosides, équivalent à 1400 à 1800 kg de de sucre <sup>40</sup>	27,42€/kg
Sirop d'agave	90% fructose 10% glucose + inuline+ saccharose <sup>44</sup>	N.C	Un pied d'agave peut fournir jusque 70litres de liquide sucré soit 7litres de sirop d'agave <sup>45</sup> .	7,87€/kg

\*moyenne des prix constatés sur les produits les moins chers de 3 grands hypermarchés du Nord-Pas-de-Calais (Auchan® Englos, Leclerc® Lomme, carrefour ® Euralille)

<sup>39</sup> Source : France Agrimer. L'économie sucrière, campagne 2009/10. Ed juin 2011.

<sup>40</sup> Source : Dossier économique 2011 - 1 - A.G.A. FPAQ, 27/10/2011

<sup>41</sup> Source : [http://www.dominiqueetcompagnie.com/pedagogie/curieux\\_liens/978-2-89512-690-4/lien4.html](http://www.dominiqueetcompagnie.com/pedagogie/curieux_liens/978-2-89512-690-4/lien4.html), consultée le 20/03/14

<sup>42</sup> Produit issu de l'hydrolyse de l'amidon et utilisé comme agent de charge.

<sup>43</sup> Source : [www.planetoscope.com](http://www.planetoscope.com)

<sup>44</sup> Source : <http://www.organicretail.info/fr/le-sirop-dagave-le-des-edulcorants/> consultée le 20/03/14.

<sup>45</sup> Source : <http://ethnolatin.com/lamerique-latine/mexique/> consultée le 20/03/14.

sucre	Pouvoir sucrant	Index glycémique <sup>46</sup>	Valeur énergétique pour 100g**	Propriétés
Sucre de canne	1	70	Sucre blond : 400Kcal Sucre roux : 400Kcal	Pas de propriétés supplémentaires au saccharose.
Sirop d'érable	1,4	65	261Kcal	Le sirop d'érable est riche en minéraux. Une portion de 60 ml de sirop d'érable offre 100 % de l'apport nutritionnel de référence en manganèse, 37 % de l'apport en riboflavine, 18 % de l'apport en zinc, 7 % de l'apport en magnésium et 5 % de l'apport en calcium et en potassium <sup>47</sup> .
Sucre de betterave	1	70	Sucre blanc : 400Kcal Sucre roux : 385Kcal	Pas de propriétés supplémentaires au saccharose.
Edulcorant à base de stévia	Rebaudioside A et stéviolosides : 300 Feuille de stévia : 35 à 40 Edulcorant à base de stévia : 10	0	3,72 Kcal	Ne possède presque aucune calorie. N'a aucune influence sur la glycémie. Les chercheurs se penchent sur d'éventuelles propriétés anti-hypertensives, anti-inflammatoires et anti-cancéreuses. <sup>48</sup>
Sirop d'agave	2	15	310 Kcal	Intéressant dans les régimes car son pouvoir sucrant est supérieur au sucre et son index glycémique est faible.

\*\*informations obtenues directement sur les étiquettes des produits.

<sup>46</sup> Source : <http://www.montignac.com/fr/rechercher-l-index-glycemique-d-un-aliment/> consultée le 20/03/14.

<sup>47</sup> Source : <http://www.siroperable.ca/>, consultée le 20/03/14

<sup>48</sup> Source : [http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=stevia\\_ps](http://www.passeportsante.net/fr/Solutions/PlantesSupplements/Fiche.aspx?doc=stevia_ps), consulté le 20/03/14.

## **VI. Les autres sources de sucre dans la nature**

### **VI.1. Le miel**

Le miel est produit grâce aux abeilles. Ces dernières butinent le nectar des fleurs ou récolte le miellat (cf VI.2) et remplissent ainsi leurs jabots de ces substances sucrées.

Une fois rentrées à la ruche les butineuses donnent leur récolte à d'autres abeilles en charge d'enrichir la récolte en enzymes (invertase, alpha et beta amylase...). Ces enzymes vont changer la composition de la miellée en réduisant les sucres complexes en sucres simples (glucose, fructose) ou en maltose (dimère de glucose). Ensuite des ouvrières vont faire sécher ce miel qui contient encore plus de 50% d'eau. Pour cela, elles régurgitent plusieurs fois le miel, l'étalent en couche avec leur langue et l'entreposent dans des cellules. Les abeilles ventileuses font ensuite rentrer de l'air pour accélérer le séchage. Enfin la colonie fait monter la température à plus de 30°C. Ce processus va faire réduire jusqu'à 18% la teneur en eau du miel et cela en 4 jours (en moyenne). La cellule, une fois pleine de miel, est recouverte de cire pour être protégée.

L'apiculteur enlève cette pellicule de cire pour faire jaillir le miel. Le miel est ensuite filtré pour éliminer ses impuretés.

### **VI.2. Le miellat**

Le miellat est un liquide sucré produit par certains insectes tels que le puceron ou la cochenille. Ces insectes piquent l'écorce des végétaux et pompent la sève. Ils en absorbent beaucoup trop et rejettent l'excédent (90%) par l'anus ; c'est cette sécrétion qu'on nomme le miellat. Ce dernier est composé majoritairement de sucre (fructose, glucose, saccharose, dextrose, mélézitose) et, dans une moindre proportion, d'eau, d'acides aminés et de minéraux.

Le miellat des pucerons est prélevé par les fourmis dites éleveuses. Ces dernières caressent avec leurs antennes les pucerons qui libèrent alors le précieux jus. Les fourmis profitent donc d'une ressource de nourriture sucrée et abondante et les pucerons d'une protection contre les prédateurs comme les coccinelles.



**La fourmi et le miellat du puceron**

Source : <http://mybeautifuljardin.com/votre-nouvel-ami-le-puceron/capture-decran-2013-06-11-a-12-26-06/>, consultée le 20/03/14

Le miellat est également récolté par l'abeille, en complément ou en remplacement du nectar afin de produire un miel appelé « miel de miellat ». Bien qu'il provienne d'excréments de pucerons régurgités par des abeilles, ce miel est très prisé, particulièrement dans les pays anglo-saxons, où il est appelé « *honeydew* », c'est-à-dire rosée de miel. Le miel de metcalfa tire ainsi son nom du *Metcalfa pruinosa*, insecte d'origine américaine.



**Photo de la citadelle blanche (*Metcalfapruinosa*)**

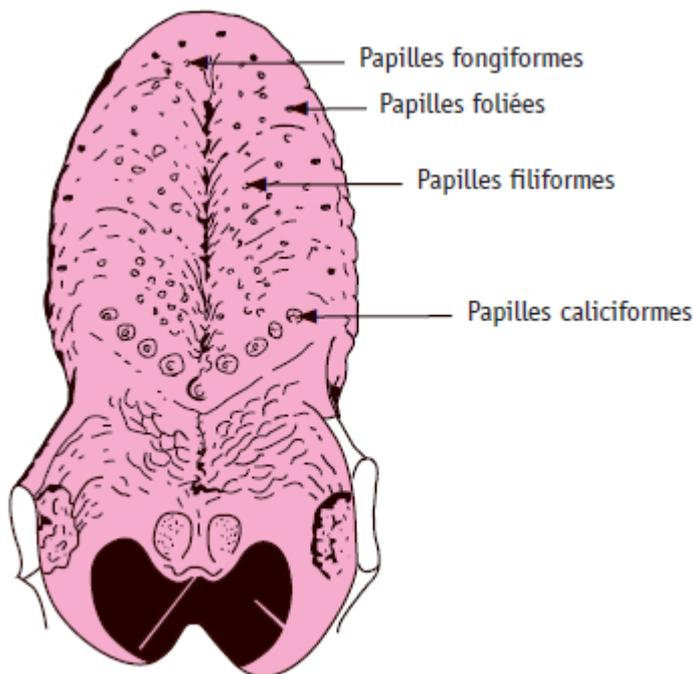
Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Cicadelle\\_blanche](http://fr.wikipedia.org/wiki/Cicadelle_blanche), consultée le 20/03/14

**Partie II : Le saccharose :  
propriétés, utilisations, bienfaits  
et méfaits pour la santé**

# I. Le devenir du saccharose dans l'organisme

## I.1. Le goût sucré

### I.1.a. *Naissance du goût*



**Les papilles gustatives de la langue**

Source : « Sucre et saveur sucrée » collection sucre et santé, dossier N°6

Les papilles fongiformes, foliées et caliciformes renferment les bourgeons du goût et sont responsables de la perception gustative.

Les papilles filiformes, elles, complètent la perception alimentaire en apportant au cerveau les informations tactiles (température, texture...).

Contrairement aux idées reçues, il n'y a pas de cartographie de la langue pour le goût, toutes les régions sont donc sensibles au goût sucré<sup>49</sup>.

Ainsi environ 8 000 bourgeons gustatifs assurent la détection des saveurs. Ils sont constitués de 50 à 125 cellules spécialisées reliées entre elles. Celles-ci se renouvellent tous les 8 à 10 jours environ, permettant un maintien du potentiel gustatif, même après une brûlure. Les cellules des bourgeons gustatifs se terminent par de fines microvillosités qui entrent en contact avec les substances sapides<sup>50</sup> dissoutes dans la salive. C'est au niveau de ces microvillosités que les substances

<sup>49</sup> Source : « Sucre et saveur sucrée » collection sucre et santé, dossier N°6.

<sup>50</sup> Qui ont de la saveur.

sapides interagissent avec des récepteurs gustatifs ou des canaux ioniques. Chaque papille est capable de détecter tous les goûts.

Les agents salés ou acides sont des ions et agissent donc sur les canaux ioniques, tandis que les substances sucrées ou amères vont se lier à des récepteurs. La liaison de ces molécules aux récepteurs déclenche la libération de neurotransmetteurs responsables d'un influx nerveux, donc d'un message. En parallèle, le cerveau reçoit également les informations sensorielles olfactives par voie rétro nasale, thermiques, tactiles... C'est la conjonction de toutes ces informations qui produit l'image de ce que l'on mange.

Ces informations vont non seulement influencer la perception du goût pour l'aliment, mais aussi la quantité consommée.

### ***1.1.b. Facteurs influençant la sensibilité au gout sucré***

La sensibilité à la saveur sucrée est un paramètre physiologique qui caractérise la capacité des individus à détecter le goût sucré à une certaine concentration. Elle est très variable selon les individus et s'explique par plusieurs raisons.

#### La température

Elle peut moduler la perception du goût car ce sont les mêmes fibres nerveuses qui répondent à la fois au stimulus du saccharose et de la chaleur (Reiser P., 2000). Une crème glacée perçue comme agréable à 4°C apparaîtra trop sucrée à température ambiante.

#### La perception visuelle

En même temps que le stimulus gustatif, le stimulus visuel parvient au cerveau et agit simultanément sur la perception du goût.

*« Johnson et Clydesdale ont ainsi montré que la saveur sucrée de solutions rouge foncé apparaissait 2 à 10% plus intense que ces mêmes solutions rouge claire. »*  
(Reiser P., 2000).

#### Facteurs génétiques

L'équipement en récepteurs est variable d'un individu à l'autre. Plus l'individu aura de récepteurs, plus son seuil de sensibilité à la saveur sucrée sera faible. Ainsi un même aliment apparaîtra très sucré chez un sujet équipé de nombreux récepteurs et peu sucré chez un autre sujet qui possède moins de récepteurs gustatifs.

## L'âge

S'il semble que le goût du sucré soit inné (cf partie II, II), les autres goûts s'acquièrent avec l'apprentissage, ce qui explique la préférence prononcée pour le sucre chez l'enfant et l'adolescent. Cette appétence pour le sucre diminue ensuite à l'âge adulte<sup>51</sup>, et se trouve renforcée chez la personne âgée. Cela s'explique par la diminution de la perception des goûts, notamment le salé, leur désaffection pour la viande et les légumes<sup>52</sup>.

## Facteurs hormonaux

Une des dernières enquêtes alimentaires françaises (Hébel P., 2007) montre que la consommation du sucre est plus importante chez l'homme que chez la femme. Les œstrogènes auraient tendance à inhiber la prise alimentaire<sup>53</sup>.

## Facteurs culturels

Selon les pays et les traditions culinaires, les individus sont plus ou moins habitués au goût sucré et y seront donc plus ou moins sensible. Pour preuve, les teneurs en sucre de la boisson Fanta orange® diffèrent selon les régions du monde où elle est commercialisée, pour s'adapter aux préférences locales.

*Teneur en sucres de différentes variétés de la boisson Fanta orange*

Pays	Teneur en sucres (g/100 ml)
Egypte	13,8
Thaïlande	13,2
Grèce	13,1
Italie	12,7
Chine	12,6
Afrique du sud	12,3
USA	12
Espagne	11,9
France	9,6
Russie	7,8

Source : <http://www.i-dietetique.com/articles/physiologie-du-gout-sucre/8258.html#UtzvRNJKGIV>

La quantité de sucre consommée est aussi variable d'un individu à l'autre et fait intervenir d'autres facteurs.

<sup>51</sup> Source : <http://www.i-dietetique.com/articles/physiologie-du-gout-sucre/8258.html>.

<sup>52</sup> Source : INPES. « livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé, guide nutrition à partir de 55 ans , guide nutrition pour les aidants des personnes âgées »

<sup>53</sup> Source : CEDUS. *Le gout sucré a-t-il un sexe ? Dossier de Presse 2012.*

### ***1.1.c. Facteurs influençant la consommation de sucre***

#### La sensibilité au goût sucré

Plus l'individu est sensible au goût sucré, moins il ajoutera de sucre dans ses préparations.

#### La taille du conditionnement

Une étude (Marchiori D., 2012) a été menée sur 88 étudiants, lesquels devaient regarder une séance télévisuelle de 22 minutes, en ayant à leur disposition des portions de M&M's® de différentes tailles, et placés dans des contenants de dimensions variables.

3 combinaisons possibles :

- Moyenne portion/ petit contenant
- Moyenne portion/ gros contenant
- Grosse portion/ gros contenant

Les résultats ont montré une consommation accrue de friandises (129% plus élevée) pour une même portion avec un contenant plus important ; et une augmentation de 97% pour la grosse portion par rapport à la moyenne portion.

L'hypothèse émise par les chercheurs est que le conditionnement susciterait des normes implicites de consommation, et qu'un grand conditionnement « autoriserait » une consommation plus importante. Les participants auraient donc appréhendé la quantité de M&M's ® comme très raisonnable dans le grand conditionnement et auraient revu leur consommation à la hausse.

Cette étude démontre donc à nouveau que ce n'est pas que le contenu qui détermine les quantités mangées, mais bien souvent les contenants dans lesquels ils sont servis. Ceci est le cas pour tous les aliments : une quantité donnée est habituellement perçue comme moindre dans une grande assiette que dans une petite.

#### La perception visuelle.

Des chercheurs ont étudié l'éventuel lien entre la visualisation d'aliments et la sécrétion de ghréline. (Schüssler P., 2012).

La ghréline est la seule hormone orexigène connue. En effet, cette hormone sécrétée par l'estomac déclenche la sensation de faim.

L'hormone est libérée lorsque le corps a besoin de se nourrir donc en période pré prandiale. Son taux diminue à la suite d'un repas pour disparaître totalement, la sensation de faim disparaît alors.

L'étude a porté sur 8 jeunes hommes et consistait à mesurer le taux de ghréline lors de visionnage d'images alimentaires ou non.

Les résultats ont montré que la perception d'images alimentaires augmentait significativement ce taux de ghréline comparativement à la visualisation d'images neutres.

Ainsi en présence de stimuli visuels, l'individu est plus tenté de consommer du sucre (ou tout autre aliment).

