

VERSION DOCUMENT DE TRAVAIL
Réactualisation : octobre 2011

TRAITÉ SCIENTIFIQUE

**LES NOUVELLES INFLUENCES dans
les métiers de la Restauration
et de la Restauration**

**ou comment
les apports scientifiques
donnent à ces métiers de nouvelles
opportunités en matière de formation
et de professionnalisation**

SOMMAIRE

BIBLIOGRAPHIE :	5
Propos liminaire	9
INTRODUCTION	10
1 UNE APPROCHE par l'étude des constituants de la matière vivante et de leurs interactions :	14
1.1 Etude de l'EAU :	16
1.1.1 Présentation générale :	16
1.1.2 Les réactions de l'eau à la température ou l'étude des changements d'état de l'eau :	18
1.1.2.1 Les réactions exothermiques :	18
1.1.2.1.1 La liquéfaction :	18
1.1.2.1.2 La solidification :	18
1.1.2.1.3 La condensation :	19
1.1.2.2 Les réactions endothermiques :	20
1.1.2.2.1 La fusion :	20
1.1.2.2.2 La vaporisation :	20
1.1.2.2.3 La sublimation :	21
1.1.2.3 Les facteurs variables des changements d'état de l'eau :	21
1.1.3 Les réactions de l'eau aux principaux constituants de la matière vivante :	22
1.1.4 Les réactions de l'eau au contact d'un alcool :	22
1.2 Etude des LIPIDES :	23
1.2.1 Présentation générale :	23
1.2.2 Les réactions des lipides :	26
1.2.2.1 Au contact de l'eau : l'insolubilité	26
1.2.2.2 Au contact de l'eau et en présence d'agents tensio-actifs : l'émulsion	27
1.2.2.3 Au contact de l'air : l'oxydation	30
1.2.2.4 Au contact de molécules odorantes : l'enfleurage	31
1.2.2.5 Au contact de la température :	31
1.2.2.5.1 La cristallisation :	31
1.2.2.5.2 La fusion :	33
1.2.2.5.3 La décomposition par la chaleur (pyrolyse) :	35
1.2.2.6 Sous l'action mécanique :	35
1.3 Etude des PROTIDES :	37
1.3.1 Présentation générale :	37
1.3.2 Les réactions des protéines :	40
1.3.2.1 Avant propos : la question de la dénaturation	40
1.3.2.2 Au contact de l'eau :	40
1.3.2.3 Au contact de la température :	41
1.3.2.3.1 La décomposition par la chaleur (pyrolyse) :	41
1.3.2.3.2 La fusion :	41
1.3.2.3.3 La gélification thermique :	41
1.3.2.3.4 Le cas particulier de la gélification thermique au contact de l'azote liquide :	46
1.3.2.4 Au contact d'un milieu acide : la gélification acide	46
1.3.2.5 Au contact d'alcool :	47
1.3.2.6 Au contact d'enzymes (protéinases) :	47
1.3.2.7 Le cas particulier des enzymes responsables de fermentation :	48
1.3.2.8 Par l'action mécanique :	49
1.3.2.9 Le foisonnement :	50
1.3.2.9.1 Le foisonnement par action mécanique	50
1.3.2.9.2 Le foisonnement par ajout direct de gaz :	53
1.4 Etude des GLUCIDES :	55
1.4.1 Présentation générale :	55
1.4.2 Les réactions des glucides :	57
1.4.2.1 Au contact de l'eau :	57
1.4.2.1.1 Le cas du saccharose :	57
1.4.2.1.2 Le cas des autres sucres :	58

1.4.2.1.3	Le cas des glucides de réserve :	58
1.4.2.2	Au contact de sel et/ou de sucre :	59
1.4.2.3	Au contact d'un alcool :	59
1.4.2.4	Au contact d'enzymes :	59
1.4.2.5	Au contact d'un acide :	59
1.4.2.6	Au contact de l'air : le brunissement enzymatique	60
1.4.2.7	Au contact de la température :	61
1.4.2.7.1	Avant propos : les températures de cuisson	61
1.4.2.7.2	La fusion :	61
1.4.2.7.3	La dextrinisation :	61
1.4.2.7.4	La caramélisation :	61
1.4.2.7.5	Les réactions de Maillard :	62
1.4.2.7.6	La gélatinisation :	63
1.4.2.7.7	La gélification par l'amidon :	64
1.4.2.7.8	La gélification par d'autres hydrocolloïdes :	64
1.4.2.7.9	La cristallisation :	72
1.5	Étude des nutriments non énergétiques :	76
1.5.1	Les sels minéraux :	76
1.5.2	Les fibres :	76
1.5.3	Les vitamines :	76
1.5.1	Les alcaloïdes :	78
1.6	Des constituants de la matière vivante aux fabrications : étude de leurs interactions dans les systèmes dispersés :	79
1.6.1	Présentation schématique des matières premières :	79
1.6.1.1	Effet sur les volumes, sur les masses :	84
1.6.1.2	Effet sur la densité :	84
1.6.2	Les phénomènes d'échange entre les milieux :	85
1.6.2.1	La diffusion :	85
1.6.2.2	La lixiviation :	87
1.6.2.3	La percolation :	87
1.6.2.4	L'enfleurage :	88
1.6.3	Les mélanges, et les facteurs de stabilisation des mélanges :	88
1.6.3.1	Préambule : l'étude des phénomènes de déstabilisation	89
1.6.3.1.1	Les altérations physiques :	89
1.6.3.1.2	Les altérations chimiques et biochimiques :	91
1.6.3.1.3	Les altérations microbiologiques :	92
1.6.3.2	La stabilisation par la maîtrise de l'eau :	93
1.6.3.2.1	L'activité de l'eau (aw) :	94
1.6.3.2.2	L'humidité relative (HR) et l'humidité relative d'équilibre (HRE) :	96
1.6.3.2.3	Les facteurs agissant sur l'activité de l'eau :	98
1.6.3.2.4	Le cas des ingrédients alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes :	99
1.6.3.2.5	Le cas des additifs alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes :	101
1.6.3.3	La stabilisation par la maîtrise des mélanges et des fabrications :	105
1.6.3.4	La stabilisation par la maîtrise des micro-organismes :	110
1.6.3.4.1	L'action directe sur les micro-organismes responsables d'altération :	110
1.6.3.4.2	L'action par les micro-organismes :	111
1.6.3.5	La stabilisation par la maîtrise des températures ;	111
1.6.3.5.1	Le traitement thermique par le froid ;	111
1.6.3.5.2	Le traitement thermique par la chaleur ;	114
1.6.3.5.3	Un exemple en Chocolaterie : la stabilisation du chocolat de couverture par la technique de pré cristallisation (procédé thermique et mécanique) :	116
1.6.3.6	La stabilisation par la maîtrise du pH :	118
1.6.3.7	La stabilisation par la maîtrise de l'oxygène de l'air :	120
1.6.3.8	L'exemple de la table analytique comme outil de stabilisation physique et microbiologique d'une fabrication :	121
1.6.3.8.1	La table analytique appliquée en Glacerie :	121
1.6.3.8.2	La table analytique appliquée en Chocolaterie - Confiserie :	130

2	UNE APPROCHE par l'étude des principales matières premières :.....	132
2.1	La fiche memento : « eau »	133
2.2	La fiche memento « Farine » :	142
2.3	La fiche memento « sel » :.....	152
2.4	La fiche memento « levure biologique » :.....	155
2.5	La fiche memento « autres farines » :.....	158
2.6	La fiche memento « lait et produits issus du lait» :.....	163
2.7	La fiche memento « beurre » :.....	174
2.8	La fiche memento « margarine » :	182
2.9	La fiche memento « autres matières grasses »	184
2.10	La fiche memento « oeuf » :.....	189
2.11	La fiche memento « saccharose » :.....	198
2.12	La fiche memento « autres produits sucrants » :.....	204
2.13	La fiche memento « chocolat» :.....	207
2.14	La fiche memento « gélatine » :.....	214
2.15	La fiche memento « additif alimentaire » :.....	219

BIBLIOGRAPHIE :

OUVRAGES :

- « La passion du Café par Malongo », Artis-Historia, Pierre Massia – Hugo Rombouts et Jean-Pierre Blanc, Bruxelles - 1995
- « Alimentation et processus technologiques », Edition Educagri, Alain Branger – Marie – Madeleine Richer – Sébastien Roustel, 2008
- « Comprendre la cuisine pour mieux la maîtriser », Editions BPI, Dominique Béhague, 2^{ème} trimestre 1991
- « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007
- « Construisons un repas », de Hervé This et Marie-Odile Monchicourt, Editions Odile Jacob, Février 2007
- « Au cœur des saveurs », Frédéric Bau, Montagud Editores 2006
- « La nouvelle cuisine des desserts », Oriol Balaguer, Montagud Editores, 2006
- « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005
- « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique) et volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006
- « Biochimie des aliments – Diététique du sujet bien portant », Marlène Frénot & Elisabeth Vierling, Sciences des aliments, série dirigée par Guy Leyral Collection Biosciences et techniques, Doin Editeurs
- « Protéines alimentaires », JC Cheftel – JL Cuq – D. Lorient, Editions Lavoisier
- « Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », de Jean-Claude et Henry Cheftel, Technique et Documentation – Editions Lavoisier, volume 1 – Septembre 1992
- « La cuisine professionnelle », de Yannick Masson et Jean-Luc Danjou, Editions Jacques Lanore, Octobre 2003
- « Cuisinier nostalgique : entre restaurant et cantine », Paris, CNRS Editions, 2002
- Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, Mai 2002
- « Révélation gastronomiques », de Hervé This – Editions Belin, Mai 1995
- « Le sous-vide et les technologies actuelles en cuisine », François Choain et Philippe Noël, Editions Jacques Lanore

DOSSIERS – DOCUMENTS :

- Documents du CIRAD Montpellier, laboratoire de chimie technologie café et cacao
- Dossier « Améliorants de panification : comment s'y retrouver ? », article d'Armand Tandeau, publié dans le Trait d'union n°50 de Juillet 2008, de l'Association nationale des professeurs de Boulangerie (AAINB)
- Documentation Kalys Gastronomie, « Cuisine créative – Kit de création culinaire », 2008 (www.gastronomie.kalys.com)
- Guide des bonnes pratiques d'hygiène en Pâtisserie, réalisé par la Confédération nationale de la Boulangerie et Boulangerie – Pâtisserie française, et par le Confédération nationale de la Pâtisserie – Confiserie – Chocolaterie – Glacerie de France, validé par décision du 19 décembre 1997
- Repères pour la formation, CAP Cuisine, Mai 2005
- JG Ponte du département Sciences des céréales, dans « Le sucre – applications alimentaires », du CEDUS
- Documents Fiche Précis technologique de la plateforme de travail collaboratif, Pâtisserie
- « Les propriétés physiques et chimiques du saccharose », Dossier CEDUS avec la collaboration de l'Université de Reims (professeur : M. Mathlouthi)

- Le sucre – applications alimentaires, documentation CEDUS, 1990
- Document du Pôle de l'ENSP – Sylvia ARSAC et Mathieu Barriquault, dans Le journal du pâtissier – n°308, Mai 2006
- La lettre technologique de l'ENSP,
 - o Edition n°10 de Décembre 2001 (la congélation d'une crème pâtissière), Sylvia Petrowitsch
 - o Edition n°16, portant sur l'équilibre d'une ganache, l'aw, la congélation, Pascal Liangeaud
- Documentations fournisseurs Gamme Texturas et Khalis Gastronomie
- Enquête Génération 2001 du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Qualifications (CEREQ)
- «Repère CAP Cuisine » accompagnant la rénovation du CAP – 2005, Dominique Behague, IUFM Paris – Anthony
- F. Cros, INRP, dans le cadre de la construction de la banque de données de recherche NOVA- 1996

PERIODIQUES :

- Sciences et vie,
 - o n°1077 – Juin 2007, « Pour l'auto, le petit lait se change en éthanol », page 28
 - o n°1081 – Octobre 2007, « Pourquoi la menthe procure-t-elle une sensation de froid ? », page 138
- Hors série Sciences & vie, « Manger », n°238 – Mars 200
 - o article « Le sacre de la cuisine expérimentale », de Philippe Testard – Vaillant
 - o article « Paroles de chefs », de Philippe Testard – Vaillant
- L'Hôtellerie :
 - o n°3017 du 22 Février 2007 – « Tradition – Fusion, Innovation – Provocation », par Bernadette Gutel
 - o Hors série L'Hôtellerie, Juin 2006
 - o Hors série Mars 2006 : « Gélatine, agar-agar, carraghénanes, xanthane, ... les gels d'hier, d'aujourd'hui et de demain », Hervé This
 - o n°2903, du 16 décembre 2004
 - o L'Hôtellerie, supplément magazine, 5 Février 2004, « Les huiles de friture et notre santé »
- Magazine Air France, n°118 Février 2007 – Le monde selon Thierry Marx, par Olivier Chartier
- L'Express :
 - o n°2848, Février 2006 – « Bistronomie », Sébastien Demorand, journaliste au Zurban – Nicolas Magie
 - o L'Express Mag, du 9 Février 2004
- Collectivités express n°169, Janvier – Février 2003, article « La formation professionnelle, entre art et science »
- La cuisine collective, Juin – Juillet 2008, n°212 – Article « *Doit on couvrir un bouillon ?* », de Hervé This
- Le Chef :
 - o Avril 2006, n°176, « Festival de la créativité gastronomique – Créativité, mode d'emploi »
 - o n°173, Décembre 2005
 - Pierre Gagnaire, « La créativité : donner un sens à sa vie », Georges Colan, page 3
 - Jacques Décoret, « Synthèse de la créativité et de la technique », Georges Colan, page 16
 - o n°172, Novembre 2005, Georges Colan– « Recettes de la modernité », page 39
 - o n°171, Octobre 2005
 - Marc Veyrat, « Marc Veyrat, Penser une cuisine du XXIème siècle », page 50
 - o n°170, Août – Septembre 2005

- Michel Bras, « Michel Bras – Créativité émotionnelle », Georges Colan page 33
 - Jean-François Piège, « Jean-François Piège : Evoluer par l'analyse du passé et du présent », Georges Colan
 - n°168 – Mai 2005
- Historia, Février 2005, « Chupa chups, une douceur planétaire », par Audrey Emery
- Le Monde de l'éducation, Septembre 2005, enquête menée en 2002 – 2003 par Francianne Taboga et Annie – Claude Rodot
- Le Monde 2 – 25 et 26 Janvier 2004, Extrait de la carte de Ferran Adrià
- HTR de Janvier 2005, « La gastronomie est-elle soluble dans la science ? »
- Revue « L'actualité chimique », novembre décembre 2004, n° 280 – 281
 - « La complémentarité enseignement / vulgarisation », Jean-Michel Lefour et Gilberte Chambaud
 - “Les pièges de la médiation scientifique – Proposition de bonnes pratiques”, de Richard – Emmanuel Eastes
 - “Des chercheurs dans les classes !”, de Richard – Emmanuel Eastes
 - « Vulgariser la chimie : obstacles et solutions »
 - “Vulgariser la chimie, entre le savoir et l'imaginaire”, de Paul Caro
 - “Vive la chimie, en particulier et la connaissance en général”, Hervé This
- Sud Ouest Dimanche – Dimanche 22 Février 2004, Michel Guérard
- Le Journal du pâtissier :
 - n°307, Avril 2006, page 70 « Comment équilibrer ses recettes de ganache ? », à partir des travaux du Pôle Innovation de l'ENSP, Mathieu Barriquault
 - n°279, Octobre 2003 – « Durée de fraîcheur des ganaches », de Jean-Pierre Richard
 - n°245, Septembre 2000
- Magazine Mesures n°751, Janvier 2003
- La cuisine collective :
 - Novembre 2006, article « Le vinaigre réduit », Hervé This
 - Octobre 2005
 - Novembre 2003, “Bilan de cuisine”, Hervé This
- Pour la science, hors série, article « La viande de bœuf : structure et tendreté », de Bernard Louis Dumont
- Thuries Magazine Gastronomie :
 - n°149, Mai 2003, article « Le cru et le cuit », de Hervé This
 - n° 133, Octobre 2001, article « Pas d'expansion, pas de concentration », de Hervé This
- « Recherche et Formation » :
 - n°49, 2005 :
 - « Travailler ensemble ? Des réformes éducatives aux pratiques enseignantes », de Claude Lessard (Université de Montréal) et Anne Barrère (Université de Lille III)
 - « Développer le professionnalisme collectif des futurs enseignants par les TIC », de Thierry Karsenti
 - N°31, chapitre « Innovation pédagogique et identité professionnelle de l'enseignant », Christophe Marsollier – INRP, 1999
- La revue de l'EPI n°103, L'accompagnement scolaire sur Internet(ou E-Learning) dans l'enseignement secondaire, de Claude Borgel

INTERNET :

- Gamme des Texturas, Albert et Ferran Adrià – Source : <http://www.texturaselbulli.com/FRA/>
- BO spécial n°2 du 9 mars 2000
- Note de service n°2000-078 du 8 juin 2000
- “La rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école » - document pdf, in <http://www.inrp.fr/lamap/>
- André Giordan (l'Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences), source : www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan

- Bruno Goussault, Sujets interactifs du site du Journal « l'Hôtellerie », 2006 : « Salubrité des produits cuits sous vide à juste température et durée de vie »
- Christine Chède, société Adrianor, documentation sur la gélatine
- Catherine Foucaud-Scheunemann, mission Communication – INRA
- <http://cultureetloisirs.france2.fr/gastronomie/10063558-fr.php>
- Encyclopédie Universalis, 2005
- Centre national de ressources textuelles et lexicales, lien : <http://www.cnrtl.fr/etymologie/artisan>
- Wikipedia, lien : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil>
- Activité de l'eau – informations d'Edmond Peulot, lien : <http://perso.orange.fr/edmond.peulot/ACTIVITE.HTM>

CONFERENCES, COLLOQUES :

- “De l'enseignement à l'information scientifique : quelques repères sur l'histoire institutionnelle de la culture scientifique, technique et industrielle”, conférence du professeur D. Jacobi – Université d'Avignon
- Conférence d'André Giordan (de l'Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences), Amphithéâtre du site de Rangueil – Jeudi 13 Octobre 2005
- Extraits de la conférence donnée sur le thème du design culinaire, IUFM Midi-Pyrénées, site de Saint-Agne, mercredi 15 Juin 2005

AUTRES :

- Règlement 852/2004
- Dictionnaire Le petit Larousse, grand format, Editions 1996

CONTRIBUTIONS des membres de la plateforme de travail collaboratif P@Tice :

- **Jeanne Vernières Cassagne**, formatrice Biotechnologie émérite – IUFM de Toulouse
- **Eric Kalinowski**, Pôle Innovation de l'INRACQ - Chambre de Métiers et de l'Artisanat d'Arras

CONTRIBUTIONS exceptionnelles :

- **Christian Ters, Paola Winterberger** – société des Cafés Malongo
- **Nathalie Giraud**, IUFM de Midi-Pyrénées, PRAG Sciences de la vie et de la Terre & Biotechnologie – Santé Environnement, Biotechnologie – Biochimie Génie biologique
- **Stéphanie Sagot**, designer et enseignante en design
- **Hervé This**, Physico chimiste INRA, Directeur Scientifique de la Fondation Science & Culture Alimentaire (Académie des sciences), Membre correspondant de l'Académie d'agriculture de France, Conseiller Scientifique de la revue Pour la Science

Propos liminaire

Les métiers de la Restauration et de l'Alimentation dans leur ensemble vivent de profondes mutations, par le biais des courants qui les traversent :

- **les courants d'influences scientifiques**, qui touchent de près les matières premières et les interactions entre leurs constituants, et/ou des agents extérieurs d'ordre mécanique, thermique, chimique, ...sans oublier leurs caractéristiques d'un point de vue nutritionnelle et énergétique de leurs constituants, mais aussi les risques alimentaires liées à leur consommation ...
- **et les courants d'influences artistiques**, qui placent les matières premières, leur nature – leur assemblage – leur forme – les composantes organoleptiques ...dans un nouvel univers sémantique et esthétique.

Les courants d'influences artistiques bouleversent aussi la vision contemporaine des métiers de bouche. C'est un courant manifeste, qui s'exprime à travers ce que l'on nomme « **le design culinaire** », rapprochement effectif d'un designer et d'un professionnel.

Les courants d'influences scientifiques, touchant notamment à la nutrition et aux risques alimentaires tendent aujourd'hui à revoir le jour, sous la pression des médias et de la société ; Il est d'ailleurs évident de croire qu'il existe la place réellement d'une **alimentation dite « de santé »**, allusion à cet extraordinaire ouvrage datant de 1792 (« Le cuisinier royal ou cuisine de santé – adapté aux préparations les plus économiques et les plus salutaires de nos aliments », par M. Jourdan Le Cointe, Docteur en Médecine). La création de la Mention Complémentaire « Art de la Cuisine allégée » en est une preuve significative.

Enfin, le principal courant scientifique, dans ce qui est communément admis comme étant de la « **Cuisine moléculaire** », modifie profondément le rapport du professionnel à l'aliment, et les conduit dans une véritable exploration de nouvelles textures, saveurs, formes, ...

C'est dans ce cadre et dans ces influences, notamment scientifique et artistique, que le projet d'un dossier dressant le portrait des deux courants emblématiques: **la Cuisine Moléculaire et le Design Culinaire**, a vu le jour.

D'emblée, le dossier ne se pose pas en vérité absolue, tant il aborde des savoirs parfois complexes, hautement scientifiques, notamment dans sa première partie, savoirs que nous nous sommes efforcés de vulgariser tout en évitant de trahir leurs fondements.

Le dossier ne se pose pas non plus en « faiseur de leçons », mais plutôt en tant que guide, d'accompagnement à la réflexion des équipes enseignantes sur des pratiques nouvelles, techniques et pédagogiques.

Enfin, le dossier poursuit le but de dépasser les paramètres de choix du professionnel dans l'exercice de son métier, **non dictés par des automatismes techniques mais par des analyses raisonnées.**

Les notions développées dans ce dossier sont parfois polémiques ; toutefois, elles ne peuvent pas se nourrir d'a priori, de discours arrêtés, d'envolés passionnelles, ; Elles nécessitent au contraire que vous, lecteurs, puissiez accorder du temps à une lecture exhaustive de son contenu, pour en juger de sa pertinence, ou non, et des possibles transferts dans vos pratiques d'enseignement.

Car voilà là un aspect fondamental et implicite que le dossier entend soulever : **INNOVER, y compris dans les pratiques pédagogiques des enseignements professionnels.**

INTRODUCTION

Tout en étant rejeté de tout temps et par les intellectuels et par les artistes d'ailleurs (l'art culinaire se basant sur des sensations dites primitives, l'olfactive et le gustatif), il est amusant de constater combien aujourd'hui la cuisine devient **le nouveau terrain de jeu** pour nombre de professionnels et de scientifiques. Entendons-nous bien : le terme « jeu » n'est pas employé ici dans un sens péjoratif ; la cuisine comme la pâtisserie, d'apparence vierge de toute véritable innovation (depuis Auguste Escoffier, emprisonnant nombre de ses disciples et contemporains de la cuisine dans une logique stricte de reproduction), devient **un véritable champ d'investigations et d'expérimentations**.

Il est légitime de s'interroger d'ailleurs sur l'éclairage donné à la cuisine et à l'alimentation dans son ensemble, à une époque de suspicion à l'égard des produits alimentaires et des risques encourus dans un excès de sa consommation.

Elevé au pinacle de toutes les discussions mondaines, tout ce qui entoure la nourriture intéresse, au point de considérer le domaine culinaire comme moyen de réhabiliter aux yeux du public des disciplines qui au contact de la matière première, trouvent une nouvelle parure ...

De nouveaux courants voient alors le jour : « la cuisine moléculaire » et « le design culinaire » particulièrement.

Prenons l'exemple de la « cuisine moléculaire », dans un premier temps (avec son chef de file Hervé This), car il est particulièrement significatif du profond renouveau qu'il impulse dans l'esprit du cuisinier, mais du profond malaise qu'il entretient au sein d'une profession, prisonnière d'une grande « tradition » ...

Il revendique dans un récent ouvrage, « Construisons un repas »¹, paru aux éditions Odile Jacob, l'exactitude du terme « gastronomie moléculaire » pour désigner cette activité scientifique centrée sur la cuisine :

« la gastronomie (...) n'est pas la cuisine pour riches, comme on croit souvent, mais « un discours raisonné » qui se rapporte à l'alimentation. Ce discours peut être historique (l'étude des façons de manger au cours du temps ...), géographique (l'étude des variations régionales des plats ...), juridique (la réglementation sur les appellations ...), littéraire, artistique ... ou scientifique. Quand la gastronomie est scientifique, elle peut être chimique, physique, biologique, ... Pour désigner l'exploration physico-chimique des transformations culinaires, il a semblé judicieux de qualifier la gastronomie de « moléculaire ». Et c'est ainsi qu'en 1999 l'activité qui avait été nommée de « gastronomie moléculaire et physique » a été rebaptisée plus simplement « gastronomie moléculaire ».

Ses expérimentations, ses découvertes, ses problématiques sont sans nul doute génératrices de progrès dans les enseignements professionnels, et son regard méthodologique sur les gestuels professionnels participe d'une prise de recul pédagogique et nécessaire. Son œil averti, sa philosophie de l'éternel insatisfait (« *la seule chose que je sais, c'est que je ne sais jamais (...) poser pour principe que toute notion est fausse tant que nous n'avons pas démontré le contraire* ») pousse le professionnel et le pédagogue dans ses retranchements, au risque parfois de les couper de l'essence même de cette démarche : **celle de nous faire tous « évoluer ».**

Mais, sachons d'emblée faire la distinction entre la cuisine d'influence scientifique (modèle d'aujourd'hui), et ce qu'est la gastronomie moléculaire, c'est-à-dire un espace de recherches et d'expérimentations dans le domaine culinaire, sorte de **laboratoire d'essais sur le matériau culinaire et dans un processus purement scientifique**.

Les ateliers de cuisine moléculaire intégrés dans des établissements de formation hôtelière, de l'enseignement supérieur voire universitaire, le dispositif mis en place dans les Ecoles primaires sous le nom de « La main à la pâte » participent de la réhabilitation des Sciences dans notre Société, mais n'a

¹ « Construisons un repas », de Hervé This et Marie-Odile Monchicourt, Editions Odile Jacob, Février 2007

d'autres finalités que la démarche en elle-même, cette démarche expérimentale qui pousse la curiosité de l'élève ou de l'étudiant à comprendre, en construisant des scénarios d'expériences et en les expérimentant. En matière de pédagogie, le progrès est conséquent : placer l'élève au cœur d'un système de réflexion, d'actions, de prise de décision et d'analyse. Il convient de noter d'ailleurs combien cette démarche est reprise hors de France ...

Certes, il serait présomptueux de réduire ces ateliers seulement à leur dimension expérimentale, et négliger pour cela **toutes les avancées technologiques et pratiques** qu'elles ont générées : pour exemple, la remise en question de la classification des types de cuisson, l'analyse méthodique des phénomènes physico-chimiques, la recherche des couples temps – température adaptés à chaque produit suivant son poids, sa forme, son origine, le degré de maturité ...

Tout l'enjeu donné à cette introduction est de ne pas faire de confusions hâtives, et de croire que pour occuper des fonctions de pâtissier, de boulanger, de cuisinier ..., il faut être désormais un scientifique : chimiste, physicien, ...

A la question : « Ferran Adrià est-il un scientifique ? », Hervé This répond : « Certainement pas ! Les cuisiniers sont des techniciens (parfois des artistes), même quand ils font, comme Ferran, usage des résultats de la gastronomie moléculaire, la discipline qui étudie les transformations culinaires. La cuisine produit des mets, et la science des connaissances. En cuisine, au mieux, on fera du transfert technologique. Au laboratoire, on met en œuvre la méthode expérimentale »².

Dans son ouvrage « De la science aux fourneaux »³, il poursuit :
« (...) la cuisine n'est pas de la chimie, elle n'est pas de la physique. La cuisine est une technique, une pratique, qui produit des mets. La chimie, elle, est une science qui produit – exclusivement- des connaissances ». Il en arrive à cette conclusion : « **la cuisine est une pratique, qui met en œuvre des phénomènes, lesquels sont étudiés par la gastronomie moléculaire, qui est une branche particulière de la physico-chimie (...)** ».

ALORS, QUEL CHALLENGE RELEVER POUR DEMAIN ?

Les métiers de la restauration comme ceux de l'alimentation se caractérisent par une très grande irrégularité de vente, tenant à leurs rapports étroits aux activités saisonnières, au climat, aux fêtes et évènementiels, ...

Face à ce challenge, pouvoir offrir un ensemble de prestations correspondant à la demande, par définition cyclique, et considérant l'extrême difficulté de gérer les équipes de production par « à-coup », alternant des phases intensives et des phases réduites de travail, de nouvelles modalités d'organisation du travail ont vu le jour, notamment celle de « fabrication différée dans le temps ». Ce concept de production dissocie dans le temps la fabrication de la vente, par des techniques de conservation.

Il présente l'avantage de rationaliser le travail, en lissant la fabrication sur l'ensemble de l'activité, gommant au passage l'ensemble des « pics » de production. Il permet en outre d'optimiser le travail et de gagner en productivité, en regroupant les activités proches ou présentant des similitudes (les pâtes, les crèmes et appareils, les montages et finitions, ...).