## 1.2. Assimilation du saccharose

L'absorption du saccharose se fait au niveau de l'intestin grêle grâce aux entérocytes. C'est ici qu'intervient l'invertase, enzyme qui coupe la liaison glucose-fructose. Le glucose est directement pris en charge par les vaisseaux sanguins et 25% du fructose se transforme en glucose.

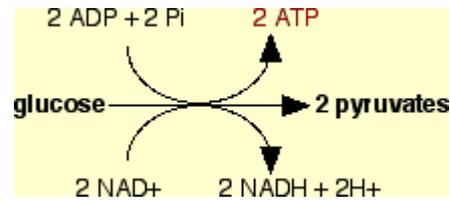
## 1.3. Les fonctions du saccharose dans le corps humain

### ***1.3.a. La production d'énergie***

Le sucre est une des principales sources d'énergie de l'organisme, c'est la seule source de carburant pour le système nerveux central. En effet, le cerveau est presque exclusivement dépendant d'un apport en glucose constant par la circulation sanguine. Un cerveau adulte consomme environ 140g de glucose par jour, soit la moitié des glucides alimentaires ingérés.

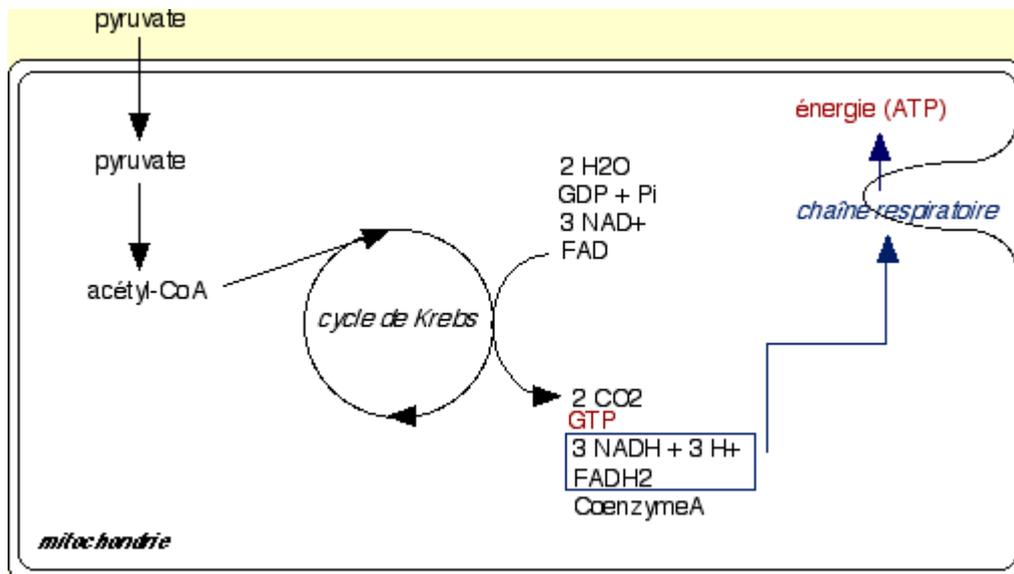
Cependant l'énergie apportée par le saccharose sert également à d'autres organes car toutes les cellules du corps humain sont capables de produire de l'énergie à partir du glucose. Deux étapes permettent la production d'énergie à partir du glucose :

- La glycolyse qui consiste en la transformation du glucose en pyruvate. Cette transformation engendre la formation d'ATP : molécule qui fournit l'énergie nécessaire à toutes les réactions biochimiques de l'organisme.



Source : [http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm#glu\\_nrg](http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm#glu_nrg), consultée le 28/01/14

- La respiration qui aboutit à la formation d'ATP à partir du pyruvate, grâce à un ensemble de réactions complexes.



Source : [http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm#glu\\_nrg](http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm#glu_nrg), consultée le 28/01/14

Si le saccharose est une source d'énergie immédiate pour le corps, il peut également, après sa transformation en glucose servir à la constitution de réserves d'énergie. En effet, le glucose peut être transformé en glycogène par l'organisme. Le glycogène est un polysaccharide, autrement dit une longue chaîne de glucoses, semblable à l'amidon. Il est alors stocké dans le foie et les muscles et est immédiatement mobilisable en cas de baisse de glycémie, ou d'activité physique.

### ***1.3.b. La structure des cellules***

Les glucides servent à la fabrication de certaines molécules de l'organisme telles que les protéoglycanes, les glycoprotéines ou les glycolipides.

### ***1.3.c. La protection contre certaines maladies***

Le glucose protégerait le cerveau vis-à-vis de l'accumulation de protéines anormales (Taufenberger A., 2012). Les chercheurs ont constaté une altération de l'homéostasie du glucose dans diverses maladies neurodégénératives telles que la maladie de Huntington qui se caractérise par des troubles moteurs et cognitifs. Une mutation génétique est à l'origine de cette maladie, aboutissant à la formation anormale d'une protéine essentielle à la survie des cellules nerveuses. Cette protéine n'étant pas codée par le bon code génétique, elle se replie sur elle-même et n'est plus fonctionnelle.

Les chercheurs ont alors étudié l'impact d'un milieu enrichi en glucose sur des vers porteurs de mutations responsables de la maladie de Huntington. Il s'avère que pour les vers vivant sur les milieux enrichis en glucose la paralysie était nettement diminuée. Les chercheurs ont observé que le glucose avait un rôle protecteur vis-à-vis du repliement des protéines.

### ***1.3.d. L'apprentissage***

Une étude (Micha R., 2011) a été menée chez 74 enfants britanniques de 11 à 14 ans, pour tester l'influence d'aliments à index glycémique et charge glycémique élevés sur leurs performances cognitives.

Ainsi 4 types de petits déjeuners ont été testés :

- CG (charge glycémique) élevée/ IG (index glycémique) élevé: grande portion de cornflakes + 7 grammes de sucre + un jus de fruit.
- CG élevé/ IG faible : une grande portion de muesli + 7 g de sucre+ un jus de fruit.
- CG faible/ IG élevé : petite portion de cornflakes + 5 g de sucre.
- CG faible/ IG faible : petite portion de muesli + 5 g de sucre.

Les enfants, ayant pris un petit-déjeuner à index glycémique faible, étaient plus alertes, plus heureux et avaient une meilleure mémoire. Ceux dont le petit déjeuner avait une forte charge glycémique étaient plus confiants et avaient moins faim.

Les enfants ayant consommé un petit déjeuner à fort index glycémique étaient plus vigilants.

Il semblerait que la combinaison IG faible / CG élevée favorise l'apprentissage.

La consommation de sucre améliore l'efficacité mentale, avec une action sur la mémoire, la réactivité, l'attention et les aptitudes arithmétiques.

Le sucre exerce aussi une influence sur la vigilance.

Une étude a été réalisée sur des adultes lors d'un test de conduite sur simulateur automobile pendant 120km. Les adultes ayant bu des boissons sucrées avant et pendant le test ont commis significativement moins d'erreurs que ceux ayant bu de l'eau.

Si le sucre améliore la vigilance, il n'est en aucun cas responsable d'une hyperactivité chez l'enfant. Cette fausse croyance repose sûrement sur le fait que les enfants plus actifs consomment plus de sucres, car ils ont besoin de plus d'énergie.

## II. Dimension psychologique du sucre

Pourquoi sommes-nous attirés par le sucré ?

Le goût du sucré semble inné. En effet, il a été observé que le fœtus disposait de bourgeons du goût fonctionnels durant le troisième trimestre de grossesse et que son comportement et ses expressions changeaient en fonction de la composition du liquide amniotique. De plus, une étude faite sur des nouveaux nés vierges de toute expérience alimentaire montre que le nouveau-né manifeste son contentement lorsqu'on lui propose une solution sucrée et rejette la solution de quinine. (Reiser P., 2000).

Le sucre aurait donc ce côté rassurant en nous rappelant la vie fœtale.

L'attirance pour le sucré s'expliquerait aussi par notre instinct primitif de survie. Si le goût naît de messages sensoriels, il faut savoir que d'autres sortes d'informations en provenance du tube digestif parviennent au cerveau et ce grâce aux enterorécepteurs. Ces derniers apportent des informations sur les effets métaboliques qui suivent l'ingestion d'un aliment. Ce type de message parvient au cerveau avec un décalage par rapport à l'ingestion, pourtant la mémoire va associer les deux catégories de signaux. Le sucre est rapidement métabolisé par l'organisme et répond à un besoin énergétique immédiat, c'est à ce niveau qu'il réveille notre instinct de survie. Il est donc ancré dans l'inconscient comme un aliment vital.

L'attirance pour le sucré pourrait également s'expliquer par des phénomènes physiologiques, à savoir la sécrétion de molécules endogènes.

En effet, les sucres pourraient être à l'origine de sécrétions opioïdes endogènes, qui sont des molécules capables de moduler les stimuli de la douleur. Ainsi, des solutions de saccharose sont administrées par voie orale chez le nouveau-né lors d'actes chirurgicaux douloureux<sup>54</sup>. Le sucre stimule également les circuits de la récompense et augmente la production de sérotonine<sup>55</sup>. Or la sérotonine est un neurotransmetteur impliqué dans de nombreux processus physiologiques du corps humain, notamment dans le contrôle de l'humeur. Dans les cas de dépressions, il est souvent observé un déficit en sérotonine.

Enfin, il semblerait que la société et surtout l'éducation conditionnent à aimer le sucre. Ce dernier est souvent associé à des notions positives : Il est d'ailleurs lui-même qualifié de « douceur ». Le sucre est utilisé en guise de récompense. C'est le cas chez les enfants qui auront droit à une sucrerie s'ils ont été sages par exemple,

---

<sup>54</sup> <http://pediadol.org/Analgesie-par-le-sucre-lors-des.htm/>

<sup>55</sup> CEDUS. Sucre et mémoire. 2005.

mais aussi chez les adultes qui après une dure journée s'offrent un plaisir sucré en pensant « Je l'ai bien mérité ».

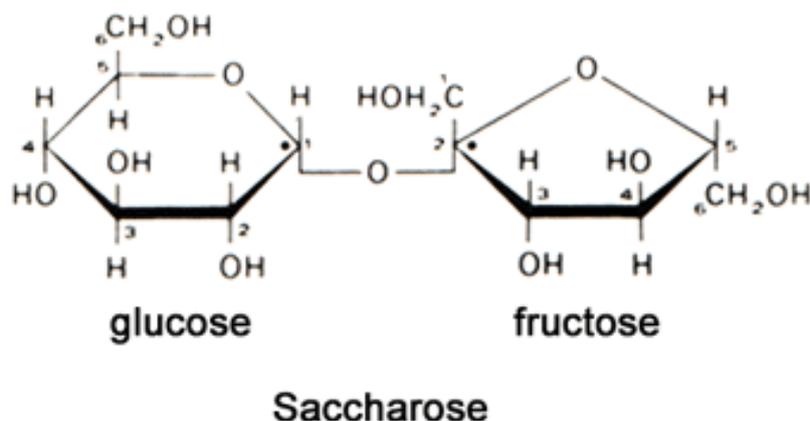
Les cadeaux sont de plus en plus souvent des plaisirs sucrés : comme les chocolats pour la St Valentin, pour Noël, ou pour les anniversaires.

### III. Propriétés physico-chimique du sucre

#### III.1. Formule chimique et configuration.

Le saccharose est constitué d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose réunies par une liaison osidique en  $\alpha 1-2\beta$ .

Sa formule est  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , avec une masse molaire de  $342,30 \text{ g/mol}$ <sup>56</sup>.



Source : <http://www.123bio.net/cours/mole/ex1.html>, consultée le 02/02/14

Il est électriquement neutre.

A l'état pur, le saccharose est un corps solide sans couleur, ni odeur.

#### III.2. Solubilité

Le saccharose est très soluble dans l'eau : on peut dissoudre jusqu'à 180g de sucre dans 100g d'eau pure, et insoluble dans les solvants apolaires.

Sa solubilité est plus faible dans les solvants non aqueux (Mathlouti M., 1995). Elle est fonction de la température et de la nature des autres molécules présentes en solution. C'est pourquoi l'augmentation de la température ainsi que la présence d'impuretés augmentent la solubilité du saccharose.

Cela explique que dans l'industrie, on extrait le saccharose par des courants d'eau chaude. Cela montre également que la teneur et la nature des « non-sucre » issus des matières premières aient une influence sur le taux d'extraction de sucre.

<sup>56</sup> <http://www.lesucre.com/fr/article/de-la-plante-au-sucre/la-structure-du-saccharose>, consulté le 26/11/13

### III.3. Processus de cristallisation.

Lorsque le sucre des plantes est extrait, le saccharose est en solution car les huit groupes hydroxyles (OH) forment des liaisons hydrogènes avec les molécules d'eau. Ces liaisons sont plus fortes que les liaisons entre deux molécules de saccharose ; c'est pourquoi le sucre est dissout.

Cependant, lorsque la concentration de la solution augmente, les molécules de saccharose ont moins de place, ce qui facilite l'établissement de liaisons entre elles et la recristallisation du saccharose. Ainsi l'étape de cristallisation dans l'industrie survient après l'évaporation qui permet d'augmenter la concentration du sucre de la solution. L'introduction de cristaux de sucre sursature la solution et amorce le processus de cristallisation.

De plus, il faut savoir que l'eau chaude a un degré de saturation plus élevé que l'eau froide. Ainsi en refroidissant, la solution se retrouve de nouveau sursaturée et les cristaux se forment plus facilement.

### III.4. Pouvoir rotatoire

Le saccharose a un pouvoir rotatoire, c'est-à-dire qu'il est capable de dévier le plan de polarisation d'une lumière polarisée. Cette propriété est utilisée dans l'industrie sucrière pour évaluer la pureté du sucre, et ce à l'aide des saccharimètres qui sont gradués en degrés de sucre de 0 (eau pure) à 100 (solution pure de saccharose).

### III.5. Point de fusion

La valeur du point de fusion du saccharose est de 186°C (Mathlouti M., 1995).

## IV. Utilisation du sucre dans l'industrie alimentaire

### IV.1. Comme sucre de table

Sucre cristallisé blanc de canne ou de betterave : il contient 99,9% de saccharose.



Source : <http://www.espaceagro.com/sucre-canne/exp-sucre-canne.html>, consultée le 09/12/13

Sucre en morceau : fabriqué par compression et moulage des cristaux de sucre blanc ou roux.



Source : <http://www.cookismo.fr/le-sucre-en-morceaux-est-il-consomme-dans-le-monde-entier/9889>, consultée le 09/12/13

Sucre en poudre : le plus couramment utilisé. Il est issu du broyage puis du tamisage du sucre cristallisé.



Source : [http://mapopote.net/Sucre\\_en\\_poudre](http://mapopote.net/Sucre_en_poudre), consultée le 09/12/13

Sucre pour confiture : enrichi en pectine naturelle et en acide citrique (qui a pour rôle de faciliter l'action de la pectine), il favorise la prise des gelées.



Source : <http://ladymarmelade.canalblog.com/archives/2005/06/16/579572.html>, consultée le 09/12/13

Sucre glace : obtenu par broyage très fin du sucre cristallisé blanc et additionné d'amidon et de silice à environ 3% pour éviter qu'il ne forme un bloc. Il est immédiatement soluble dans l'eau et sert beaucoup en pâtisserie pour les glaçages ou pour les meringues par exemple.



Source : <http://www.lesfoodies.com/lapdl/recette/glacage-au-sucre-glac>, consultée le 09/12/13

Cassonade : elle provient du sucre cristallisé brut qui contient 95% de saccharose et 5% d'impuretés que sont les sels minéraux et matières organiques. Ce sont ces derniers qui lui donnent le nom de sucre roux. La cassonade est extraite du jus de canne à sucre. Son nom vient du mot « casson » qui signifiait au XVI<sup>ème</sup> siècle : morceau de sucre friable.