Dans l'activité du cuisinier, du pâtissier, du boulanger, comme dans celui du boucher – charcutier traiteur, ou encore du poissonnier écailler traiteur, la fabrication différée dans le temps est une réalité, mais elle requiert de la part de ces professionnels de nouvelles compétences, dont une maîtrise totale du cycle de vie des matières premières comme des fabrications (pour garantir le maintien de leurs qualités organoleptiques quel que soit le temps de conservation), et ce quelle que soit le type d'entreprise visé ... de la petite structure familiale artisanale aux équipes de production industrielle, aux grandes brigades hiérarchisées, ...

² Hors série Sciences & vie, « Manger » - article de Philippe Testard – Vaillant, n°238 – Mars 2007

³ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007 (page 13)

Si les usages ont souvent cherché à opposer dans l'imagerie populaire, l'artisan à l'industriel, il faut aujourd'hui admettre que la frontière entre les fabrications qualifiées d'« industrielles » et celles d'« artisanales » n'est pas très grande, et que le devenir de chaque professionnel dépendra de son degré d'ouverture et de ses capacités d'intégration de nouveaux produits, de nouveaux process de fabrication, ...venant tant du monde artisanal que du monde industriel.

Dans ce jeu de transfert de technologie, les industriels usent depuis longtemps de leur puissance : leurs connaissances des matières premières, leurs laboratoires de recherche et d'analyse (microbiologique, sensorielle, ...), leurs matériels et équipements ... pour venir concurrencer les artisans sur le terrain de la qualité.

Les artisans peuvent trouver dans certains process, certaines matières premières, certains matériels ... du monde industriel, les moyens d'être des concurrents redoutables, sans pour autant renoncer à l'aspect traditionnel du métier.

Il n'est pas inutile au terme de cette introduction, de relever l'étymologie et la définition des termes « artisan » et « artisanal ».

Sur le site du Centre national de ressources textuelles et lexicales⁴, la première définition du terme artisan date de 1546 dans le texte de François Rabelais « Artisans de tous mestiers » :

artizan « celui qui exerce un art manuel »

Le terme « artisanal » est par ailleurs décrit comme s'opposant quelquefois à « mécanisé, automatique, automatisé ».

Sur wikipedia⁵, il est précisé : « L'artisanat est une technique de production artisanale, c'est-à-dire une production manuelle ou de petite envergure. Par extension, elle inclut les personnes qui produisent selon ces critères.

L'artisan est une personne qui fait un travail manuel, qui exerce une technique traditionnelle à son propre compte aidée souvent de sa famille et d'apprentis qu'il forme (...) ».

Pris au sens littéral, l'artisan serait donc le professionnel qui exerce une activité souvent à caractère traditionnel, manuelle ou avec des moyens rudimentaires.

Face à l'industriel, et dans une conjoncture telle que nous la vivons aujourd'hui, comment cet artisan peut-il résister à cette concurrence déloyale puisque ne reposant pas sur « des armes égales » ???

Une nouvelle acception du terme « artisan » est donnée sur le site Wikipedia :

« L'artisan peut aussi être une personne à laquelle le droit donne, indépendamment des techniques utilisées, le statut d'artisan (ex.: un garagiste peut être un artisan; un boulanger qui utilise des machines électriques pour pétrir et façonner la pâte est un artisan) ».

Alors, quelles limites donner au terme « artisan » : celui qui exerce un métier uniquement manuel ? manuel et mécanique ? standardisé sans l'être pour ne pas être industriel ? s'interdisant l'usage de produits, de techniques, de process jugés « industriels » ???

L'enjeu est sans doute de donner à l'artisan et au professionnel d'aujourd'hui et de demain les moyens de pouvoir rester concurrentiel.

Cela passe sans nul doute par la maîtrise perpétuelle des bases de la profession, mais nourries des nouvelles connaissances scientifiques et technologiques, et le développement de nouvelles aptitudes à

s'adapter, à créer, somme toute à **innover**.

A l'artisan de relever ce challenge ...aux enseignants aussi !

⁴ Lien : <http://www.cnrtl.fr/etymologie/artisan> : « ARTISAN, ANE, subst. et adj. 1546 *artizan* « celui qui exerce un art manuel » (RABELAIS, *Tiers liv.* ch. I ds GDF. *Compl.* : **Artisans** de tous mestiers) (...) » et « ARTISANAL, ALE, AUX, adj. Attesté ds Rob., Lar. encyclop., Quillet 1965, Dub., Lar. Lang. fr. S'oppose qqf. à *mécanisé, automatique, automatisé* ».

⁵ Lien : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil>

Le professionnel de restauration, l'artisan des métiers de bouche ...sans être des métiers « hermétiques », nécessitent des connaissances, des habiletés, des attitudes, sans doute aussi le goût du plaisir des sens, l'envie de partager des émotions, de l'amour ... et cette capacité d'assimilation de nouveautés (tant technique que technologique) et d'ouverture d'esprit, passage obligé vers le chemin de l'innovation. N'oublions pas l'opportunité que la Chimie, la Physique, les Arts peuvent apporter aux pratiques professionnelles : procurer du sens et donner de l'intelligibilité.

Toute la réflexion portera sur les modalités de transmission de cette rigueur dans l'enseignement, et quels savoirs peuvent être ainsi privilégiés pour tenir compte du niveau de l'élève et de ses besoins dans une pratique raisonnée de son métier.

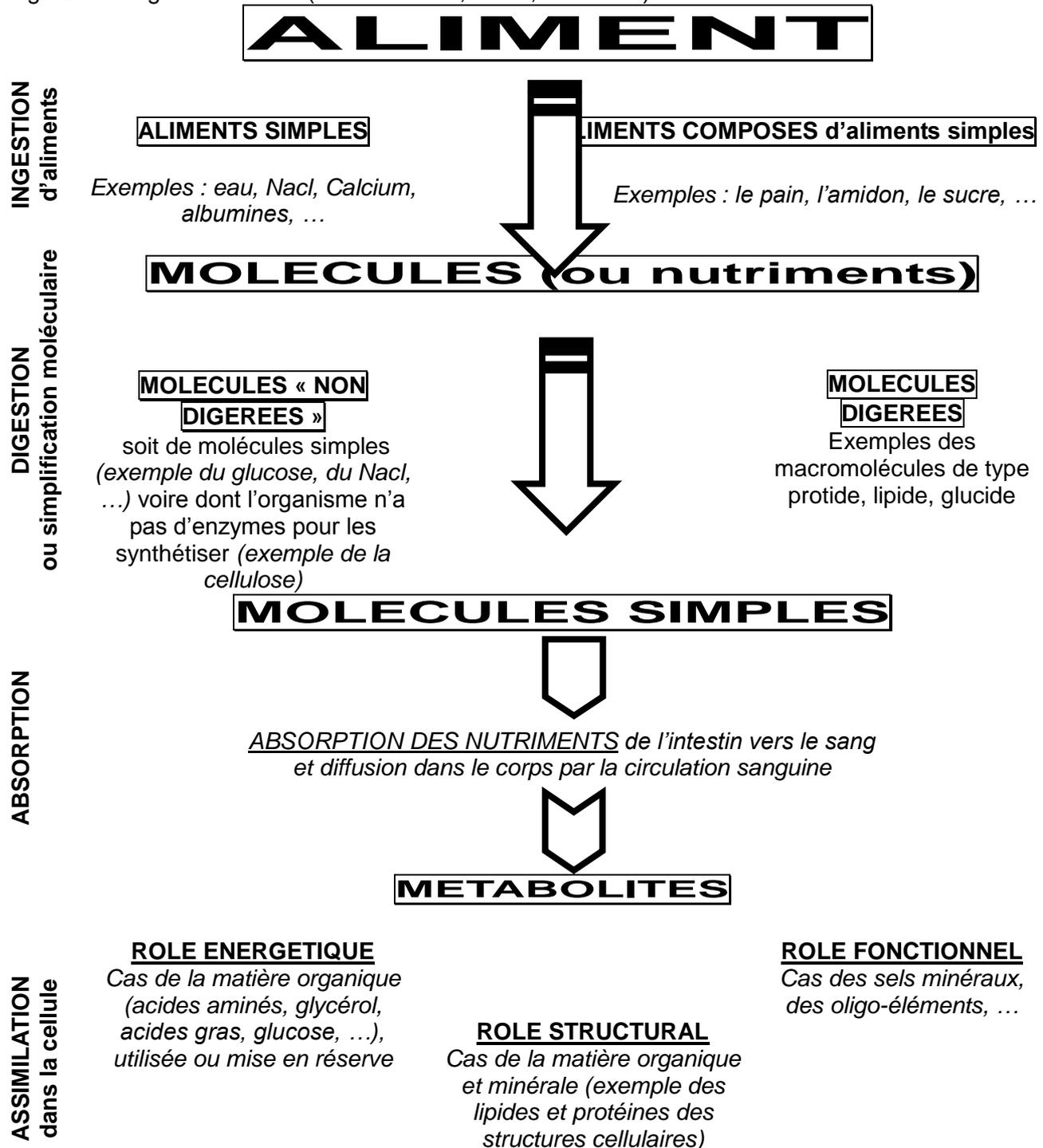
Mais il faut bien se rendre compte que les questions du sens et de l'intelligibilité ne peuvent se limiter aux seules disciplines qui relèvent de la physique, de la chimie ou encore du domaine des arts : Hervé This souligne dans la conclusion de son ouvrage « De la science aux fourneaux »⁶ ce que l'histoire, la sociologie, la psychanalyse, ...peuvent apporter « à ce grand édifice de la connaissance de ce monde merveilleux qu'est la cuisine ».

⁶ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 153

1 UNE APPROCHE par l'étude des constituants de la matière vivante et de leurs interactions :

L'homme est hétérotrophe (il dépend de l'apport de substances organiques), qui échange de la matière et de l'énergie avec son environnement via son alimentation.

Schématiquement, l'homme consomme des aliments, et il tire de cette alimentation les éléments nécessaires pour lui assurer sa subsistance (notamment des principaux constituants de la matière vivante : eau, protide, lipide, glucide), et les éléments indispensables au bon fonctionnement de tout organisme végétal et animal (sels minéraux, fibres, vitamines).



Les molécules ou nutriments présentent des vitesses d'absorption qui leur sont propres dans l'organisme : c'est pourquoi les termes de « rapide » ou de « lent » ont été utilisés pour désigner ces différences de vitesse d'absorption.

- les « glucides rapides » comme le saccharose pour symboliser les molécules rapidement digérées par l'organisme (lesquelles augmentent fortement et rapidement la teneur en glucose dans le sang) ; les « glucides lents » comme l'amidon, pour symboliser les molécules lentement synthétisés par l'organisme.

Aujourd'hui, des études scientifiques ont prouvé que ce vocabulaire pouvait de même s'appliquer aux protéines : ainsi, les recherches menées par Bernard Beaufrère et ses collègues au Centre de recherche en nutrition humaine de Clermont-Ferrand et rapportées par Hervé This⁷, ont conclu à l'existence de protéines « rapides » et de protéines « lentes ».

En matière de nutrition, ces différences sont capitales et déterminent le niveau de synthèse par l'organisme et incidemment leur bonne utilisation métabolique.

De même, les vitesses d'absorption des matières grasses présentent des différences tenant à leur état : soit pur, soit complexe (par exemple, cas de la dispersion de la matière grasse dans de l'eau qui est l'exemple type de la sauce mayonnaise).

Le dossier se propose dans une première partie d'explorer chacun des principaux constituants de la matière vivante :

- tout d'abord l'eau, élément incontournable et essentiel ;
- ensuite les éléments dits énergétiques : lipides, protides et glucides ;
- enfin les éléments dits non énergétiques : sels minéraux, fibres et vitamines.

et de recenser de manière structurée leurs propriétés et caractéristiques, et les phénomènes physico-chimiques dont ils sont responsables.

⁷ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, pages 40 et 41

1.1 Etude de l'EAU :

1.1.1 Présentation générale :

L'eau est la substance majoritairement présente dans la matière vivante. Elle est composée d'une molécule de dioxygène O_2 et de deux molécules de dihydrogène H_2 (Formule chimique : H_2O).

A l'état pur, c'est un corps transparent et incolore, ne contenant pas par définition d'organismes pathogènes ni de substances toxiques (plomb, pesticides, ...).

L'eau joue un rôle de texture dans les denrées alimentaires et les fabrications, et est un substrat des principales réactions biochimiques et microbiologiques.

Une des particularités de l'eau réside dans la liaison de ses molécules entre – elles : si tous les liquides se différencient par leur tension superficielle, c'est-à-dire par leur aptitude à former une pellicule tendue par la présence de forces intermoléculaires, l'eau présente la caractéristique d'avoir une haute tension superficielle par la structure de ses molécules fortement liées entre elles.

L'eau a un double rôle dans l'organisme :

- un rôle de constitution (structure des cellules)
- et un rôle fonctionnel (transport des nutriments et déchets, régulateur du pH interne)

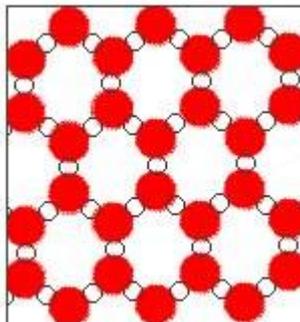
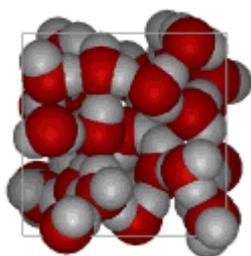
NB : à noter la teneur moyenne en eau du corps humain (65 à 70%), de la méduse (95 à 97%).

Dans la nature, l'eau se présente sous trois états : liquide – solide – gaz. Les molécules d'eau peuvent être plus ou moins espacées et plus ou moins agitées selon les états considérés.

ETAT SOLIDE

Structure ordonnée, molécules liées les unes aux autres, sans possibilité pour elles de s'agiter sur place ni de se déplacer.
Forme de l'eau cristallisée (glace, iceberg, ...)

Représentation schématique⁸

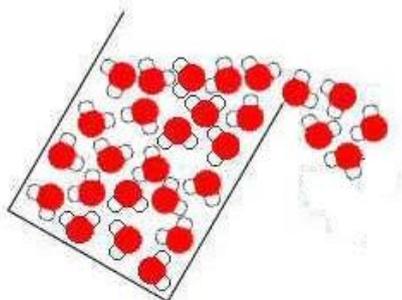


ETAT LIQUIDE

Structure condensée et désordonnée, molécules mobiles les unes par rapport aux autres : les molécules peuvent se déplacer les unes sur les autres.

Forme de l'eau la plus représentative sur Terre, salée à très forte majorité

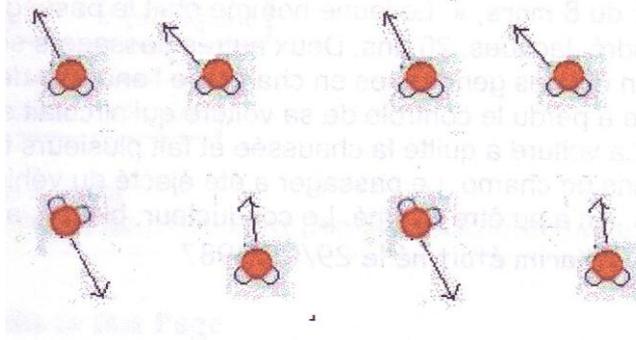
Représentation schématique



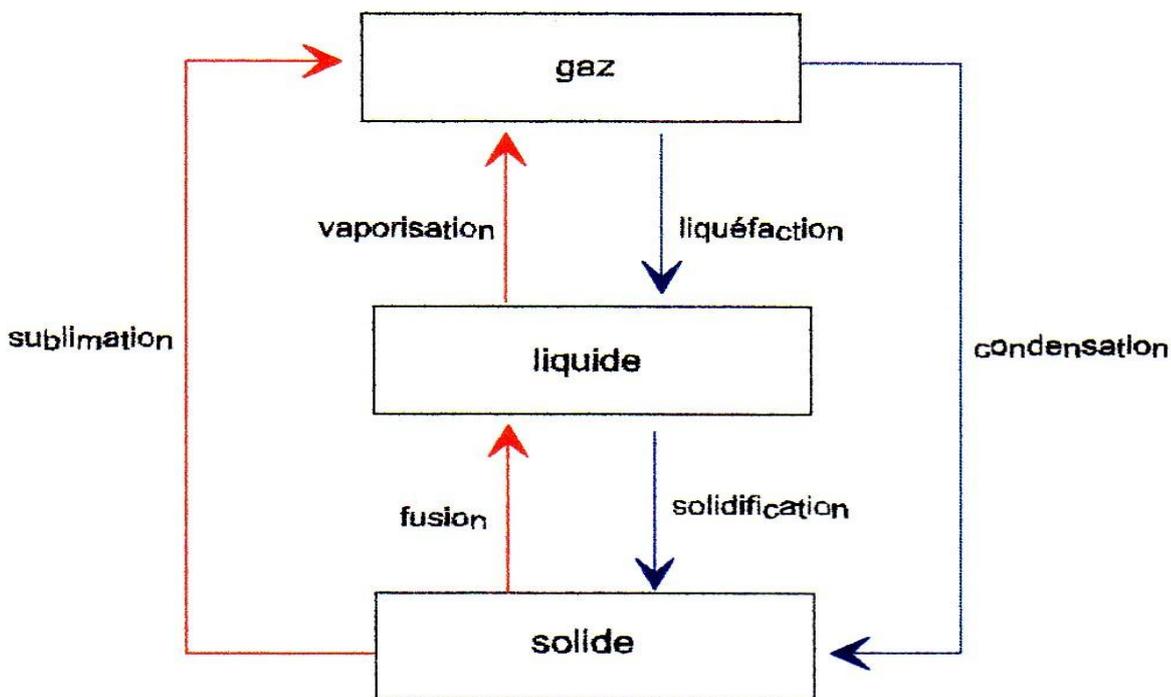
⁸ Représentations schématiques extraits du dossier « Les changements d'état de l'eau et leurs applications en cuisine », de Nicolas Barelli (Pâtisserie) – Xavier Fagès (Cuisine) – Vivian Grosset (Biotechnologies) & Cynthia Tallon (Physique – Chimie), module Art et Culture IUFM de Midi-Pyrénées 2003 – 2004, sous la direction de Denis Herrero

ETAT GAZEUX	Structure désordonnée, molécules très mobiles et très espacées les unes par rapport aux autres, caractérisée par une agitation dans tous les sens et dans toutes les directions des molécules d'eau (ce qui explique qu'un gaz occupe l'ensemble du volume du récipient qu'il contient). Forme de l'eau transitoire à l'état liquide, correspondant à une évaporation de l'eau souvent consécutive à une élévation de la température
--------------------	---

Représentation schématique



Les **changements d'état** de l'eau correspondent à des changements de la disposition des molécules entre-elles, mais la structure des molécules (en nature et en quantité) restent inchangées (la molécule d'eau de l'état solide est la même que la molécule d'eau de l'état liquide qui est la même que la molécule d'eau de l'état gazeux).



Dans les matières premières à présent, l'eau se retrouve dans des environnements variés, les molécules étant plus ou moins associées à des molécules voisines, mais une simplification utile et courante consiste à distinguer deux formes : **une forme libre** et **une forme liée**.

Exemple : dans le cas de la viande et des produits carnés, l'eau intrinsèque représente 75 à 78% du muscle. A 90%, elle se trouve sous forme libre dans les espaces inter et intracellulaires ; le reste de l'eau est liée, et notamment aux protéines, assurant ainsi leur stabilisation.

En terme de conservation, la teneur en eau libre détermine notamment la stabilité et la durée de

conservation des denrées alimentaires, sachant l'aptitude des micro-organismes d'altération d'utiliser cette eau pour activer les phénomènes de dégradation. L'unité de mesure de la disponibilité de l'eau en tant que solvant ou réactif d'une denrée alimentaire est l'activité de l'eau (a_w , ou activity of water). Par convention, l' a_w de l'eau pure est égale à 1.

L' a_w est développé dans la partie 1.6.3 du dossier.

1.1.2 Les réactions de l'eau à la température ou l'étude des changements d'état de l'eau :

A noter la possibilité d'observer quelques changements d'état de l'eau à l'aide d'une cocotte minute, sur laquelle on place un tuyau en caoutchouc dont une extrémité se raccorde à la soupape de sécurité, et dont l'autre extrémité est placée au dessus d'un verre (entre les deux extrémités le corps du tuyau est enroulé et placé dans un bain rafraichissant) : principe de la distillation.

1.1.2.1 Les réactions exothermiques :

1.1.2.1.1 La liquéfaction :

de l'ETAT GAZEUX ..	LIQUEFACTION	... à l'ETAT LIQUIDE	Formation d'humidité à la surface des préparations stockées au froid, ...
------------------------	---------------------	-------------------------	---

Les facteurs agissant sur la liquéfaction sont :

- la température (plus exactement la variation de température entre deux milieux)
- et l'humidité de l'air (humidité relative ou HR, représentant le % de vapeur d'eau contenu dans l'air, mesuré à l'aide d'un hygromètre)

En situation pratique : les professionnels visent la recherche du **point de rosée**, ou température minimale de conservation des produits permettant d'éviter leur liquéfaction lors d'un transfert dans d'autres conditions de température, d'état... afin de réduire toute trace d'humidité à la surface de produits, cause possible de multiplication microbienne ou autres (blanchiment des produits chocolatés, ...).

Applications dans les métiers de la Boulangerie Pâtisserie :

Descente en température rapide de la crème pâtissière après cuisson avant de procéder à sa conservation en enceinte réfrigérée positive (+3°C)

Conservation des œufs coquille

Conservation de confiseries de chocolat

1.1.2.1.2 La solidification :

de l'ETAT LIQUIDE...	SOLIDIFICATION	... à l'ETAT SOLIDE	Phase de congélation – surgélation L'opération de turbinage - glaçage (glaces, sorbets, préparations glacées ...), ...
-------------------------	-----------------------	------------------------	--

NB : A noter que lors de la solidification, l'eau se dilate (augmentation de volume) avant de se contracter (minimum de densité à 4°C).

Utilisation d'un matériel de laboratoire (le cryoscope) pour mesurer l'abaissement du point de congélation d'une solution

La cristallisation correspond à la propriété de l'eau de former des cristaux par refroidissement.

La taille et la configuration des cristaux dépendent principalement de la durée et de la puissance du refroidissement :

- en phase de refroidissement lente (congélation), les cristaux ont tendance à grossir exagérément,

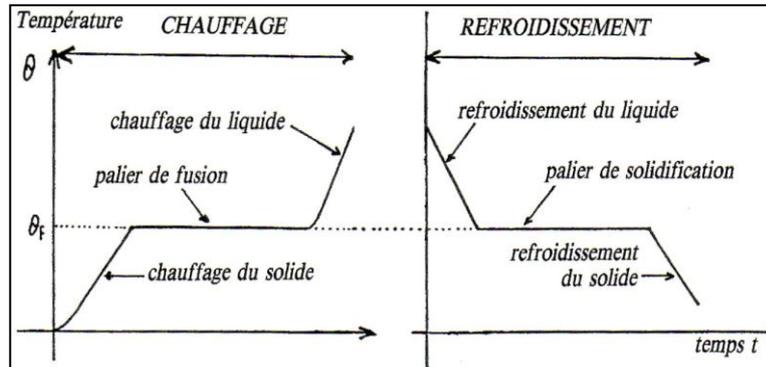
et à présenter des facettes saillantes. L'eau a alors tendance à se dilater.

- en phase de refroidissement rapide (surgélation), l'eau cristallise sous forme de petits cristaux homogènes, ce qui limite la déstabilisation interne de la structure du produit

Le sucre comme le sel peuvent jouer le rôle « **d'anti-cristallisant** » pour l'eau : par leur propriété hygroscopique, et en fonction de la quantité présente de substances dissoutes, l'eau peut ne pas cristalliser sous l'action du froid (le sucre et le sel abaissent le point de cristallisation de l'eau) – cf le point 1.1.2.3.

A noter un point commun entre la fusion et la cristallisation :

A pression constante, la température de fusion est égale à celle de solidification. A cette température, il existe un équilibre entre le solide et le liquide qui coexistent alors.



Applications dans les métiers de la Boulangerie Pâtisserie :

Principe de réalisation des glaces, sorbets et préparations glacées (granités,

Principe de surgélation appliqué à toutes les préparations devant être conservées au froid négatif (surgélation à -40°C , et conservation à $-18 / -20^{\circ}\text{C}$) de mousse, bavaroise,

1.1.2.1.3 La condensation :

de l'ETAT
GAZEUX ..

CONDENSATION

... à l'ETAT
SOLIDE

Phénomène de rosée et de brouillard consécutif à la sursaturation de l'air ambiant en vapeur d'eau et à une chute de température, cristaux de glace

NB : En situation pratique, il est fréquent d'utiliser le terme « condensation » pour désigner la formation d'humidité à la surface de produits, suite au passage de l'eau de l'état gazeux à l'état liquide. Or, il s'agit d'une liquéfaction. La formation de givre sur les produits correspond au phénomène de condensation.

Applications dans les métiers de la Boulangerie Pâtisserie :

Règles de bonnes pratiques : limiter les ouvertures fréquentes des enceintes réfrigérées négatives pour réduire la formation de givre par la condensation sur les pièces en conservation.

1.1.2.2 Les réactions endothermiques :

1.1.2.2.1 La fusion :

de l'ETAT
SOLIDE ...

FUSION

... à l'ETAT
LIQUIDE

Phase de décongélation

La fusion correspond au changement d'état d'un corps (de l'état solide à l'état liquide), valable pour l'eau, les lipides

NB : A noter le phénomène de **surfusion** s'opérant à des températures inférieures à 0°C, correspondant au fait que l'eau avant que les premiers cristaux de glace n'apparaissent, demeure liquide même à des températures négatives. Soudain, elle prend en masse. Ce phénomène explique les risques de prolifération microbienne même à des températures négatives, proches de 0°C.

Applications dans les métiers de la Boulangerie Pâtisserie :

Principe de décongélation de tout produit (bases telles purée de fruits, ... mais aussi fabrications : entremets (base de mousse, bavaroise...), bonbons chocolat, ...) au froid positif.

Pour limiter les risques, le phénomène de fusion doit être aussi rapide que possible (exemple de fusion rapide : décongélation sous l'action de la chaleur ou en enceinte de micro ondes des purées de fruits surgelés, cuisson directe au four des viennoiseries pré-poussées surgelées ...) ou avoir lieu dans des conditions de température réglementaire (à +3°C, pour certaines préparations sur grille pour éviter de mettre en contact les produits et l'exsudat d'eau de décongélation).

1.1.2.2.2 La vaporisation :

de l'ETAT
LIQUIDE ...

VAPORISATION

... à l'ETAT
GAZEUX

Phase d'ébullition d'un
liquide, vaporisation de l'eau

A noter que le terme **évaporation** correspond aussi au changement d'état de l'eau de liquide à gazeux s'opérant à l'air libre.

Applications dans les métiers de la Boulangerie Pâtisserie :

Le phénomène de vaporisation explique le principe de développement en cuisson de la pâte feuilletée, de la pâte à choux, ...

Le dessèchement de la pâte à choux sur le feu conduit à une vaporisation d'une partie de l'eau de constitution de la panade, indispensable avant l'incorporation des œufs.

La vaporisation permet de concentrer certaines fabrications (principe des jus réduits, ...) et dans certains cas, de procéder à la caramélisation du saccharose (principe de réalisation de sauce caramel, confiseries de sucre : caramels, ...).

En Caféologie :

L'eau joue un rôle important dans le mécanisme de la torréfaction. Durant la première phase de la torréfaction (à des températures inférieures à 150°C), la vaporisation de l'eau de constitution est responsable en grande partie de la perte en poids des grains de café. Leur teneur en eau passe de 9 à 11% dans le café vert à 1 à 3% dans le café torréfié.

Parrallèlement, une modification de structure avec augmentation de volume apparait, due à la pression de vapeur d'eau et à la formation de gaz qui provoquent le gonflement et l'éclatement des cellules.

1.1.2.2.3 La sublimation :de l'ETAT
SOLIDE...**SUBLIMATION**... à l'ETAT
GAZEUXLyophilisation : produits
laitiers, œufs, café, thé,
champignons, fruits et jus de
fruits...

Exemple : la lyophilisation (ou autrefois nommé cryodessiccation) : procédé de conservation permettant la déshydratation sous vide et à basse température d'un produit préalablement congelé.

Le procédé de conservation se déroule en trois étapes :

- une phase de surgélation à -40°C,
- un broyage puis dessiccation primaire (par sublimation de l'eau) en plaçant le produit à une température brusque élevée et à pression réduite,
- une dessiccation secondaire (par évaporation des traces résiduelles d'eau).

1.1.2.3 Les facteurs variables des changements d'état de l'eau :

Paramètres de variation des températures lors de la VAPORISATION		
1- Saturation en sel d'une solution d'eau	<u>Augmentation de la température d'ébullition</u> de l'eau (106°C), et par voie de conséquence de la vaporisation de l'eau présente dans la solution	
2- Saturation en sucre d'une solution d'eau	<u>Augmentation de la température d'ébullition</u> de la solution (195°C)	
<u>Exemple</u> ⁹ :		
	°Brix d'une solution	Élévation ébullioscopique en °C
	10	0,15
	15	0,25
	20	0,40
	30	0,70
	40	1,20
	50	2
	60	3
	70	5
3- Augmentation de la pression	<u>Augmentation de la température d'ébullition</u> de l'eau	
<u>Application : incidence de la pression sur la température d'ébullition</u>		
Pression (mbar)	Altitude (m)	T° d'ébullition (°C)
1,5 à 2 fois la pression atmosphérique normale (cas de la cocotte minute)		110 – 120°C
1015	0	100
700	2100	90
480	6000	80
<i>P=23,4 mbar à T° ambiante 20°C Cas de la technique du sous-vide</i>	<i>Vaporisation dans la masse (ce qui explique l'importance de conditionner sous vide des produits préalablement réfrigérés)</i>	

Paramètres de variation des températures lors de la SOLIDIFICATION	
1- Nature et quantité de substances dissoutes (sucre, sel, ...) dans une solution	<u>Abaissement du point de congélation</u>

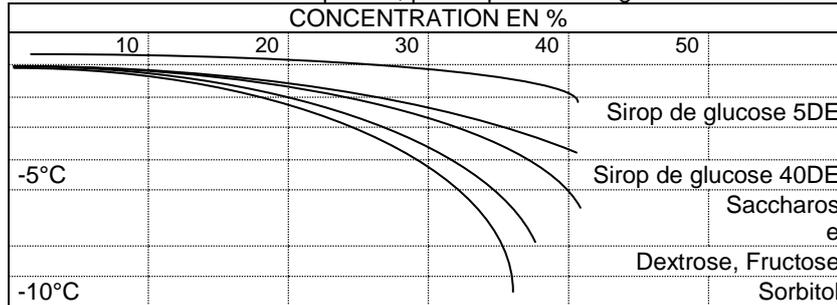
⁹ Fiche Précis technologique – Sucres et saccharose, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

Exemple : Cas du saccharose

%Brix d'une solution	Abaissement du point de congélation en °C
10	0,61
15	1,01
20	1,50
30	2,6
40	4,5

Autre exemple : Cas des autres sucres - Influence directe des sucres en solution (de leur pouvoir d'hygroscopicité, c'est-à-dire de leur capacité de rétention d'eau ET de leur poids moléculaire) sur le point de congélation :

- plus le sucre est hygroscopique, plus le point de congélation est bas
- plus le poids moléculaire du sucre est important, plus le point de congélation est bas



NB : La loi de Raoult précise : « dans une solution suffisamment concentrée en un composé dissout, la température de congélation est abaissée d'une quantité proportionnelle à la concentration en composé dissout et à la masse moléculaire de ce composé ».

Applications dans les métiers de la restauration et de l'alimentation :

Principe de réalisation des glaces, sorbets, préparations glacées,

La texture crémeuse du nougat glacé en conservation négative s'explique par sa teneur en sucres importante, qui abaisse le point de congélation de la fabrication et évite sa prise en masse par cristallisation.

Une quantité trop importante de sucre dans un granité réduit la cristallisation de l'eau de constitution (et la formation de paillettes caractéristiques) : l'ensemble forme une masse molle, épaisse, visqueuse ...

1.1.3 Les réactions de l'eau aux principaux constituants de la matière vivante :

Les réactions des principaux constituants de la matière vivante au contact de l'eau sont étudiées dans le dossier, dans chaque partie traitant des différents constituants : les lipides, les protéides, les glucides.

1.1.4 Les réactions de l'eau au contact d'un alcool :**A intégrer : les apports technologiques et scientifiques**

L'alcool est miscible dans l'eau. Mélangé, ils donnent une solution homogène.

1.2 Etude des LIPIDES :

1.2.1 Présentation générale :

Les lipides les plus courants dans l'alimentation sont des molécules de triglycérides. Ces molécules sont formées par l'assemblage d'une molécule de glycérol, et de trois acides gras.

Ils se trouvent majoritairement dans les matières d'origine animale, voire dans certains végétaux : plantes oléagineuses (tournesol, arachide, ...).

Ils présentent tous la particularité d'être insoluble dans l'eau mais soluble dans les solvants organiques (type éther, acétone, hexane, benzène, ...).

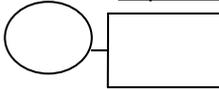
Les lipides ont un double rôle dans l'organisme :

- un **rôle nutritionnel**, par l'apport d'énergie (37,7 kJ/g), d'acides gras essentiels (ils sont dits essentiels car non synthétisables par l'organisme : l'acide linoléique (ou oméga 6) et α -linoléique (ou oméga 3) qui sont des acides gras polyinsaturés) de vitamines liposolubles (A, D, E, K), et d'antioxydants ;
- **un rôle de constitution** (de la membrane cellulaire ou de certaines hormones).
- **et un rôle fonctionnel** (exemple : la testostérone).

Dans l'alimentation, ils jouent également :

- **un rôle organoleptique** par la contribution à la texture et à la sapidité des aliments (support d'arôme, précurseurs de molécules aromatiques) ;
- **un rôle technologique** en tant que fluide caloporteur (notamment dans le cas des fritures) ou comme agent de traitement des surfaces.

Les produits alimentaires contiennent deux groupes importants de lipides :

Les molécules lipidiques monomères : les acides gras	Les molécules lipidiques composées, dont :
<ul style="list-style-type: none"> - les acides gras avec simple liaison – acides gras saturés, - les acides gras avec une double liaison – acides gras mono-insaturés, - les acides gras avec plusieurs doubles liaisons – acides gras poly-insaturés 	<ul style="list-style-type: none"> ○ les glycérides majoritairement les triglycérides¹⁰, formés d'une molécule d'alcool (glycérol) avec 3 fonctions alcool et de molécules d'acides gras <i>Exemple :</i> 80% de la masse de beurre de cacao composé par 3 triglycérides : POP Palmitique – Oléique – Palmitique, POS Palmitique – Oléique – Stéarique et SOS Stéarique – Oléique – Stéarique ○ les phospholipides molécule lipidique comprenant du phosphore (dont la lécithine, agent émulsifiant par nature), à la propriété caractéristique tensioactive <i>Représentation schématique d'un phospholipide</i> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">Pôle hydrophile</div> <div style="text-align: center;">Pôle hydrophobe</div> </div>

De leur composition en acides gras dépendent en grande partie les propriétés des triglycérides :

¹⁰ Majoritairement à 98-99%, restent des mono-glycérides et des acides gras dits libres (non liés).

D'après « introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », tome 1, de Jean-Claude Cheftel et Henri Cheftel, Techniques et Documentation, septembre 1992

MATIERE GRASSE VEGETALE	Chaînes courtes saturées			Chaînes longues saturées			Chaînes longues insaturées			T° solidification en °C
	12 :0 laurique	14 :0 myristique	16 :0 palmitique	18 :0 stéarique	18 :1 oléique	18 :2 linoléique dit omega 6	18 :3 α- linoléique dit omega 3			
HUILE POUR ASSAISONNEMENT										
SOJA	-	-	11	3	25	55	6 à 9	-10 à -16°C		
COLZA			3	1	15	15	9	-10°C		
NOIX	9				17	69				
HUILE POUR FRITURE ET ASSAISONNEMENT										
TOURNESOL	-	-	6	5	20	65	1	-17°C		
MAIS	-	-	13	2	30	55	1,5	-10 à -20°C		
PEPINS de raisins	12			15	68					
ARACHIDE	-	-	10	3	60	22		+3°C		
OLIVE VIERGE			10 à 17		50 à 80	10		+6°C (trouble à +2°C)		
HUILE POUR FRITURE										
PALME	1	3	43	5	39	10	-	+35 à +42°C		
PALMISTE	50	15	8	3	15	3	-	+20 à +25°C		
COPRAH	44	18	10	4	6	2	-	+14 à +22°C		
BEURRE DE CACAO			24	35	39	2		+22°C		

MATIERE GRASSE ANIMALE ET/OU VEGETALE	Chaînes courtes saturées			Chaînes longues saturées			Chaînes longues insaturées			T° solidification en °C
	>8	10 :0	12 :0 laurique	14 :0 myristique	16 :0 palmitique	18 :0 stéarique	18 :1 oléique	18 :2 linoléique dit Omega 6	18 :3 linoléique dit Omega 3	
AUTRES ...										
SAINDOUX				1	25	19	40	5		+27 à +29°C
GRAISSE D'OIE				27			57	11		
BEURRE			3	10	25	10	20	3	2	+20 à +23°C
MARG. TOURNESOL				7			68	18		
CREME FRAICHE				63			28	2		
JAUNE D'ŒUF CRU				29			39	13		
FRUITS SECS										
Noisettes						60				
Noix						55				
Noix de coco sèche						55				
Amandes						54				
Arachides						46				
Noix de coco fraîche						35				
POUDRE DE CACAO				22 à 24						

Ainsi, **dans le cas des huiles**, leur texture (fluide ou concrète) mais aussi leur classification (en lien avec leur réglementation) est directement liée à **la nature de leurs résidus en acides gras** :

FAMILLE	CARACTERISTIQUES	EXEMPLES
HUILE FLUIDE	<ul style="list-style-type: none"> - Forte composition en résidus d'acides gras insaturés - Point de fusion bas - Matière fluide à température ambiante - Indispensable à l'organisme (acides gras essentiels) 	Huile de soja Huile de colza Huile de noix/..

HUILE CONCRETE	- Forte composition en acides gras saturés - Point de fusion haut - Matière solide à température ambiante	Huile de palme Huile de palmiste Huile de coprah ../..
-----------------------	---	--

DECRET DU 12 FEVRIER 1973	
Désignation des huiles sous les appellations réglementaires suivantes	
<i>HUILE VIERGE DE ...</i>	Traitement par pression à froid et filtration éventuelle , sans aucun traitement chimique. (huile d'olive, de noix, etc...) HUILE NON RAFFINEE.
<i>HUILE DE ...</i>	Traitement à partir d'une seule graine ou d'un seul fruit , comprenant une étape de raffinage. (huile de tournesol, etc...)
<i>HUILE VEGETALE DE ...</i>	Mélange d'huiles raffinées , avec indication des proportions de chaque composant sous forme de graphique (ex : huile de tournesol, d'arachide, de pépins de raisin, etc...)

+ **Mention obligatoire de l'utilisation de l'huile** : sous forme écrite (Huile pour friture, Huile pour friture et assaisonnement, Huile pour assaisonnement), sous forme de pictogrammes



avec indication selon le cas de la température à ne pas dépasser.

CLASSIFICATION DES HUILES	RICHE EN ACIDE GRAS SATURES	RICHE EN ACIDE GRAS MONOINSATURES	RICHE EN ACIDES GRAS POLYINSATURES
	<i>Exemple : Acide arachidonique, butyrique</i>	<i>Exemple : acide oléique</i>	<i>Exemple : Acide linoléique, acide linoléique</i>
HUILE POUR FRITURE	COPRAH PALME PALMISTE		
HUILE POUR FRITURE ET ASSAISONNEMENT		ARACHIDE OLIVE	TOURNESOL MAIS PEPINS DE RAISIN
HUILE POUR ASSAISONNEMENT			SOJA COLZA NOIX

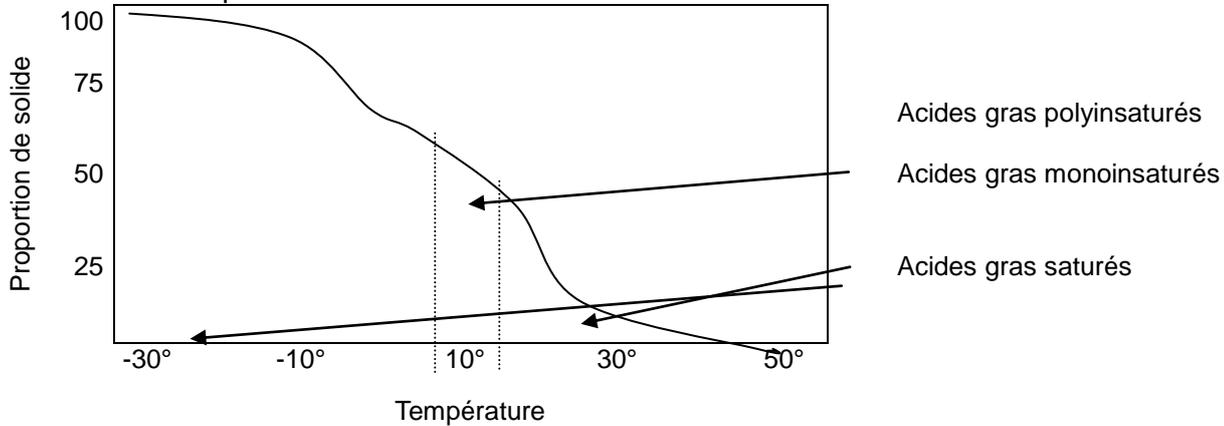
NB : Toutes les huiles présentant une teneur en acide gras essentiel de type **ACIDE ALPHALINOLENIQUE > 2%** sont automatiquement classées selon la législation en : **HUILE POUR ASSAISONNEMENT** ¹¹

APPLICATIONS EN PATISSERIE	AGENT DE FRITURE	AGENT GRAISSANT	AGENT FLUIDIFIANT & BRILLANT
	<u>Applications</u> : Pets de none, beignets divers, ...	<u>Applications</u> : Moules à gaufre, poêle à crêpes, ...	l'utilisation de corps gras avec une t° de fusion négative (comme le

¹¹ Acide alpha-linolénique ou acide oméga 3, reconnu avec l'acide oméga 6 (acide linoléique) comme agent de prévention des maladies cardiovasculaires (L'Hôtellerie, supplément magazine, 5 Février 2004, « Les huiles de friture et notre santé »).

		AGENT DE TEXTURE de certaines pâtes <u>Applications</u> : pâte à pastis, pâte à pizza, ...	tournesol et maïs) <u>Applications</u> : Glaçage chocolat pour stockage froid, ...
--	--	--	---

Dans le cas du beurre, la nature et la quantité de ses acides gras ont une incidence directe sur sa réaction à la température¹² :



La particularité en terme de composition du beurre lui confère une texture propre :

- solide à température basse (t° de solidification : 20 – 24°C)
- molle, plastique à température ambiante (29 – 32°C) – cet état intermédiaire correspond à une suspension des triglycérides à point de fusion haut sous forme de cristaux solides dans les triglycérides liquides,
- liquide à température supérieure à 34°C

A noter la présence limitée de lipides sous forme de triglycérides dans la farine, ne jouant pas de rôle déterminant mais pouvant contribuer à modifier les propriétés fonctionnelles du gluten permettant ainsi à donner la régularité aux structures alvéolaires.

Exemple ¹³	Farine T45	Farine T55	Farine T65	Remoulages	Germe	Blé broyé
Taux de matière grasse	1,2 – 1,4	1,4 – 1,7	1,8 – 2,0	3 - 5	10 - 15	2,2 – 2,8

1.2.2 Les réactions des lipides :

1.2.2.1 Au contact de l'eau : l'insolubilité

Quelques aspects fondamentaux¹⁴ : toute surface liquide forme une pellicule tendue par la présence de forces intermoléculaires ; on parle de **tension superficielle**.

L'eau a une haute tension superficielle de par la structure de ses molécules fortement liées entre elles, ce qui conduit l'eau et la matière grasse à se repousser (par les tensions superficielles s'exerçant entre leurs molécules), conduisant à une séparation des deux liquides en deux phases : une phase aqueuse et une phase grasse : les lipides sont par conséquent insolubles à l'eau.

L'insolubilité est la propriété d'un corps de ne pas pouvoir être dissous dans un autre corps.

La phase grasse surnage à la surface de l'eau (la densité des acides gras est plus faible que celle de

¹² Fiche Précis technologique – Beurre et margarine, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

¹³ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 151

¹⁴ D'après « Biochimie des aliments – Diététique du sujet bien portant », Marlène Frénot & Elisabeth Vierling, Sciences des aliments, série dirigée par Guy Leyral

l'eau : sa densité relative à l'eau est égale à 0,9, donc inférieure à 1).

Exemples : Exemple : lait cru après un temps de repos (avec la formation d'une couche de crème de lait à sa surface), principe de fabrication de beurre clarifié (avec la matière grasse surnageant au dessus du « petit lait »), ..., en cuisine : la vinaigrette après un temps de repos, ...

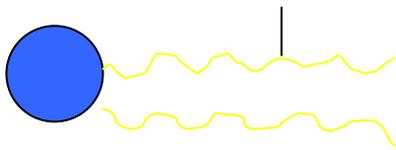
NB : La densité est le rapport de la masse d'un certain volume d'un corps à celle du même volume d'eau, d'air ou de gaz. Par convention, la densité de l'eau égale à 1.

1.2.2.2 Au contact de l'eau et en présence d'agents tensio-actifs : l'émulsion

Pour mélanger une phase aqueuse à une phase grasse, il faut ajouter un agent émulsifiant, jouant le rôle de tensio-actifs. La particularité de certaines protéines ou de phospholipides (**les tensioactifs**) est d'abaisser la tension superficielle des liquides en s'adsorbant aux interfaces huile – eau ou gaz – eau, pour mettre en contact leurs parties hydrophiles à la phase aqueuse, et leurs parties hydrophobes vers la phase non aqueuse.

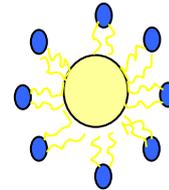
NB : Agents tensioactifs = Agents émulsifiants = Agents émulsionnants

Schématisation d'une molécule tensio-active de type phospholipide



Pôle hydrophile,
soluble dans l'eau
(Tête polaire)

Pôle lipophile ou
hydrophobe, soluble
dans les composés
lipidiques



Positionnement des émulsifiants dans une émulsion stabilisée à la surface des gouttelettes de matière grasse

Une **émulsion** correspond à une dispersion de gouttelettes de matière grasse dans un liquide, ou inversement de gouttelettes d'eau dans la matière grasse, dispersion maintenue pour empêcher leur coalescence (correspondant au regroupement et à la fusion des gouttelettes de matières grasses entre elles) et la déstabilisation de l'émulsion.

Une émulsion d'eau dans huile correspond à une dispersion de gouttelettes d'eau dans une phase grasse.

Une émulsion d'huile dans eau correspond à une dispersion de gouttelettes de matière grasse dans une phase aqueuse

Il est fréquent que la phase continue dans une émulsion soit de fraction volumique plus importante (cas de l'eau dans le lait ou de la crème – émulsion de type H/E) ; dans le cas contraire, on parle « d'émulsion concentrée »¹⁵ : exemple de la ganache ou de la mayonnaise, qui constituent des émulsions de type H/E, l'eau en quantité faible constituant la phase continue du mélange.

Une émulsion peut se présenter sous différents états ; fluide, crémeux, gélifié.

Exemples :

Le battage prolongé de la crème conduit à la rupture de l'émulsion : les gouttelettes de matière grasse fusionnent, se regroupent (coalescence des gouttelettes) et la crème se sépare en deux phases : une phase grasse (beurre), une phase aqueuse (eau, protéines solubles, ...). La rupture de l'émulsion est

¹⁵ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 305

désirée dans le cas de la fabrication du beurre, accidentelle dans la technique de la crème fouettée.

Autre exemple :

La crème ganache est une émulsion de type matière grasse dans eau (H / E), stabilisée par les émulsifiants présents dans le chocolat (la lécithine) et dans la crème (les protéines). Plusieurs causes de rupture d'émulsion (dissociation entre la phase solide et la phase liquide) peuvent avoir lieu en pratique :

- soit un manque de phase aqueuse (déséquilibre du rapport matière grasse / eau) : ajouter dans ce cas, un liquide (lait, crème, jus de fruits, ...) ;
- soit une mauvaise dispersion de la matière grasse dans l'eau : mixer dans ce cas pour homogénéiser ;
- soit un travail en ambiance trop chaude : mixer et faire prendre au froid.

Nouvelles applications (Hervé This) :

Utiliser le principe des sauces émulsionnées chaudes (type beurre blanc) pour l'appliquer à une pâtisserie et réaliser une sauce chocolat. **Principe :** Dans 20 cl de Rivesaltes, faire fondre 225 g de chocolat de couverture à 58%. Verser dans la cuve d'un batteur, refroidir. Monter, foisonner pour obtenir une mousse de chocolat (émulsion mousseuse).

Réaliser une sauce émulsionnée à partir de jaune d'œuf cru dans lequel on ajoute en fouettant et progressivement du beurre fondu (Hervé This a baptisé cette sauce « Kientzheim », de l'alsacien kind (l'enfant) et heim (le foyer).

Un exemple de produits émulsifiants : Gamme des Texturas mis au point par Albert et Ferran Adrià (sources : <http://www.texturaselbulli.com/FRA/>)

- **LECITE** : émulsifiant naturel à base de lécithine (de soja, non-transgénique), se présentant sous forme de poudre, soluble à froid
- **SUCRO** : émulsifiant provenant d'une réaction du saccharose et d'acides gras (sucroester), hydrophile (à dissoudre dans l'élément aqueux avant de procéder au mélange avec la matière grasse)
- **GLICE** : émulsifiant dérivé des graisses (obtenu à partir de la glycérine et des acides gras), lipophile (à dissoudre dans l'élément gras avant de procéder au mélange avec la solution aqueuse).

Les facteurs de stabilité d'une émulsion sont :

Niveau du pH	<u>A pH neutre</u> : solubilité limitée des protéines, ce qui réduit les possibilités d'émulsion <u>A pH acide</u> : diminution de la répulsion électrostatique entre les extrémités polaires des lécithines
Niveau de la température	Diminution de la stabilité des émulsions par coagulation des protéines (Exemple du beurre clarifié). Stabilisation des émulsions par gélification des protéines (Applications en Charcuterie)
Concentration protéique	Nécessité d'un % minimum de protéines pour stabiliser l'émulsion (en règle générale, de 0,5 à 5%)
Action mécanique	En industrie, utilisation d'un homogénéisateur à hautes pressions dans le cas du lait pour disperser de manière homogène les particules de matière grasse dans l'eau <u>Illustration du rôle de l'homogénéisateur à hautes pressions</u> : passage du lait à travers une série de petits orifices sous haute pression, permettant une diminution par 5 de la taille de ses globules gras ; processus appliqué au lait avant traitements thermiques).

Nature des agents émulsifiants	Classification suivant la nature de l'agent émulsifiant :		
	NATURE	TYPE	EXEMPLES ¹⁶
	MATIERES GRASSES	PHOSPHOLIPIDES	LECITHINE E322, majoritairement extraite de l'huile de soja (teneur 2 à 3%). <u>Exemples d'utilisation</u> : produits de boulangerie, chocolaterie, margarinerie, ...
		PHOSPHOLIPIDES dans les cellules animales et végétales ¹⁷	Végétaux (famille des liliacées) de type ail, oignon, échalote
		GLYCERIDES Principale catégorie d'agents émulsifiants à usage alimentaire	MONOGLYCERIDES E471 et dérivés des monoglycérides E472 <u>Exemples d'utilisation</u> : cytoglycéride (en margarinerie, pour améliorer les propriétés de cuisson et réduire les projections lors des fritures), Acétoglycérides (stabilisation des mousses), dérivés du polyoxyde d'éthylène (dans les crèmes glacées et crèmes fouettées).
	ESTERS	ESTERS de polyols, du saccharose, de l'acide lactique, ...	SUCROESTERS (E473) et sucroglycérides (E474) <u>Exemples d'utilisation</u> : crèmes glacées, produits de cuisson, margarinerie, ... ESTERS du sorbitol (E491-5) commercialisés sous le nom de « SPAN » <u>Exemple d'utilisation</u> : stabilisation des cristaux de beurre de cacao dans le chocolat
	PROTEINE S	Combinaison des molécules de caséine entre-elles par du phosphate de calcium, formant une structure tensioactive.	CASEINE dans le lait
AMIDONS	AMIDONS TRANSFORMES	Cas de certains amidons modifiés présentant des fonctions tensioactives	
Nature des agents émulsifiants suivant la nature de l'émulsion :			
EMULSION H/E	Lécithine (soja, jaune d'œuf), protéines (Gomme, mucilage, dextrine, amidon, pectine)		
EMULSION E/H	Cholestérol, lécithine du soja		
Applications :			
PRODUITS	PHASE GRASSE	EMULSIFIANT	TYPE
Lait / crème	MG du lait	Protéines du lait	Emulsion H / E
Beurre	MG du lait	Protéines du lait	Emulsion E / H
Margarine	MG animale et/ou végétale	Lécithine Mono et diglycéride d'acides gras	Emulsion E / H
Ganache	MG de la crème Beurre de cacao MG du beurre	Protéines de la crème Lécithine de soja du chocolat	Emulsion H / E
Glace aux oeufs	MG lait + oeuf	Lécithine du jaune Protéines du lait	Emulsion + Mousse
Crème glacée	MG lait + crème	Mono et diglycérides d'AG Protéines lait et crème	Emulsion + Mousse
Mayonnaise	Huile tournesol/coiza	Lécithine (jaune d'œuf, moutarde selon le cas)	Emulsion H / E
Aïoli	Huile d'olive	Molécules tensioactives de l'ail	Emulsion H / E

¹⁶ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de

1.2.2.3 Au contact de l'air : l'oxydation

L'oxydation correspond au phénomène de dégradation résultante de l'action de l'air sur des composés fragilisés par leur configuration moléculaire ou les traitements subis, et susceptible de fixer l'oxygène de l'air avant de se dégrader

Exemples :

- dans le cas des matières grasses végétales fluides : l'huile d'olive est moins sensible à l'auto-oxydation (par sa teneur à plus de 70% en acide oléique, mono-insaturé) que les autres huiles fluides composées d'acides gras polyinsaturés (comme le tournesol par exemple), fragilisés par leur double liaison, et pouvant s'oxyder rapidement au contact de l'air. Dans le cas spécifique de l'huile d'olive, il est prouvé que cette huile renferme des agents anti-oxydants qui ajoutent à son intérêt nutritionnel (dont plusieurs types de phénols, dont l'hydroxytyrosol et deux « lignanes »¹⁸
- dans le cas des matières grasses animales : le β -carotène (acide gras naturellement présent dans le beurre, lui conférant sa couleur jaune naturelle), en s'oxydant, change de couleur et prend une teinte orangée).

L'oxydation a pour effet de diminuer la valeur nutritionnelle du produit (diminution de la teneur en acides gras polyinsaturés ou de vitamines antioxydantes), ainsi que sa valeur organoleptique (dont un dégagement de composés volatils à odeur de rance).

En outre, il convient de noter que les réactions d'oxydation des lipides conduisent à la formation de substances qui sont mis en cause dans le processus de vieillissement dégénératif de l'organisme ou dans des pathologies graves (cancer, maladies cardiovasculaires, diabète, ...) ¹⁹. Hervé This spécifie le rôle de ces molécules engendrées par les réactions d'oxydation, lesquelles se lient à l'ADN de cellules humaines et présentent le risque de favoriser des cancers²⁰.

Applications :

- *Rancissement des matières grasses à la suite d'une conservation prolongée, correspondant à l'action de l'air sur les acides gras polyinsaturés, notamment le β -carotène (acide gras naturellement présent dans le beurre, lui conférant sa couleur jaune naturelle) qui provoque le changement caractéristique de sa couleur originelle,*
- *Oxydation des produits composés de matières grasses, non protégés hermétiquement,*
- *Oxydation des bains de friture à usages répétés ...*

NB :

A noter l'oxydation désirée dans le cas de l'affinage de certains fromages par exemple.

A noter aussi que les vitesses d'oxydation sont fonction des conditions du milieu, notamment la teneur en oxygène, le pH, la température, la teneur en eau du produit (notamment pour des valeurs d'aw inférieures à 0,2 ou entre 0,4 et 0,7²¹) et la présence ou non d'agents antioxydants.

Enfin, il faut préciser la découverte de chercheurs en Angleterre rapportée par Hervé This ; des expériences scientifiques ont montré l'incidence de l'oxydation des matières grasses dans le goût désagréable de « réchauffé », donnant aux produits conservés au froid et remis en température des odeurs de carton, d'huile de lin, de caoutchouc / soufré, ou encore de rance, et particulièrement pour les fabrications cuites à basse température.

Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 333

¹⁷ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Dérivés d'aïoli » page 200

¹⁸ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 39

¹⁹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 117

²⁰ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 39

²¹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 111

1.2.2.4 Au contact de molécules odorantes : l'enfleurage

Les matières grasses ont la propriété de dissoudre les molécules odorantes ; on dit souvent qu'elles piègent les parfums.

Cette propriété est utilisée par les fabricants de parfums, dans la technique de l'enfleurage. L'enfleurage est le procédé d'extraction des molécules odorantes par leur solubilisation dans les matières grasses²².

Application : procédé de fabrication des parfums à partir de l'extraction des composés aromatiques des fleurs par contact avec une matière grasse.

Autre application : prendre la précaution de fermer hermétiquement tous produits contenant des matières grasses au cours de leur conservation, et d'éviter leur stockage dans un environnement très odorant.

1.2.2.5 Au contact de la température :

Les propriétés thermiques (déterminant notamment les points de fusion et de cristallisation) des lipides dépendent de la longueur de la chaîne et de l'insaturation des acides gras, ainsi que de la nature des triglycérides.

NB : il est courant de différencier au sein des matières grasses :

- **les huiles** (matière grasse liquide à température ambiante) : huiles végétales (tournesol, colza, olive, arachide, ...), huiles de poisson
- **des graisses** (matière grasse solide à température ambiante) : graisse d'oie, de porc (saindoux), de bœuf (suif), ... ou encore certaines graisses d'origine végétale dites concrètes (comme le coprah, palme, palmiste) désignées à tort comme « huile ».

1.2.2.5.1 La cristallisation :

La cristallisation est la propriété des acides gras de former des cristaux par refroidissement.

NB : le terme s'applique de même pour l'eau et les glucides (sucre et amidon).

Plus exactement, la particularité de la cristallisation des lipides tient à leur propriété polymorphique (aptitude des lipides de se lier en différentes configurations) et à la taille de ses cristaux déterminant directement les propriétés de fusion et rhéologiques des matières grasses.

En situation pratique, la cristallisation peut être désirée ou accidentelle (dépendant fortement de : la maîtrise des techniques, de la température, de l'humidité dans l'air).