Source : <http://cuisine.larousse.fr/lecon-experts/ingredients/detail/cassonade#>, consultée le 09/12/13

Vergeoise : la vergeoise est aussi un sucre roux, mais elle provient de la betterave. Elle est obtenue par recuisson du sirop éliminé lors de l'étape d'essorage. Lors de cette première recuisson le sirop donne la vergeoise blonde, après la seconde, il permet la fabrication de vergeoise brune. Son parfum et sa couleur sont dues aux cuissons successives. Elle doit son nom aux moules qui étaient employés autrefois pour couler les grands pains de sucre.



**Vergeoise brune et blonde**

Source : [http://www.saveurs-npdc.com/produit\\_details.php?num=21](http://www.saveurs-npdc.com/produit_details.php?num=21), consultée le 09/12/13.

Sucre Candy roux : il provient de la cristallisation lente d'un sirop de sucre concentré et chaud.



Source : <http://www.consoglobe.com/monde-riche-sucre-2297-cg>, consultée le 09/12/13.

## IV.2. Comme additif

### **IV.2.a. Agent de goût**

Edulcorant naturel, le sucre permet de relever le goût de diverses préparations, en renforçant la perception des arômes qui les composent.

### **IV.2.b. Agent de texture<sup>57</sup>**

Le saccharose conditionne l'aspect final d'un aliment, et cette propriété en fait un additif particulièrement recherché des industriels. Il est utilisé dans la confection de pain de mie, car il favorise la rétention de gaz carbonique produit par les levures, ce qui donne une mie plus aérée. Battu avec le blanc d'œuf, il favorise la formation de mousse. Dans les confitures, il maintient la cohésion du gel de pectine.

### **IV.2.c. Agent de conservation (Mathlouti M., 1995)**

Le saccharose possède des propriétés anti-oxydantes. Cela permet de prévenir la détérioration des arômes, ainsi que la rancidité des produits alimentaires.

De plus, la forte pression osmotique exercée par le saccharose en solution sert à lutter contre la contamination bactérienne. En effet, de fortes concentrations en sucre réduisent l'humidité, la quantité d'eau devient alors insuffisante à la croissance des micro-organismes.

---

<sup>57</sup> Source : <http://www.lesucre.com>. Les propriétés technologiques du sucre. Fiche pédagogique, consultée le 17/10/13

#### ***IV.2.d. Agent de coloration (Mathlouti M., 1995).***

Le saccharose est responsable de la coloration jaune à brun qui se développe dans les produits de cuisson.

Les différents stades de cuisson du sucre sont (Guionnet A., 1998):

- le nappé à 105°C
- le filet 107 à 110°C
- le boulé 115-130°C
- le cassé 135-150°C
- le caramel 155-175°C.

Plusieurs réactions sont à l'origine de ce phénomène, notamment la dégradation thermique des sucres, celle-ci aboutit à la formation de caramel. La réaction entre les sucres et les amines primaires<sup>58</sup> (réaction de Maillard) conduit, quant à elle, à la formation de mélanoidines (composé brun).

#### ***IV.2.e. Apport de masse (Mathlouti M., 1995).***

La grande taille et l'homogénéité des cristaux de saccharose en font un support idéal pour des ingrédients à l'état de trace dans une préparation, tels que les colorants ou les arômes.

Cette propriété est aussi utilisée dans l'industrie pharmaceutique, pour la préparation de granules homéopathiques par exemple. Les granules sont constitués de saccharose et de lactose sur lequel on vient pulvériser une petite quantité de solution diluée de souche homéopathique.

#### ***IV.2.f. Agent de fermentation (Mathlouti M., 1995).***

Le saccharose sert de substrat à certaines levures. Ces dernières vont alors le transformer, par l'intermédiaire de leur système enzymatique, en une grande variété de composants notamment l'alcool éthylique.

Les industriels utilisent beaucoup de sucres invertis obtenus par hydrolyse du saccharose sous l'action d'une enzyme nommée invertase. Il en résulte un sirop

---

<sup>58</sup> Molécule caractérisé par la présence d'un atome d'azote et d'un groupement carboné.

constitué à parts égales de glucose et de fructose. Il favorise le moelleux dans les préparations auxquelles il est ajouté. Son action anti-oxydante favorise nettement la durée de conservation des produits. Enfin il fixe les arômes et améliore la coloration des croûtes lors de la cuisson.

## V. La place du saccharose dans l'alimentation

### V.1. Par rapport aux autres glucides

Les glucides font partie des sept constituants de base de notre alimentation (protéines, lipides, vitamines, oligoéléments, minéraux et eau).

Nommés également hydrates de carbone, les glucides font partie d'une famille de molécules caractérisées par leur composition chimique : un groupement carbonyle (C=O) et plusieurs groupements hydroxyle (-OH).

Parmi les glucides, on distingue :

- Les sucres simples qui comprennent les monosaccharides (glucose, fructose, galactose) constitués d'une seule molécule et les disaccharides (saccharose, lactose) constitués de deux molécules.
- Les sucres complexes ou polysaccharides, constitués d'une longue chaîne d'oses : c'est le cas de l'amidon qui est un polymère de glucose. Il existe également les polysaccharides non amyliques retrouvés dans les fibres alimentaires. Les polysaccharides sont dépourvus de saveur sucrée.

Quelle que soit sa provenance (féculents, fruits, sucre en poudre,...) le sucre est dégradé de la même façon par l'organisme. Tous les glucides (amidon, fructose, saccharose...) deviennent du glucose, seule forme de glucide utilisée directement par les muscles.

Les glucides ont donc tous la même valeur énergétique, à savoir 4 Kcal par gramme, à l'exception des fibres alimentaires qui fournissent 2 Kcal par gramme. Ces dernières ne peuvent être digérées par l'Homme, elles sont uniquement dégradées par les bactéries intestinales ; seule une petite partie peut être assimilée par l'organisme. Cela explique une valeur énergétique inférieure à la plupart des glucides.

Ce qui différencie les aliments glucidiques en termes de qualité nutritive, c'est leur pouvoir sucrant et leur index glycémique.

Le pouvoir sucrant représente l'intensité de la saveur sucrée de l'aliment. Il ne caractérise que les glucides simples, car les glucides complexes sont insipides. Il définit le rapport entre la concentration de la solution de référence : le saccharose et la concentration de la substance à tester, en solution, qui développe la même

intensité sucrée. Ainsi, s'il faut une concentration de 23 g/l de fructose pour obtenir la même saveur sucrée qu'une solution de 30 g/l de saccharose, le pouvoir sucrant du fructose est de  $30/23 = 1,3$ . Le pouvoir sucrant est difficile à déterminer avec précision, car il est évalué par un panel de goûteurs.

L'index glycémique représente l'impact de l'aliment sur la réponse glycémique. Lorsqu'un aliment riche en glucides est consommé, il induit une élévation de la glycémie<sup>59</sup>. Rapidement, il entraîne sa diminution: c'est la réponse glycémique. Cela s'explique par la mise en place d'un système de régulation par l'organisme qui met en scène l'insuline.

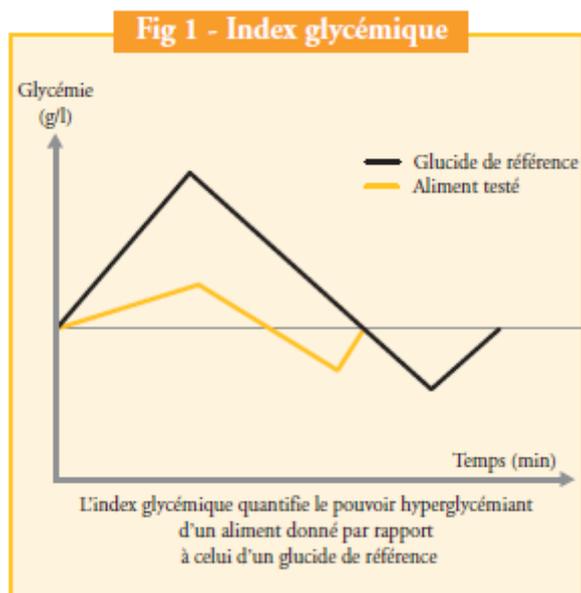
L'insuline est une hormone produite par le pancréas. Son rôle est de permettre l'utilisation du glucose par les cellules de l'organisme, diminuant ainsi la quantité de glucose dans le sang. Elle est sécrétée en continu mais sa libération augmente après un repas pour rétablir l'équilibre glycémique.

Ainsi les aliments à index glycémique élevé induisent une réponse glycémique plus élevée. Ils sont absorbés par l'organisme plus rapidement que les aliments à faible indice glycémique.

L'index glycémique d'un aliment est évalué par rapport à la réponse glycémique engendrée par un aliment standard (par exemple le glucose pur). Cette dernière est mesurée 2 heures après ingestion de glucose pur, le résultat est comparé au résultat obtenu pour l'aliment choisi. Ainsi un index glycémique (IG) de 70, signifie que l'aliment glucidique induit 70% de la réponse observée pour la même quantité de glucide issue de glucose pur.

---

<sup>59</sup> La glycémie est le taux de glucose dans le sang. Elle s'exprime en gramme de glucose par litre de sang.



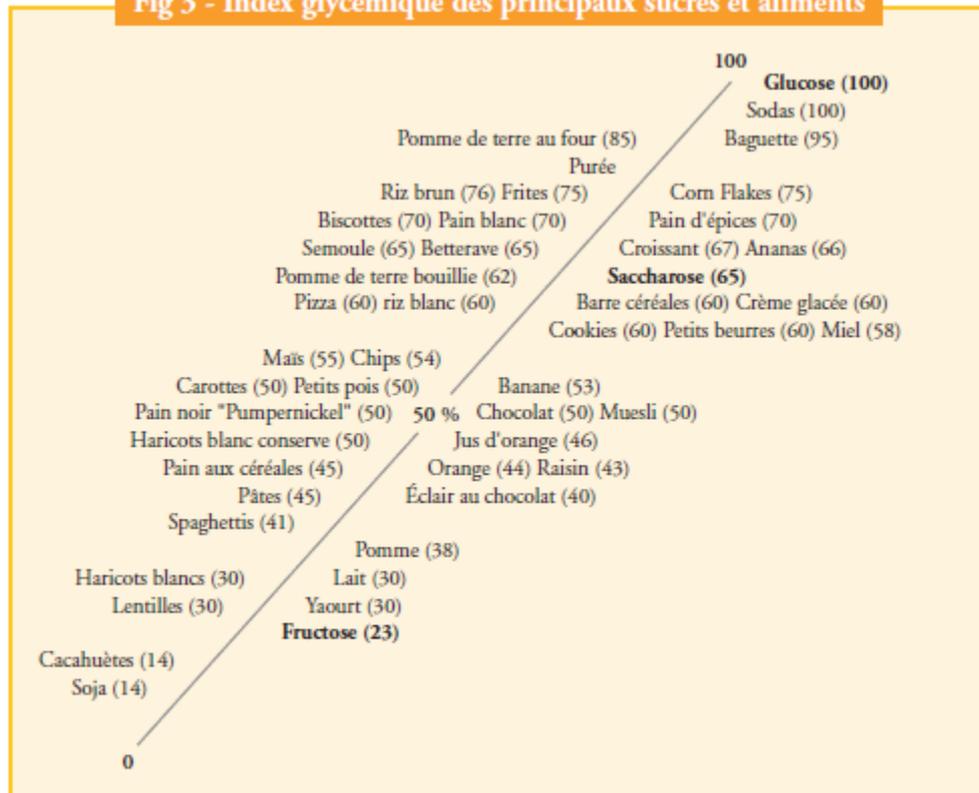
Source : brochure N°5 : cedus « sucres et diabète »

	Index glycémique <sup>60</sup>	Pouvoir sucrant (Frénot M., 2001)
Glucose	100	0,7
Fructose	23	1,3
Maltose	105	0,4
Lactose	46	0,2
saccharose	65	1

La classification trop simpliste des sucres lents (correspondant aux sucres complexes) et sucres rapides (correspondant aux sucres simples) a été revue, pour donner place à une nouvelle classification des aliments, en fonction de leur index glycémique. Cette précision revêt une importance majeure en termes de diététique. Par exemple, le pain blanc composé principalement d'amidon (sucre complexe) a un index glycémique plus élevé que le saccharose (sucre simple).

<sup>60</sup> <http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C154.pdf>, consulté le 13/01/14.

**Fig 3 - Index glycémique des principaux sucres et aliments**



L'index glycémique est qualifié de :  
 - faible : IG < 50-55  
 - moyen : IG = 50 à 70  
 - fort : IG > 70

Source : Brochure cedus N°5 « sucres et diabète »

Ce tableau nous donne des indications sur les aliments mais ne prend pas en compte les facteurs de variabilité de l'index glycémique, notamment les facteurs individuels.

Facteurs influençant l'index glycémique :

- Le type de sucre que contient l'aliment : la réponse glycémique est plus élevée pour un aliment riche en glucose ou maltose que s'il contient du fructose ou du saccharose.
- La nature et la forme de l'amidon. Il induit une réponse glycémique plus faible s'il est plus difficile à digérer, car une partie n'est pas absorbée. L'amidon est constitué d'amylose et d'amylopectine, en proportions différentes selon la nature de l'amidon. Moins il y a d'amylose dans un amidon, plus son index glycémique est élevé.

- Le temps de cuisson de l'aliment : plus l'aliment est cuit, plus l'index glycémique est élevé. Ceci est dû à la transformation de l'amidon lorsqu'il est chauffé. Les grains d'amidon s'hydratent sous l'effet de la chaleur, l'amylopectine se solubilise et est plus facilement transformée en glucose.
- L'association à d'autres nutriments : les fibres ou les protéines, par exemple, diminuent la réponse glycémique, en ralentissant la digestion des glucides.
- La présence d'aliments ou de condiments acides, tels que le vinaigre, le citron,... ralentissent également la digestion et l'absorption des glucides.
- Le degré de mûrissement, notamment pour les fruits : une banane verte qui a un index glycémique assez bas voit son index glycémique augmenter au fur et à mesure de son mûrissement, dû à la transformation de l'amidon. Il en est de même pour les pommes de terre.
- L'individu lui-même : la réponse glycémique dépend de l'âge, du sexe, du niveau d'activité physique, de la résistance à l'insuline, du métabolisme de l'individu et tout ce qui peut influencer le temps mis pour digérer les glucides.

Par contre la détermination de l'index glycémique (IG) ne tient pas compte de la quantité de glucides que contient l'aliment. En effet, ce dernier est calculé chez des individus qui ont consommé 50 g de glucides de l'aliment, et non 50 g de cet aliment. Pour calculer l'IG de la carotte, il faut consommer 500 g de carottes pour avoir 50 g de glucides, ce qui est peu probable en réalité. C'est pourquoi la notion de charge glycémique (CG) est apparue. Elle se calcule en multipliant l'IG de l'aliment par la quantité de glucides dans une portion donnée de cet aliment. Le résultat obtenu est ensuite divisé par 100. La carotte cuite qui a un IG de 92, n'a qu'une CG de 6 alors que le riz qui a un IG de 23 a une CG de 13. La charge glycémique nous informe sur la réponse glycémique induite par l'apport total de glucides d'une portion de l'aliment<sup>61</sup>.

D'autres caractéristiques différencient les glucides et leur impact sur la santé. Comme le saccharose, le fructose peut induire la synthèse d'acides gras, notamment de triglycérides s'il est consommé en excès. Cependant le fructose provoque une

---

<sup>61</sup> [http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/index\\_glycemique.html](http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/index_glycemique.html), consulté le 27/02/14.

hypertriglycémie plus marquée que le glucose (Debry G., 1996). On peut observer cette augmentation des triglycérides chez les gros buveurs de jus de fruits, et notamment chez les gros consommateurs de fruits. Il est important de rappeler que l'hypertriglycémie est un facteur de risque cardio vasculaire.