Comme pour les sucres, le procédé de cristallisation s'opère en deux temps :

- une première étape de nucléation (consistant en la formation de germes cristallins)
 - une deuxième étape de croissance des cristaux.
- Dans le cas des huiles (fluides et concrètes) : les huiles présentent des plages de cristallisation variables suivant leur composition en acides gras, et leur répartition en acides gras saturés et acides gras insaturés, dont les acides gras linoléique et alpha-linolénique :

²² « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Eloge de la graisse » page 196

D'après « introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », tome 1, de Jean-Claude Cheftel et Henri Cheftel, Techniques et Documentation, septembre 1992

MATIERE GRASSE VEGETALE	Chaînes courtes saturées		Chaînes longues saturées			Chaînes longues insaturées			T° solidification en °C
	12 :0 laurique	14 :0 myristique	16 :0 palmitique	18 :0 stéarique	18 :1 oléique	18 :2 linoléique dit omega 6	18 :3 α- linoléique dit omega 3		
HUILE POUR ASSAISONNEMENT									
SOJA	-	-	11	3	25	55	6 à 9	-10 à -16°C	
COLZA			3	1	15	15	9	-10°C	
NOIX	9				17	69			
HUILE POUR FRITURE ET ASSAISONNEMENT									
TOURNESOL	-	-	6	5	20	65	1	-17°C	
MAIS	-	-	13	2	30	55	1,5	-10 à -20°C	
PEPINS de raisins	12			15	68				
ARACHIDE	-	-	10	3	60	22		+3°C	
OLIVE VIERGE			10 à 17		50 à 80	10		+6°C (trouble à +2°C)	
HUILE POUR FRITURE									
PALME	1	3	43	5	39	10	-	+35 à +42°C	
PALMISTE	50	15	8	3	15	3	-	+20 à +25°C	
COPRAH	44	18	10	4	6	2	-	+14 à +22°C	

Applications : Dans la fabrication des appareils pour glaçage (chocolat, ...), des huiles végétales fluides à forte teneur en acides gras polyinsaturés sont utilisées, en raison de leur aptitude à ne pas figer au froid ou pendant leur stockage au froid (cas de l'huile de maïs, dont la température de cristallisation au froid oscille entre -10 et -20°C).

• **Dans le cas du beurre de cacao :**

MATIERE GRASSE VEGETALE	Chaînes courtes saturées		Chaînes longues saturées			Chaînes longues insaturées			T° solidification en °C
	12 :0 Laurique	14 :0 myristique	16 :0 palmitique	18 :0 stéarique	18 :1 oléique	18 :2 linoléique dit omega 6	18 :3 α- linoléique dit omega 3		
BEURRE DE CACAO			24	35	39	2		+22°C	

Le beurre de cacao est composé majoritairement de triglycérides : 80% de la masse de beurre de cacao est composé par l'assemblage de 3 acides gras prépondérants (l'acide stéarique, l'acide oléique et l'acide palmitique), formant 5 triglycérides. Les proportions d'acide gras dans le beurre de cacao varient en fonction des origines des cacaos et des époques de récolte des fèves. Le niveau d'insaturation de chaque triglycéride détermine leur point de fusion, et leur point de solidification

Par conséquent, sa cristallisation ne s'opère pas en une seule température, mais dans une plage de température comprise entre 20 et 27°C (on parle de « plage de cristallisation »).

A noter : la stabilité des produits à base de chocolat soumis à cristallisation requiert un temps minimum de stockage au froid de 4h à +3°C pour obtenir une cristallisation homogène du beurre de cacao contenu dans le chocolat.

Applications :

- Cristallisation désirée : procédé de mise au point de la couverture de chocolat (l'opération de « pré-cristallisation » de la couverture de chocolat a pour but d'orienter la cristallisation du beurre de cacao vers la forme cristalline la plus stable β, laquelle limitant les défauts de brillance et de texture pouvant survenir au cours du stockage), mode de réalisation d'une ganache (de préférence utiliser un chocolat entre 35 et 40°C, t° supérieure au point de fusion du beurre de cacao 35°C).

NB : si le cristal β est recherché massivement en chocolaterie, pour les propriétés qu'il confère au chocolat (« casse sèche et sonore entre les doigts et résistance à l'écrasement sous la dent »), c'est le cristal β' qui est préféré pour d'autres applications type viennoiserie ou crème glacée, lequel « favorise l'aération et améliore l'onctuosité et le fondant en bouche »²³

- **Cristallisation accidentelle :** phénomène de blanchiment gras survenant sur des bonbons chocolat par exemple après un pré cristallisation d'un chocolat de couverture mal conduite.

NB : particularité du chocolat d'être « monotropique »²⁴, c'est-à-dire que ses cristaux de matière grasse ne se transforment que dans un sens (du plus bas point de fusion au plus haut point de fusion, ce qui explique les étapes de refroidissement et de remontée en température)

NB : Frédéric Bau mentionne dans son ouvrage « Au cœur des saveurs »²⁵, **l'intérêt de gérer la température des mélanges dans la fabrication des mousses au chocolat afin de se situer toujours au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao** (dans l'idéal, t° de travail entre 29 et 32°C, 29°C pour être au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao, et inférieure à 34°C pour éviter la fonte de la crème fouettée et la perte de son foisonnement)

- **Autre exemple :** cas d'une mousse au chocolat sur base crème anglaise : « chinoiser » la crème anglaise sur la couverture hachée (t° du mélange préconisée : 45 – 55°C), émulsionner l'ensemble pour obtenir une texture lisse, brillante et élastique ; opérer un premier pré-mélange avec une partie de la crème montée mousseuse et mélanger l'ensemble (T° de mélange entre 26 et 30°C). La cristallisation peut alors s'opérer après avoir coulé aussitôt le mélange précédent dans le moule choisi.

1.2.2.5.2 La fusion :

La fusion correspond au **changement d'état** d'un corps (de l'état solide à l'état liquide), valable pour l'eau et les lipides. Ce point de fusion est variable suivant la longueur de la chaîne carbonée, du nombre de liaisons multiples, de la stéréochimie des doubles liaisons.

- **Dans le cas du beurre :** le beurre, par sa composition en triglycérides de nature différente, n'a pas de température de fusion mais une plage de fusion (correspondant à la fusion des triglycérides à des températures variables).

Cette particularité explique le passage du beurre :

- d'un état initial solide
- à un état intermédiaire mou (correspondant à une suspension des triglycérides à point de fusion haut sous forme de cristaux solides dans les triglycérides liquides),
- à un état final liquide

comme l'illustre le tableau suivant :

Symbole	Nom usuel	Etat physique à 25°C	Tfusion
4 : 0	Acide butyrique	Liquide	-8°C
16 : 0	Acide palmitique	Liquide	+62°C
18 : 0	Acide stéarique	Solide	+ 70°C
18 : 1 Δ 9	Acide oléique	Liquide – Solide	+ 10°C
18 : 2 Δ 9, 12 dit Omega 6	Acide linoléique	Liquide	-5°C

Δ Indique la position de la double liaison sur le C (Carbone) compté à partir du groupement acide COOH.

La plage de fusion correspond à une température ambiante moyenne de 29 à 34°C.

- **Dans le cas du beurre de cacao :**

Le beurre de cacao est composé majoritairement de triglycérides : 80% de la masse de beurre de cacao est composé par l'assemblage de 3 acides gras prépondérants (l'acide stéarique, l'acide oléique et l'acide palmitique), formant 5 triglycérides. Les proportions d'acide gras dans le beurre de cacao varient en fonction des origines des cacaos et des époques de récolte des fèves. Le niveau d'insaturation de chaque triglycéride détermine leur point de fusion, et leur point de solidification

²³ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 52

²⁴ « Au cœur des saveurs », Frédéric Bau, Montagud Editores 2006

²⁵ « Au cœur des saveurs », Frédéric Bau, Montagud Editores 2006

NB : 75% des triglycérides ont une température de fusion entre 20 et 34°C, 50% entre 30 et 34°C

Par conséquent, le beurre de cacao ne possède pas une seule et unique température de fusion, mais une plage de température de fusion.

Plage de fusion du beurre de cacao : 30 – 35°C

Application :

Les mauvaises conditions de conservation, et dans certains cas le non respect des étapes de pré cristallisation (avec la formation de cristaux non stables dans la masse de chocolat) confèrent au chocolat, notamment le défaut de « blanchiment gras ». Il correspond à l'apparition de traces blanchâtres à la surface du chocolat (migration de certains constituants, notamment des composés de beurre de cacao, venant cristalliser en surface et prenant une couleur blanche caractéristique), consécutif à un travail du chocolat à des températures plus élevées que celles préconisées, et/ou une conservation à température élevée et en atmosphère humide.

Il convient de noter que la fusion d'un des triglycérides composant le beurre de cacao démarre à partir de 16°C, ce qui limite la conservation des produits chocolatés (décors en chocolat, bonbons de chocolat, ...) dans des environnements à des températures de **15°C maximum**.

- **Dans le cas des huiles fluides :** les huiles présentent des plages de fusion restreintes tenant à leur composition en acides gras, et notamment en acides gras polyinsaturés dont les acides gras linoléique et alpha-linolénique :

D'après « introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », tome 1, de Jean-Claude Cheftel et Henri Cheftel, Techniques et Documentation, septembre 1992

MATIERE GRASSE VEGETALE	Chaînes courtes saturées		Chaînes longues saturées			Chaînes longues insaturées			T° solidification en °C	
	12 :0 laurique	14 :0 myristique	16 :0 palmitique	18 :0 stéarique	18 :1 oléique	18 :2 linoléique dit omega 6	18 :3 α- linoléique dit omega 3			
HUILE POUR ASSAISONNEMENT										
SOJA	-	-	11	3	25	55	6 à 9	-10 à -16°C		
COLZA			3	1	15	15	9	-10°C		
HUILE POUR FRITURE ET ASSAISONNEMENT										
TOURNESOL	-	-	6	5	20	65	1	-17°C		
MAIS	-	-	13	2	30	55	1,5	-10 à -20°C		
ARACHIDE	-	-	10	3	60	22		+3°C		
OLIVE VIERGE			10 à 17		50 à 80	10		+6°C (trouble à +2°C)		
BEURRE			3	10	25	10	20	3	2	+20 à +23°C

Du tableau, il ressort que :

- plus une matière grasse est riche en acides gras polyinsaturés, plus sa température de fusion est basse ;
- plus une matière grasse est riche en acides gras à triple liaison (type acide α – linoléique dit omega 3), plus sa température de fusion est basse.

NB : la plage de fusion du saindoux est de +36 à +40°C, sa température critique : 210°C.

- **Autres cas : la cuisson des viandes**

Sous l'action de la température, les lipides constitutifs des viandes fondent (la température de fusion est fonction de la nature et la quantité de triglycérides en un, deux ou trois acides gras insaturés).

Pour exemple, la température de début de fonte des lipides dans une viande de porc est de l'ordre de 25 à 28°C²⁶.

²⁶ « Alimentation et processus technologiques », Edition Educagri, Alain Branger – Marie – Madeleine Richer – Sébastien Roustel, 2008, page 148

1.2.2.5.3 La décomposition par la chaleur (pyrolyse) :

La décomposition correspond au phénomène de **pyrolyse**.

Le point de fumée d'une matière grasse correspond à la température au-delà de laquelle le corps gras se décompose, en formant des composés acres ou amers, dont certains s'avèrent dangereux pour la santé (les HAP Hydrocarbure Aromatique Polycyclique).

Exemples :

- la température critique du beurre se situe vers 120°C ;
- la température d'utilisation préconisée sur les étiquetages des huiles d'arachide et de tournesol (180°C), de l'huile d'olive (140°C).
- pendant la phase de torréfaction des grains de café (entre 190 et 230°C), plusieurs modifications physiques et chimiques interviennent qui agissent sur le développement des qualités organoleptiques du café vert, dont : l'altération des matières grasses.

Par son traitement thermique (la torréfaction) et la teneur des grains de café en lipides (12 à 17% de matière grasse), le café est susceptible de produire des HAP (exemple le 3-4 Benzpyrène, l'antracène, le phenanthrène, le pyrène, ...).

1.2.2.6 Sous l'action mécanique :

La propriété de la matière grasse d'origine animale (beurre) et/ou végétale (margarine) de plasticité permet d'élever la viscosité de certaines fabrications et de :

- **fixer et stabiliser les bulles d'air** sous l'action mécanique de battage, assurant le foisonnement et l'aération de certaines crèmes (cas des crèmes mousselines par exemple)
- **stabiliser les émulsions** (cas de la crème d'amandes par exemple)

Par extension, la quantité de matière grasse agit directement sur le volume et le gonflement de la pâte, pouvant provoquer la rupture partielle ou totale des bulles d'air et la déstabilisation de certaines pâtes en fabrication (cas de certaines pâtes à génoise riche en matière grasse nécessitant un apport en émulsifiant type émulsifiant pour Pâtes battues (HF66, PECO50, Galligen, JILK, ...) ; exemple de génoise sur base de pâte d'amandes).

Le cas particulier des additifs de nature lipidique (agents émulsifiants) :

Exemples : Lécithine E322, Mono et di glycérides d'acides gras E471, voire émulsifiant pour Pâtes battues (type HF66, PECO50, Galligen, JILK, ...).

L'émulsifiant agit à l'interface de l'eau et de la matière grasse, limitant les phénomènes de séparation pendant la réalisation (le grainage), et prolongeant la conservation en retardant la rétrogradation de l'amidon, préalable au rassissement des pâtes)

Applications : *Utilisation d'agents émulsifiants notamment dans le cas de pâtes riches en matière grasse (exemple des génoises sur base pâte d'amandes, des pâtes levées non fermentées type cakes), et dans le cas d'une production en série de pâte à génoise par exemple (exemple de montage de génoises à froid pour compenser l'effet de la chaleur en fabrication par une liaison plus forte entre les phases aqueuse et grasse)*

Utiliser au dosage de 5 à 7% du poids de la farine utilisée

L'émulsifiant agit de manière complémentaire sur :

- la formation des pâtes jaunes grâce à une meilleure hydratation, permettant une augmentation de sa viscosité et une propension de la pâte à incorporer et retenir les bulles d'air
- la texture des pâtes jaunes en raison de sa capacité à fixer et stabiliser une quantité plus importante de matière grasse, laquelle apporte plus de moelleux aux fabrications

Applications : *Cas spécifique des pâtes battues : génoises sur pâte d'amande*

NB : dans le cas des cakes, le foisonnement est déconseillé au risque d'accélérer les phénomènes de rétrogradation de l'amidon et le rassissement des pâtes.

Précis sur un agent émulsifiant : la lecite (Gamme desTexturas, Ferran et Albert Adria)

La lecite est un émulsifiant naturel à base de lécithine (de soja, non-transgénique), et se présente sous forme de poudre, soluble à froid. Le produit est utilisé dans la réalisation de mousses « extraordinaires », qualifiées « d'air » par Ferran Adrià.

Le principe est de dissoudre simplement la lecite dans la solution, et d'utiliser un mixeur maintenu à la surface de la solution (pour faciliter l'incorporation d'air), de stopper dès la formation complète de la mousse, d'attendre environ 1mn pour la stabiliser, de récupérer la mousse à la surface du liquide, et de renouveler l'opération dès que nécessaire.

Application : extrait de la documentation des produits Texturas

Air au citron : 225 g de jus de citron + 275 g d'eau + 1,5 g de Lecite.

Autre recette : dissoudre 25 g de Lecite dans 1 litre de solution (jus d'herbes,) pour obtenir une mousse volumineuse et stable.

1.3 Etude des PROTIDES :

1.3.1 Présentation générale :

Les protéines sont des **macromolécules dites fonctionnelles**, présentant des séquences spécifiques d'acides aminés, de forme linéaire ou sphérique (sorte de pelote repliée sur elle-même), structurées dans l'espace sous la forme :

- d'une structure primaire : enchaînement linéaire d'une séquence (ordre et nature définis) d'acides aminés par liaison covalente (liaison forte) appelée **liaison peptidique** ;
- d'une structure secondaire et tertiaire correspondant à des enroulements sur elle-même de la structure primaire stabilisés par des liaisons chimiques faibles (comme les liaisons hydrogène) ce qui fragilise l'édifice.
- éventuellement d'une structure quaternaire correspondant à un assemblage symétrique de au moins deux chaînes protéiques

Les protéines tirent leurs **propriétés caractéristiques** (dont l'élasticité et la viscosité) de l'agencement des acides aminés dans l'espace et de la nature des liaisons entre-eux (forte pour la structure primaire, faible pour les structures secondaires et tertiaires).

Les protéines présentent deux principales fonctions alimentaires :

- **nutritionnelle**, par leur apport notamment en acides aminés essentiels et en peptides
- **organoleptique**, par leur contribution à la couleur des aliments, à la texture (capacité de rétention d'eau, propriétés gélifiante, moussante et émulsifiante), à la saveur (acides aminés et peptides amers et sucrés) ou encore à l'arôme (les protéines peuvent être des vecteurs de molécules aromatiques ou précurseurs d'arômes).

Les protides se différencient :

- **par leur composition**²⁷ :

- **Les protéines pures (holoprotéines)**, essentiellement composé de résidus d'acides aminés (au nombre de 21 types dont 8 acides aminés essentiels) formant soit des acides aminés simples, des dipeptides (combinaison de deux acides aminés), tripeptides ... voire des polypeptides, dont les **protéines** (composées de plus d'une centaine de molécules d'acides aminés)

Exemples : protéines globulaires de type albumines, globulines ; protéines fibrillaires (actine, myosine, collagène, élastine)

NB : Acides aminés essentiels : lysine, tryptophane, ...

- **Les hétéroprotéines**, composé d'acides aminés et autres composés non protéiques divers

Exemples : la caséine du lait (association de protéine, de calcium et de phosphore) ; les lipoprotéines du jaune d'œuf (combinaison de protéines et de lipides).

- **par leur origine** :

- **origine ANIMALE :**

On note la présence de protéines d'origine animale dans : les cellules germinales (œufs), les muscles (viande, chair de poisson), les liquides biologiques (lait, sang) et les tissus conjonctifs (os, cartilage).

NB : en terme d'équilibre alimentaire, il faut noter la présence d'aa indispensables dans les protéines animales, à la différence des protéines végétales, ce qui explique la nécessité de varier son alimentation notamment en consommant des protéines animales.

²⁷ « Protéines alimentaires », JC Cheftel – JL Cuq – D. Lorient, Editions Lavoisier

1- les protéines de l'œuf :

- dans le blanc d'œuf : les protéines représentent 10,6% du blanc d'œuf, et 90% de la matière sèche (Exemple : ovalbumine à près de 43% de la matière sèche, et : conalbumine, ovomucoïde, ovoglobulines, lysozyme, ovomucine.

A noter les propriétés spécifiques, nutritionnelle ou fonctionnelle, de chaque protéine : ovalbumine (propriétés gélifiantes), ovoglobulines (propriétés moussantes), ...

- dans le jaune d'œuf : les protéines représentent 16% du jaune d'œuf, et 30% de la matière sèche (Exemple : principalement les lipovitellines, et : phosvitine, livétines, ...

2- les protéines des muscles :

Les protéines de la viande représentent 20% de la masse du muscle brut, réparties ainsi :

- 50 à 55% de protéines myofibrillaires (myosine, actine)
- 30 à 35% de protéines sarcoplasmiques (enzymes, myoglobine)
- 10 à 15% de protéines du tissu conjonctif (dont : **le collagène** : molécules formant un tissu fibreux²⁸ gainant les cellules musculaires ; **élastine** : en proportion réduite, insensible à la chaleur, propriété élastique caractéristique)

Les muscles dans le poisson représentent de 35 (merlan) à 70% (hareng, carpe) du poids du poisson, et les protéines 20% de la masse du muscle, réparties ainsi :

- 60 à 75% de protéines myofibrillaires
- 20 à 35% de protéines sarcoplasmiques
- 2 à 5% de protéines du tissu conjonctif (dont le collagène, dont la teneur est fonction de la fraîcheur et de l'espèce).

3- les protéines du lait :

Les protéines du lait représentent 30 à 35% du lait (teneur variable selon l'alimentation, la saison, les cycles de lactation), sous forme :

- de micelles de **caséines** (à près de 80% des protéines du lait – 2,4 à 2,8 g pour 100g de lait), en suspension dans la phase aqueuse du lait : la caséine est un complexe protéinique instable sous l'action acide (ferments lactiques) et/ou enzymatique.

A noter que les caséines sont majoritairement utilisées par l'industrie agroalimentaire pour leur capacité de rétention d'eau, leurs propriétés épaississantes, gélifiantes et interfaciales

- de **protéines solubles présentes dans le lactosérum** (environ 20%) dont la lactoglobuline, la lactalbumine, autres... – teneur moyenne de 0,56 g pour 100g de lait. Il s'agit de complexe protéinique instable à la chaleur (coagulation sous l'action de la chaleur à partir de 80°C)

4- les protéines du sang :

Le sang a une teneur protéique moyenne de l'ordre de 17%.

5- les protéines des tissus conjonctifs (os, cartilage) :

La gélatine est une protéine fibreuse très largement répandue dans le règne animal, obtenue par hydrolyse acide partielle d'un composé (le collagène) contenu dans la peau, le tissu conjonctif de bovins et de porcins et/ou d'os de bovins (osséine). Il s'agit d'un colloïde protéinique naturel (d'origine animale) donnant en solution aqueuse, des propriétés gélifiantes et stabilisantes fonction de son type, de sa concentration, de son pH et des conditions opératoires de T° et de pression.

La gélatine n'appartient pas à la famille des additifs alimentaires²⁹.

○ **origine VEGETALE :**

Dans les végétaux, les protéines sont présentes dans :

- **les graines de céréales** : blé, maïs, riz, orge, ..)³⁰, dont la teneur protéique moyenne est de l'ordre de 8 à 12%

²⁸ Article « La viande de bœuf : structure et tendreté », de Bernard Louis Dumont – Pour la science, hors série

²⁹ Selon l'AM du 2.10.97 (article 10, page 16265) source <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9700107A>

PROLAMINES GLIADINE	Insoluble dans l'eau, soluble dans les solutions alcooliques Teneur moyenne de 40 à 50% des protéines totales du blé Apport de viscosité au gluten 1. <i>NB</i> : Gliadine, nom particulier des prolamines dans le blé	80 à 85% des protéines de la farine, nommées protéines du GLUTEN, aux propriétés visqueuses et élastiques Une farine, par sa capacité à former un réseau de gluten, est dite panifiable (c'est-à-dire apte à produire des pains à structure alvéolaire aérée)
GLUTENINE	Insoluble dans l'eau, solubles dans les solutions diluées d'acide ou de base Teneur moyenne de 30 à 40% des protéines totales du blé Apport d'élasticité, de cohérence et de résistance aux déformations au gluten	
ALBUMINES	Solubles dans l'eau Teneur moyenne de 5 à 10% des protéines totales du blé	Utilisées en partie comme nutriment par les levures, et comme agent de la réaction de Maillard
GLOBULINES	Insolubles dans l'eau mais solubles dans les solutions salines diluées Teneur moyenne de 5 à 10% des protéines totales du blé	

- **les graines de légumineuses** (dont les protéagineux : lentille, haricot, pois, et les oléoprotéagineux : soja³¹, colza, arachide, tournesol), dont la teneur protéique moyenne est de l'ordre de : pour les protéagineux (20 à 25%), pour les oléoprotéagineux (20 à 40%).
mais aussi dans les racines et tubercules, ainsi que dans les feuilles.

NB : Particularités des protéines type « protéine animale » : pauvreté en acides aminés soufrés / Particularités des protéines type « protéine végétale » : déficience en une variété d'acide aminé, la lysine.

Le cas particulier des enzymes :

Les enzymes sont des protéines généralement hydrosolubles et thermolabiles, jouant la fonction de catalyse d'une réaction chimique de façon spécifique et très efficace, dans des conditions (t°, pH, pression) compatibles avec l'activité biologique.

Elles sont présentes naturellement dans toutes les cellules (animales, végétales, micro-organismes), ou peuvent être synthétisées industriellement par extraction à partir de micro-organismes de type : bactéries, champignons, ...

On distingue, dans la famille des enzymes :

AMYLASE	Hydrolyse des liaisons glucidiques	Action de l' α -amylase et de la β -amylase indispensable et complémentaire de celle des levures au cours de la panification - dénaturation de l' α -amylase vers 75°C - dénaturation de l' β -amylase vers 85°C <i>NB</i> : Forte présence d' α -amylase dans le malt, obtenue par germination de l'orge, autorisée comme agent correctif du taux d'amylase jusqu'à hauteur de 0,3% dans les farines de panification.
PROTEINASE	Hydrolyse des liaisons peptidiques (enzymes protéolytiques)	Enzymes protéolytiques, présentes à l'état naturel dans certains fruits (exemples : broméline dans l'ananas, ficine dans la figue, papaïne dans la papaye ...) ³²
PECTINASE	Hydrolyse des liaisons pectiniques (enzymes pectinolytiques)	Enzymes pectinolytiques pouvant être présentes dans certains fruits (exemples : tomate, orange, ...). Enzymes pectinolytiques présentes dans les viandes :

³⁰ « Chimie du petit déjeuner », Marie Terrien – Josette Fournier, Editions Culture et Techniques, Collection Formation, page 38

³¹ Fabrication du Tofu, aliment caméléon caractéristique de l'alimentation chinoise, particulièrement riche en protéine, à base de haricots de soja (haricots de soja écrasés, mouillés pour former du lait de soja, porté à ébullition et ensemencé avec des agents de plâtre à mouler, moulé puis pressé et refroidi).

³² Article « Le cru et le cuit », de Hervé This – Thuriès Magazine Gastronomie n°149, Mai 2003

		cathépsines (activation des cathépsines entre 30 et 50°C ; dénaturation à partir de 58°C)
LIPASE	Hydrolyse des triglycérides (enzymes lipolytiques)	Dénaturation de la lipase à 60°C
LIPOXYGENASE	Catalyse l' oxydation par le dioxygène des acides gras libres insaturés	<i>NB : Forte présence de lipoxygénase dans la farine de fève comparée à la farine de blé (20 fois plus)³³</i>

1.3.2 Les réactions des protéines :

1.3.2.1 Avant propos : la question de la dénaturation

La **dénaturation** correspond à une modification de la conformation de la macromolécule PROTEINE, sans pour autant être accompagnée de la rupture des liaisons peptidiques (c'est-à-dire des liaisons entre les acides aminés) Elle est une désorganisation plus ou moins importante de la structure interne des édifices protéiques, notamment la structure tertiaire, et réorganisation réversible (dénaturation sans rupture des liaisons peptidiques) ou irréversible (dénaturation avec rupture des liaisons peptidiques).

Elle a lieu :

- sous l'action de la température,
- mais aussi : sous l'action mécanique,
- au contact d'acide : un pH acide provoque une insolubilité et une agrégation des protéines entre elles (phénomène irréversible)
- au contact d'un alcool (exemple : le niveau de dénaturation des protéines de l'œuf est proportionnelle à la quantité et au degré alcoolique de l'alcool utilisé)

Selon la nature de l'agent, les effets de la dénaturation protéique sont nombreux et celle-ci peut atteindre :

- soit un stade irréversible ou perte définitive de la structure native, donc perte des propriétés fonctionnelles de la protéine (surtout propriétés de solubilité et d'hydratation).
- soit un stade réversible avec la possibilité de retour à la structure native et la restauration de ses propriétés fonctionnelles.

Applications : Dénaturation des protéines du jaune d'œuf (crème anglaise, ...) et de l'œuf entier (génoise, ...); Dénaturation des protéines de la farine (gluten) au contact d'eau et sous l'action mécanique : déplissement, alignement des protéines et formation d'un réseau viscoélastique qui englobe les grains d'amidon de la farine.

NB : Une contribution d'Eric Kalinowski, CMA Arras

Protéine et Chaleur : alors que le terme "dénaturation" en lui-même semble péjoratif, **elle est cependant indispensable** en Pratique culinaire (sauce) et en Diététique (digestibilité du blanc d'œuf).

1.3.2.2 Au contact de l'eau :

Les protéines (solubles) s'hydratent et se solubilisent au contact de l'eau. Elles forment une solution visqueuse, de type colloïdal.

Exemples :

- *La gélatine : absorption d'eau en solution froide par la gélatine, de 5 à 6 fois son poids en eau.
Applications : réhydrater la gélatine soit dans 5 fois son poids en eau, soit au min 30 mn dans un grand volume d'eau.*
- *Hydratation des protéines de l'œuf au contact de l'eau*
- *Dissolution des éléments solubles de la farine au contact de l'eau, notamment les protéines et*

³³ Op. cité, page 226

- fibres solubles, sucres, enzyme, sel)*
- *Cas des protéines solubles présentes dans le lactosérum du lait dont la lactoglobuline, la lactalbumine, l'immunoglobuline, ...*
 - *Diffusion dans le liquide de blanchiment des protéines solubles de la viande ou de la volaille (cas des cuissons de type « pocher » : exemple de la Blanquette de veau, Poularde pochée ...).*

1.3.2.3 Au contact de la température :

1.3.2.3.1 La décomposition par la chaleur (pyrolyse) :

La décomposition des protéines par la chaleur en acides aminées correspond au phénomène de **pyrolyse**.

Exemples :

- pendant la phase de torréfaction des grains de café (entre 190 et 230°C), plusieurs modifications physiques et chimiques interviennent qui agissent sur le développement des qualités organoleptiques du café vert. Les protéines présentes dans les fèves de café vert (10 à 13%) se dénaturent rapidement par la chaleur (environ 30%) et se décomposent en acides aminés. Ceux-ci sont soit dégradés, soit ils participent aux **réactions de Maillard** avec les sucres pour donner certains composés aromatiques.

1.3.2.3.2 La fusion :

Cas de la gélatine :

La gélatine est une protéine fibreuse très largement répandue dans le règne animal. Elle est obtenue par hydrolyse acide partielle du collagène contenu dans la peau, le tissu conjonctif de bovins et de porcins (le collagène gaine les fibres musculaires des bovins et des porcins), et/ou d'os de bovins (osséine). La gélatine, une fois réhydratée, fond entre 27 et 35°C, et se **solubilise à partir d'une température de 37°C**.

Applications : *fusion de la gélatine au micro-ondes, avant incorporation dans : un appareil à bavarois, un crémeux, ...*

A noter la particularité du collagène, protéine du tissu conjonctif, de s'hydrolyser dans un milieu humide en formant de la gélatine à partir de **55°C**³⁴ dans le cas de la viande, et à des températures plus basses (de l'ordre de **30 à 45°C**, fonction de l'espèce) dans le cas du poisson. Dans le cas de la viande, une cuisson longue (minimum 1h) à une température supérieure à 80°C provoque une **solubilisation** significative du collagène³⁵.

Applications : *cas des cuissons sans brunissement (type pocher), des cuissons combinées (type braiser, ..) appliquées aux viandes de 3^{ème} catégorie.*

Dans le cas de poissons contenant une grande quantité d'arêtes (exemple : l'aloise), une cuisson en bocal hermétiquement fermés à 100°C pendant près de 3 heures permet une hydrolyse du collagène composant les arêtes et leur ramollissement.

A noter aussi la pratique de plonger certains mollusques (poulpe, ...) dans une eau bouillante salée (avec jus de citron) et de mener une cuisson à petite ébullition environ 35 mn pour attendrir ses chairs.

1.3.2.3.3 La gélification thermique :

Un gel est défini par les physiciens comme **une dispersion d'un solide dans un liquide**³⁶.

Les exemples dans les métiers de l'Alimentation ne manquent pas : blanc d'œuf, confiture,

³⁴ Protéine présente dans les tendons, ligaments, os, et en proportion variable dans les muscles des animaux

³⁵ Article « *La viande de bœuf : structure et tendreté* », de Bernard Louis Dumont – Pour la science, hors série

³⁶ « *De la science aux fourneaux* », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 63

sauce, sirop, ... mais aussi les tissus animaux ou végétaux (viande, poisson, fruit, légume, ...) étant donné leur composition riche en eau.

Hervé This propose de classer les gels en deux grandes catégories :

- **les gels réversibles** (ex : gel à partir de protéines type gélatine, gel à partir de glucides type agar-agar, pectine thermoréversible, ...), se distinguant par la capacité de ses composants (ex : les molécules de gélatine dans le cas d'une gelée) de se lier ou de se délier selon la t° en raison de leur type de liaison assuré par des forces physiques faibles ;
- **les gels irréversibles** (ex : gel à partir de protéines type protéines du blanc d'œuf, du poisson ou de la viande, ... gel à partir de glucides type alginate, pectine non thermoréversible ...), se différenciant des autres gels par la nature de leur liaison chimique, forte.

Dans le cas des protéines, il faut uniquement retenir comme exemple :

- **de gel réversible** : la gélification des **protéines de gélatine** (pour la réalisation des glaçages, des inserts gélifiés, ...).

La température de début de gélification de la gélatine (tant de bœuf que de porc) est de l'ordre de **36°C**³⁷. Dans le cas de la gélatine extraite de poisson, des études ont prouvé la corrélation qui existe entre la température du milieu dans lequel vivent les poissons et la température de gélification de la gélatine : ainsi, la gélatine des poissons vivant en eaux chaudes est supérieure à celle des poissons vivant en eaux froides.

Exemples³⁸ : Température de gélification de la gélatine du thon = 29°C, celle de la sole à 28°C et celle de la morue à 15°C

- **de gels irréversibles** :
 - o la gélification des protéines de l'œuf³⁹ (exemple de la l'appareil à crème prise, la crème anglaise, ...) :

Le blanc d'œuf perd sa fluidité vers 60°C (dénaturation des premières protéines constitutives du blanc d'œuf à partir de 57°C – épaissement à 62°C) et coagulent à 70°C.

Le jaune d'œuf perd sa fluidité vers 70°C (dénaturation des premières protéines constitutives du jaune d'œuf à partir de 61°C – épaissement à 68°C) et coagulent à 85°C

- o la gélification des protéines du poisson :

La dénaturation des protéines du poisson s'opère de 30 à 45°C (en fonction de l'espèce),

- o la gélification des protéines des viandes⁴⁰ :

Il faut différencier l'action de la température en fonction de la nature des protéines constitutives des viandes :

NB : Températures variables en fonction notamment de la race et de l'âge des animaux.

- LES PROTEINES SARCOPLASMIQUES (myoglobine, ...) :

de 30 à 50°C	Activation des cathepsines (enzymes pectinolytiques)
de 50 à 55°C	Début de dénaturation des autres protéines sarcoplasmiques
à partir de 58°C	Dénaturation des cathepsines
à partir de 80°C	Dénaturation totale des protéines et formation d'un gel s'opposant aux mouvements de l'eau

³⁷ Op. cité, page 63

³⁸ Op. cité page 47

³⁹ Op. cité page 65

⁴⁰ « Alimentation et processus technologiques », Edition Educagri, Alain Branger – Marie – Madeleine Richer – Sébastien Roustel, 2008, pages 151 et 152

- LES PROTEINES MYOFIBRILLAIRES (myosine, actine, ...) :

à partir de 50°C	Dénaturation des protéines myofibrillaires
entre 60 et 65°C	Effet sur le muscle : contraction musculaire
68°C	Température limite au-delà de laquelle le produit perd son eau de constitution.
75°C	Contraction musculaire maximale

- LES PROTEINES DU TISSU CONJONCTIF (collagène, élastine, ...) :

entre 58 et 60°C	Début de dénaturation des protéines du tissu conjonctif
vers 74°C	Transformation du collagène en gélatine

La **tendreté d'une viande** est par conséquent liée à deux paramètres :

- la température :

avant 45°C	Tendreté propre à la viande à l'état cru
de 45 à 55°C	Amélioration de la tendreté de la viande suite à l'activation des cathepsines et leur action sur les protéines. Jusqu'à 63°C environ, la tendreté n'évolue pas en raison de l'inactivation des cathepsines.
de 63 à 73°C	Augmentation de la dureté de la viande suite à la dénaturation des protéines, au raccourcissement des fibres musculaires et du tissu conjonctif et de la perte en eau
A partir de 74°C	Amélioration de la tendreté de la viande suite à la transformation du collagène en gélatine, soluble.

- le type de morceau :

La différence de tendreté s'explique par la différence de constitution des muscles en fonction de leur localisation anatomique.

Ainsi, la tendreté des muscles pauvres en tissu conjonctif (par exemple, la viande de 1^{ère} catégorie) dépend de la température appliquée (idéalement, une basse température à cœur, dans la limite généralement de 62°C)

Par contre, la tendreté des muscles riches en tissu conjonctif (par exemple, la viande de 3^{ème} catégorie, à braiser ou à pocher) dépend du couple temps / température appliqué à la viande et permettant la transformation du collagène en gélatine et sa solubilisation.

Remarque : Bruno Goussaut précise que l'allure de la montée en T° agit également sur le pouvoir de rétention d'eau par les protéines, notamment myofibrillaires (actine, myosine)⁴¹.

POINT DE CUISSON ⁴²	T° A COEUR	EXEMPLES
BIEN CUITE	66°C (limite max. 68°C)	
	63°C	Epaule d'agneau, Terrine lièvre, canard, ...
A POINT	62°C	Blanc pigeon, poularde, ...
ROSE	60 / 62°C	Foie gras, filet d'agneau, ...
SAIGNANT	58 / 60°C	Viande rouge, ...
BLEU	56 / 58°C	

⁴¹ Bruno Goussaut, Sujets interactifs du site du Journal « l'Hôtellerie »

⁴² Fiche Précis technologique – Sous vide, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

« JUSTE CUISSON »	50°C	Colin, raie, ...
	48°C	Lotte, ...
	45°C	Bar, ...
	40°C	Morue, ...
	38°C	Thon, saumon, Turbot, ...

Remarques :

- dans le cas d'une cuisson traditionnelle (non sous – vide), il est d'usage d'arrêter la cuisson environ 4°C avant l'atteinte de la cuisson à cœur, pour tenir compte du phénomène de conduction de la chaleur pendant la phase de repos
- La notion de « **Juste température** » correspond à la t° requise pour parvenir aux caractéristiques organoleptiques attendues par le consommateur (exemple : saignant, à point, ...).

- o la gélification des protéines du lait (caséine, lactalbumine, ...) :

Au contact de la température, certaines protéines du lait se dénaturent, dont les protéines solubles du lactosérum (notamment la lactoglobuline, la lactalbumine, l'immunoglobuline...) : coagulation sous l'action de la chaleur à partir de 80°C

Applications :

- Phénomène de débordement du lait en cuisson par la formation d'une peau en surface par la dénaturation des protéines solubles du lait (la pratique de sucrer légèrement le lait diminue la formation de la peau en surface)
- Technique de fabrication du beurre clarifié (élimination de l'écume formée en surface, notamment composée de protéines solubles du lait dénaturées)

Remarque de Jeanne Cassagne – Vernières : *Pour les protéines de l'œuf, le terme « floculation » est parfois utilisé.*

La floculation est due à des réactions d'agrégation à la chaleur des protéines non ordonnée quand la dénaturation est réversible. (Exemple : rémédiation possible par agitation d'une crème anglaise floculée ou par transvasement dans un récipient froid).

La coagulation est due à des réactions d'agrégation non ordonnée quand la dénaturation est irréversible (coagulation de l'ovalbumine ...).

Quand des molécules protéiques dénaturées s'agrègent pour former un réseau protéique ordonné, le phénomène est appelé **gélification** mais il nécessite une masse insoluble bien hydratée.

Nouvelles applications :

L'œuf cuit à 65°C d'Hervé This : principe de cuisson qui permet d'obtenir un blanc soyeux et moelleux, et un jaune d'œuf frais cru.

Les **paramètres de variation agissant sur la gélification** sont :

- dans le cas de la gélatine :

LE DEGRE BLOOM ou force en gelée

Le terme « Bloom » du nom de l'inventeur américain du « Bloom Gelometer » (Gelmètre), Oscar T. Bloom, désigne la force en gelée d'une gélatine. Elle est exprimée de 50 à 300 Bloom par tranche de 20 (indication de la valeur du Bloom d'une gélatine à plus ou moins 10 Bloom près).

Principe général : Plus le Bloom d'une gélatine est élevé, plus la quantité d'eau utilisée doit être grande ou le poids de gélatine doit être minimisé, à quantité de gélatine égale.

Pour un écart de bloom supérieur à 50, nécessité de rajouter 1/3 à 1/4 de la gélatine au bloom le plus faible

Application : 12 g de gélatine à 200 bloom équivalent à 13 à 14 g de gélatine à 130 bloom

	<i>NB : « Le bloom est la force maximale mesurée lors de la pénétration d'un cylindre standardisé de ½ pouce de diamètre à une profondeur de 4 mm et avec une vitesse de 1 mm/seconde dans un gel à 6,67 % mûré pendant 18 heures à 10°C dans un flacon spécifique »⁴³.</i>
LE TEMPS et/ou LA TEMPERATURE	<p>Le début de la gélification de la gélatine s'opère entre 24 et 26°C, et nécessite un temps de 16 heures pour atteindre une gélification maximale.</p> <p><i>NB : le temps augmente la force en gelée (on parle de « mûrissement du gel »)</i></p> <p>La tenue du gel est fonction en grande partie de la température et du temps de refroidissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Refroidissement rapide = mouvement moléculaire limité – liaisons entre molécules aléatoires – réseau non homogène</i>⁴⁴ ○ <i>Refroidissement lent = mouvement moléculaire maximum – liaisons entre molécules structurées – réseau homogène</i> <p>La gélatine perd de son pouvoir de gélification sous l'action prolongée d'une température supérieure à son point de fusion, c'est-à-dire de l'ordre de 37°C.</p>
CONCENTRATION en gélatine	La prise d'une solution démarre en moyenne à partir de 0,8% de gélatine
LE pH et LA TEMPERATURE avant prise	Il existe une forte corrélation entre le pH, la température et le niveau de gélification : « Plus le pH est faible et la T° élevée, plus faible est le gel formé » (après prise, gel peu sensible à l'acidité).
PRESENCE d'enzymes protéolytiques (action directe sur les protéines)	Les enzymes protéolytiques ont la particularité d'hydrolyser les liaisons peptidiques, ce qui a pour conséquence de réduire la prise en gel. Les enzymes protéolytiques sont présentes à l'état naturel dans certains fruits (exemples : broméline dans l'ananas, ficine dans la figue, papaïne dans la papaye ...) ⁴⁵
ACTION MECANIQUE	La force en gel diminue sous l'action mécanique, par cisaillement et rupture des liaisons.
NATURE et QUANTITE de substances dissoutes	A noter l'action négative du sel sur la force du gel, l'action positive du sucre sur la force du gel.

- dans le cas des protéines de l'oeuf :

QUANTITE de sucre	La quantité de sucre au contact des protéines augmente sensiblement la tolérance des protéines de l'oeuf au traitement thermique (protection sensible du réseau protéique des dégradations dues par la chaleur, grâce à l' effet protecteur du sucre contre le chauffage, élevant de 3 à 6°C les températures de gélification).
--------------------------	--

⁴³ Christine Chède, société Adrianor

⁴⁴ « Révélation gastronomiques », de Hervé This – Editions Belin, Mai 1995

⁴⁵ Article « *Le cru et le cuit* », de Hervé This – Thuriès Magazine Gastronomie n°149, Mai 2003

- dans le cas des protéines du lait :

PRESENCE de sucre	L'ajout de sucre dans le lait freine la dénaturation des protéines au contact de la chaleur, et notamment les points d'accrocs au fond du récipient de cuisson.
--------------------------	---

1.3.2.3.4 Le cas particulier de la gélification thermique au contact de l'azote liquide :

L'azote liquide, gaz cryogénique (température moyenne de -192°C), provoque la dénaturation des protéines à son contact. La manipulation de l'azote liquide requiert énormément de soins, pour éviter un contact direct de l'azote liquide sur la peau ou les muqueuses, au risque de « brûlures ».

Les protéines au contact de l'azote liquide se gélifient ; certains professionnels utilisent l'azote liquide pour donner une texture particulière aux fabrications de type meringue. Fortement volatil, la préparation doit être consommée aussi rapidement que possible.

1.3.2.4 Au contact d'un milieu acide : la gélification acide

Exemple de la **précipitation des protéines** en suspension dans la phase aqueuse du lait, à pH acide : la caséine est un complexe protéinique instable sous l'action acide (ferments lactiques) et/ou enzymatique.

Exemple : caillé de camembert par ajout d'acide et d'enzymes, à la différence d'un caillé d'emmental essentiellement réalisé à partir d'un ajout d'enzymes.

Précisément, à partir d'un pH < 4,6 (à 20°C), on assiste à l'annulation de la charge naturellement négative des molécules de caséine conduisant à l'absence de répulsion électrostatique et d'attraction, et conduisant à la précipitation de la caséine.

Applications : la floculation du lait en présence de caramel (substance à pH acide), floculation du court-bouillon au lait (avec ajout de citron), la précipitation des protéines solubles lors de la clarification d'une marmite dans la fabrication d'un consommé (par l'utilisation d'une garniture aromatique acide : tomate, vert de poireau, ...).

Autre exemple : la fabrication du yaourt (par l'ajout de ferments lactiques acidifiant le milieu)

Selon l'Union Européenne : Produit résultant d'un lait fermenté à partir de deux bactéries spécifiques (Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus). A savoir que l'utilisation de nouvelles bactéries comme le Bacillus bifidus communis, Bifidobacterium longum et bifidum, Lactobacillus acidophilus,n'ouvrent pas le droit à l'appellation Yaourt.

Le procédé de fabrication comprend :

- Standardisation du lait
- Pasteurisation
- Homogénéisation
- Ajout éventuel de poudre de lait (agent correctif de texture)
- Refroidissement à 42°C et ensemencement à partir de :
 - Lactobacillus bulgaricus (apport d'acidité)
 - Streptococcus thermophilus (apport d'arôme)
- Conditionnement en pot (Yaourt ferme), ou en vrac (Yaourt brassé), ou liquide (par malaxage dans des cuves avant conditionnement).

A NOTER l'action similaire du chlorure de calcium sur les charges électrostatiques des molécules de caséine, provoquant leur floculation.

Exemple de la **précipitation des protéines** solubles lors de la clarification d'une marmite, par l'acidité apportée par les éléments de la garniture aromatique (vert de poireau, tomate, ...).

Exemple de la **coction**⁴⁶ (terme proposé par M. Hervé This pour désigner l'action de l'acide, et plus largement l'action chimique résultant de l'acide, de l'alcool, du sucre, du sel, des enzymes et de la pression) sur les protéines conduisant à des résultats proches d'une dénaturation par la température.

Applications : cuisson dit « à la tahitienne » des poissons, ceviches d'Amérique du Sud, surimis, ...

Exemple de la **coagulation des protéines** de l'œuf immergé dans un bain d'eau chaude et d'acide (cas de la cuisson des œufs pochés).

Exemple de la **précipitation des protéines (floculation) accidentelle**, survenant :

- dans la cuisson d'un court-bouillon au lait : sous l'action conjuguée d'un acide (sous forme de citron) et de la température, la caséine, protéine du lait, peut précipiter en surface (la caséine est complexe protéinique instable sous l'action acide et/ou enzymatique). Une ébullition préalable du lait, ou une dilution du lait dans de l'eau (4/5 d'eau pour 1/5 de lait) peut limiter ce risque ;
- dans la liaison finale d'une crème Germiny. L'ajout de la chiffonnade d'oseille (acide) est préconisé au dernier moment pour réduire le risque de floculation des protéines de la crème voire des jaunes d'œufs.

A noter l'incidence d'un milieu basique sur la dénaturation des protéines (exemple des œufs de « cent ans » des populations asiatiques).

1.3.2.5 **Au contact d'alcool :**

L'alcool dénature les protéines, car il interagit avec l'eau, laquelle hydrate les protéines (ce qui modifie leur dispersibilité et leur solubilité).

Exemple de la **coction** (terme proposé par M. Hervé This pour désigner l'action de l'alcool, et plus largement l'action chimique résultant de l'acide, de l'alcool, du sucre, du sel, des enzymes et de la pression) sur les protéines conduisant à des résultats proches d'une dénaturation par la température.

Application : coction de l'œuf placé dans de l'éthanol (exemple : une eau-de-vie) qui a l'apparence d'un œuf poché

1.3.2.6 **Au contact d'enzymes (protéinases) :**

Exemple de l'action des **enzymes protéolytiques (protéinases)** sur les protéines :

- **gélification enzymatique de la caséine**, protéine en suspension dans la phase aqueuse du lait, au contact d'une enzyme : exemple de la chymosine, enzyme extraite de la caillette du veau (enzyme du suc gastrique sécrété par le quatrième estomac de jeunes ruminants), ou synthétisée (obtenue par fermentation industrielle d'origine microbienne, extraite particulièrement de moisissures).

Applications : fabrication du fromage par précipitation de la caséine, floculation de la caséine et de la matière grasse et séparation entre : le caillé et le lactosérum (ou petit lait)

Exemple du « caille-lait »⁴⁷, qui correspond à la pratique de mettre en contact du lait frais avec des végétaux (comme le foin d'un artichaut, ou des extraits de fleurs de cardons) pour permettre à la caséine de se dénaturer et former un caillé particulier.

Application : Enfermer le foin d'artichauts dans une mousseline, et placer dans du lait à température ambiante (température tiède) pendant 12 heures (dosage recommandé : 1 foin par demi litre de lait).

- **action sur les liaisons peptidiques**, notamment dans le cas d'ajout d'enzymes protéolytiques présentes à l'état naturel dans certains fruits : broméline dans l'ananas, ficine dans la figue,

⁴⁶ « Coction », de même racine indo-européenne *kok* que le mot « cuisson » pour décrire les « cuissons sans chauffer ».

⁴⁷ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 112

papaïne dans la papaye ...) ⁴⁸, avec un effet :

- inhibiteur de la prise en gel de la gélatine

Applications : Pâtisserie : Prendre la précaution de porter à ébullition et cuire le jus d'ananas ou de kiwi par exemple au minimum 5 mn avant de le coller à la gélatine (dénaturation des enzymes protéolytiques sous l'action de la t°, limitant leurs actions à l'interface des protéines).

- d'attendrissement des protéines de la viande (avec la rupture d'une partie des liaisons protéiques musculaires)

Il est également important de relever l'action spécifique des **enzymes pectinolytiques** (pouvant être présentes dans des jus de fruits type tomate, orange), sur les gels formés par les pectines.

1.3.2.7 Le cas particulier des enzymes responsables de fermentation⁴⁹ :

Les fermentations visent tant les activités en milieu aérobie ou anaérobie des micro-organismes ajoutés ou non dans une pâte levée, que l'activité des enzymes présentes dans le milieu.

Les transformations dépendantes des fermentations participent du développement des arômes et de la saveur caractéristiques des produits.

Dans le chapitre des fermentations, les enzymes jouent un rôle capital en vinification, boulangerie, crèmerie, charcuterie :

TYPES DE FERMENTATION	TYPE DE REACTION	APPLICATIONS
FERMENTATION ALCOOLIQUE	Action des levures (du genre Saccharomyces) en milieu anaérobie sur les sucres (glucose, maltose, saccharose) avec production d'alcool (éthanol) et de dioxyde de carbone (CO ₂ à 95%). Formation de composés aromatiques (aldéhydes, cétones).	Base de la production de la bière, du cidre, du pain et du vin
FERMENTATION LACTIQUE	Action des bactéries lactiques avec production d'acide lactique (bactérie lactique homofermentaire) OU avec productions d'acide lactique, d'acide acétique et du gaz carbonique (bactérie lactique hétérofermentaire).	Fermentation avec levains (apport de goût et d'arôme dans la panification) Base de la production de yaourts, laits fermentés, fromages, saucissons, choucroute, ...

Autres⁵⁰ :

FERMENTATION MALOLACTIQUE	Action de certaines bactéries lactiques (genre Oenococcus) sur l'acide malique, avec production d'acide lactique et de CO ₂	Conduite en vinification, et permettant une désacidification du vin et une élimination de l'acide malique (pouvant donner au vin une « verneur » indésirable)
FERMENTATION PROPIONIQUE	Action de certaines bactéries (genre Propionibacterium) avec production d'acide propionique	Fermentation au cours de la fabrication des fromages à pâtes cuites (type Comté, Gruyère, Emmenthal)

Remarques :

dans la famille des fermentations, il existe aussi des fermentations :

- indésirables de type :

FERMENTATION BUTYRIQUE	Action des bactéries (type Clostridium) avec production d'acide butyrique et de CO ₂	Cas des boîtes de conserves avariées, choucroutes « sur-fermentées », ...
-------------------------------	---	---

⁴⁸ Article « Le cru et le cuit », de Hervé This – Thuriès Magazine Gastronomie n°149, Mai 2003

⁴⁹ Fiche Précis technologique – Levure, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

⁵⁰ Catherine Foucaud-Scheunemann, mission Communication – INRA, op. cité

FERMENTATION MANNITIQUE	Action de certaines bactéries lactiques au-delà de 35°C, conduisant à l'arrêt de la fermentation alcoolique et la production d'acide lactique, acétique et mannitol	Vinification à des t° excessives
-------------------------	---	----------------------------------

- *utilisées à des fins industrielles :*

FERMENTATION DE MELASSES	Production d'acides organiques (acide citrique, fumarique) utilisés dans l'industrie alimentaire	
FERMENTATION D'ACIDES GRAS	Production d'huiles essentielles, arômes, parfums	

- *hors domaine de l'alimentation :*

FERMENTATION DE SOUS PRODUITS de sucreries	Production de bioéthanol
FERMENTATION DE SOUS PRODUITS du lait (le lactosérum) ⁵¹	Production de bioéthanol
FERMENTATION de résidus organiques humides végétaux ou animaux	Production de biogaz

1.3.2.8 Par l'action mécanique :

Dans le cas des protéines animales :

A noter l'incidence d'une action mécanique sur les protéines de la viande ou du poisson (type mollusque : calamar, seiche, poulpe), correspondant à un attendrissement de la chair par scission des liaisons peptidiques (Exemple du terme « Batter », appliqué à la viande pour « casser » les fibres musculaires et égaliser l'épaisseur d'un paillard de veau, ...).

En pratique, la tendreté est optimisée après congélation et battage (la congélation doit dans cet objectif être limitée à un à deux jours pour freiner la perte en eau consécutive à un suintement des fibres musculaires et une libération de leur eau de constitution).

Hervé This note que la technique peut de même s'appliquer au bœuf⁵²

Dans le cas des protéines végétales dans la fabrication des pâtes en Pâtisserie :

L'action mécanique du pétrissage permet la dispersion des éléments insolubles (notamment les protéines insolubles, exemple des protéines du blé dont la gliadine et de la gluténine) et la constitution progressive du gluten : dépliement, alignement des protéines et formation d'un réseau viscoélastique (gluten) qui englobe les grains d'amidon de la farine, et donne la structure et la résistance aux pâtes levées ou expansées.

En règle générale, plus le pétrissage est intense, plus la mie est fine, régulière, les alvéoles nombreuses et fines participant à donner une texture moelleuse au produit ; à l'inverse, moins il est intense, plus la structure alvéolaire est irrégulière, la mie plus ferme, la pâte moins développée.

Remarque : de la force boulangère de la farine dépend sa machinabilité ; les contrôles à partir d'échantillons du blé mesurent cette valeur boulangère :

- Test de sédimentation de Zélény : mesure le taux de gluten
- Essai à l'alvéographe de Chopin : mesure la qualité du gluten (évaluation de la force boulangère d'une farine; indice de mesure : W)

Principes : Pétrissage d'une pâte hydratée à 50% pendant 8mn, laminage, repos à 25°C, introduction d'air et mesure de l'extensibilité et de la tenacité de la pâte sous forme d'un alvéogramme).

Farine faible : $140 < W < 180$ (« Farine courte »)

Farine ordinaire : $180 < W < 200$ (« Farine moyenne »)

Farine forte : $W > 200$ (exemple : W 367 pour la farine de gruau, riche en gluten)

NB : Valeur P (élasticité), L (point de rupture), G (extensibilité)

Exemple⁵³

Fabrications	Force boulangère moyenne (W)
Pâtes brisées	120 – 140

⁵¹ Sciences et vie, n°1077 – Juin 2007, « Pour l'auto, le petit lait se change en éthanol », page 28

⁵² « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 85

⁵³ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 171

Pâtes sablées	150 - 170
Pain de tradition avec pointage long	150 – 180
Pâtes feuilletées	180 – 200
Pain courant français, pâte à pizza	180 – 220
Pain de tradition	200 – 220
Biscotte, main de mie courant	200 - 240
Pain français par congélation de la pâte	220 – 270
Brioche	250 – 300
Pain de mie américain type buns	> 350

- Temps de chute de Hagberg : mesure la présence éventuelle d'enzymes (ex : présence d'amylases dues à la germination des grains sur pied et traduisant de mauvaises conditions de conservation), déterminant la fermentescibilité de la pâte
- Essai de panification : mesure concrète de la valeur boulangère en fabriquant des pains avec la farine à tester

1.3.2.9 Le foisonnement :

Il faut distinguer :

- l'ajout de gaz (air) par l'action mécanique ;
- de l'ajout de gaz (notamment CO₂, N₂O) à l'aide d'un siphon à chantilly

conduisant au même résultat : **le foisonnement**, correspondant à une augmentation du volume de la préparation, dans ce cas par incorporation de gaz.

A noter : le foisonnement peut aussi avoir lieu par dégagement de gaz au sein d'une fabrication, conduisant à l'augmentation de leur volume : c'est par exemple le cas des pâtes levées fermentées et non fermentées, qui sous l'action notamment de la température, gonflent par le dégagement de gaz carbonique.

La mousse est par conséquent une dispersion de bulles de gaz dans une phase continue liquide ou semi – liquide, stabilisées grâce à l'ajout de molécules tensioactives

Le taux de foisonnement est déterminé par comparaison entre le volume initial et le volume final, et exprimé en %

Taux de foisonnement = Poids du volume initial / Poids du même volume final x 100

Exemple : Taux de foisonnement d'une crème UHT = 1000 (Poids d'un litre de crème) / 475 (Poids correspondant à 1 l de crème fouettée) x 100 = 2,1 soit 210 %.

Applications : foisonnement de la glace aux œufs par la fixation de micro particules de gaz (de l'air en l'occurrence) dans l'opération de turbinage, foisonnement de la crème liquide par battage, foisonnement d'une pâte à bombe, ...

NB :

- pour assurer un taux de foisonnement optimal (généralement 250%), privilégier une crème liquide UHT à teneur en MG comprise entre 33 et 35%⁵⁴, et à une t° de 3 à 6°C.
- il est à noter la particularité de certains gaz (comme le gaz carbonique) de se dissoudre dans l'eau, dissolution pouvant être déstabilisée lors de modifications de pression et de température

Exemples : ouverture d'une bouteille d'eau gazeuse avec remontée de bulles de gaz carbonique à la surface de l'eau ; émission de bulles de gaz à la surface d'une eau portée à 50 - 60°C (O₂, N₂, CO₂)

1.3.2.9.1 Le foisonnement par action mécanique

L'action mécanique cisaille les protéines (rupture des liaisons d'une partie de la structure tertiaire), et

⁵⁴ « Au cœur des saveurs », Frédéric Bau, Montagud Editores 2006

participe à leur déroulement progressif en mettant en contact leurs parties hydrophobes avec l'air, à l'intérieur des bulles et leurs parties hydrophiles avec l'eau circulant entre les bulles.