De plus, le fructose a un effet moins satiétogène que le saccharose. Il diminue les taux de leptine (hormone qui intervient pour inhiber la prise alimentaire). Corrélativement, il augmente les taux de ghréline, hormone qui stimule l'appétit (Debry G., 1996). Consommé en excès, le fructose peut aussi être responsable de troubles digestifs tels que ballonnements et diarrhées<sup>62</sup>.

Le lactose est un autre glucide qui peut être responsable de ce genre de désagrément mais à un niveau plus élevé. On parle d'ailleurs à tort d'allergie au lactose alors qu'il s'agit d'une intolérance. L'enzyme responsable de la dégradation du lactose (disaccharide constitué de l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose) est la «  $\beta$ -galactosidase ». Elle est différente de celle qui hydrolyse le saccharose. La  $\beta$ -galactosidase fait parfois défaut chez les nourrissons comme chez l'adulte, dans ce cas une partie du lactose n'est pas absorbé et par un effet osmotique important, l'eau est attirée dans l'intestin conduisant à d'importantes diarrhées.

Les fibres alimentaires peuvent aussi être responsables de troubles digestifs tels que des ballonnements. Comme elles ne sont pas totalement digérées, elles sont dégradées par les bactéries intestinales responsables de la fermentation et de libération de gaz. Cependant, les fibres ont un effet bénéfique dans la prévention et le traitement de la constipation, en permettant l'hydratation des sels par un effet osmotique, sans conduire au type de diarrhées provoquées par le lactose.

Il est d'ailleurs recommandé de consommer 25 à 50 grammes de fibres par jour.

L'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) recommande pour l'équilibre alimentaire un apport en glucide représentant 50 à 55% des apports énergétiques quotidiens, dont 10% au plus sous forme de sucre ajouté<sup>63</sup>.

---

<sup>62</sup> Source : *Guide d'information diabétique type 1 et 2* » centre de diabétologie, hôpital Maisonneuve Rosemont, Montréal.

<sup>63</sup> Source : <http://www.anses.fr/fr/content/les-glucides>, consultée le 25/02/14

## V.2. Saccharose versus édulcorants artificiels

Les édulcorants artificiels ou de synthèse sont des aliments caractérisés par un pouvoir sucrant et qui sont produits grâce à une succession de réactions chimiques.

### **V.2.a. b.1 Présentation des principaux édulcorants artificiels**

Parmi les édulcorants de synthèse, on distingue :

Les polyols (mannitol, xylitol, sorbitol...) ont une valeur énergétique semblable à celle du saccharose. Néanmoins, ils apportent moins de calories du fait de leur malabsorption. Cette fraction non absorbée peut provoquer des diarrhées en attirant l'eau dans l'intestin, ainsi que des ballonnements et flatulences dus à leur fermentation. Il est donc conseillé de ne pas consommer plus de 20 à 50 grammes par jour pour éviter l'inconfort digestif. Les polyols ne provoquent pas de caries et engendrent un effet froid au contact des papilles gustatives. Ils sont employés, par exemple, dans les confiseries, et les chewing-gums dits « sans sucre » mis en avant pour leur action rafraichissante de l'haleine.

Les édulcorants dits « intenses » (saccharine, cyclamate, aspartame...) sont utilisés en remplacement du sucre dans les produits dits « allégés » ou « light ». Ils possèdent un très fort pouvoir sucrant (jusqu'à 13000 fois celui du saccharose), une petite quantité suffit donc à obtenir un goût sucré. Ils n'ont pas d'effet cariogène. Cependant les scientifiques ont peu de recul sur l'usage de ces substances, c'est pourquoi leur dose journalière acceptable est limitée afin d'éviter tous risques de toxicité.

Le principal avantage des édulcorants de synthèse est de ne pas avoir d'impact sur la glycémie. Leur utilisation est donc intéressante chez les personnes diabétiques qui doivent contrôler leur apport en sucre. De plus ils n'apportent pas ou peu de calories et sont donc très prisés dans les régimes. Sont-ils sans danger pour autant ?

## V.2.b. Méfaits des édulcorants.

Il est important de bien décrypter les étiquettes des aliments et de se méfier des aliments dits « light ». Dans l'industrie alimentaire, le sucre est utilisé comme agent de masse, or les édulcorants intenses sont en trop faible quantité pour présenter cette propriété. Les fabricants doivent alors remplacer la masse manquante par d'autres nutriments, tels que des graisses qui leur font devenir un aliment parfois plus calorique.



Voici un exemple concret : la marque Gerblé® a remplacé dans ses spéculos, le sucre par un édulcorant : le maltitol, ce qui lui permet d'afficher sur son paquet « sucres : -98% ». Cependant elle contient plus de lipides que la recette originale (23,2 g contre 19 g).

En remplaçant le sucre par des édulcorants, les industriels doivent ajouter de nombreux additifs : agents de charge, épaississants, gélifiants conservateurs,...

L'utilisation d'édulcorants de synthèse est déconseillée avant l'âge de 3 ans, car elle est néfaste en matière d'éducation alimentaire.

En effet, le fait de consommer des aliments « lights » peut inciter à une surconsommation. De plus, les édulcorants artificiels ne permettent pas à

l'organisme de faire le lien entre quantité de sucre consommée et satiété. Une récente découverte tend à montrer une localisation extrabuccale de récepteurs au glucose. Ainsi des récepteurs dans le duodénum auraient la capacité de détecter le passage de glucose et de faire sécréter la GLP-1 (hormone de la satiété)<sup>64</sup>. Or contrairement au saccharose, les édulcorants de synthèse ne sont pas métabolisés en glucose, ils ne stimulent donc pas ces récepteurs. Ce leurre du cerveau crée un manque au niveau de l'organisme qui n'a pas les calories attendues par ce produit au goût sucré, ce qui le pousse à consommer d'avantage pour combler ce manque. Guido Frank, psychiatre à l'Université du Colorado à Denver a comparé, chez 12 femmes, comment le cerveau répondait au sucralose (édulcorant artificiel) et au saccharose. Le saccharose produit une activation plus importante des régions dites de récompense que le sucralose.

Une réglementation européenne sur les édulcorants de synthèse a été adoptée en 1994. Elle précise les différents édulcorants qui peuvent être mis sur le marché ainsi que leurs conditions d'emploi dans les denrées alimentaires. Elle interdit l'usage des édulcorants dans les aliments destinés aux nourrissons et aux enfants en bas âge.

**V.2.c. Tableau des principaux édulcorants artificiels autorisés en France (Darrigol J.L., 2010).**

Edulcorants intenses

Edulcorants artificiels	PS <sup>65</sup>	DJA <sup>66</sup>	Exemple de produits courants contenant l'édulcorant	Propriétés	Toxicité à doses élevées
Acesulfame potassium (E950)	200	15 mg/kg de poids /Jours	Comprimé de Canderel®, Coca cola light®, Coca Cola zéro®, Pepsi light®, Pepsi max®, Gamme Vittel® aromatisée	Souvent associé à l'aspartame	Troubles cutanés (prurit, urticaire) Troubles digestifs (douleurs abdominales, nausées, vomissements, diarrhées) Augmentation TG et LDL cholestérol

<sup>64</sup> CEDUS. Brèves de sucre, nutrition [50], 2012,)

<sup>65</sup> PS : pouvoir sucrant.

<sup>66</sup> DJA : Dose journalière admissible

Aspartame (E951)	180	40 mg/kg de poids /Jours	Comprimés de Canderel® Coca cola light ®, Coca Cola zéro® Pepsi light ®, Pepsi max ®. De nombreux médicaments : Augmentin® Efferalgan® Imodium lingual® Vogalène lyoc® Solupred oro® ...	Souvent associé à l'acesulfame potassium  Perd son pouvoir sucrant à la cuisson	Plus de 92 effets indésirables sont recensés parmi lesquels on note : Migraine, insomnies, fatigue générale, troubles cutanés, asthme... Les études concernant un éventuel effet cancérigène au long terme sont controversées. Cependant, il est métabolisé en composés qui peuvent être toxiques s'ils sont en excès dans l'organisme (méthanol, acide aspartique, phénylalanine) Il est Interdit chez les sujets souffrant de phénylcétonurie car la phénylalanine s'accumule chez le sujet malade, ce dernier ne possédant pas l'enzyme nécessaire à sa dégradation. L'accumulation de phénylalanine est responsable de troubles du système nerveux et de retard mental.
Cyclamate (E952)	30 à 50	7 mg/kg de poids /Jours	Boisson Confiserie	Le moins cher de tous	Troubles digestifs Il est soupçonné de provoquer des tumeurs au long terme (les études se contredisent car certaines sont faites par son fabricant : Abbott et d'autres par ses adversaires : ceux qui commercialisent l'aspartame.

Néohésperédine (E959)	1600	2 mg/kg de poids /Jours		Naturellement présente dans la composition des écorces de certains agrumes, (orange amère) Sensation de fraîcheur, arrière-goût de réglisse	
Néotame (E961)	7000 à 13000	2 mg/kg de poids /Jours		Synthétisé à partir de l'aspartame Autorisation récente (2010)	Serait moins toxique que l'aspartame
Saccharine (E954)	400	5 mg/kg de poids /Jours	Edulcorant de table, confiserie, dessert	Arrière-goût métallique	Mêmes effets que l'aspartame Elle serait cancérigène (mais les études sur les rats ont porté sur l'ingestion de quantité massive de saccharine (correspondant à 10000 sucrées par jour chez l'Homme))
Sucralose (E955)	600	15 mg/kg de poids /Jours	Boisson dessert		110 études montrent son innocuité mais elles ont été commanditées par le laboratoire qui détient le brevet de sa fabrication.

### Polyols

Edulcorants artificiels	PS	DJA	Exemple de produits courants contenant l'édulcorant	Propriétés	Toxicité à doses élevées
Erythrol (E968)	0,6	50gr /jour		Agent de texture Souvent associé à un édulcorant intense. Masque le goût métallique et l'amertume de certains composants	Diarrhées. Il présente moins de ballonnement que le mannitol et le sorbitol.

Isomalt (E953)	0,5	50gr/ jour		Plus grande stabilité thermique que le saccharose Permet de travailler plus facilement la masse sucrée	Effets indésirables (EI) des polyols : ballonnement, diarrhées.
Lactilol (E966)	0,4	50g /jo ur		Valeur calorique quasi nulle.	EI des polyols
Maltitol (E965)	0,8	50g /jour	chocolat sans sucre des produits de régime	Peu utilisé dans l'industrie agroalimentaire.	EI des polyols
Sorbitol (E420)	0,7	50g / jour	Chewing-gum Bonbons Dentifrice	Trouvé à l'état naturel dans les baies de sorbier ou dans les pruneaux Anti-cristallisant, Stabilisant Humectant.	EI des polyols
Mannitol (E421)	0,7	20g/ jour	Friandises Dentifrices	Trouvé à l'état naturel dans le frêne, l'algue brune, le maïs Agent de texture, antiagglomérant.	EI des polyols.
Xylitol (E967)	0,7	70gr /j chez adulte	Bonbons Chewing-gums	Naturellement présent dans l'écorce de bouleaux ou de hêtre. Diminue l'acidité du milieu buccal.	EI des polyols

### Autres édulcorants de synthèse

Edulcorants artificiels	PS	DJA	Exemple de produits courants contenant l'édulcorant	Propriétés	Toxicité à doses élevées
Tréhalose	0,5		Crèmes glacées	Existe à l'état naturel dans certains champignons et dans l'hémolymphe de certains insectes. Diminue le point de congélation Freine la dessiccation	

### V.3. Par rapport aux autres macronutriments

#### **V.3.a. *par rapport aux lipides***<sup>67</sup>

Les lipides sont plus caloriques que le saccharose : 1 gramme de lipide apporte 9 Kcal contre 4 Kcal pour le sucre.

Les lipides sont constitués principalement d'acides gras :

L'organisme est capable de synthétiser la majorité des acides gras exceptés les omégas 3 et 6 qui sont dits « essentiels », car ils ne peuvent être apportés que par l'alimentation.

Les lipides jouent deux rôles majeurs dans l'organisme : le stockage d'énergie sous forme de triglycérides et un rôle de structure des membranes cellulaires sous forme de phospholipides.

Ils sont également nécessaires à la synthèse de nombreuses molécules ayant des rôles physiologiques variés (agrégation plaquettaire, inflammation,...), et indispensables à la fabrication du cholestérol, précurseur des hormones stéroïdiennes.

Ils peuvent être apportés par l'alimentation animale (poissons, œufs, fromages, charcuterie) ou végétale (graines et fruits oléagineux, huiles...).

L'ANSES recommande un apport énergétique sous forme de lipide de 35 à 40% de l'apport énergétique total.

#### **V.3.b. *Par rapport aux protéines***

Les protéines sont des longues chaînes d'acides aminés

Les acides aminés sont nécessaires à l'organisme pour fabriquer ses propres protéines. L'organisme n'utilise que 20 acides aminés, et n'est capable d'en synthétiser que 11 : les 9 autres sont dits « indispensables » et sont apportés uniquement par l'alimentation.

Les protéines produites par l'organisme jouent des rôles essentiels. Elles participent à la structure et au renouvellement des tissus cellulaires. Elles interviennent dans de nombreux processus physiologiques en intégrant le rôle d'enzymes, d'hormones, de récepteurs ou encore d'anticorps. Elles servent à la production d'énergie car elles aussi, sont transformées en acétylcoenzyme A. Ainsi 1 gramme de protéine apporte 4 Kcal.

---

<sup>67</sup> Source : <http://www.anses.fr/fr/content/les-proteines>.

Il existe deux sources alimentaires de protéines :

- Les protéines animales retrouvées dans la viande, le lait, le poisson, les œufs
- Les protéines végétales apportées par les céréales et les légumineuses.

Les protéines sont très à la mode dans les régimes dit « hyper protéinés ». Leur action réside sur leur effet coupe-faim<sup>68</sup>.

Les protéines sont dégradées en de petits peptides qui sont interceptés par des récepteurs. Leur action sur ces récepteurs déclenche le processus de néoglucogenèse. Le glucose agit ensuite sur les récepteurs situés dans l'intestin, qui envoient le message de satiété au cerveau.

Toutefois, si les protéines font partie intégrante d'une alimentation équilibrée, consommées en excès, elles se révèlent néfastes pour la santé à cause de la saturation de leur voie d'élimination. Elles peuvent alors emprunter d'autres voies et conduire à la formation de graisses ou de composés néfastes, tels que l'acide urique responsable de crise de goutte, ou encore l'ammoniac qui provoque des troubles neurologiques.

De plus, leur élimination urinaire fatigue les reins, ce qui peut conduire à une pathologie ou une insuffisance rénale.

L'ANSES recommande 10 à 27% des apports énergétiques journaliers sous forme de protéines<sup>69</sup>.

#### V.4. Sucre et allégation de santé<sup>70</sup>

Beaucoup d'indications concernant la santé sont notées sur les emballages par les industriels dans le but de promouvoir leurs produits. Voici les différentes allégations de santé reconnues, ainsi que leur définition :

- ❖ « Teneur réduite » ou « allégé en sucre » : impose à l'industriel de réduire d'au moins de 25% la teneur en sucre par rapport à l'aliment standard.

---

<sup>68</sup> Source : <http://www.lequotidiendumedecin.fr/specialites/pourquoi-les-regimeshyperproteines-font-ils-maigrir> consultée le 25/02/14.

<sup>69</sup> Source : <http://www.anses.fr/fr/content/les-protéines> consultée 25/02/14.

<sup>70</sup> Source : CEDUS. *Le sucre et les sucres de votre alimentation*. 2013.