Les protéines s'associent alors en une nouvelle configuration (réseau tridimensionnelle), apte à retenir des bulles d'air dans leur masse.

Dans la formation d'une mousse, les protéines diffèrent entre elles par la nature de leurs tensio-actifs :

- une **protéine moussante** est fonction de sa capacité à être soluble dans la phase liquide, migrer et se déplisser rapidement et facilement pour pouvoir s'absorber à l'interface EAU – AIR ;
- une **protéine stabilisante** est fonction de sa capacité à former un film résistant, flexible et cohésif afin de réduire la perméabilité aux gaz et inhiber le phénomène de coalescence des bulles

NB : *capacité et stabilité moussante ne sont pas deux aptitudes systématiques des protéines.*

Les bulles d'air sont stabilisées grâce aux forces de tension superficielle de l'eau entourant chacune de ces bulles ; Les tensioactifs agissent en diminuant la tension superficielle à l'interface eau / air : en se positionnant à l'interface eau /air (une partie hydrophile en contact avec l'eau et une partie hydrophobe en contact avec l'air), ils forment un film rigide interfacial ce qui permet d'incorporer et de stabiliser au fur et à mesure les bulles d'air dans leur masse.

NB : *deux protéines sont en forte proportion dans le blanc d'œuf, l'ovalbumine et la globuline. Il existe aussi : l'ovomucine, la lysozyme, l'ovomucoïde et la conalbumine.*

Hervé This précise dans son ouvrage « *De la science aux fourneaux* »⁵⁵ le rôle de chacune de ces protéines du blanc d'œuf dans la formation de la mousse : « Les protéines nommées globulines réduisent fortement l'énergie de surface ; l'ovomucoïde et les globulines retardent le drainage du liquide entre les bulles (ce qui pérennise les bulles), en raison de la viscosité qu'elles confèrent au blanc ; le lysozyme forme des complexes avec l'ovomucine et les autres protéines, ce qui renforce les interfaces ».

NB : *un battage prolongé des blancs d'œufs provoque leur **grainage** (c'est-à-dire l'apparition de particules solides).*

Les paramètres de variation agissant sur le foisonnement sont :

- **les facteurs agissant sur la viscosité du milieu** :
 - o **la température** :

La température agit directement sur la viscosité⁵⁶ du milieu :

Dans le cas des blancs d'œufs : à froid, la viscosité des blancs est forte. La fermeté du gel freine le foisonnement. Des blancs tempérés ou un battage à vitesse progressive conduisent à faciliter l'incorporation des bulles d'air.

Dans le cas de la crème : à froid, la viscosité de la crème est forte, principalement due au raffermissement de la matière grasse. L'action du froid est déterminante dans l'aptitude de la crème à foisonner.

- o **la température du liquide** ajouté dans les blancs montés, dans l'exemple caractéristique de la meringue Italienne. Des études menées par Hervé This⁵⁷ ont prouvé qu'une température du sirop inférieure à 117°C provoque l'instabilité de la mousse en raison de la viscosité faible du liquide circulant entre les bulles d'air. En revanche, une température supérieure à 127°C du sirop le rend très visqueux, et par conséquent, très difficile à s'immiscer entre les bulles d'air (il se forme des blocs durs et cassants qui alourdissent la masse et nuit à la formation de la mousse).
- o **la nature et la concentration en protéines tensioactives** : en règle générale, le foisonnement d'une préparation est conditionné par une teneur en protéines de l'ordre de 2 à 8% (une forte concentration en protéines peut inhiber le foisonnement, et faciliter les

⁵⁵ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 120

⁵⁶ Viscosité : en principe, la mesure de la viscosité d'une solution est déterminée par le temps d'écoulement d'une solution de gélatine à concentration déterminée à travers une pipette viscosimétrique à la température de 60°C.

⁵⁷ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 125

risques de grainage).

Application : L'ajout en quantité minimale de blancs d'œufs sous la forme déshydratée dans des blancs élève la concentration en protéines, et facilite le foisonnement.

- **Les facteurs agissant sur les charges électrostatiques :**

- **Le niveau de pH** : l'ajout d'acide dans les blancs d'œufs sous la forme de crème de tarte abaisse le pH, ce qui a pour effet de diminuer les répulsions entre les chaînes (l'acide ayant une action directe sur les charges électrostatiques) et de favoriser la formation de gel et la stabilité de la mousse.

Attention : ne pas remplacer la crème de tarte par de l'acide tartrique, en raison de son pH acide plus fort.

- la présence de sel (et notamment des ions sodium et chlorure agissant sur les chaînes en favorisant leur rapprochement)

Application : justification de la pincée de sel dans l'usage classique de montage des blancs manuellement.

- la présence d'ions complexants, notamment dans le cas de l'utilisation de cuivre

Application : stabilisation accrue de la mousse dans un bassin en cuivre, ce qui explique la pratique ancestrale de monter des blancs d'œufs dans des bassines en cuivre.

- la nature du milieu : la présence de matière grasse dans les blancs d'œufs, par exemple sous forme de jaune d'œuf peut freiner l'absorption d'air par les protéines (et par conséquent limiter le foisonnement) en raison de sa teneur en matière grasse dite « phosphorée », jouant un rôle tensio-actif en formant une pellicule autour d'elles).

Application : Principe d'éliminer toute trace de jaune d'œuf dans des blancs clarifiés avant de les battre

- **Les facteurs agissant directement sur le taux de foisonnement :**

La nature de l'action mécanique : la vitesse et l'amplitude d'incorporation d'air sont responsables du taux de foisonnement (à privilégier les fouets à blancs pour le volume de leurs branches dans le cas d'une action mécanique manuelle, l'utilisation de batteur mélangeur mécanique – de mixeur –plongeant, ...). Dans le cas spécifique des solutions liquides froides ou chaudes à foisonner, la tenue du mixeur à la surface du liquide est un critère de réussite.

La stabilisation d'une mousse alimentaire est principalement due :

- **à l'ajout de composés hydrosolubles** (exemple le sucre), lesquels en se liant à l'eau circulant entre les bulles d'air agissent sur la viscosité de la masse (en l'augmentant) et par conséquent, sur la fermeté de la mousse (en limitant le drainage entre les bulles d'air);

Il est préconisé d'ajouter le sucre en trois fois dans le montage de blancs d'œufs (au début – au milieu – en fin d'opération) pour faciliter l'incorporation de l'air dans la masse et la stabilisation de la mousse.

Exemple : un ajout de la quantité totale du sucre au départ freinerait l'incorporation de bulles d'air dans la masse (le sucre se lierait à l'eau, limitant sa liaison à des bulles d'air par les molécules tensio-actives).

- **à l'action de la température :**

Les protéines du blanc d'œuf (et notamment l'ovalbumine) et du jaune d'œuf (notamment les lipoprotéines du plasma et des granules) ont la particularité de retenir et de stabiliser des bulles d'air en formant un réseau structuré :

- par la cuisson, par dénaturation des protéines

Applications : action de la température sur les blancs d'œuf montés piégeant les bulles d'air (cas des meringues, des soufflés dont la tenue est due à l'ovalbumine du blanc d'œuf (50% du blanc) qui n'est pas dénaturée lors du brassage et qui coagule à la cuisson, limitant ainsi la croissance des bulles d'air qui finiraient par exploser), sur les jaunes d'œuf (cas des sabayons), principe d'augmentation de volume de la pâte à génoise, de la pâte à bombe, ...

NB : à noter l'action inhibitrice d'une température prolongée sur le foisonnement d'une préparation (exemple de la pâte à génoise dépassant une t° de 60°C avant l'opération de battage, d'une t° dépassant les 68°C dans la réalisation d'un sabayon, ...qui provoque l'augmentation forte de la viscosité de la fabrication préjudiciable à sa capacité à fixer et maintenir des bulles d'air dans sa masse.

- par le froid, par cristallisation de la matière grasse présente

Applications : la crème fouettée, la crème Chantilly, le « chocolat chantilly »⁵⁸

- **à la nature de l'action mécanique :**

Un battage prolongé peut causer une déstabilisation d'une mousse alimentaire ou d'une émulsion mousseuse.

Applications :

- dans le cas d'une mousse alimentaire (exemple des blancs d'œufs montés) : grainage des blancs d'œufs (correspondant à une précipitation des protéines et un rejet de leur eau de constitution), phénomène accentué avec l'utilisation de blancs d'œufs très frais
- dans le cas d'une émulsion mousseuse (exemple d'une crème fouettée), à la suite d'un battage prolongé, provoquant l'agglomération des particules de matières grasses et la libération de l'eau de constitution.

Nouvelles applications : Réalisation de meringues ultra-légères (les cristaux de vent)
Une mousse de blanc d'œuf est constituée de blancs d'œufs (donc majoritairement d'eau et de protéines), et d'air. Pour augmenter le volume d'air incorporé, Hervé This propose d'ajouter de l'eau (ou son équivalent : jus, infusion, ...).

Autres applications : Réalisation de guimauves base gélatine (sans blanc d'œuf)
Recette extraite des Repères techniques⁵⁹ – FT Guimauve, de Germain Etienne
PLP Alimentation, Lycée des métiers Renée Bonnet - Toulouse

<p><u>CUIRE</u> : à 110°C l'eau, le sucre, le sucre inverti <u>DECUIRE</u> : avec les feuilles de gélatine trempées dans 5 fois leurs poids en eau froide ou 30 minutes dans une grande quantité d'eau froide et égouttées <u>VERSER</u> : sur le sucre inverti dans une cuve <u>MONTER</u> : en 3^{ème} vitesse à l'aide d'un fouet <u>PARFUMER</u> : avec un arôme choisi <u>COLORER</u> : couleur pastel <u>INCORPORER</u> : l'acide citrique (facultatif) <u>COULER</u> : en cadre sur feuille guitare <u>APPLIQUER</u> : une feuille guitare dessus <u>LAISSER GELIFIER</u> : 12 heures à 24 heures <u>DECADRER</u> : <u>ENLEVER</u> : les feuilles guitare (utiliser un décapeur thermique) <u>SAUPOUDRER</u> : du mélange amidon sucre glace à 50% <u>DETAILLER</u> : à la guitare 2x2 cm <u>ROULER</u> : dans le mélange amidon sucre glace</p>	<p>Eau : 0.400 Sucre : 1.200 Sucre inverti : 0.380 Feuilles de gélatine (200 bloom) : 0.096 Solution acide citrique : 0.010 Sucre inverti : 0.560 Arôme : QS Colorant : QS</p>
---	---

Cas particulier des pâtes levées et des pâtes battues :

Il faut noter qu'une pâte levée lors de sa fabrication, et notamment après l'étape du pétrissage, peut être assimilée à une mousse, c'est-à-dire à une dispersion de gaz dans un réseau protéique et dans une phase visqueuse composée principalement d'amidon, de fibres et d'eau.

Dans le cas des pâtes battues, il s'agit d'une dispersion de gaz dans une phase semi fluide composée d'amidon, de fibres, de protéines et d'eau (apportés par les œufs).

1.3.2.9.2 Le foisonnement par ajout direct de gaz :

L'introduction directe de bulles de gaz dans une préparation souvent liquide produit une mousse par foisonnement.

Application : c'est le cas par exemple de la fabrication de la crème fouettée, de la crème Chantilly à partir de crème et d'un siphon à chantilly.

⁵⁸ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Le chocolat chantilly » page 215

⁵⁹ Repères techniques, Fiches techniques – Confiserie, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

Application moderne :

Ferran Adrià qualifie « d'**Espumas** » les mousses légères réalisées avec un siphon à chantilly et une ou plusieurs cartouches de gaz (N₂O).

Exemple : El Bulli, 1998 - 2002Application : Espumas de coco

600 g de lait de coco, 250 g d'eau, $\frac{3}{4}$ feuille de gélatine, 1 siphon, 1 cartouche N₂O

Chauffer la moitié de l'eau, dissoudre la gélatine réhydratée, ajouter le lait de coco et le restant de l'eau. Mélanger, chinoiser. Verser dans le siphon, charger. Refroidir 2h.

Autre application : Espumas fruits de la passion

250g de jus de fruits de la passion, 150 g d'eau, 1,5 feuille de gélatine, 1 siphon, 1 cartouche N₂O

1.4 Etude des GLUCIDES :

1.4.1 Présentation générale :

Les glucides sont composés de molécules de sucres dits simples, dont le glucose et/ou le fructose et/ou le galactose. Ils peuvent se classer en trois groupes :

- **les monosaccharides** (glucides simples, les oses) à savoir le glucose, le fructose, le galactose – directement assimilable par l'organisme (sucres dits réducteurs)
- **les disaccharides** (glucides doubles) dont le lactose (glucose + galactose), le maltose (2 glucoses) et le saccharose (glucose + fructose)
- et **les polysaccharides** (polymères de glucose), de réserve (amidon, glycogène) et de structure (dont la cellulose, les alginate, ...)

Le tableau⁶⁰ suivant permet de différencier chaque groupe :

CLASSIFICATION BIOCHIMIQUE Critère : la structure moléculaire	NOM	ORIGINE NATIVE	PROPRIETE CHIMIQUE Critère : Sucre réducteur / non réducteur ⁶¹	PROPRIETE NUTRITIONNELLE Critère : Index Glycémique 62
MONOSACCHARIDE 1 molécule Poids Moléculaire (PM) = 180	GLUCOSE	Miel (50%)	REDUCTEUR	IG = 100 (par convention et référence)
	FRUCTOSE	Miel (50%) ; Fruits et légumes (10 à 20%)	REDUCTEUR	IG = 20
	GALACTOSE	Lait (Constituant du lactose)	REDUCTEUR	
DISACCHARIDE 2 oses simples PM = 342	SACCHAROSE glucose + fructose	Betterave, canne (majoritairement)	NON REDUCTEUR	IG = 65
	LACTOSE galactose + glucose	Lait (5%)	REDUCTEUR	
	MALTOSE glucose + glucose	Malt	REDUCTEUR	
POLYSACCHARIDE DE RESERVE Polymère du glucose De 50 000 à 1000 000 molécules de glucose PM élevé	AMIDON(S) <i>Et dérivés : sirop de glucose, glucose atomisé,</i>	Céréales dont maïs (60-70%), Tubercules, Légumineuses, Banane, Châtaigne,		IG bas (environ 40) surtout si l'amidon est associé à des protéines végétales et à des fibres alimentaires Ex : céréales complètes
	GLYCOGENE	Foie et Muscles des animaux		
POLYSACCHARIDE DE STRUCTURE Polymère d'oses simples Exemples : Cellulose (polymère de glucose), Alginate (polymère du galactose)	CELLULOSE HEMICELLULOSE PECTINE LIGNINE	Parois des cellules végétales : fruits, légumes En proportion variable selon les espèces végétales		Statut de <u>FIBRES ALIMENTAIRES</u> - Transit alimentaire - Elimination du cholestérol - Prévention des cancers du colon
	ALGINATE AGAR-AGAR GOMMES MUCILAGES	Algues Acacia Graine de lin		Fonction <u>TECHNOLOGIQUE</u> - Epaississant - Gélifiant E 4... : statut d'additif alimentaire.
	CHITINE	Polymère présent dans les carapaces de crevette ou dans les champignons ⁶³		

⁶⁰ Fiche Précis technologique – Les glucides, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

⁶¹ Sucre réducteur / Sucre non réducteur : propriété chimique qui permet le dosage des sucres (Ex : Dosage des sirops de glucose), permet de prévoir la Réaction de Maillard ou Brunissement non Enzymatique (pour les sucres réducteurs)

⁶² Indice mesurant la vitesse d'absorption du glucose dans le sang, donc la mesure de la sécrétion d'insuline (hormone responsable de l'entrée du glucose dans le foie et le tissu adipeux – mise en réserve). L'IG se substitue aux notions de glucides lents et rapides (Voir RIA n°629, Novembre 2002). Par convention : IG Glucose 100, Saccharose 65, Polyols 25, Fructose 20 et IG Pain blanc, pommes de terre 70 / 90, Riz blanc, pâtes 50/60, Légumes secs 20/40

⁶³ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007 (page 13)

Les glucides ont un rôle dans l'organisme essentiellement **nutritionnel** par l'apport d'énergie.

NB : 16,7 kJ/g / les glucides doivent couvrir environ 55% des apports énergétiques dans une alimentation normale

Certains glucides, les polyosides de structure, sont acaloriques et pour certains d'entre-eux, ont le statut de fibres alimentaires (cf les nutriments non énergétiques tels la cellulose).

Extrait de la réglementation : Réglementation Décembre 2006, portant sur les allégations nutritionnelles et de santé

Précisions sur les termes en rapport avec la teneur en glucides

FAIBLE VALEUR ÉNERGÉTIQUE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible valeur énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que pour un produit contenant au maximum 40 kcal (170 kJ)/100 g dans le cas des solides ou au maximum 20 kcal (80 kJ)/100 ml dans le cas des liquides. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 4 kcal (17 kJ)/portion, avec des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement 1 petite cuillerée de saccharose), s'applique.

VALEUR ÉNERGÉTIQUE RÉDUITE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une valeur énergétique réduite, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si la valeur énergétique est réduite d'au moins 30 %, en indiquant la ou les caractéristiques entraînant la réduction de la valeur énergétique totale de la denrée alimentaire.

SANS APPORT ÉNERGÉTIQUE

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire n'a pas d'apport énergétique, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit contient au maximum 4 kcal (17 kJ)/ 100 ml. Dans le cas des édulcorants de table, la limite de 0,4 kcal (1,7 kJ)/portion, ayant des propriétés édulcorantes équivalentes à 6 g de saccharose (approximativement 1 petite cuillerée de saccharose), s'applique.

FAIBLE TENEUR EN SUCRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire a une faible teneur en sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 5 g de sucres par 100 g dans le cas des solides ou 2,5 g de sucres par 100 ml dans le cas des liquides.

SANS SUCRES

Une allégation selon laquelle une denrée alimentaire ne contient pas de sucres, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas plus de 0,5 g de sucres par 100 g ou par 100 ml.

SANS SUCRES AJOUTÉS

Une allégation selon laquelle il n'a pas été ajouté de sucres à une denrée alimentaire, ou toute autre allégation susceptible d'avoir le même sens pour le consommateur, ne peut être faite que si le produit ne contient pas de monosaccharides ou disaccharides ajoutés ou toute autre denrée alimentaire utilisée pour ses propriétés édulcorantes. Si les sucres sont naturellement présents dans la denrée alimentaire, l'indication suivante devrait également figurer sur l'étiquette: «CONTIENT DES SUCRES NATURELS».

Par ailleurs, ils ont aussi un **rôle organoleptique** par leur participation à la texture, à la couleur (brunissement non enzymatique) et à la sapidité des aliments (notamment le pouvoir sucrant des glucides sucre).

NB : Pouvoir sucrant des principaux glucides

	Pouvoir sucrant relatif
Saccharose	1
Fructose	1,3
Xylitol	1,0
Maltitol	0,8
Glucose	0,7
Mannitol	0,7
Sorbitol	0,5
Maltose	0,5
Isomaltol	0,5
Lactitol	0,4
Lactose	0,3

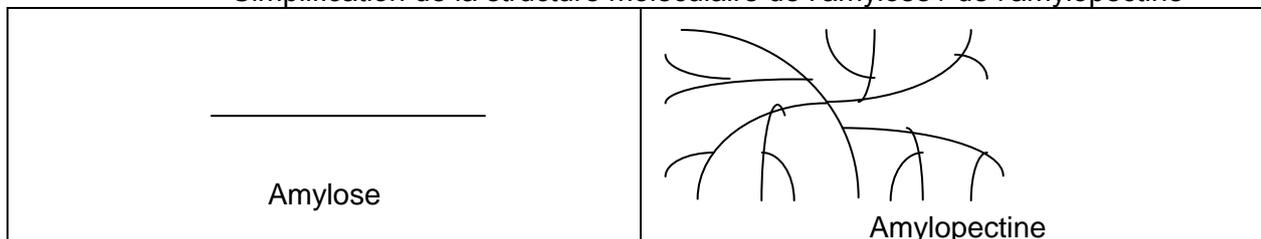
Enfin, ils ont un **rôle technologique** par leur contribution à la réduction des disponibilités en eau agissant sur la durée de conservation.

Précis sur les amidons :

L'amidon est une substance issue principalement de graines, tubercules et racines de plantes en tant que source énergétique de réserve.

L'amidon de blé se visualise au microscope sous forme de granules, qui sont un enchaînement de molécules de glucose, dans une structure linéaire (amylose) ou ramifiée (amylopectine).

Simplification de la structure moléculaire de l'amylose / de l'amylopectine



Généralement, l'amylose représente environ 27% de l'amidon total, et l'amylopectine 73%.

1.4.2 Les réactions des glucides :**1.4.2.1 Au contact de l'eau :****1.4.2.1.1 Le cas du saccharose :**

Les glucides saccharose se dissolvent dans l'eau (leur solubilité est d'autant plus élevée que la température augmente).

Exemples⁶⁴ :

Température (0°C)	Solubilité du saccharose en g pour 100 g d'eau	Sucres	Solubilité en g pour 100g d'eau à 20°C
0	179,2	Sucre inverti	500
10	190,5	Fructose	375
20	203,9	Saccharose	204
30	219,5	Glucose (hydraté)	107
40	238,1	Maltose (hydraté)	83
50	260,4	Lactose (hydraté)	20
90	415,7		
100	487,2		

Applications : Fabrication d'un sirop, Opération de blanchiment des jaunes d'œufs avec le sucre ..., mélange systématique du sucre dans l'élément liquide dans la fabrication des pâtes, ...

A l'inverse, le sel ou le sucre ne sont pas solubles dans la matière grasse (exemple des beurres salés avec cristaux de sel). Ce principe d'incorporer dans la matière grasse du sel ou du sucre à une granulation perceptible en bouche peut être appliqué en cuisine comme en pâtisserie.

Le sucre est dit « **hygroscopique** », c'est-à-dire qu'il a tendance à absorber l'humidité de l'air, et par extension l'eau à son contact. Ainsi, il peut capter et retenir l'eau au contact d'un composé protidique ou lipidique (provoquant leur dessèchement en surface, pouvant être irréversible).

Applications : il est conseillé de mélanger vivement le sucre aux jaunes d'œufs pour éviter un contact prolongé du sucre sur les jaunes et leur dessèchement en surface ; il est de même conseillé de ne pas placer en contact direct le sucre avec la levure biologique pour éviter de la déshydrater au risque de nuire à ses propriétés fermentescibles (cas d'une poolish, dans la fabrication de pâtes levées fermentées,

⁶⁴ Fiche Précis technologique – Sucres et saccharose, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

mélange de levure biologique – d'eau et de farine).

1.4.2.1.2 Le cas des autres sucres :

Dans le cas spécifique des édulcorants de masse (ou polyols), dérivés des glucides amidons :

A noter la grande solubilité de certains polyols par rapport au sucre de référence :

Exemple de solubilité (mesure à 37°C, données en g/100ml d'eau) : Sorbitol : 334 ou Xylitol : 256 comparativement au saccharose : 229

Le sorbitol est un hydrophile puissant (capacité du sorbitol d'absorber et de fixer l'eau d'une fabrication fort pouvoir hygroscopique). Par cette propriété, le E420 sorbitol permet :

- le maintien du moelleux dans les fabrications
- la limitation du développement des moisissures en réduisant l'aw (effet dépresseur d'aw)
- de stabiliser la fabrication, notamment dans le cas d'une conservation au froid négatif

Applications en biscuiterie – pâtisserie : conservateur de la fraîcheur des cakes, macarons, madeleines, pains d'épices, pains de gènes, roulés, de Savoie, etc..

Application en confiserie : le sorbitol maintient l'humidité dans les ganaches –pâte d'amande – pralinés – gommes – guimauves – pâtes de fruits, ..., et apporte une texture particulière : une élasticité, une longueur en bouche

A noter la chaleur de dissolution fortement négative des polyols par rapport au sucre de référence :

Exemple de chaleur de dissolution, données en cal/g :

Xylitol : -34,8, Mannitol : -30, Sorbitol : -28, Maltitol : -16,3, comparativement au saccharose : -4,3.

Effet rafraichissant maximal pour le xylitol et le maltitol lors de leur dégustation étant donné qu'ils combinent les plus faibles chaleurs de dissolution à des solubilités les plus élevées.

1.4.2.1.3 Le cas des glucides de réserve :

Les glucides de réserve, quant à eux, se différencient par leurs réactions au contact de l'eau :

- **l'amidon de blé est insoluble** dans l'eau ;
- **les fibres** présentent une aptitude variable suivant la configuration des chaînes qui les composent (la cellulose, comme la lignine est insoluble dans l'eau).
- **la pectine** ne s'amollit pas au contact d'une eau calcaire.

L'insolubilité relative de l'amidon à des températures froides voire tièdes tient à la structure même des granules d'amidon : les granules des chaînes d'amylose se présentent sous une forme cristalline, ce qui a pour effet de restreindre leur affinité pour l'eau. Si les chaînes d'amylopectine diffèrent de celles d'amylose par leur forme ramifiée dite amorphe (accessibles à l'eau notamment), elles présentent de même dans leur structure linéaire une forme cristalline qui diminue leur aptitude à s'hydrater. Ainsi, à des températures froides et tièdes (notamment inférieures à 50°C), les granules d'amidon s'hydratent très partiellement, et par différence de densité, on assiste à la formation d'un liquide blanchâtre appelé « lait d'amidon » au fond du récipient de mélange ; l'amidon est dit « en suspension » dans l'eau.

NB : La suspension correspond à la présence visible de particules solides dans un élément liquide.

Par contre, certains amidons (notamment : l'amidon de maïs, la fécule de pommes de terre) sont solubles à froid.

D'autres amidons (notamment les amidons transformés : exemple des amidons pré gélatinisés) sont de même solubles à froid (ils sont dits : « amidon instantané à froid »).

Exemple de la poudre à crème à froid.

Dans le cas spécifique du **contact de l'eau avec l'amidon** (cas de la fabrication des pâtes par exemple), et au cours du pétrissage, l'eau en se diffusant entre les particules d'amidon, permet progressivement de les dissocier, libérant les chaînes d'amylose et d'amylopectine, et concourt à la cohésion de l'ensemble.

Dans le cas des fibres⁶⁵, il est à noter que certains polyosides composant la farine (notamment de l'albumen du blé) sont solubles, et interviennent à hauteur de 25 à 30% dans l'hydratation des pâtes à

⁶⁵ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – pages 147-148

base de farine de blé (ces valeurs augmentent avec la farine de seigle). Cette aptitude à l'hydratation des pâtes apportées par ces fibres conditionne la tenue, l'extensibilité et le développement des pâtes.

Dans le cas de la pectine, les ions calcium présents dans une eau calcaire interagissent avec la pectine et limitent fortement son amollissement au contact de l'eau.

Exemple : des légumes secs mis à tremper ou cuits dans une eau calcaire ne s'hydratent pas et restent durs malgré un temps de cuisson prolongé.

1.4.2.2 Au contact de sel et/ou de sucre :

La structure de la membrane des cellules végétales au contact de sel ou de sucre est fragilisée ; ce ramollissement caractéristique de la cellulose constitutive des végétaux résulte de la propriété d'hygroscopicité du sel et du sucre au contact de l'eau, et de phénomènes d'osmose qui en résultent.

Application : confisage des fruits, dégorgement des légumes (concombre, ...), ...

1.4.2.3 Au contact d'un alcool :

Le saccharose est insoluble dans l'alcool.

Application : pour procéder au mélange alcool – sucre, dissoudre au préalable le sucre dans de l'eau (sirop).

Par contre, le E953 isomalt est soluble dans l'éthanol.

1.4.2.4 Au contact d'enzymes :

Des enzymes (telles les amylases) agissent comme substrat des réactions de dégradation de l'amidon de blé :

les amylases naturellement présentes dans la farine, participent à la dégradation d'une partie de l'amidon de blé par hydrolyse en maltose (sucre fermentescible).

Devenir du maltose : dégradation du maltose par la levure, avec production de gaz carbonique et d'alcool (sous forme d'éthanol), et poussée fermentaire (lors du pointage, de l'apprêt et au début de la cuisson).

Elles agissent aussi comme substrat des réactions de dégradation des sucres simples présents naturellement et en quantité limitée dans la farine : action des levures sur les sucres simples présents dans la farine directement fermentescible par la levure.

Par ailleurs, d'autres enzymes (type pectinase) hydrolysent les liaisons pectiniques et freinent la formation de gel de pectine. Des enzymes pectinolytiques sont présentes dans certains fruits (exemples : tomate, orange, ...).

1.4.2.5 Au contact d'un acide :

Les glucides amidon peuvent être partiellement hydrolysés par un acide⁶⁶ ; le niveau d'hydrolyse est d'autant plus important avec une concentration forte d'acide, un couple temps / température élevé.

Application : l'ajout de fromage râpé (pH acide) doit intervenir au dernier moment dans la fabrication d'une sauce Mornay, d'un appareil à soufflé, ... au risque de provoquer un relâchement excessif de la liaison à l'amidon et une liquéfaction du gel.

⁶⁶ « Comprendre la cuisine pour mieux la maîtriser », Editions BPI, Dominique Béhague, 2^{ème} trimestre 1991

1.4.2.6 Au contact de l'air : le brunissement enzymatique

Les glucides de réserve et de structure (notamment l'amidon, la cellulose) peuvent subir **un brunissement enzymatique** au contact de l'air (de l'oxygène en l'occurrence), à la suite d'opérations et/ou traitements divers (manipulations, épluchage, taille, ...), lesquels dégradent la structure végétale externe et provoquant la libération de l'eau de constitution et l'activation des enzymes (oxydases) naturellement présentes dans les végétaux. Le phénomène conduit à un changement de couleur caractéristique du produit (pigments bruns ou noirs, désignés généralement sous le terme de mélanines).

Exemple : Brunissement caractéristique des fruits et des légumes : pomme, poire, banane, avocat, ..., champignons, pommes de terre, ...) après épluchage et conservation à l'air libre.

Pour information, nature des composés phénoliques responsables du brunissement enzymatique⁶⁷ :

- *le pyrocatechol, la dopamine responsables du brunissement de la banane*
- *l'acide chlorogénique présent dans les pommes, les poires et les pommes de terre à l'origine des pigments bleu-noir*

Il concerne majoritairement les végétaux (notamment ceux riches en composés phénoliques) ; toutefois, le brunissement enzymatique peut être observé lors du stockage de certains crustacés (notamment crevette, crabe, homard).

Si le brunissement enzymatique est généralement non recherché, car portant atteinte aux qualités organoleptiques (transformation de la couleur, développement d'amertume et d'astringence, ...) et nutritionnelles des produits, il peut être aussi recherché : exemples des graines fermentées de cacao et de café, de la maturation des fruits secs (pruneau, raisin, ...), ...⁶⁸

Pour limiter le phénomène de brunissement enzymatique, plusieurs techniques sont à la disposition des professionnels :

- la rédaction d'un cahier des charges précis, notamment sur la qualité des matières premières recherchées, leurs conditions de transport, de manutention, de stockage ;
- le recours à des agents antioxygènes naturels, comme l'acide ascorbique (il convient de noter que l'acide ascorbique appartient à la famille des additifs, et donc soumis à une DJA).

D'autres agents antioxygènes existent à l'état naturel : les tocophérols (la vitamine E) dans l'huile d'olive vierge, les tocophérols et carotènes dans le chocolat

En outre, des recherches ont prouvé l'activité antioxydante⁶⁹ des extraits de plantes aromatiques : romarin, sauge, girofle, gingembre et benjoin.

- le recours à un traitement thermique (blanchiment, pasteurisation, stérilisation), permettant d'inactiver les enzymes responsables du brunissement enzymatique. Toutefois, il faut noter que cette technique modifie profondément les caractéristiques organoleptiques des matières, et ne peut être donc pas être retenue comme solution universelle.
- le choix de techniques agissant sur l'oxygène, en limitant son accès aux tissus végétaux pour inhiber le phénomène de brunissement enzymatique
 - o l'immersion dans des solutions légèrement sucrée ou salée, ou à pH acide (exemple : eau + acide citrique)
 - o la conservation sous-vide ou sous atmosphère contrôlée

⁶⁷ « Alimentation et processus technologiques », Edition Educagri, Alain Branger – Marie – Madeleine Richer – Sébastien Roustel, 2008, page 139

⁶⁸ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 143

⁶⁹ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Les agents antioxygènes » page 110

1.4.2.7 Au contact de la température :

1.4.2.7.1 Avant propos : les températures de cuisson⁷⁰

POINT DE CUISSON	T° A COEUR	EXEMPLES
CUISSON « <i>al dente</i> »	90°C	Artichauts
	> 85°C	Légumes / Fruits riches en pectine
	> 80°C	Légumes riches en amidon

La t° de **85°C** est une t° minimale à atteindre dans le cas des produits riches en cellulose

1.4.2.7.2 La fusion :

La **fusion** correspond à l'action de la température sur les glucides sucre, leur permettant de passer d'un état solide (cristallisé) à un état liquide.

Les sucres simples (type glucose) fondent à partir de 130 – 140°C⁷¹ ; la température de fusion du saccharose est quant à elle d'environ 180°C⁷², l'isomalt de l'ordre de 145 – 150°C.

1.4.2.7.3 La dextrinisation :

La **dextrinisation** correspond à l'action de la température sèche sur les glucides amidon, qui lui confère davantage de digestibilité et de solubilité.

Une réaction prolongée de la température sur l'amidon provoque : la caramélisation, et stade ultime : la carbonisation.

1.4.2.7.4 La caramélisation :

La caramélisation est un phénomène correspondant au changement de couleur consécutif à une dégradation des glucides – saccharose au contact d'une source de chaleur importante (dissociation du saccharose en glucose et fructose lors de la réaction de caramélisation avec formation d'oligosaccharides par recombinaisons multiples : glucose – glucose, glucose – fructose, ...).

*Exemple : un sirop de sucre change de couleur au fur et à mesure de l'augmentation de la chaleur : entre 140 et 160°C (caramel jaune clair), entre 160 et 190°C (caramel brun - jaune), à partir de 200°C (caramel brun foncé), au-delà de 300°C (carbonisation)*⁷³

La caramélisation constitue une **réaction de brunissement non enzymatique**.

Par contre, il convient de noter que certains sucres ne participent pas aux réactions de brunissement non enzymatique :

- le sorbitol
- l'isomalt

Applications : Absence de coloration des pâtes dans lesquelles le sorbitol ou le maltitol est ajouté : pour compenser cette absence de réaction à la température, les recettes prévoient des sucres réducteurs ou d'autres sources de coloration.

⁷⁰ Fiche Précis technologique – Sous vide, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

⁷¹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 159

⁷² Le sucre – applications alimentaires, documentation CEDUS, 1990

⁷³ « Les propriétés physiques et chimiques du saccharose », Dossier CEDUS avec la collaboration de l'Université de Reims (professeur : M. Mathlouthi)

1.4.2.7.5 Les réactions de Maillard⁷⁴ :

Elles désignent un ensemble complexe de réactions résultant d'une interaction entre les glucides (les sucres réducteurs) et les protéines (les acides aminés), provoquant la formation de pigments bruns ou noirs (mélanoides), et de substances volatiles et sapides influençant fortement les qualités sensorielles d'un produit.

Les réactions de Maillard sont des **réactions de brunissement non enzymatique**.

Exemples : Torréfaction des fèves de cacao, torréfaction des grains de café, coloration de la croûte de pain, élaboration de la bière – du vinaigre balsamique, du whisky, ... dans certains fromages comme les pâtes pressées cuites.

Les facteurs influençant les réactions de Maillard sont notamment :

- la nature des substrats : la présence de sucres réducteurs (comme les monosaccharides type glucose, fructose, galactose), certains diholosides réducteurs comme le lactose ou le maltose, la nature des acides aminés.

NB : à noter que le saccharose est un diholoside non réducteur, donc ne participant pas à la réaction de Maillard sauf si il est au préalable hydrolysé (sucre inverti). Par contre, le saccharose, tout comme l'ensemble des sucres réducteurs ou non réducteurs, participe aux réactions de brunissement non enzymatique en se dégradant au contact de la chaleur (réactions de caramélisation).

- la température et le temps (intensité du brunissement d'autant plus importante que le temps et la température sont élevés) ;
- la teneur en eau (effet inhibiteur de l'eau dans les réactions de Maillard) ;
- d'autres facteurs jouent un rôle dans les réactions de Maillard : la valeur du pH (conditions favorables : entre pH 6 et pH 10), la présence d'activateurs ou d'inhibiteurs...

Par contre, il convient de noter que certains sucres ne participent pas aux réactions de brunissement non enzymatique :

- le sorbitol
- l'isomalt

Applications : Absence de coloration des pâtes dans lesquelles le sorbitol ou le maltitol est ajouté : pour compenser cette absence de réaction à la température, les recettes prévoient des sucres réducteurs ou d'autres sources de coloration.

Nouvelles applications proposées par Hervé This :

Le principe est de combiner des sucres avec des protéines : l'idée en cuisine pourrait être de combiner des sucres naturels (exemple du jus de carotte) et des acides aminés (jus de viande) pour produire une sorte de demi-glace de carotte (par une réduction lente de l'ensemble).

Passer la farine blanche sous une salamandre pour la torrifier (et lui donner une saveur nouvelle, proche du chocolat ou d'autres produits torrifiés) ; cette torréfaction correspond à une combinaison entre l'amidon et les protéines de la farine sous l'action de la température. Cette farine peut alors être utilisée dans la fabrication par exemple de pâtes friables ...

NB : à noter que d'autres réactions de brunissement non enzymatique existent en alimentation, qui ne peuvent être classées dans la catégories des Réactions de Maillard : exemple des réactions chimiques intervenant au cours de la madérisation d'un vin.

En outre, il convient de noter que les réactions de Maillard conduisent à la formation de substances antinutritionnels voir potentiellement toxiques comme les mélanoidines⁷⁵ ; par ailleurs, il est aussi reconnu qu'elles peuvent entraîner la formation de molécules antioxydantes, bénéfiques pour l'organisme.

⁷⁴ du nom d chimiste français qui a découvert cette réaction en 1912 : Louis-Camille Maillard

⁷⁵ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 137

1.4.2.7.6 La gélatinisation :

La gélatinisation des glucides amidon correspond au processus d'hydratation des grains d'amidon sous l'action de la température et en présence d'eau.

Ce processus de gonflement irréversible peut se décomposer ainsi :

- à partir de 55 – 60°C, infiltration et absorption de l'eau jusqu'à 30 fois le volume des grains d'amidon ;
- rupture de l'enveloppe des grains d'amidon et libération de ses deux composés : l'amylose et de l'amylopectine ;
- formation d'un empois d'amidon (le terme « empeser » correspond à l'intégration à chaud des molécules d'eau dans les grains d'amidon, provoquant une dissolution des molécules d'amylose et une désorganisation des cristaux d'amylopectine piégeant l'eau, conduisant à un gonflement considérable des grains)
- augmentation de la viscosité de la solution (la température de viscosité maximale est atteinte à 80 - 95°C).

A noter⁷⁶ : la température de gélatinisation est fonction de la nature de l'amidon ainsi que de la taille de ses granules : Amidon de blé : 52 à 64°C, Manioc 52 à 64°C, Pomme de terre 56 à 69°C, Maïs 62 à 74°C, Sorgho 68 à 75°C

NB : le phénomène d'empesage et de gonflement est maximum dans le cas où la teneur en eau est suffisante (ce qui n'est pas le cas des produits de boulangerie par exemple).

NB : le flottement en surface des grumeaux résulte de la fixation d'air lors de l'empesage des grains d'amidon. Hervé This précise dans son ouvrage « De la science aux fourneaux »⁷⁷, comment il est possible en laboratoire de limiter la formation de grumeaux dans un liquide. Il emprunte au domaine de la Physique (la théorie des « transitions de percolation ») le rôle que peuvent jouer des ingrédients qui ne gélatinisent pas au contact de l'eau chaude (tels du sucre, du sel, du glucose, de l'acide tartrique) mélangés au préalable avec la farine.

La viscosité de l'empois est fonction :

- du type d'amidon et plus exactement du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé (selon la nature de l'amidon, il se forme un gel colloïdal plus ou moins épais et opalescent),
- du couple temps / température ;

plus un amidon gonfle, plus la viscosité décroît (« relâchement » de l'empois) lorsque le traitement thermique est accentuée

A noter : la conduction limitée de la température au cœur d'un empois d'amidon : le point d'ébullition d'une solution liée à l'amidon est très inférieure à 100°C

Application : Le GBPH indique un temps d'ébullition minimum de la crème pâtissière de 1mn 30 minimum après l'apparition de la première ébullition, pour atteindre 90°C à cœur) : ce couple temps / température indispensable pour pasteuriser la crème et éliminer d'éventuelles bactéries pathogènes, s'explique par la viscosité épaisse de la crème et la conduction lente de la chaleur au cœur du produit).

- de la présence ou non d'un acide (action de l'acide sur les chaînes de glucose, provoquant des ruptures des chaînes glucidiques et la liquéfaction de l'empois)

Applications : utilisation de jus de fruits acides (dans le cas d'une crème chiboust au citron, ...), ajout du fromage (acide) en finition dans l'appareil à soufflé, ajout du vinaigre en finition dans les sauces acides, ...

- de l'action mécanique : exemple de l'agitation mécanique au fouet ou au cuiseur à crème qui a une incidence sur la viscosité de la crème.

L'aspect de l'empois est en outre fonction de la nature de l'amidon : opaque pour la farine, translucide laiteux pour la fécule, translucide pour la crème de riz et la maïzena

⁷⁶« Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments », de Jean-Claude et Henry Cheftel, Technique et Documentation – Editions Lavoisier, volume 1 – Septembre 1992

⁷⁷ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 73

Applications⁷⁸ : le choix du type d'amidon est fonction du type de sauce :

- brune : féculé, crème de riz
- blanche : farine, maïzena

1.4.2.7.7 La gélification par l'amidon :

Un gel est défini par les physiciens comme une dispersion d'un liquide dans un solide⁷⁹

Les exemples dans les métiers de l'Alimentation ne manquent pas : blanc d'œuf, confiture, sauce, sirop, ... mais aussi les tissus animaux ou végétaux (viande, poisson, fruit, légume, ...) étant donné leur composition riche en eau.

Hervé This propose de classer les gels en deux grandes catégories :

- **les gels réversibles** (exemple : gel à partir de protéines type gélatine ou protéines d'œufs flocculées, à partir de glucides type agar-agar), se distinguant par la capacité de ses composants (ex : les molécules de gélatine dans le cas d'une gelée) de se lier ou de se délier selon la température en raison de leur type de liaison assuré par des forces physiques faibles ;
- **les gels irréversibles** (exemple : gel à partir de protéines type protéines coagulées, à partir de glucides type alginate), se différenciant des autres gels par la nature de leur liaison chimique, forte.
- **les gels bivalents** (réversibles – irréversibles), cas des gels formés à partir de glucides type pectine (thermoréversible ou non thermoréversible) ou encore d'amidon.

Dans le cas de l'amidon, la **gélification** est le **processus survenant au cours du refroidissement**, consécutif à la réorganisation des macromolécules d'amylose et d'amylopectine en une structure tridimensionnelle instable (phénomène de cristallisation de l'amidon). On assiste à un raffermissement et à une rigidification de l'amidon, conduisant à la formation d'un gel uniforme.

1.4.2.7.8 La gélification par d'autres hydrocolloïdes :

Par autres hydrocolloïdes, il faut entendre :

- les exsudats d'arbre type gomme arabique et adragante ;
- les extraits de micro-organismes type gomme xanthane ;
- les extraits de graine type : farine de caroube, de guar ;
- les extraits d'algue rouge type agar-agar, carraghénane ;
- les extraits d'algues brunes type alginate ;
- les extraits de végétaux type pectine (présence de pectine associée à la cellulose et d'autres polysaccharides dans les parois végétales de la plupart des végétaux⁸⁰, à l'exception des céréales).

Ces hydrocolloïdes présentent tous la particularité d'être sous forme de poudre (présentation commerciale générale des hydrocolloïdes sous forme déshydratée), de gélifier des solutions, mais ils diffèrent par :

- leur mode d'emploi : Dissolution directe au contact du liquide, soit manuellement, soit mécaniquement (à l'aide d'un mixeur dans le cas des alginates par exemple) ; pré mélange de la pectine (pour disperser le produit sans grumeaux) avec d'autres ingrédients secs (généralement avec 3 à 5 fois son poids en sucre) avant de verser la préparation dans le liquide sous vive agitation en maintenant l'agitation jusqu'à dissolution complète
- les conditions de gélification : sous l'action de la température comme l'agar, ou de produits comme le sel de calcium dans le cas de l'alginate ; sous l'action de l'acide dans le cas de la pectine (*Composition*

⁷⁸ A partir d'un document de Jeanne Cassagne – Vernières, formatrice ENNA – IUFM Midi-Pyrénées

⁷⁹ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 72

⁸⁰ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Fibres et confitures » page 150

de la pectine entre autres en groupes acide carboxylique, naturellement de charges répulsives : l'acidité du milieu permet de neutraliser les groupes acides par l'ajout d'ions H⁺, permettant un rapprochement des molécules de pectine des fruits⁸¹

A noter : deux paramètres inhibant la gélification de la pectine : la présence de calcaire dans l'eau de cuisson et la faible quantité de sucre, agissant directement en ralentissant l'action de la chaleur sur la pectine (avantages du sucre d'augmenter la t° de cuisson et d'attirer les molécules d'eau concentrant alors les molécules de pectine).

NB⁸² : Non formation de gel à moins de 50% de sucre et à un pH >4,5 – 5.

- **leur réaction à la température :** une fois gélifié, l'alginate est thermo irréversible (le gel à l'alginate ne se décompose pas sous l'effet d'une chaleur intense), le gel à l'agar est résistant jusqu'à une température de 80°C ... ; la pectine jaune (pour confitures, pâtes de fruits, gelées ...) est non thermoréversible à la différence de la pectine NH (pour nappage) thermoréversible⁸³, apte à se liquéfier à t° haute et à gélifier à t° basse.
- **la texture de leur gel :** l'agar-agar (gel clair ferme et cassant), les carraghénanes kappa (dissolution dans un liquide chauffé à plus de 70°C, gel stable à t° ambiante, légèrement opaque mais clair avec du sucre, cassant – rigide ou crémeux en présence de calcium (comme avec les produits laitiers...), les carraghénanes iota (gel élastique, clair, supportant la congélation), les gommes de Xanthane ou de Caroube (gel opaque, mais plus élastique et caoutchouteux), la pectine jaune (gel souple, mais ferme),
- **leur réaction à l'acide :** un milieu au pH acide provoque une perte plus ou moins importante du pouvoir gélifiant des hydrocolloïdes extraits d'algues.

Il faut mentionner le fait que la majorité de ces substances sont codifiées au niveau européen, et sont classés comme **additifs alimentaires**.

Ils sont classés dans la famille des stabilisants, épaississants et gélifiants ; ils sont utilisés dans les préparations laitières, les stabilisateurs de glaces et sorbets, les pâtes de fruits (pectine), ...

Les stabilisants permettent le maintien d'un état physico-chimique à une fabrication. Ils comprennent les substances qui permettent de maintenir la dispersion homogène de deux ou plusieurs substances non miscibles dans une denrée alimentaire, les substances qui stabilisent, conservent ou intensifient la couleur d'une denrée alimentaire ainsi que les substances qui augmentent la capacité de liaison des denrées alimentaires, y compris la réticulation entre protéines permettant la liaison de morceaux d'aliments dans les aliments reconstitués

Les épaississants et les gélifiants élèvent la viscosité des fabrications, et gélifient à chaud et/ou à froid.

Parmi les stabilisants, épaississants et gélifiants, on trouve :

- **origine naturelle :**

E322 lécithines
E400 acide alginique
E401, E402 alginate de sodium, de potassium
E403, E404 alginate d'ammonium, de calcium
E406 agar-agar
E407 carraghénanes

../..

- **origine synthétique :**

E405 alginate de propanol
E432 à E436 polysorbate 20 à 65

../..

⁸¹ Fiche Précis technologique – Les liaisons glucidiques (hors amidon), Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

⁸² « Chimie du petit déjeuner », Marie Terrien – Josette Fournier, Editions Culture et Techniques, Collection Formation, page 107

⁸³ Se reporter à la fiche ci-dessus

Quelques précisions sur les agents épaississants et gélifiants :

	CARACTERISTIQUES	MODE D'EMPLOI	APPLICATIONS
<p>ALGINATES DE SODIUM (E401)</p> <p><u>Exemples</u> : Algin (Gamme Texturas), Alginate de sodium (Kalys)</p> <p><u>Réactifs</u> : Sel de calcium type Calcic (Gamme Texturas), Lactate de sodium (Kalys Gastronomie)</p> <p><u>Correcteur d'acidité</u> : Citras (Gamme Texturas)</p>	<p>- <u>Origine</u> : algues brunes de la famille des Phaeophycées</p> <p>- <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre blanche</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Hydratation - solubilisation à froid dans une eau pauvre en calcium</p> <p>Gélifiant à froid en présence d'acide et de chlorure de Calcium, dans un temps rapide (prise en gel sur toute la périphérie du produit au contact d'une solution de chlorure de calcium)</p> <p><u>NB</u> : gélification d'autant plus complète que le temps de trempage est prolongé. Une fois gélifié, le produit est lavé dans un bain d'eau pour éliminer le chlorure de calcium en surface</p> <p>Gel non thermoréversible</p> <p>Insensible à la présence d'enzymes protéolytiques,</p> <p>Sensible à un pH < 4 (pour des solutions à pH >4, la gamme Texturas propose un correcteur d'acidité, à dissolution rapide et à effet instantané : « Citras »)</p> <p>Gel stable à chaud et à froid</p> <p>- <u>Caractéristiques organoleptiques</u> :</p> <p>Saveur et odeur neutres</p> <p>Gel clair ferme, cassant et opaque</p>	<p><u>Dosage recommandé pour l'alginate</u> :</p> <p>2 g pour 200 ml de préparation finale</p> <p><u>Dosage recommandé pour le sel de calcium</u> : 6 g dissout dans 200 ml d'eau</p> <p>Si possible, mélanger au préalable l'alginate de sodium dans 3 à 5 fois son poids en sucre pour éviter la formation de grumeaux</p> <p>Verser en pluie et sous agitation, dans la préparation à texturer, à température ambiante ou élevée. Mixer.</p> <p>Réserver environ 1h (pour éliminer l'air pouvant avoir été incorporé)</p> <p>Dissoudre le sel de calcium dans l'eau, à froid</p> <p>Préparer un récipient d'eau de rinçage (pour éliminer l'excès de sel de calcium)</p>	<p><u>SPHERIFICATION (création de sphères au cœur liquide)</u></p> <p><u>Méthode de fabrication</u> :</p> <p>- soit par trempage de la préparation contenant l'alginate dans une solution de chlorure de Calcium (méthode de réalisation des billes, perles, ravioles d'alginate),</p> <p>- soit par pulvérisation d'une solution de chlorure de Calcium directement sur la préparation contenant l'alginate,</p> <p>- soit par mélange rapide de la solution de chlorure de Calcium avec la préparation contenant l'alginate (liquide, purée, ...) pour une prise en gel dans la masse (méthode de réalisation de fruits reconstitués, de gelées de vin, de thé, ..).</p> <p>- soit par trempage d'un produit laitier contenant des sels de calcium dans un bain d'alginate de sodium (méthode de « sphérisation inversée »)</p> <p><u>AUTRES UTILISATIONS</u> (industrielles) : produits en poudre (crème pâtissière, ...), produits restructurés (viande, fruit, ...), produits laitiers (crème fouettée, crème dessert, ...)</p>
	<p><u>Exemple de recettes proposées par Kalys Gastronomie :</u></p> <p><u>Caviar, perles et ravioles :</u></p> <p>Alginate de sodium : 2 g / Jus, sirop, ... : 200 ml / Lactate de calcium : 6 g + Eau : 200 ml</p> <p>Caviar, perles : dissoudre l'alginate dans le liquide, mixer. Préparer le bain de trempage (lactate de calcium + eau). A l'aide de la micropipette, faire tomber délicatement dans le bain de trempage. Rincer dans l'eau claire.</p> <p>Ravioles : placer une cuillère (spéciale, à café ...) dans le bain de trempage. Immerger le bout d'une pipette au contact du creux de la cuillère et laisser sortir le mélange. Remplir la cuillère à ras bord.</p>		

	<p><i>Pour les sphérifications inversées : dissoudre de 2 à 4 g de lactate de calcium dans 200 ml de lait, tremper dans un bain constitué de 2 g d'alginate dissout dans 200 ml d'eau ou autre liquide.</i></p> <p><u>Fruits reconstitués (méthode de prise dans la masse) :</u></p> <p><i>Alginate : 2 g / Nectar(s) de fruits : 300 ml / Sucre : 20 g / Citron : ½ jus / Lactate de calcium : 6 g</i></p> <p><i>Mélanger l'alginate avec le(s) nectar(s), le sucre et le citron. Mixer. Ajouter le lactate, et verser de suite dans un récipient (pour obtenir une épaisseur régulière : 2 cm environ). Laisser prendre la gelée 2 heures. Démouler, découper en dés.</i></p>		
<p>AGAR-AGAR E406</p> <p><i>Exemples : Agar (Gamme Texturas), Agar (Kalys)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Origine</u> : algues rouges de la famille des Rhodophycées - <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre - <u>Propriétés</u> : Acalorique Hydratation à froid Soluble à des températures élevées (à partir d'une température moyenne de 90-95°C) Thermosensible : gélification à partir de 40 à 50°C Gélifiant jusqu'à une température de 70°C (fluidification du gel vers 80°C) Insensible à la présence d'enzymes protéolytiques, Sensible à l'acidité du milieu (quantité d'agar-agar d'autant plus importante avec l'élévation de l'acidité du milieu) sensible à partir de 3,5 - <u>Caractéristiques organoleptiques</u> : saveur et odeur neutres gélification avec gel ferme, cassant, transparent, neutre, thermoréversible 	<p>Utilisation à des doses très faibles : de 2 à 10 g par kg de préparation finale</p> <p><u>Dosage</u> recommandé : 2 g pour 200 ml de préparation finale</p> <p><u>Mode d'utilisation</u> : si possible, mélanger au préalable l'agar-agar dans 3 à 5 fois son poids en sucre pour éviter la formation de grumeaux ; verser en pluie et sous agitation, dans la solution à texturer, de préférence à une température voisine de 90°C, ou en fin de préparation</p>	<p><u>RÉALISATION DE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Crèmes, mousses (Chantilly, ...) chaudes ou froides - Gelées chaudes (de fruits, de vin, ...) - Coulis et confitures
<p>KAPPA CARRAGHNENANE</p> <p><i>Carraghénane E407</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Origine</u> : algues rouges de la famille des Rhodophycées - <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre, en 3 familles : Kappa, Iota et Lambda - <u>Substitut de</u> : la pectine, les oeufs, la gélatine - <u>Propriétés</u> : Acalorique Hydratation à froid Soluble à des températures élevées (à partir d'une température moyenne de 70°C) Gel thermosensible : gélification au refroidissement à partir de 40 à 50°C, 	<p><u>Dosage recommandé</u> : de 2 à 10 g par kg de préparation finale</p> <p><u>Mode d'utilisation</u> : verser en pluie fine et sous agitation, dans la préparation à texturer, à une température supérieure à 70°C.</p>	<p><u>REALISATION DE :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Flan - Aspic - Mousse et Crème Chantilly - Gelée <p><i><u>Exemple de recette proposée par Kalys Gastronomie :</u></i></p> <p><i>Chantilly Chocolat</i> <i>Eau : 350 ml</i> <i>Crème fraîche 230 g</i> <i>Chocolat : 120 g</i> <i>Sucre : 30 g</i> <i>Kappa Carraghénane : 2 g</i> <i>Mélanger dans l'eau tiède le kappa, chocolat, crème</i></p>

	<p>fluidification du gel à partir de 50°C (excepté dans le cas où il est associé à des protéines de type oeuf, lait, viande, soja ... ou des amidons : farine, féculents)</p> <p>- <u>Caractéristiques organoleptiques</u> :</p> <p>saveur et odeur neutre gélification avec gel ferme, de élastique à cassant (suivant la concentration en carraghénane), transparent, neutre, thermoréversible</p>		<p>et sucre. Porter à ébullition 2 mn. Débarrasser dans une calotte,, battre pour homogénéiser Laisser prendre pendant environ 2 heures (au froid ou à t° ambiante). Foisonner (au mixeur, au batteur mélangeur, au siphon ...).</p>
<p>GOMME DE GUAR E412</p>	<p>- <u>Origine</u> : farine extraite industriellement de l'albumen de graines de légumineuses (Cyamopsis tetragonolobus), contenant un épaississant : le « guaran »</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Acalorique Gélifiant (à chaud et à froid) Hydrocolloïde (apport de viscosité améliore la rétention d'eau en glacerie)</p> <p>- <u>Caractéristiques organoleptiques</u> :</p> <p>Épaississant, apport de moelleux aux fabrications (notamment aux préparations de pains et pâtisseries sans gluten)</p>	<p><u>Dosage recommandé</u> :</p> <p>2 g pour 200 g de préparation finale</p> <p><u>Mode d'utilisation</u> :</p> <p>Si possible, mélanger au préalable l'agar-agar dans 3 à 5 fois son poids en sucre pour éviter la formation de grumeaux Verser en pluie fine et sous agitation, dans la préparation à texturer, à froid ou à chaud, de préférence avec un ingrédient plus abondant dans la recette (farine, amidon). Mixer</p>	<p>REALISATION DE :</p> <p>- Sauces, gelées - Soupes - Pâte : à pain, biscuit, ... - Fabrications surgelées</p> <p><u>Exemple de recette proposée par Kalys Gastronomie :</u> <i>Coulis rapides</i> Gomme de guar : 2 g Jus de fruit : 200 ml Disperser la gomme de guar dans le jus, mixer. Servir le coulis froid ou chaud.</p>
<p>GOMME DE XANTHANE E415 <i>Exemple : Xantana (Gamme Texturas), Gomme Xantane (Kalys Gastronomie)</i></p>	<p>- <u>Origine</u> : farine synthétisée par des micro-organismes (fermentation aérobie de Xanthomonas campestris)</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Acalorique Soluble à froid Rétenteur d'eau Limite la recristallisation de l'eau en glacerie, freine le rassissement des pâtes Épaississant à des doses très faibles Très bonne stabilité en milieu acide Stabilisation des systèmes complexes (Emulsion, mousse, ...) Diminution légère de la viscosité à chaud</p>	<p><u>Dosage recommandé</u> :</p> <p>2 g pour 200 g de préparation finale</p> <p><u>Dosage recommandé (glacerie)</u> :</p> <p>0,2 g / litre de mix</p> <p><u>Mode d'utilisation</u> :</p> <p>Disperser en pluie fine la gomme Xanthane sur le liquide • texturer, • froid et sous agitation</p>	<p>REALISATION DE :</p> <p>- Sauces (exemple : sauce salade),, mayonnaises, coulis - Pâte à pain, brioche, ... - Fabrications allégées en graisses et sucres - Fabrications dont la gomme Xanthane est utilisée comme substitut d'oeufs, de produits amylacés (sauces et produits laitiers, ...)</p>

	<p>- <u>Caractéristiques organoleptiques</u> :</p> <p>Substitut de matières grasses et de sucres (apport de viscosité de moelleux et d'onctuosité: cas de la pâte à pain, à brioche)</p> <p>- Substitut d'oeufs</p>		
<p>GOMME DE XANTHANE E415 Exemple : Gellan rapide (Gamme Texturas)</p>	<p>- <u>Origine</u> : farine synthétisée par des micro-organismes (fermentation aérobie de <i>Sphingomonas elodea</i>)</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Hydratation à froid Soluble à des températures élevées Gel thermosensible (résistant à une température maximale de 70°C (gel chaud) Sensible à la présence de sel dans la solution</p> <p>- <u>Caractéristiques organoleptiques</u> :</p> <p>- Gel ferme, découpe nette</p>	<p><u>Mode d'utilisation</u> :</p> <p>Dissoudre dans la solution et chauffer à 85°C. Refroidir pour obtenir le gel.</p>	<p><i>Recette de « tagliatelles » proposée par Albert & Ferran Adrià : 250 g de consommé non salé + 4,8 g de Gellan + safran. Gélifier dans un plat creux, détailler en bandelettes.</i></p>
<p>METIL (Gélifiant extrait de la cellulose des végétaux) Gamme Texturas</p>	<p>- <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Gélification au contact de la chaleur Epaississant à froid</p>	<p><u>Mode d'utilisation</u> :</p> <p>Mélanger à froid en agitant énergiquement et laisser refroidir en enceinte réfrigérée positive (t°>+4°C) Chauffer ensuite le produit jusqu'à une t° de +55°C environ</p>	
<p>CAROUBE (E410)</p>	<p>- <u>Origine</u> : graines de légumineuses (caroubier), arbre du littoral méditerranéen</p> <p>- <u>Propriétés</u> :</p> <p>Solubilisation après chauffage Epaississant Gélifiant en combinaison avec la gomme xanthane ou les carraghénanes</p>		<p><i>Utilisations industrielles : gels laitiers, glaces, ...</i></p>

Sources : Gamme Texturas et Kalys (documentation commerciale).