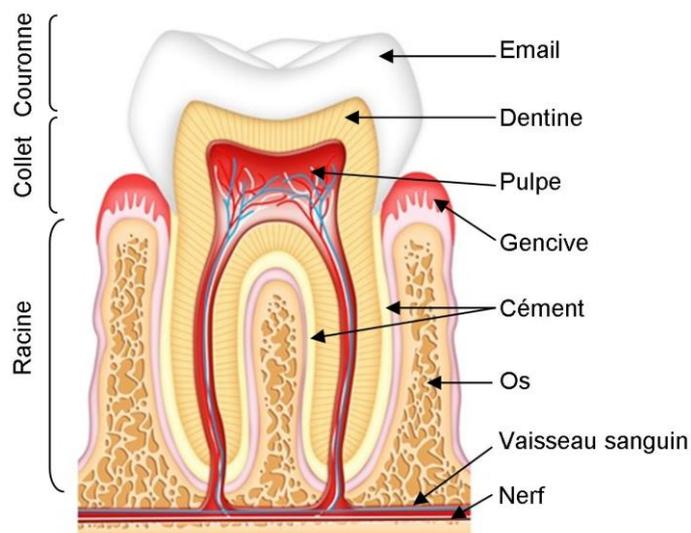
- ❖ « Sans sucre » : les produits ne doivent pas contenir plus de 0,5g de sucre pour 100 g ou 100 ml.
- ❖ « Faible teneur en sucre » : le produit contient moins de 5 g de sucre pour 100 g de produit fini ou 2,5 g pour 100 ml.
- ❖ « Sans sucre ajouté » : il ne peut y avoir d'addition de glucides simples ni de substances sucrantes qu'elles soient naturelles ou artificielles, cependant le produit lui-même peut contenir des sucres, il sera alors indiqué : « contient des sucres naturellement présents »

Il n'existe pas de différence entre les mentions « sucres naturels » et « sucres ajoutés ». La croyance populaire fait qu'on associerait « sucres naturels » à « plus sain pour la santé » or il n'en n'est rien. Ce qui compte c'est la teneur en sucre et non leur provenance !

## VI. Pathologies liées aux sucres

### VI.1. Caries

#### VI.1.a. Constitution de la dent



Source : <http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dossiers/d/medecine-dents-sante-buccodentaire-1287/page/3/>, consultée le 16/12/13

La dent est constituée de trois parties : la couronne, qui est la partie dure est composée de l'émail et de la dentine. Le collet est le point d'insertion de la dent au niveau de la gencive. La racine, elle, permet l'ancrage et la vascularisation de la dent.

L'émail est la couche supérieure, c'est elle qui est au contact des aliments. Elle est constituée d'un cristal très dur : l'hydroxyapatite, composée essentiellement d'ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) et hydroxyles ( $\text{OH}^-$ ).

#### VI.1.b. Formation des caries

Les caries dentaires sont dues aux bactéries présentes dans la plaque dentaire. Ces dernières transforment les amidons et les sucres des aliments ingérés en une substance acide : l'acide lactique, qui attaque les dents. En effet, cette substance acide est responsable de la diminution du pH du biofilm dentaire. Le processus de déminéralisation se met en place, lorsque le pH passe sous le seuil de 5,5. Les ions qui constituent l'hydroxyapatite changent de conformation et n'ont plus leur place dans le réseau cristallin, ils se solubilisent dans la salive et sont éliminés. Heureusement, la salive, grâce à son rôle de tampon, neutralise l'acidité. Le pH

remonte tout doucement et repasse au-dessus du seuil critique, ce qui entraîne la reminéralisation de l'émail. Cependant ce processus prend environ 20 minutes. Une nouvelle prise alimentaire trop rapide perturbe donc ce processus de reminéralisation. La fréquence de consommation de glucides a un impact important sur le processus cariogène, plus que la quantité consommée.

Les bactéries forment l'acide lactique à partir des sucres (glucose, fructose ...), tous les glucides sont donc potentiellement cariogène : les pommes de terres qui contiennent de l'amidon, au même titre que les bonbons constitués de saccharose. Mais si les bonbons sont à ce point montrés du doigt, c'est parce qu'ils sont consommés de façon continue et en dehors des repas.

### ***VI.1.c. Facteurs influençant la formation des caries***

- ❖ La mauvaise hygiène dentaire : elle participe à l'accumulation des bactéries cariogènes.
- ❖ La forme de la dent : si la dent n'a pas une surface lisse et qu'elle contient beaucoup de puits et de fissures, elle est plus difficile à brosser et peut donc se carier plus facilement.
- ❖ Les facteurs génétiques : certaines personnes ont des dents plus résistantes que d'autres.
- ❖ Le pH de la salive : il varie également d'un individu à l'autre et peut favoriser la formation des caries notamment s'il est plus acide.
- ❖ La nature des aliments ingérés : les bactéries forment l'acide à partir du sucre, donc plus un produit est riche en sucre, plus il sera cariogène. De plus la texture de l'aliment est aussi à prendre en compte : un aliment collant tel que de la pâte de fruit sera plus cariogène qu'un biscuit sec.
- ❖ La xérostomie : affection caractérisée par une production insuffisante de salive. La salive a un rôle très important : elle lubrifie la cavité buccale et forme un film protecteur au niveau des dents et des gencives, elle a un rôle tampon permettant de réguler le pH de la cavité buccale. Plusieurs de ses

enzymes exercent un effet direct contre les bactéries responsables de la carie. Elle fournit les ions (phosphore, calcium, magnésium) nécessaires à la reminéralisation des tissus dentaires. Elle permet l'action du fluor en se fixant à ce dernier. Ainsi, plus la quantité de salive est importante, plus la protection est efficace.

#### ***VI.1.d. Prévenir la formation des caries***

La principale mesure de prévention est l'hygiène dentaire. Il est nécessaire de se brosser les dents au moins deux fois par jour pour éliminer la plaque dentaire et les bactéries qu'elle contient. La durée du brossage est de trois minutes environ. La brosse à dent doit être inclinée à 45° afin que les poils puissent entrer dans les crevasses gingivales.

L'utilisation de fil dentaire est importante pour éliminer la plaque dans les endroits que la brosse à dent ne peut atteindre.

Le scellement des sillons dentaires peut diminuer le risque cariogène. Ce traitement consiste à nettoyer les sillons de la dent et à appliquer un vernis de protection. Ainsi, la surface masticatrice des dents est lissée et plus facile à brosser.

L'utilisation de produit à base de fluor est nécessaire à la prévention des caries. Le fluor augmente la résistance de l'émail à l'action déminéralisante des acides. En effet, les ions fluorures se substituent aux ions hydroxydes dans l'hydroxyapatite pour former du calcium fluoroapatite. Cette molécule est plus stable chimiquement et ne se dissout qu'à un pH de 4,5 (au lieu de 5,5 pour l'émail dentaire). Le fluor ralentit l'activité des bactéries qui provoquent les caries et peut en réduire le nombre. Il aide à reminéraliser l'émail lorsqu'il a été atteint par une carie débutante. Cependant, il faut être prudent, car absorbé en trop grande quantité, le fluor cause la fluorose dentaire, qui se manifeste par des taches brunâtres ou blanchâtres sur les dents définitives. Les suppléments fluorés sont donc indiqués seulement si l'indice de carie est élevé.

Il est indispensable d'éviter les grignotages entre les repas ainsi que la consommation continue de boissons sucrées. Il est important de manger des aliments qui favorisent la reminéralisation des dents, tels que les produits laitiers.

Il faut lutter contre l'hyposialie<sup>71</sup>. La sécrétion salivaire peut être stimulée par la consommation de chewing-gum sans sucre (tels que les chewing-gums au xylitol). En effet les bactéries de la plaque dentaire ne peuvent utiliser le xylitol comme substrat, ainsi leur croissance est inhibée et elles finissent par mourir.

#### **VI.1.e. Traitement des caries.**

Lorsque la carie n'a atteint que l'émail, les mesures préventives peuvent suffire, car ce stade est encore réversible.

Lorsque la carie a atteint la dentine, elle nécessite un traitement par un dentiste. Ce dernier commence par éliminer les tissus touchés en creusant la dent, puis il place un matériau obturateur dans la cavité : soit un amalgame dentaire : « plombage gris » ou un composite photopolymérisant : « plombage blanc ». Cette opération se fait sous anesthésie locale.

Enfin si la carie a atteint la pulpe, la dent devient très sensible au contact des aliments, car la pulpe est inflammée. Il faut également consulter le dentiste qui après anesthésie locale retire la carie. Il place ensuite un pansement sédatif dans la cavité afin que la pulpe guérisse. Après 3 mois, si la pulpe est guérie, le pansement est remplacé par un obturateur. Si la pulpe est nécrosée, le traitement est le même que celui d'un abcès dentaire, à savoir la prise d'antibiotique dans un premier temps, puis dans un second temps, un traitement de canal ou l'extraction de la dent. Le traitement de canal consiste à enlever la pulpe infectée, à désinfecter le canal vide puis à le remplir d'un matériau en gomme issu d'un latex naturel : la « gutta percha ».

---

<sup>71</sup> Diminution de la sécrétion salivaire.

### **VI.1.f. Le conseil du pharmacien**

Le pharmacien peut agir en prévention dans le cadre des pathologies dentaires. Il se doit d'insister sur la nécessité d'une bonne hygiène buccale, assurée par un brossage au minimum biquotidien, à l'aide d'une brosse à dent souple de préférence.

Il oriente le patient quant au choix du dentifrice. Les dentifrices enrichis en fluor (Fluocaril®, Elgydium®, Parodontax®,...) présentent un réel bénéfice en prévention de la carie dentaire. Leur composition en fluor est de 1500ppm chez l'adulte, 1000 à 1500ppm chez l'enfant de plus de 6ans et de 500ppm au maximum chez l'enfant de moins de 6 ans.

L'utilisation d'un révélateur de plaque (Inava Dento-plaque®, Gum Red Cote®) peut parfois être utile dans l'évaluation de l'efficacité du brossage. Il contient un colorant qui rend visible la plaque dentaire.

Le pharmacien rappelle la nécessité de consulter annuellement le dentiste pour des consultations de contrôle.

Il se doit d'insister sur les conséquences d'une mauvaise hygiène alimentaire, notamment concernant la consommation excessive de sucreries ou boissons sucrées hors des repas.

Il est l'acteur de premier plan concernant les traitements médicamenteux et leurs effets indésirables. Il peut ainsi informer le patient quant aux médicaments responsables de sécheresse buccale. Ces médicaments comprennent les bêta bloquants, les antidépresseurs tricycliques, les antihistaminiques H1 (chlorphéniramine, alimémazine, hydroxyzine), les benzodiazépines (diazépam, lorazépam), les diurétiques (hydrochlorothiazide), les antipsychotiques (halopéridol) ou encore les antiparkinsoniens.

Lorsque les symptômes sont déjà installés, le patient se plaint de douleurs dentaires ou « rage de dents ». Le pharmacien oriente alors le patient vers un dentiste afin de soigner l'infection. En attendant la consultation, il peut conseiller des antalgiques de palier I, à savoir le paracétamol (Doliprane®, Efferalgan®, Dafalgan®...) ou si la douleur est trop intense et rebelle à ces antalgiques, il peut délivrer des antalgiques

de pallier II : association de paracétamol et codéine (codoliprane®) et/ou caféine (Prontalgine®), en s'assurant que le patient ne présente aucune contre-indication à ces médicaments.

Dans les problèmes dentaires, l'usage d'AINS (anti-inflammatoire non stéroïdien) est déconseillé sans l'avis du spécialiste car ils peuvent augmenter le risque de saignement lors d'une extraction dentaire (qui ne peut être exclue à ce moment-là). De plus, ils peuvent être à l'origine d'une surinfection, s'il y a présence de bactéries.

Localement, l'utilisation d'un bain de bouche antiseptique est préconisée pour éviter tout risque de surinfection, à raison de 3 fois par jour après chaque brossage de dents. Les bains de bouche à base de chlorhexidine (Eludril ®, Hextril®...) ne doivent pas être utilisés plus de 5 jours au risque de provoquer une coloration des dents. Ceux qui n'en contiennent pas comme Alodont® peuvent être utilisés pendant une période maximale de 10 jours. L'Alodont® possède également des propriétés antalgiques grâce à la présence d'eugénol dans sa composition. Il est d'ailleurs également possible de conseiller l'huile essentielle de clou de girofle en aromathérapie à raison de 2 à 3 applications par jour.

## VI.2. Obésité

L'obésité est définie à partir de l'indice de masse corporelle (IMC), qui correspond au poids en kg divisé par la taille en mètre au carré. Lorsque l'IMC est compris entre 25 et 30, la personne est considérée en surpoids. Au-delà de 30, on parle réellement d'obésité, qui peut avoir des conséquences néfastes pour la santé.

### **VI.2.a. Le sucre est-il responsable de l'obésité ?**

Le sucre est nettement montré du doigt comme pouvant être responsable de l'obésité.

Cependant une des études HBSC (Health Behaviour in School aged Children), menée par l'OMS (Janssen I., 2005) tend à montrer que les sujets qui consomment un pourcentage élevé de leurs besoins énergétiques sous forme de sucres, ont un indice de masse corporelle plus faible. Ces résultats sont à relativiser, car il se peut que les sujets en surpoids aient déjà réduit leur apport en sucre ou ne révèlent pas leur consommation réelle de sucreries par peur du jugement.

Néanmoins, une autre étude (Barclay A., 2011), prouve que le sucre n'est pas seul responsable de l'obésité. Cette étude, menée sur la population australienne montre que la consommation de sucre a diminué de 16% entre 1980 et 2003. Paradoxalement, la prévalence de l'obésité a été multipliée par 3. Les données recueillies par les chercheurs australiens montrent une diminution de moitié de la consommation de boissons sucrées par les enfants entre 1995 et 2007, et parallèlement une augmentation énergétique provenant de la consommation de gâteaux, chocolats, pizzas et chips. La même constatation est établie par l'étude MONICA publiée en 2004 par l'OMS<sup>72</sup>, qui montre une augmentation des apports énergétiques dans la population australienne, exclusivement due à une augmentation de la ration lipidique. La consommation de graisse serait en effet inversement proportionnelle à la consommation de sucre.

Trois explications sont possibles à ces observations :

Les glucides représentent à poids égal moins de calories que les graisses : 1 gramme de sucre apporte 4 Kcal contre 9 Kcal pour 1 gramme de lipide.

Les sucres sont reconnus pour leur mécanisme de régulation de l'appétit et favorisent la satiété. Le NPY est un neurotransmetteur orexigène. Sa libération dans l'organisme est inhibée par l'insuline<sup>73</sup>. De plus, à valeur énergétique égale, les glucides provoquent un sentiment de satiété plus intense que les lipides, car ils sont plus volumineux<sup>74</sup>.

Les glucides alimentaires sont préférentiellement transformés en énergie ou stockés sous forme de glycogène et très peu sont convertis sous forme de graisse corporelle. La synthèse de lipides à partir de glucides est possible : c'est la lipogenèse de novo. Cependant il faut vraiment une grande consommation de glucides, et ce de façon chronique, pour arriver à ce phénomène. En effet, le sucre ingéré, après avoir été transformé en glucose, va suivre la voie de la glycolyse, pour fournir de l'énergie ou suivre la voie de la glycogénèse, pour devenir du glycogène, qui est sa forme de stockage dans le muscle et le foie. Néanmoins, la capacité de stockage du foie et des muscles est limitée. Dans ce cas, le glucose en excès emprunte la voie de la glycolyse, qui n'est pas saturée, pour donner du pyruvate. Le

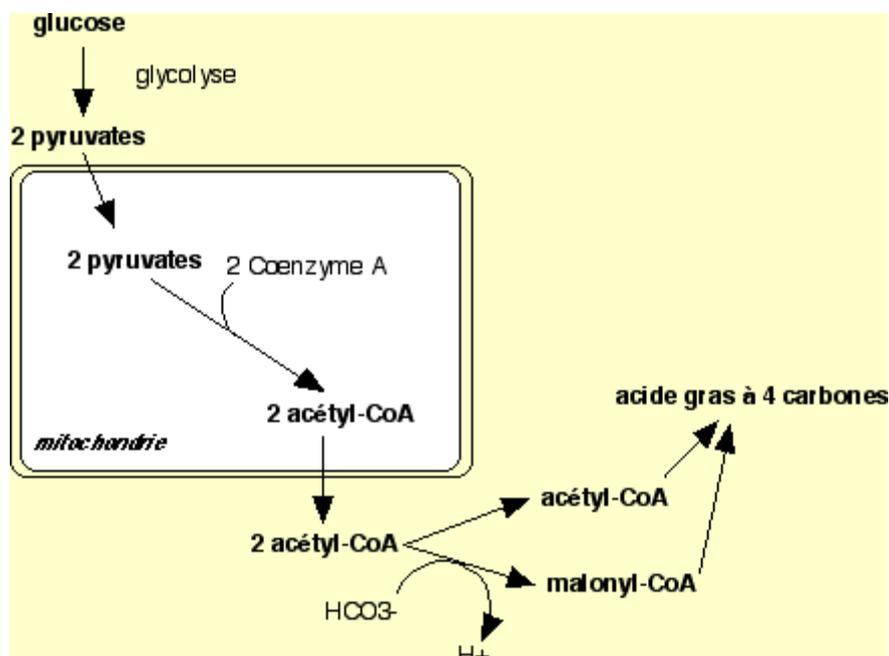
---

<sup>72</sup> CEDUS. Brève de sucre N°48, juin 2012.

<sup>73</sup> [http://www.neur-one.fr/24b\\_compfonda-compalim.pdf](http://www.neur-one.fr/24b_compfonda-compalim.pdf), consulté le 01/03/14.

<sup>74</sup> CEDUS. Sucres et régulation pondérale. 2005.

pyruvate est converti en acétyl coenzyme A (acétyl-CoA), qui est pris en charge par le cycle de Krebs pour former de l'énergie. Le cycle est également saturable et lorsqu'il y a trop d'acétyl-CoA, ce dernier est transformé en acide gras, autrement dit en lipide. Par conséquent, il faut que toutes les autres voies soient saturées, avant que le glucose ne mène à la formation de lipides.



Source : <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm#glulip>, consultée le 18/12/13.

Il est préférable d'apporter les calories sous forme de sucre que sous forme de graisse. De plus, les gros consommateurs de sucres tendent à manger moins gras. En revanche, consommés en excès, les glucides, en augmentant la sécrétion d'insuline, détournent l'oxydation des lipides vers leurs stockages. En effet, l'insuline inhibe la lipase hormono-sensible : enzyme responsable de l'hydrolyse des triglycérides<sup>75</sup>. L'intervention de cette enzyme est la première étape de la  $\beta$ -oxydation. La  $\beta$ -oxydation est la principale voie de dégradation des acides gras, elle aboutit à la formation d'acétyl-CoA, qui sert à la production d'énergie. Enfin, rappelons que la prise de poids survient quand l'apport énergétique est supérieur à la dépense énergétique. Ainsi quel qu'en soit la source alimentaire, un excès de calories peut conduire au surpoids.

<sup>75</sup> Forme de stockage des lipides dans l'organisme.

### **VI.2.b. Le conseil du pharmacien**

Le pharmacien se trouve souvent en première ligne pour les conseils diététiques, notamment parce qu'il possède dans ses gammes de produits, des compléments alimentaires pour aider au régime.

Il est important de poser les bonnes questions pour cerner et comprendre le patient. Une personne qui veut perdre beaucoup de poids en peu de temps doit être orientée vers une diététicienne ou une nutritionniste.

Il faut mettre en garde les personnes qui veulent perdre du poids trop rapidement. C'est la promesse d'un grand nombre de régimes ! Ces régimes, s'ils sont efficaces dans un premier temps, causent souvent des carences, car ils favorisent un groupe d'aliments au détriment d'un autre. De plus, ils exercent une frustration sur l'organisme qui, lorsque la personne reprend une alimentation variée, compense en surstockant. La personne est alors sujette au fameux « effet yo-yo » et reprendra souvent plus de poids qu'elle n'en a perdu.

Il est en revanche possible de conseiller une personne qui souhaite perdre 1 à 2 kg durant les 2 mois qui précèdent l'été par exemple.

Le conseil repose avant tout sur une bonne hygiène alimentaire. Il faut avoir des repas structurés, composés de protéines, lipides et glucides, sans oublier une consommation régulière de fruits et de légumes.

Il est important de ne pas sauter de repas, pour éviter les fringales et le grignotage entre les repas. Il convient de limiter la consommation de boissons sucrées, notamment chez l'enfant et l'adolescent.

Il est conseillé d'avoir une vraie pause repas et de prendre le temps de bien mastiquer les aliments, car le signal de satiété met 20 minutes environ à parvenir au cerveau. Cela évite de manger plus que nécessaire. Une autre astuce pour diminuer les rations est de manger dans des petits contenants, cela évite de se servir de trop grosses assiettes<sup>76</sup>.

---

<sup>76</sup><http://www.thierrysouccar.com/sante/info/quels-sont-les-signaux-de-la-satiete-506>, consulté le 05/03/14.

Concernant la ration glucidique, il est recommandé de favoriser les aliments à index glycémique faible. L'ingestion d'aliments à index glycémique élevé, entraîne une hyperinsulinémie plus importante, suivie dans un second temps d'une hypoglycémie. Ce processus stimule l'appétit avec pour conséquence une augmentation de la ration alimentaire.

Cependant, il ne faut pas exclure les plaisirs sucrés lors d'un régime. En effet, le maintien du sucre favorise l'adhésion au régime. A l'inverse, sa suppression augmente le risque de frustration et de surconsommation compensatoire.

La personne peut s'octroyer des friandises ou autres gâteaux, l'important est d'en contrôler la consommation, et de les consommer de préférence à la fin du repas.

Concernant les compléments alimentaires, il est important de préciser qu'ils constituent une aide à la perte de poids, mais ne se substituent en aucun cas à une alimentation équilibrée. La plupart agissent sur les graisses en permettant leur déstockage ou leur captation, mais certains compléments interviennent sur le métabolisme des glucides.

Le chrome se trouve dans de nombreux compléments à visée minceur. C'est un oligo-élément essentiel, qui améliore la fonction de l'insuline et agit sur le métabolisme des glucides, des protéines et des graisses. Lorsque l'on parle de chrome dans les compléments alimentaires, il s'agit du chrome trivalent (CrIII). Le mode d'action du chrome n'est pas totalement élucidé à ce jour. Les dernières études démontrent uniquement qu'il augmente la sensibilité des tissus à l'insuline. On le retrouve à faible teneur dans notre alimentation, notamment dans les viandes, les crustacés, les poissons, les œufs, les céréales complètes et dans certains fruits, notamment les fruits à coque. Les aliments les plus riches en chrome sont la levure de bière et le foie de veau. Une carence en chrome se manifeste par des troubles du métabolisme des sucres et des graisses tels que : l'hyperlipidémie, l'hyperglycémie à jeun, l'hyperinsulinisme, l'intolérance au glucose.

Une carence en chrome est quasi inexistante dans les pays industrialisés où la population a accès à une alimentation abondante et variée. Il n'y a encore que peu d'études sur le chrome. Certaines (Balk E.M., 2007) ont montré une action bénéfique d'une supplémentation en chrome dans le diabète de type 2, améliorant le contrôle de la glycémie. En revanche il n'a aucune action chez les sujets non diabétiques.

En 2012, les autorités de santé européennes se sont prononcées sur certaines allégations de santé des aliments et compléments alimentaires contenant du chrome. Elles ont estimé que ces produits peuvent :

- contribuer au métabolisme normal des nutriments (aliments),
- contribuer au maintien d'un taux sanguin de glucose (glycémie) normal,

seulement s'ils contiennent au moins 6 µg de chrome pour 100 g ou 100 ml.

Par contre, les aliments et compléments alimentaires contenant du chrome ne peuvent pas prétendre aider à contrôler son poids en favorisant le métabolisme des glucides.

Enfin, il convient d'associer au régime le maintien d'une activité physique adaptée et régulière.

### VI.3. Diabète

#### **VI.3.a. Définition et physiopathologie**

Le diabète est un trouble métabolique qui se caractérise par l'incapacité de l'organisme à réguler convenablement la glycémie<sup>77</sup>.

L'hormone impliquée dans la régulation de la glycémie est l'insuline. Son rôle principal est de permettre l'utilisation du glucose par les cellules.

Il existe 2 types de diabète :

Le diabète de type I : l'organisme est incapable de produire de l'insuline, souvent parce que les cellules productrices que sont les cellules β des îlots de Langerhans ont été détruites. Ce type de diabète touche généralement les sujets jeunes (< 40ans).

Le diabète de type II : il s'agit d'une réponse insuffisante à l'insuline, soit parce que l'organisme ne produit pas suffisamment d'insuline, soit parce que les cellules cibles de l'insuline deviennent insensibles à l'hormone. On parle d'insulino-résistance. Ce type de diabète touche majoritairement les sujets âgés.

Le diagnostic du diabète est souvent posé à l'occasion d'un bilan biologique, car cette pathologie est généralement asymptomatique.

---

<sup>77</sup> Taux de glucose dans le sang

Le diabète se définit par une glycémie à jeun supérieure à 1,26 grammes de sucre par litre de sang à deux reprises ou par une glycémie supérieure à 2 g/l après une HGPO<sup>78</sup> (hyperglycémie orale provoquée)<sup>79</sup>.

### **VI.3.b. L'impact du sucre dans le diabète**

Aucune étude ne démontre un lien direct entre la consommation de sucre et le développement de l'un ou l'autre type de diabète. La consommation de sucre peut tout au plus révéler un diabète préexistant sur un terrain de prédisposition génétique ou chez un sujet exposé à des conditions environnementales favorisant le diabète : obésité, sujet âgé...

Cependant, en cas de diabète, l'excès de sucre peut entraîner de graves conséquences.

En cas d'accumulation de glucose, ses voies de dégradation (telles que la glycolyse) sont saturées et d'autres voies de dégradations se mettent en place (telles que la voie des polyols). Le problème majeur réside dans la formation de composés toxiques, tels que le sorbitol. De plus, ces composés accaparent le système enzymatique de l'organisme à l'insu d'autres molécules importantes, qui ne peuvent plus être prises en charge. Ainsi, c'est tout le fonctionnement biochimique de la cellule qui est remis en cause. Une des principales conséquences est la diminution du fonctionnement des pompes Na-K ATPase, qui sont chargées de réguler les échanges entre le potassium et le sodium au niveau cellulaire. Cela aboutit à la rétention de sodium par les cellules, avec des effets osmotiques, puisque l'eau est attirée vers le milieu le plus concentré. Les effets néfastes sont multiples au niveau macroscopique : hyperhydratation du cristallin conduisant progressivement à la cataracte, altération de l'épithélium cornéen et pigmentaire rétinien pouvant aller jusqu'à la cécité. En France, le diabète est la première cause de cécité<sup>80</sup>.

Il est impératif que tout patient diabétique ait un examen systématique annuel du fond d'œil.

La rétention de sodium est également responsable de l'altération des tissus de structure du rein, pouvant conduire à une insuffisance rénale.

---

<sup>78</sup> Consiste en l'administration de 75g du glucose et une mesure de la glycémie 2H après.

<sup>79</sup> Source : *Le moniteur des pharmacies. Le diabète de type 2. Cahier N°3016, janvier 2014.*

<sup>80</sup> Source : <http://www.chups.jussieu.fr/polys/endocrino/poly/POLY.Chp.23.html>, consultée le 30/01/14.

L'excès de glucose sanguin est aussi responsable de la glycation<sup>81</sup> des enzymes, ce qui peut perturber leur fonctionnement. En effet, un résidu d'acide aminé glyqué au voisinage du site actif peut empêcher la fixation du substrat.

De même, la glycation peut modifier la conformation de l'enzyme la rendant ainsi inactive.

Enfin, si les protéines des parois vasculaires sont glyquées, elles peuvent devenir résistantes aux enzymes de remodelage, car non reconnues par ces dernières. Les protéines ne sont plus éliminées, la paroi vasculaire s'épaissit et le diamètre du vaisseau sanguin diminue pouvant conduire à une obstruction du vaisseau. Les organes mal irrigués ne reçoivent plus assez d'oxygène, on parle d'ischémie. Ces organes peuvent alors être endommagés de façon irréversible.

Par ailleurs, si un morceau de cette paroi se détache, elle se retrouve dans la circulation sanguine et peut venir boucher un vaisseau plus petit : on parle alors de thrombose.

L'altération des vaisseaux due à l'hyperglycémie est appelée angiopathie diabétique. Elle peut toucher les gros vaisseaux : macroangiopathie ou les petits vaisseaux : microangiopathie.

Les macroangiopathies touchent principalement les artères coronaires (infarctus), cérébrales (AVC) et les artères des membres inférieurs pouvant évoluer vers une gangrène et une amputation.

La glycation des protéines est très utilisée dans les examens complémentaires du sujet diabétique. En effet, une protéine importante et facile à doser est concernée par ce phénomène de glycation : il s'agit de l'hémoglobine. Ainsi, le dosage de l'hémoglobine glyquée reflète la glycémie plasmatique des trois derniers mois et permet d'évaluer l'efficacité du traitement ou de voir si le patient est observant.

Les protéines glyquées sont néfastes pour les cellules car elles peuvent entraîner leur mort. Il faut savoir que les cellules sont dotées d'un petit organite appelé protéasome qui est chargé de détruire les protéines en les coupant en de nombreux peptides assez petits pour être inoffensifs. Cependant lorsque la glycation des protéines est avancée, le protéasome ne peut plus intervenir, les produits terminaux de glycation (PTG) s'entassent alors dans la cellule, entraînant un dysfonctionnement de son métabolisme et sa mort. La mort cellulaire est responsable de la production de radicaux libres. De plus, les PTG peuvent se lier à

---

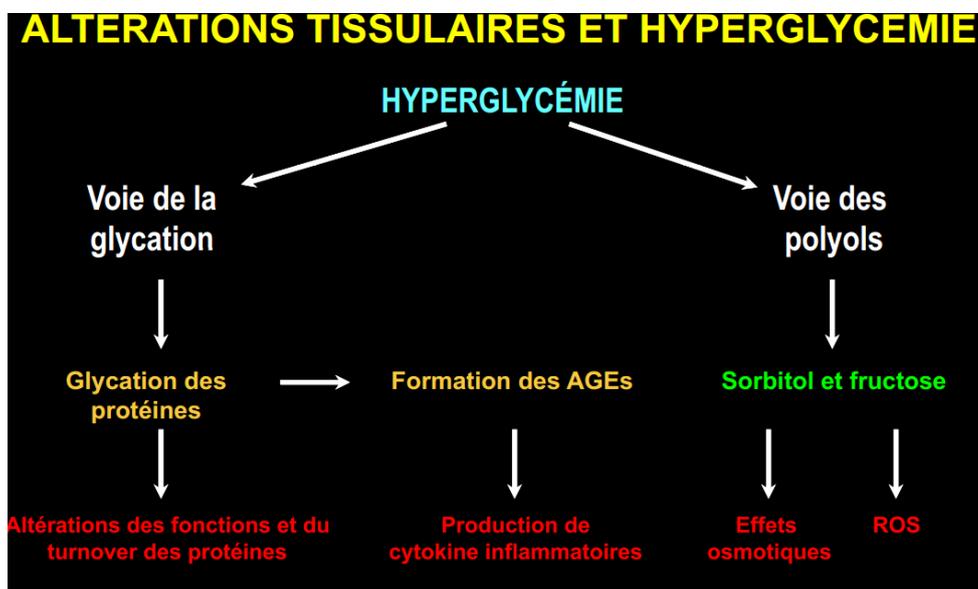
<sup>81</sup> Ajout de motifs glucidiques sur une molécule.

des récepteurs, déclenchant ainsi une cascade de réaction conduisant à l'activation des voies de l'inflammation et là encore à la libération de radicaux libres<sup>82</sup>.

Les radicaux libres (ou espèces réactives de l'oxygène : ROS) sont des molécules chimiques instables du point de vue structurel, car il leur manque un électron. Cette instabilité rend ces molécules très réactives. Elles cherchent leur électron et vont ainsi interagir avec les structures de la cellule provoquant des dégâts au sein de cette dernière.

La voie des polyols en est aussi génératrice, et parallèlement elle est responsable d'une diminution des antioxydants

Les antioxydants sont des molécules, qui ont un surplus d'électrons, neutralisant ainsi les radicaux libres.



Source : [http://www.soc-nephrologie.org/PDF/epart/assoc/CJN/2011\\_nice/02-giudicelli.pdf](http://www.soc-nephrologie.org/PDF/epart/assoc/CJN/2011_nice/02-giudicelli.pdf), consultée le 09/01/14

Tous ces mécanismes toxiques peuvent être responsables d'une atteinte des nerfs périphériques et du système nerveux autonome.

Ces neuropathies peuvent entraîner des douleurs importantes ainsi que de nombreux troubles sensitifs, où, à l'inverse, le sujet diabétique ne sent plus la douleur. Si une blessure apparaît, elle ne pourra être soignée, car non détectée ; le

<sup>82</sup> [http://www.pileje-micronutrition.fr/IMG/pdf/Revue\\_Glycation\\_et\\_reaction\\_de\\_Maillard-2.pdf](http://www.pileje-micronutrition.fr/IMG/pdf/Revue_Glycation_et_reaction_de_Maillard-2.pdf), consulté le 10/02/14.

risque d'infection est alors maximal et peut évoluer vers un mal perforant plantaire (ulcère et nécrose de la surface du pied) pouvant conduire à l'amputation.

D'autres complications sont liées au manque d'insuline.

L'insuline joue de nombreux rôles dans l'organisme. Lorsqu'elle n'est pas sécrétée ou lorsqu'elle ne remplit pas son rôle, les conséquences sont néfastes.

Un des rôles de l'insuline est d'inhiber la lipolyse (dégradation des lipides). Lorsqu'il manque de l'insuline, les cellules ne sont plus capables de capter le glucose qui est leur source d'énergie. L'organisme met donc en place des mécanismes de compensation, à savoir l'utilisation des lipides et leur transformation en acétyl-CoA pour la production d'énergie. Une fois encore l'organisme est confronté au problème de saturation de ses voies métaboliques. Le cycle de Krebs ne peut prendre en charge tout l'acétyl-CoA produit. L'excès est alors converti par le foie en corps cétoniques : c'est la céto-genèse. Contrairement aux acides gras, les corps cétoniques sont capables de passer la barrière hémato-encéphalique pour fournir de l'énergie au cerveau lorsque celui-ci ne peut plus utiliser le glucose. Le problème majeur survient lorsque les corps cétoniques s'accumulent dans le sang car ils provoquent une élévation de l'acidité du sang. La diminution du pH sanguin a pour conséquence la rétention intracellulaire de sodium qui fait gonfler la cellule et peut l'endommager. Par ailleurs, l'organisme essaie de compenser cette diminution de pH par une hyperventilation pouvant conduire à un épuisement des muscles respiratoires.

En outre, les corps cétoniques finissent par être éliminés dans les urines, de même que le glucose en excès. Cela a pour conséquence d'attirer l'eau dans le compartiment urinaire, toujours causé par l'effet osmotique, ce qui conduit inévitablement à une déshydratation.

Ces complications du diabète sont dues à un traitement mal équilibré ou à l'inobservance du patient, car les traitements sont efficaces s'ils sont pris correctement.

Ils reposent sur l'injection d'insuline pour les diabétiques de type 1 ou en deuxième intention chez le diabétique de type 2. Les autres traitements sont des antidiabétiques oraux. Certains réduisent la production hépatique de glucose ainsi que son absorption intestinale. D'autres stimulent directement ou indirectement la sécrétion ou la libération d'insuline. Ils ne sont utiles que chez les diabétiques de type 2.

Une autre mesure importante dans la prise en charge du diabète est le respect des règles hygiéno-diététiques, à savoir une alimentation équilibrée et une activité physique adaptée.

### **VI.3.c. Le conseil du pharmacien**

Le rôle du pharmacien est important dans la prise en charge du patient diabétique, il reste avec le médecin un interlocuteur de premier choix.

Il lui incombe de rappeler les règles hygiéno-diététiques, qui sont au premier plan dans le traitement du diabète.

Dans le diabète de type 2, une alimentation moins riche, avec diminution de l'apport en graisse saturée, s'accompagne souvent d'une perte de poids. Cette perte de poids même minime (5 à 10%) contribue à l'amélioration du contrôle de la glycémie<sup>83</sup>.

Il est important de respecter 3 repas principaux par jour, à heure régulière. Les repas doivent être équilibrés avec un apport de glucides à index glycémique faible de préférence, de protéines et de lipides, notamment d'acides gras insaturés.

Les lipides saturés provenant de l'alimentation ont des propriétés pro-inflammatoires. Or le processus inflammatoire est également déclencheur dans le diabète de type 2 car il a une action délétère sur les cellules, les rendant insensibles à l'insuline.

Il est recommandé d'apporter des fibres à chaque repas, car elles freinent le passage des glucides dans le sang. Le dessert peut être constitué d'un fruit ou d'un yaourt. Il doit être pris juste à la fin du repas, ce qui limite son impact sur la glycémie.

Afin que le patient diabétique adhère plus facilement aux règles hygiéno-diététiques, il est important d'essayer de ne pas créer de frustrations alimentaires. Il existe aujourd'hui de plus en plus de sucreries à base d'édulcorants artificiels, et les pâtisseries peuvent être autorisées, à raison d'une fois par semaine et à la fin du repas.

La consommation d'alcool doit être limitée à 2 verres de vin par jour.

---

<sup>83</sup> *Le moniteur des pharmacies. Le diabète de type 2. Cahier N°3016, janvier 2014.*

Si le patient est déjà sous médication, les compléments alimentaires, qui ont pour objectif de favoriser le contrôle de la glycémie, ne sont pas conseillés sans avis du médecin, au risque de déséquilibrer son traitement. Le patient pourrait aussi être plus négligent sur son alimentation en pensant qu'il compense avec des compléments alimentaires.

Chez les sujets pré-diabétiques, qui présentent une glycémie supérieure à la normale sans être diagnostiqués diabétiques, ces compléments peuvent présenter un certain intérêt.

Les produits disponibles en pharmacies sont :

- Les compléments à base de chrome sans dépasser 200µg de chrome par jour (cf VI.2.b).
- Les compléments à base de fenugrec (*Trigonella foenum-graecum*, Fabaceae). Ils augmenteraient la sécrétion d'insuline et la sensibilité des cellules à cette hormone grâce à la 4 hydroxy-isoleucine qu'ils contiennent. Le fenugrec contribuerait également à diminuer le taux de cholestérol. Il est aussi utilisé pour stimuler l'appétit<sup>84</sup>. Attention à l'utilisation de fenugrec chez les personnes sous anticoagulants car il contient des dérivés coumariniques susceptibles d'augmenter l'INR<sup>85</sup>.
- L'olivier (*Olea europea*, Oléaceae) : plus précisément les feuilles d'olivier. Elles auraient une action hypoglycémiante en potentialisant l'action de l'insuline. La feuille d'olivier possède également une action hypotensive, elle peut être intéressante chez le sujet hypertendu, mais il convient d'être vigilant chez la personne âgée ou sujette aux malaises et aux baisses de tension.
- Le nopal (figuier de Barbarie, *Opuntia ficus-indica*, Cactaceae) : il permettrait de diminuer la glycémie. Cette propriété serait due à sa composition riche en fibres qui limite l'absorption des glucides. On peut attribuer cette propriété à toutes les plantes riches en fibre : graines de lin, psyllium (ou ispaghul).

---

<sup>84</sup>Source : <http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/fenugrec-trigonella-foenum-graecum.html>, consultée le 03/03/14.

<sup>85</sup>L'INR (International Normalized Ratio) est un des indicateurs de la coagulation sanguine.

- Le resveratrol<sup>86</sup> : il induirait l'activation de gènes impliqués dans le métabolisme glucidique et augmenterait la sensibilité cellulaire à l'insuline.

Afin d'assurer un meilleur suivi de son régime alimentaire, le patient peut être orienté vers un diététicien ou un nutritionniste.

Le pharmacien veille aussi au contrôle des facteurs de risques associés (hypertension artérielle, hypercholestérolémie...). Il peut, par exemple, être amené à encourager l'arrêt du tabac.

Il préconisera le maintien d'une activité physique adaptée, ainsi 30 minutes de marche par jour apportent un réel bénéfice. Il faut cependant faire attention aux activités physiques trop intenses qui risquent d'entraîner une hypoglycémie.

Le pharmacien est un contact privilégié pour s'assurer de la bonne observance des patients pour leur traitement. Il peut insister sur les conséquences d'un diabète mal équilibré (cf VI.3.b). Dans ce cadre, il peut vérifier que le patient reconnaît bien les signes d'une hypoglycémie à savoir<sup>87</sup> :

- Hypoglycémie légère à modérée : faim, sueurs, tremblements, anxiété, pâleur, tachycardie.
- Hypoglycémie sévère : fatigue, faiblesse, trouble de la concentration, maux de tête.

En cas d'hypoglycémie légère, le diabétique doit augmenter rapidement sa glycémie par l'ingestion d'environ 15 grammes de glucides à index glycémique élevé (3 morceaux de sucre, 15 cl de boissons sucrées, 1 cuillère à soupe de confiture ou de miel,...). S'il le peut, il doit effectuer un contrôle préalable de sa glycémie pour confirmer l'hypoglycémie, puis un contrôle postérieur pour s'assurer de la remontée de sa glycémie. Si cette dernière ne remonte pas, ou si l'hypoglycémie est sévère, un avis médical s'impose.

Les sujets sportifs devront être très prudents et toujours avoir sur eux des morceaux de sucre !

---

<sup>86</sup> Polyphénol retrouvé dans certains fruits tels que le raisin et la mûre.

<sup>87</sup> : source : « traitement de l'hypoglycémie » centre de jour de diabétologie, Hôpital Maisonneuve Rosemont, Montréal.

Il est également important de connaître les signes d'une hyperglycémie : fatigue, amaigrissement, douleurs abdominales, sècheresse buccale, soif constante, augmentation du volume urinaire. Ces signes nécessitent d'alerter le médecin.

Enfin, le pharmacien veille au bon suivi du traitement, en s'assurant que le patient effectue bien ses prises de sang régulièrement, qu'il consulte annuellement l'ophtalmologiste et qu'il prend soin de ses pieds. Le soin des pieds permet d'éviter une complication bien connue : le mal perforant plantaire (cf VI.3.b). Les soins consistent en une bonne hygiène quotidienne des pieds. Ils comprennent le contrôle visuel régulier de l'état des pieds, pour rechercher l'absence de plaies ou toute autre blessure. Ils impliquent de consulter le pédicure-podologue en cas d'apparition de cors ou autres anomalies.

Le pharmacien possède parfois des gammes de chaussures confortables qu'il peut conseiller au sujet diabétique permettant d'éviter tout risque de blessures.

# Conclusion

Le sucre est une des substances les plus naturelles qui soit. Il est nécessaire à la vie des Hommes, mais aussi des végétaux. D'origines diverses, sa synthèse est pourtant unique quelle que soit la plante qui le produit.

L'histoire du sucre est insolite. D'abord vendu comme médicament par les apothicaires, le sucre se démocratise et quitte les pharmacies pour entrer dans les cuisines et devenir le roi des tables et des supermarchés.

Devenu facilement accessible, le sucre est désormais pointé du doigt. Il est rendu responsable d'un grand nombre de maux. Le mythe saccharophobe se répand, notamment avec l'émergence et l'augmentation du diabète et de l'obésité.

Aujourd'hui, les magasins d'alimentation proposent différentes sortes de sucre de table, créant le doute dans l'esprit des consommateurs. Il est alors nécessaire d'avoir à l'esprit que le sucre est principalement une source d'énergie. Certains sucres sont certes plus riches en minéraux, mais la faible quantité, qu'ils possèdent, ne permet pas d'en favoriser un par rapport aux autres. D'autres sucres à base de fructose sont moins caloriques, mais favorisent l'augmentation des triglycérides.

Par ailleurs, l'augmentation du nombre d'édulcorants sans calorie contribue une fois encore à semer le trouble. Cette alternative ne semble pas être la solution face aux problèmes causés par le sucre. Le cerveau ne se laisse pas berner par ces « faux » sucres, qui ne lui apportent pas la réponse physiologique attendue. Ces édulcorants entretiennent le goût pour le sucré sans que le corps en soit rassasié, créant une augmentation néfaste de la consommation de sucre.

De plus, le manque de recul face à ses substituts du sucre oblige les autorités à être prudentes et à fixer des limites sur leur consommation. Les études actuelles liées à la sécurité de leur utilisation sont difficilement interprétables, car elles sont financées par les industriels eux-mêmes (ou par leurs adversaires), créant ainsi de nombreux conflits d'intérêts.

Face à l'industrie alimentaire, qui possède le marketing comme arme de force, le pharmacien voit son rôle évoluer. D'abord seul détenteur de ce produit médicinal, il devient un interlocuteur de choix concernant la prévention des excès de cet ingrédient banalisé. Il se retrouve souvent au premier plan dans les conseils hygiéno-diététiques et aide le consommateur à décrypter ce qu'il mange.

Il se doit de rappeler que le sucre ne doit pas être totalement banni d'une alimentation saine et équilibrée, qu'il est important de varier les plaisirs et ne pas privilégier un seul sucre ; une fois encore, tout est question de modération.

Avec ses nombreuses propriétés « intéressantes » pour l'industrie alimentaire (agent de charge, de texture, conservateur,...), le sucre est partout, notamment où l'on ne s'y attend pas. Il est donc difficile pour le consommateur non averti de connaître sa consommation réelle de sucre.

Aujourd'hui, la législation impose aux industriels d'apposer une étiquette nutritionnelle sur leurs produits. Le sucre se cache désormais sous le terme de glucides, qui comprend aussi bien le saccharose que le fructose ou l'amidon...

Bien entendu, le pharmacien peut aider à décrypter ces étiquettes, mais ne peut, à lui seul, faire évoluer les mentalités.

Faut-il alors changer le comportement des consommateurs ou des industriels ?

# Bibliographie

## Œuvres

Achard F. C., Derosne C. Traité complet sur le sucre européen de betteraves, culture de cette plante considérée sous le rapport agronomique et manufacturier. Derosne, Paris, 1812.

AGA FPAQ. Dossier économique 2011.

Agrimer F. L'économie sucrière campagne 2010/2011.

Asiedue J.J. La transformation des produits agricoles en zone tropicale : approche technologique. Karthala, Paris, 1991.

Balk E.M., Tatsioni A., Lichtenstein A.H., et Al. Effect of chromium supplementation on glucose metabolism and lipids: a systematic review of randomized controlled trials. Diabetes Care, août 2007, vol 30, N°8.

Barclay A., Brand-Miller J. The Australian Paradox: A Substantial Decline in Sugars Intake over the Same Timeframe that Overweight and Obesity Have Increased. Nutrients 2011.

Bayen P. Opuscules Chimiques. Volume 1. Nabu Press. 2012.

Bazin R., Régnier B. Les traitements antiviraux et leurs essais thérapeutiques. Revue Prat. 1992.

Bellisle F. La perception de la saveur sucrée et ses modulations physiopathologiques. Dossiers scientifiques de l'IFN, Les Glucides, Tome 2, 2000.

Bogdanov S., Biere K., Kilchenmann V. et Al. Les pucerons à l'œuvre dans la production du miel de forêt. Rev. Suisse d'apiculture, 2007.

CEDUS. Brève de sucre N°48, juin 2012.

CEDUS. Brèves de sucre N°50, décembre 2012.

CEDUS. Digestion et métabolisme des glucides. 2012.

CEDUS. Le goût sucré a-t-il un sexe ?. Dossier de presse 2012.

CEDUS. Le sucre et les sucres de votre alimentation. 2013.

CEDUS (avec la collaboration de l'université de Reims : Pr Mathlouti, MC Barbara Rogé). L'extraction du sucre. 2009.

CEDUS. Mémo Statistique 2013 - Sucre et autres débouchés, 2013.

CEDUS. Qualité sucre. 2005.

- CEDUS. Sucre et Addiction. 2006.
- CEDUS. Sucres et Caries. 2005.
- CEDUS. Sucre(s) et consommation. 2014.
- CEDUS. Sucre et mémoire. Collection sucre et santé N°4, 2005.
- CEDUS. Sucres et prise alimentaire. 2006.
- CEDUS. Sucres et régulation pondérale. 2005.
- CEDUS. Sucre et Santé - Mode d'emploi. 2011.
- CEDUS. Sucres et Diabète. 2005.
- CEDUS. Sucre et saveur sucrée N°6. 2006.
- CIRAD- GRET.Ministère des affaires étrangères. Mémento de l'agronome. Quae, 2002.
- Clarisse M., Di Vetta V., Giusti V.. Edulcorants: entre mythe et réalité. Rev Med Suisse, 2009.
- Darrigol J.L.Aspartames et autres édulcorants, Alternatives naturelles : miel, sirop d'érable, stévia... Ed Chariot d'or : Paris, 2010.
- Debry G. Glucides à saveur sucrée, édulcorants et santé . John Libbey Eurotext : Paris ,1996.
- Dupont F., Guignard J.-L. Abrégé de pharmacie, botanique, les familles de plantes. 15<sup>ème</sup> édition, Elsevier Masson, 2012.
- FADQ (Fédération des producteurs acéricoles du Québec) nouvelles. Le sirop ici et dans le monde. volume 2, N°12, 2012.
- Forêt Canada, région Québec. Aménagement de l'érablière : guide de protection de la santé des arbres. Ressources naturelles. Canada, 1998.
- Frénot Marlène, Vierling Elisabeth. Biochimie des aliments diététiques du sujet bien portant Bordeaux : CRDP d'aquitaine, 2001.
- Guionnet A. 100 Questions sur le Sucre. Minerva: Tolède, 1998.
- Hébel P., avec la participation de collaborateurs du CREDOC. Comportements et consommations alimentaires en France. Ed. TEC & DOC, 2007.
- Janssen I et al. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. Obesity Reviews 6, 2005.
- Jungers P., Daudon M., Le Duc A. Lithiase urinaire. Paris : Flammarion, 1989.
- Le moniteur des pharmacies. Le diabète de type 2. Cahier N°3016, janvier 2014.

Lescarbot M. Histoire de la nouvelle France. 3 vol. Paris : Librairie Tross, 1866.

Lessard G. L'érable à sucre. Grandeur et misères d'un feuillu noble. essence forestière, 2010.

Marchiori D., Corneille O., Klein O. Container size influences snack food intake independently of portion size. *Appetite*, 2012, vol. 58, No. 3.

Marggraf M. Opuscles chimiques, VII. Dissertation, expériences chimiques faites dans le dessein de tirer un véritable sucre de diverses plantes qui croissent dans nos contrées, Edition : chez vincent, Paris MDCC LX II (1762).

Mathlouti M., Reiser P. Le saccharose propriétés et applications. Polytechnica, 1995.  
Micha R., Rogers P.J., Nelson M. Glycaemic index and glycaemic load of breakfast predict cognitive function and mood in school children: a randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, vol. 106, N°10. Cambridge 2011.

Miège E. L'utilisation du maïs et du sorgho sucrés comme plantes saccharifères et alcooligènes. *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, Vol. 20, N° 226, 1940.

Ordre National des Médecins. Guide d'exercice professionnel à l'usage des médecins. 15<sup>e</sup> éd. 2 vol. Paris : Masson, 1988.

Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Utilisation des aliments tropicaux : arbre. Rome, 1990.

INPES. livret d'accompagnement destiné aux professionnels de santé, guide nutrition à partir de 55 ans , guide nutrition pour les aidants des personnes âgées »  
Reiser P. Facteurs influençant la saveur sucrée des glucides. Dossier scientifique de l'IFN, N° 11 bis, LES GLUCIDES, Tome 2 , 2000.

Ressources naturelles Canada, Service canadien des forêts, Gouvernement du Québec, Ministère des Ressources naturelles, Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. L'érable à sucre. Caractéristiques, écologie et aménagement, 1995.

Sagard T. G. Histoire du Canada et voyages que les frères mineurs recollects y ont faits pour la conversion des infidèles depuis l'an 1615. Paris : librairie Tross, 1866.

Schüssler P, Kluge M, Yassouridis A et Al. Ghrelin levels increase after pictures showing food. *Obesity (Silver Spring)*, juin 2012.

Société de naturalistes et d'agriculteurs. Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine, etc. Tome XVII. Paris : Abel Lanoe, M DCCC XVII (1817).

Strabon. Géographie de Strabon, Traduit du grec en français. Tome cinquième. Paris imprimerie royale, 1819.

Tauffmanberger A., Vaccaro A., Aulas A et Al. Glucose delays age-dependent proteotoxicity. *Aging Cell.*, vol 11, N°5. 2012.

Thevet A. Les Singularitez de la France Antarctique autrement nommée Amérique et de plusieurs Terres et îles découvertes de notre temps. S.Claude : Paris, 1557, p158.

### **Sites internet**

<http://archive.is/mwCRp>, consulté le 16/12/13.

[http://archive.org/stream/lesiropdrable00cana/lesiropdrable00cana\\_djvu.txt](http://archive.org/stream/lesiropdrable00cana/lesiropdrable00cana_djvu.txt), consulté le 17/12/13.

<http://fr.foodlexicon.org/p0000350.php>, consulté le 09/01/13.

[http://gaiapresse.ca/images/UserFiles/File/Forets/Erable\\_%C3%A0\\_sucre\\_histoire\\_e\\_cologique.pdf](http://gaiapresse.ca/images/UserFiles/File/Forets/Erable_%C3%A0_sucre_histoire_e_cologique.pdf), consulté le 27/09/13.

<http://isagave.e-monsite.com/pages/agaves-utilisations.html>, consulté le 13/01/14.

<http://jaimelerable.ca/histoire/les-textes-fondateurs>, consultée le 03/12/13.

<http://pediadol.org/Analgesie-par-le-sucre-lors-des.htm>, consulté le 18/01/14.

<http://www.agrireseau.qc.ca/erable/documents/AudreyRondeau%20final.pdf>, consulté le 04/09/13.

<http://www.anjoucentredentaire.com/images/carie.pdf>, consulté le 10/02/14.

<http://www.anses.fr/fr/content/les-glucides>, consulté le 25/02/14.

<http://www.anses.fr/fr/content/les-lipides> consulté le 25/02/14.

<http://www.anses.fr/fr/content/les-protéines> consulté 25/02/14.

<http://www.archivesdefrance.culture.gouv.fr/action-culturelle/celebrations-nationales/2008/sciences-et-techniques/diffusion-des-singularitez-de-la-france-antarctique-d-andre-thevet/>, consulté le 03/12/13.

<http://www.au-miel.fr/fabrication-du-miel.html>, consulté le 16/01/14.

[http://www.biographi.ca/fr/bio/saint\\_pere\\_agathe\\_de\\_3F.html?revision\\_id=1128](http://www.biographi.ca/fr/bio/saint_pere_agathe_de_3F.html?revision_id=1128), consulté le 16/12/13.

<http://www.bio-info.com/fre/28/bien-etre/sante/le-miellat-douceur-des-abeilles> consulté le 16/01/13.

<http://www.chups.jussieu.fr/polys/endocrino/poly/POLY.Chp.23.html>, consulté le 30/01/14.

<http://www.cours-pharmacie.com/biologie-vegetale/la-photosynthese.html>, consulté 30/01/14.

<http://www.credoc.fr/pdf/Rech/C154.pdf>, consulté le 13/01/14.

[http://www.dents-blanches.ch/protection\\_des\\_tissus\\_dentaires.html](http://www.dents-blanches.ch/protection_des_tissus_dentaires.html), consulté le 13/03/14.

[http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/index\\_glycemique.html](http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/index_glycemique.html), consulté le 27/02/14.

<http://www.erabliere-lac-beauport.qc.ca/video/legendes.pps>, consulté de 03/12/13.

<http://www.eufic.org/article/fr/sante-mode-de-vie/regime-controle-poids/artid/sugars-diet/>, consulté le 23/02/14.

<http://www.eufic.org/article/fr/expid/basics-glucides/>, consulté le 23/02/14.

<http://www.eufic.org/article/fr/Maladiesregime-alimentaire/carences/artid/Le-chrome-dans-lalimentation/>, consulté le 23/02/14.

<http://www.eufic.org/article/fr/Maladiesregime-alimentaire/obesite/artid/Common-questions-about-sugars/>, consulté le 23/02/14.

<http://www.eurekasante.fr/nutrition/corps-aliments/edulcorants-synthese.html>, consulté le 04/02/14.

<http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/phytotherapie-plantes/fenugrec-trigonella-foenum-graecum.html>, consulté le 03/03/14.

<http://www.famillemichaudapiculteurs.com/-Les-valeurs-nutritionnelles-du-.html>, consulté le 11/01/14.

<http://www.franceagrimer.fr/content/download/18187/144137/file/bil-suc-2012-brochannuelle-c10-11.pdf>, consulté le 13/09/14.

<http://www.france-palmier.com/especes-rustiques/jubaea-chilensis.htm>, consulté le 07/01/14.

<http://www.gerbeaud.com/bio/alternatives-naturelles-au-sucre.php>, consulté le 05/01/13.

<http://www.i-dietetique.com/articles/physiologie-du-gout-sucre/8258.html#.UtzvRNJKGIV>, consulté le 20/01/14.

<http://www.kulau.com/fr/produits/sucre-de-fleurs-de-coco>, consulté le 16/01/14.

[http://www.labetterave.com/la\\_filiere\\_betteraviere/portrait\\_et\\_culture/12/index.html](http://www.labetterave.com/la_filiere_betteraviere/portrait_et_culture/12/index.html), consulté le 21/01/14.

<http://www.lameca.org/dossiers/canne/5.htm>, consulté le 18/11/13.

<http://www.lanutrition.fr/les-edulcorants-d-origine-naturelle.html?pop=1&tmpl=component>, consulté le 27/02/14.

[http://www.lequotidiendumedecin.fr/specialites/pourquoi-les-regimes-hyperproteines-font-ils-maigrir\\_](http://www.lequotidiendumedecin.fr/specialites/pourquoi-les-regimes-hyperproteines-font-ils-maigrir_) consulté le 25/02/14.

<http://www.lesucre.com/fr/article/alimentation-sante/composition-du-sucre>, consulté le 13/01/14.

<http://www.lesucre.com/fr/article/de-la-plante-au-sucre/la-structure-du-saccharose>, consulté le 26/11/13.

<http://www.lesucre.com>. Les propriétés technologiques du sucre. Fiche pédagogique, consulté le 17/10/13.

<http://www.maep.gov.mg/filtecanesucre.htm>, consulté le 25/11/13.

[http://www.networkhaiti.com/resource/agriculture/cocotierValorisation\\_sucriere\\_6.pdf](http://www.networkhaiti.com/resource/agriculture/cocotierValorisation_sucriere_6.pdf), consulté le 16/01/14.

[http://www.neur-one.fr/24b\\_compfonda-compalim.pdf](http://www.neur-one.fr/24b_compfonda-compalim.pdf)), consulté le 01/03/14.

[http://www.parcourslemonde.com/articles/index.php?colonne=1&article=dossier\\_sucree02.html](http://www.parcourslemonde.com/articles/index.php?colonne=1&article=dossier_sucree02.html), consulté le 16/12/13.

[http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/ArticleComplementaire.aspx?doc=edulcorant\\_glossaire\\_do](http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/ArticleComplementaire.aspx?doc=edulcorant_glossaire_do), consulté le 04/02/14.

[http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=alternatives\\_au\\_sucre\\_page1\\_5\\_do](http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=alternatives_au_sucre_page1_5_do), consulté le 07/01/14.

[http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=alternatives\\_au\\_sucre\\_page1\\_4\\_do](http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Dossiers/DossierComplexe.aspx?doc=alternatives_au_sucre_page1_4_do), consulté le 07/01/14.

<http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Nouvelles/Fiche.aspx?doc=2005101892>, consulté le 19/12/13.

<http://www.passeportsante.net/fr/Actualites/Nouvelles/Fiche.aspx?doc=2006082895>, consulté le 19/13/13.

[http://www.pileje-micronutrition.fr/IMG/pdf/Revue\\_Glycation\\_et\\_reaction\\_de\\_Maillard-2.pdf](http://www.pileje-micronutrition.fr/IMG/pdf/Revue_Glycation_et_reaction_de_Maillard-2.pdf), consulté le 10/02/14.

<http://www.produitsaquasante.com/radicaux-libres-et-antioxydants>, consulté le 13/02/14.

[http://www.radio-canada.ca/actualite/Decouverte/dossiers/7\\_sirop/1a.html](http://www.radio-canada.ca/actualite/Decouverte/dossiers/7_sirop/1a.html), consulté le 03/01/14.

<http://www.siropderable.ca/Afficher.aspx?page=46>, consulté le 03/12/13.

<http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/glucose-lipides/gluclip.htm>, consulté le 14/02/14.

<http://www.thierrysouccar.com/sante/info/quels-sont-les-signaux-de-la-satiete-506>, consulté le 05/03/14.

Université de Lille 2  
FACULTE DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES DE LILLE  
**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE**  
Année Universitaire 2013/2014

**Nom : Gleasterman**  
**Prénom : Elise**

**Titre de la thèse : De la plante au sucre : Bienfaits et méfaits d'un aliment devenu banal.**

**Mots-clés : sucre, saccharose, betterave, canne, érable, stévia, édulcorants, obésité, caries, diabète.**

---

**Résumé :**

Le sucre est une substance naturelle synthétisée par les plantes. Extrait de manière artisanale ou industrielle, il en existe de toutes sortes dans les hypermarchés.

Ce ne fut pourtant pas le cas dès le début. D'abord considéré comme un médicament, il le fut ensuite comme une denrée de luxe, puis l'industrialisation le fait devenir une substance abondante et bon marché, consommée et utilisée aujourd'hui de façon souvent excessive. L'émergence de pathologies telles que le diabète, l'obésité ou les caries ont contribué à créer un mythe saccharophage. Pourtant le sucre est une source principale d'énergie pour l'organisme et possède de nombreuses propriétés culinaires.

Entre bienfaits et méfaits, le sucre n'a pas fini de faire parler de lui.

---

**Membres du jury :**

**Président :**

Mr Hennebelle Thierry, Maître de conférences, Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille.

**Assesseur :**

Mr Roumy Vincent, Maître de conférences, Pharmacognosie, Faculté des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Lille.

**Membres extérieurs :**

Mme Poissonnier Caroline, Diététicienne-nutritionniste, Achicourt.  
Mme Charles Anne-Marie, Docteur en Pharmacie, Lille.