LES PECTINES ⁸⁴	CARACTERISTIQUES	MODE D'EMPLOI	APPLICATIONS
PECTINE NON THERMOREVERSIBLES	PECTINE JAUNE ou PG 769S Produit composé de pectine (E440) et de sels retardateurs (E337 et E452) Gélification en milieu acide (ph 3,2 à 3,5) et très sucré ; Gélification non réversible par chauffage Conservation dans un endroit frais et sec, DLUO 12 mois	Pâtes de fruits, confiseries gélifiées (<i>interdite dans les confitures</i>), fourrages pour biscuiteries et pâtisseries	<u>Dosage :</u> Pâtes de fruits : 1 à 1,2 % Confiseries gélifiées : 1,6 à 1,8% <u>Teneur en ES :</u> > 70°Brix
	PECTINE de pomme, Pectine RS rapid set 150, Pectine MRS 150 (medium rapid set), Pectine MRS Produit composé de pectine seule (E440i) Gélification en milieu acide (ph 2,8 à 3,1) et sucré ; Gélification non réversible par chauffage	Confitures, gelées et produits de fourrage	<u>Dosage :</u> 0,25 à 0,5% <u>Teneur en ES :</u> 62 à 66°Brix
	PECTINE 325 NH 95 Unipectine OF 605 Produit composé de pectine seule (E440ii)	Confitures allégées notamment	<u>Dosage :</u> 0,5 à 1,5 % <u>Teneur en ES :</u> 40 à 50°Brix
	SUCRE GELIFIANT type Vitpris, Confisuc, ... Mix composé de pectine, sucre et acide	Spécialement réservé pour une utilisation dans la fabrication « familiale » de confitures et gelées.	<u>Dosage :</u> 1,5 à 3% <u>Teneur en ES :</u> 62 à 66°Brix
PECTINES THERMOREVERSIBLES	PECTAGEL 843 PECTAGEL OF65 Mix composé de pectine et de carraghénane et d'autres additifs (E450, E341)	Sauces, nappages à froid, fourrages, glaces à 2 composants (marbrure)	<u>Dosage :</u> 0,3 à 1,5% <u>Teneur en ES :</u> 50 à 70°Brix
	PECTINE NH nappage à pulpe (avec fruits) ou G 505S Pectine X58 ou OG305S Substance utilisée comme agent texturant. Produit composé de pectine (E440) et de sels retardateurs (E450 et E341) Gélification en milieu acide (ph 3,6) et sucré (58 à 68%) Epaississant et/ou gélifiant, Gélification réversible par chauffage Conservation dans un endroit frais et sec, DLUO 24 mois	Produits de fourrage, nappage de pâtisseries aux fruits sans pulpe dit transparent (particularité de la X58 : très bonne tenue après une conservation au froid négatif, utilisation vers 50-55°C. <i>Interdit dans les confitures</i>	<u>Dosage :</u> 0,8 à 1,5% <u>Teneur en ES :</u> 50 à 65°Brix

⁸⁴ D'après le document du Pôle de l'ENSP – Sylvia ARSAC et Mathieu Barriquault, dans Le journal du pâtissier – n°308, Mai 2006

Les industriels combinent souvent les hydrocolloïdes afin de modifier les textures, notamment dans les produits de Confiserie.

Exemples⁸⁵ :

Modification de texture Applications en confiserie	<i>gélatine + agar, pectine</i>	<i>texture courte et cassante</i>
	<i>gélatine + amidon modifié</i>	<i>texture moins élastique (ex : réglisse, ...)</i>
	<i>gélatine + gomme arabique</i>	<i>texture dure et compacte</i>
Applications dans les gelées	<i>gélatine + carraghénane</i>	<i>Augmentation de la force de gel</i>
Modification de Point de prise	<i>gélatine + carraghénane</i>	<i>Diminution du temps de prise dans le cas des gelées</i>
Modification de Point de fusion	<i>gélatine + carraghénane</i>	<i>Augmentation du point de fusion de 30 à 53°C par l'ajout de 10% de carraghénane à la gélatine</i>
Stabilisation, ...	Complexe gélatine + amidon	Dispersion et dissolution facile + gélification rapide + structure stable résistant aux variations de t°

Autre exemple : extrait du site <http://www.texturasebulli.com/FRA/>

Gélatine	Moelleuse avec des laitages (froide ou chaude)	Iota
	Thermo-irréversible (ne se liquéfiera plus)	Algin + Calcic
	Ferme (froide ou chaude)	Agar
	Froide et très ferme	Gellan ou Kappa
	Chaude et très ferme (tagliatelle)	Gellan
	Sucrée comme une pâte de fruit	Agar
	Perles à la seringue	Kappa ou Agar
Textures aériennes	Air (froid ou chaud)	Lecite
	Air d'alcool pur	Sucro
	Écume froide	Xantana
	Écume chaude	Metil
	Écume crémeuse	Xantana
	Nuages chauds	Metil
Émulsions	D'eau et de graisses	Glice + Sucro
Sphérification	Basique	Algin (+ Citras) + Calcic
	Inverse	Glucos + Xantana + Algin
Épaissir	Sauce épaisse (à chaud ou à froid)	Xantana
	Purées épaissies à base de liquides	Kappa
	Liquides avec effets de suspension	Xantana
Napper	Produit à gel moelleux	Iota
	Produit à gel ferme	Kappa
Autres emplois	Correction du pH	Citras
	« Coller » des produits à chaud	Metil

⁸⁵ Fiche Précis technologique – Gélatine et autres agents gélifiants, Plateforme de travail collaboratif Pâtisserie – www.extrasucre.org

1.4.2.7.9 La cristallisation :

La **cristallisation** est la propriété des glucides sucre, des glucides amidon de **former des cristaux lors de la conservation**, par un phénomène de déstabilisation.

***NB :** le terme s'applique de même pour les acides gras et l'eau, la cristallisation s'opérant dans ces cas sous l'action du froid.*

Comme pour les lipides, le procédé de cristallisation des glucides saccharose s'opère en deux temps :

- une première étape de nucléation (consistant en la formation de germes cristallins)
- une deuxième étape de croissance des cristaux.

DANS LE CAS DE L'AMIDON, la cristallisation porte le nom de **rétrogradation**.

Ce phénomène de rétrogradation s'opère par une scission entre les phases liquide et solide ; laissant s'échapper un exsudat de l'eau de constitution de la fabrication (**phénomène de synérèse**).

Dans d'autres cas (exemple le pain, toutes les fabrications à base de pâte : brioche, savarin, cakes, ...), la rétrogradation s'opère lors d'une conservation prolongée des fabrications, processus accéléré en l'absence de protection enveloppant les fabrications : les produits sèchent progressivement sous l'effet de la vaporisation de son eau de constitution. Le terme de « rassisement » est utilisé pour désigner ce phénomène.

La stabilité du gel d'amidon lors de sa conservation est fortement dépendante :

- **du temps de conservation** : passé 48 heures de conservation au froid (négatif ou positif), la structure est particulièrement instable et selon le rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé, l'amidon rétrograde plus ou moins rapidement
- **du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé** :

L'amylopectine a la capacité d'absorber une grande quantité d'eau à la cuisson, et est en grande partie responsable du gonflement des granules d'amidon.

Les granules d'amidon riches en amylopectine sont plus faciles à dissoudre dans l'eau à 95°C, que ceux qui contiennent beaucoup d'amylose. Les molécules d'amylopectine n'ont pas tendance à recristalliser, et possèdent de ce fait un pouvoir élevé de rétention d'eau, contrairement à celles de l'amylose qui rétrogradent plus rapidement. Les solutions d'amylopectine ne rétrogradent pas.

Céréales / Tubercules Produits	Amidon % de mat.sèche	Amylose % de mat.sèche	Amylopectine % de mat. sèche	Caractéristiques
Blé	65 - 70	20	80	Viscosité moins élevée que l'amidon de maïs, stable au froid négatif
Maïs	65 – 80	25	75	Viscosité plus stable à des températures élevées (à ébullition)
Amylomaïs	50 - 65	60 - 65	-	
Maïs cireux obtenu par modification génétique Amidon transformé* Poudre à crème à froid ou à chaud (à base d'amidon transformé)	60 – 70 Amidon transformé + épaississants et gélifiants (carraghénane, alginate de sodium, farine de caroube, gomme de xanthane)	0	100	Amidon plus apte à stabiliser l'eau, notamment en conservation au froid négatif Forte utilisation en Industrie agro-alimentaire pour limiter les phénomènes de rétrogradation et de synérèse
Poudre à crème à chaud (généralement à base d'amidon de maïs)	Environ 97% d'amidon de maïs + arômes vanilline, éthylvanilline, colorants et parfois de sucre, de jaunes d'œufs déshydratés et épaississants autres qu'amidon (carraghénane, farine de caroube, ...)	25	75	Viscosité élevée Stable au froid pendant une durée limitée Non stable au froid négatif (rétrogradation de l'amidon et phénomène de synérèse) sauf dans le cas d'une forte présence de matière grasse (exemple : 200g minimum au litre de lait dans le cas de la crème pâtissière)
Mélange farine / amidon de maïs	Moins de 30% de poudre à crème Plus de 70% de farine			Stable au froid négatif (pas de phénomène de synérèse)
Riz	75 – 90	15 – 35	65 - 85	Gel translucide Viscosité moins élevée
Pommes de terre	60 - 65	23	77	Forte viscosité à température basse (65°C) Effet épaississant et nappant
Manioc (tapioca)	80 - 85	20	80	Gel translucide Viscosité moins élevée

* Selon l'AM du 2.10.97 (article 10, page 16265) source <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9700107A>

Ne sont pas des additifs ... (...)

- « la DEXTRINE blanche ou jaune, l'AMIDON torréfié ou dextrinisé, l'amidon modifié par traitement acide ou alcalin, l'amidon blanchi, l'amidon physiquement modifié et l'amidon traité au moyen d'enzymes amylolytiques »

Ces amidons sont exclus du champ d'application de la Directive CE 95-2 du 20 Février 1995 relative aux additifs alimentaires et sont désormais considérés comme des ingrédients alimentaires, c'est à dire qu'ils peuvent continuer à être utilisés dans la fabrication de denrées alimentaires dans les mêmes conditions que l'amidon.

Les Amidons modifiés sont des « substances obtenues au moyen d'un ou plusieurs traitements chimiques d'amidons alimentaires, qui peuvent avoir été soumis à un traitement physique ou enzymatique, et peuvent être fluidifiés par traitement acide ou alcalin ou blanchis ».

L'indication du nom spécifique ou du numéro CE n'est pas requise.

Suite à la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés (exemple avec les maïs), et afin de ne pas créer de confusion dans l'esprit du consommateur ou du professionnel, le terme « amidon modifié » est de plus en plus remplacé par celui « **d'amidon transformé** ».

La transformation de l'amidon modifie par conséquent ses propriétés stabilisantes : l'amidon fixe davantage l'eau, et est stable même après une conservation au froid négatif. Les amidons transformés sont fortement utilisés en Industrie agro-alimentaire pour limiter les risques de rétrogradation de l'amidon et de synérèse.

- de la présence ou non de matière grasse dans le cas d'une conservation de l'empois au froid : sous l'action du froid, la structure des granules d'amidon et d'eau se stabilise par la cristallisation de la matière grasse au froid.

Exemple : quel que soit l'amidon utilisé, une crème pâtissière composée de plus de 200 g de beurre au litre de lait est stable en conservation au froid. Il convient de noter de même que l'ajout de matières (comme le beurre dans le cas de la crème mousseline, ... ; la crème fouettée dans le cas de la crème princesse ou diplomate, ..., la meringue italienne ou française dans le cas de la crème chiboust, ...) permet de stabiliser la crème pâtissière, et facilite sa conservation au froid négatif dans le cas d'une production en différée

- de la présence ou non de produits fixateurs d'eau (hydrophile), permettant de maintenir une partie de l'eau de constitution des fabrications et freinant par conséquent les phénomènes de rétrogradation de l'amidon et de rassissement dans le cas des pâtes battues (biscuit, génoise, ...), des pâtes levées fermentées (brioche, ...), des pâtes levées non fermentées (cakes, madeleines, ...),

Exemple du sucre inverti ajouté en remplacement de 5 à 10% du poids de sucre dans la fabrication de la pâte à cakes

Exemple des agents émulsifiants (E322 lécithine, E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras) fixant une partie de l'eau de constitution de la fabrication en la liant à des globules de matières grasses,

Exemple de l'édulcorant E420 sorbitol, particulièrement apte à retenir et à stabiliser l'humidité dans les fabrications dans lesquelles il est ajouté (exemple de la pâte à cakes).

DANS LE CAS DES GLUCIDES SUCRES, le phénomène de cristallisation peut être désirée ou accidentelle (dépendant fortement de : la maîtrise des techniques, de la température, de l'humidité dans l'air).

Applications⁸⁶:

- Glucide saccharose :
 - o Cristallisation désirée :

Fabrication du saccharose (par ensemencement) et du fondant

Fabrication des intérieurs liqueurs (cristallisation de l'enveloppe du bonbon liqueur à son contact avec l'amidon, déclencheur du phénomène de cristallisation).

Cas des fondants : Présentation du sucre à l'état semi cristallisé ; Cristallisation des fruits candi

- o Cristallisation accidentelle :

Cas du sucre « massé » (intervenant à la suite d'un refroidissement d'un sirop de sucre au contact d'impuretés, d'agrégats de sucre formés sur les parois du récipient de cuisson risquant d'ensemencer le sirop au refroidissement, ...)

Cristallisation des bonbons de sucre cuit (berlingot, ...) pendant leur stockage (à la suite d'une t° élevée entraînant une évaporation de l'eau des produits, ou dans le cas d'une humidité importante dans l'air ambiant)

Cas du fondant dont la t° à ne pas dépasser dans sa mise au point est de 37°C (le dépassement de cette t° plafond entraîne la fonte des petits cristaux de saccharose, ce qui conduit au refroidissement à une augmentation de la formation de gros cristaux rendant le glaçage mat).

⁸⁶ La lettre de l'ENSP, Octobre – Décembre 1995

La cristallisation peut être évitée par l'adjonction de **matières anti-cristallisantes** (exemple du sirop de glucose, du sucre inverti, du sorbitol...voire des additifs de type E334 acide tartrique, E336 crème de tartre). Les agents anti-cristallisants agissent dans les fabrications en limitant le phénomène de cristallisation des molécules de saccharose. Ils agissent :

- sur le saccharose (réduction voire suppression de la formation de cristaux de saccharose par : augmentation de la viscosité du milieu, localisation des agents anti-cristallisants entre les molécules de saccharose, grande solubilité des agents anti-cristallisants)
- sur l'eau (limitation de la cristallisation de l'eau)

***Applications :** Le graissage des sucres correspond à l'ajout d'acide tartrique ou de crème de tartre (ou de glucose) dans la cuisson des sucres pour empêcher leur cristallisation*

En pratique, il est courant de combiner les agents anti-cristallisants pour :

- réduire le risque de cristallisation sans augmenter notablement la viscosité du milieu : préférer dans ce cas un mélange de sorbitol et de sucre inverti (volume réduit de ces molécules) au lieu du sirop de glucose
- conserver des fabrications en limitant l'adsorption d'eau : éviter le sorbitol et le sucre inverti au pouvoir hygroscopique notable
- limiter le pouvoir sucrant d'une fabrication (pouvoir sucrant du sorbitol et du sirop de glucose moins intense que celui du sucre inverti)
 - o ***Autre application :** en Glacerie*

La teneur en extraits secs dans un mix à glace détermine en partie son équilibre, sa stabilité :

- *en présence d'un excès de lactose, notamment apporté par des produits riches en extraits secs de type poudre de lait, le risque est **la cristallisation du lactose**, conférant à la glace une texture sableuse ;*
- *une quantité en extraits secs faible provoque le risque d'une **cristallisation hydrique** dans la glace (et la formation de paillettes).*

1.5 Étude des nutriments non énergétiques :

1.5.1 Les sels minéraux :

Les sels minéraux se classent en fonction de l'aspect quantitatif des besoins nutritionnels :

- les microéléments ou oligoéléments :

IODE	Rôle dans le fonctionnement de la glande thyroïde Présent dans les produits de la mer, sel, légumes durs comme navet, chou, ...
------	--

- les macroéléments :

SODIUM	Double rôle fonctionnel : régulateur du niveau d'eau intra et extracellulaire, transport des nutriments et évacuation des déchets Présent à l'état naturel dans certains produits (œuf, épinard, ...), sel.
CALCIUM	Rôle important de constitution (squelette, dentition) et rôle fonctionnel (excitabilité neuromusculaire) Présent dans les produits laitiers, légumes verts, fruits secs.
PHOSPHORE	Rôle de constitution (élément du sang, ADN, ATP,...) Présent dans les produits animaux et féculents
MAGNESIUM	Rôle fonctionnel (agent du métabolisme des protides - glucides, et excitabilité neuromusculaire) Présent dans les céréales, légumineuses, fruits de mer..
FER	Rôle fonctionnel (rôle dans le sang de fixation de l'Oxygène) Présent dans les germes de blé, abats, ...

Les sels minéraux, au contact de l'eau se **dissolvent** (obtention d'une solution « vraie »).

Le sel, comme le sucre, est dit « **hygroscopique** », c'est-à-dire qu'il a tendance à absorber l'humidité de l'air, et par extension l'eau à son contact. Ainsi, il peut capter et retenir l'eau au contact d'un composé protidique ou lipidique (provoquant leur dessèchement en surface, pouvant être irréversible).

Applications : il est de même conseillé de ne pas placer en contact direct le sel avec la levure biologique pour éviter de la déshydrater au risque de nuire à ses propriétés fermentescibles : dégorger un légume consiste à éliminer par le sel une partie de son eau de constitution, ...

1.5.2 Les fibres :

Les fibres sont des nutriments non digestibles par le corps humain. Ils sont présents dans les végétaux (44% dans le son, 25% dans les haricots secs, ...).

1.5.3 Les vitamines :

Les vitamines sont des substances indispensables au développement, à l'entretien et au fonctionnement de l'organisme, agissant à dose très faible. Les besoins en vitamines, aussi minimes soient-ils, nécessitent un apport indispensable dans l'alimentation, compte tenu de leur spécificité, non synthétisable en quantité suffisante par l'organisme.

Ils ont un rôle fonctionnel (agent des réactions chimiques internes), favorisant l'utilisation par l'organisme des protides – lipides – glucides et calcium.

Ils peuvent être classées suivant leur solubilité dans l'eau ou dans la matière grasse :

○ **vitamines liposolubles :**

A <i>rétinol</i>	Rôle dans le mécanisme de vision et dans la croissance Présente dans le beurre, œuf, foie d'animaux...
Pro-vitamine A <i>carotène</i>	Présente dans les légumes colorés (carotte, épinard, ...), fruits colorés (abricot, kiwi...), beurre, fromages
D <i>D3 tocophérol</i>	Rôle de régulation dans le mécanisme du calcium et du phosphore Présente dans poissons gras, œuf, ...
E <i>α-tocophérol</i>	Rôle antioxydant (protection de la vitamine A) et dans le mécanisme du fer Présente dans les germes de céréales, graines d'oléagineux
K <i>K1</i> <i>phylloquinone</i>	Rôle essentiel dans le mécanisme de la coagulation Présente dans les légumes (épinard, chou), foie d'animaux, ...

○ **vitamines hydrosolubles**

C <i>Acide ascorbique</i>	Rôle antivirale (synthèse d'anticorps) et de constitution des tissus de soutien (conjonctif) Sensible à l'oxydation (protection par un pH acide) Présente dans les agrumes, fruits, légumes non féculents, .
B1 <i>Thiamine</i>	Rôle dans le métabolisme des glucides et fonctionnement des muscles et tissus nerveux Hypersensibilité à la chaleur Présente dans les abats (foie), viande (porc), céréales (riz), légumes secs ...
B2 <i>riboflavine</i>	Rôle dans le métabolisme des glucides et des lipides Hypersensibilité aux rayons ultra-violet (lumière) Présente dans les abats (foie), œuf, lait, viande, ...
PP ou B3	Rôle dans la dégradation des molécules énergétiques Substance relativement stable Présente dans les abats (foie), viandes, poissons, céréales .

NB : à noter aussi l'existence d'autres vitamines hydrosolubles : P ou C2 - B5 – B6 – B12

Les vitamines, notamment celles hydrosolubles réagissent de la manière suivante :

VITAMINES Hydrosolubles	Milieu aqueux	Dissolution	Perte des vitamines si le liquide de trempage est éliminé
	Oxygène	Oxydation	Perte de l'activité propre à la vitamine
	Energie thermique		Hypersensibilité (vit. Thermolabile)
Vitamine B1	Energie lumineuse Oxygène Energie thermique		Perte de l'activité propre à la vitamine
Vitamines C, B2	Agents chimiques (acide)		Préservation de l'activité de la plupart des vitamines en milieu acide

1.5.1 Les alcaloïdes :

Les alcaloïdes sont les substances organiques végétales contenant au moins un atome d'azote dans la molécule.

Exemple en Caféologie :

La caféine, la trigonelline et l'acide nicotinique sont des exemples d'alcaloïdes.

Dans la boisson café, la caféine est le composé le plus important aussi bien du point de vue quantitatif (1 à 3%) que pour ses propriétés physiologiques sur l'organisme. 10 % environ de la caféine est perdue à la torréfaction par sublimation (la perte est d'autant plus importante que la torréfaction est poussée).

La caféine excite le système nerveux central et agit sur le système rénal, musculaire et circulatoire en particulier sur le muscle cardiaque.

Les teneurs en caféine sont variables et dépendent de la variété des cafés.

VARIETE	% CAFEINE (café vert)
<i>Robusta</i>	<i>1,5 à 2,7</i>
<i>Arabica</i>	<i>0,9 à 1,6</i>
<i>Excelsa</i>	<i>0,9 à 1,2</i>
<i>Eugenioïdes</i>	<i>0,3 à 0,5</i>

1.6 Des constituants de la matière vivante aux fabrications : étude de leurs interactions dans les systèmes dispersés :

1.6.1 Présentation schématique des matières premières :

Les denrées alimentaires sont souvent représentées schématiquement sous 3 états, de manière exclusive ou mélangée :

- solide,
- liquide,
- et/ou gazeux.

Dans un système mélangé, les particules solides, liquides ou gazeuses sont dispersées dans un élément solide ou liquide : on parle dans ce cas de **système dispersé**.

La logique du professionnel consiste à stabiliser les systèmes dispersés lors de leurs fabrications, et dans le temps lors de leur conservation. De cette stabilisation dépend le maintien des qualités organoleptiques des fabrications, et la réduction des altérations, qu'ils soient physiques, chimiques, biochimiques et plus encore microbiologiques.

Dans ce travail de description des mélanges menés dans les laboratoires de fabrication, sous l'angle des connaissances empruntés au domaine de la physique et de la chimie, il est important de relever un certain nombre de définition⁸⁷ de termes, dont certains sont aujourd'hui couramment utilisés en profession :

- « un **aérosol** est une suspension de particules très fines, solides ou, plus souvent, liquides, dans un gaz ;
- la **coagulation** est le phénomène par lequel un liquide organique se prend en une masse solide ou coagulum
- la **coalescence** en chimie est l'union des granules d'une solution colloïdale ou des gouttelettes d'une émulsion ;
- un **colloïde** est un système dans lequel des particules très petites sont en suspension dans un fluide (par opposition à cristalloïde) ;
- un **cristalliseur** en chimie est un récipient de laboratoire en verre épais, cylindrique et peu profond, utilisé notamment pour faire cristalliser les corps dissous ;
- un **cristalloïde** est un corps dissous pouvant être dialysé (par opposition à colloïde) ;
- une **dialyse** en chimie est la séparation des constituants d'un mélange, fondée sur la propriété que possèdent certains corps de traverser plus facilement que d'autres les membranes poreuses ;
- la **diffusion** en physique est le mouvement d'un ensemble de particules dans un milieu, sous l'action de différences de concentration, de température, ... tendant à l'égalisation de ces grandeurs.
- une **émulsion** est la préparation obtenue par division d'un liquide en globules microscopiques au sein d'un autre liquide avec lequel il ne peut se mélanger ;
- la **floculation** en chimie et en physique est la transformation réversible que subissent les suspensions colloïdales par association des particules constituantes ;
- une **dispersion** en chimie est un solide, liquide ou gaz contenant un autre corps uniformément réparti dans sa masse ;
- **dissoudre** est l'action d'amener un corps solide, liquide ou gazeux à former un mélange homogène avec un liquide ;
- un **gel** en chimie est le mélange d'une matière colloïdale et d'un liquide qui se forme

⁸⁷ Dictionnaire Le petit Larousse, grand format, Editions 1996

- spontanément par floculation et coagulation ;
- une **osmose** est le transfert du solvant d'une solution diluée vers une solution concentrée au travers d'une membrane dite *permsélective* ;
 - un **sol** est une dispersion colloïdale de particules dans un gaz (aérosol) ou dans un liquide ;
 - un **soluté** en chimie est un corps dissous ;
 - une **solution** est un mélange homogène présentant une seule phase, de deux ou plusieurs corps et, particulièrement, liquide contenant un corps dissous ;
 - un **solvant** est une substance capable de dissoudre un corps, et qui sert généralement de diluant ou de dégraissant ;
 - une **suspension** en physique est l'état d'un solide très divisé, mêlé à la masse d'un liquide sans être dissous par lui ».

La classification que proposent Marie Terrien et Josette Fournier dans leur ouvrage « Chimie du petit déjeuner »⁸⁸ nous semble tout à fait judicieuse ; en effet, les auteurs proposent une matrice à double entrée :

- **une phase dispersée**
- et **une phase continue**

déclinées en 3 états : **solide, liquide et gaz**.

Les structures alimentaires dites « simples » procèdent par un mélange d'une phase dispersée dans une phase continue (comme le montre la matrice suivante) :

		PHASE DISPERSEE		
		SOLIDE	LIQUIDE	GAZ
PHASE CONTINUE	SOLIDE	<p>Suspension solide résultat de la dispersion de solide dans un solide</p> <p><u>Exemple :</u></p>	<p>Emulsion de type E/H résultat de la dispersion de liquide dans un solide</p> <p><u>Exemple :</u> la dispersion d'eau dans la matière grasse (cas du beurre ou de la margarine)</p> <p>Gel résultat de la dispersion de liquide dans un solide,</p> <p><u>Exemple :</u> les gels réversibles (à partir de protéine : gélatine, protéines d'œufs floculées, ...), de glucide : agar-agar, ...), les gels irréversibles (à partir de protéines coagulées, de glucides type alginate), les gels bivalents (réversibles – irréversibles) à partir de glucide type pectine thermoréversible ou non thermoréversible, ou d'amidon</p>	<p>Mousse solide résultat de la dispersion de gaz dans un solide</p> <p><u>Exemple :</u> une meringue cuite</p>
	LIQUIDE			

⁸⁸ « Chimie du petit déjeuner », Marie Terrien – Josette Fournier, Editions Culture et Techniques, Collection Formation, page 95

LIQUIDE	<p><u>Suspension</u> résultat de la dispersion de solide dans un liquide <u>Exemple</u> : la dispersion d'amidon de blé dans le cas des pâtes liquides et semi liquides (pâte à crêpes à froid), la dispersion de la caséine (protéine aux propriétés tensioactives) dans la phase aqueuse du lait ou lactosérum</p> <p><u>Solution</u> résultat de la dispersion de solide dans un liquide, et caractérisé par son aspect liquide <u>Exemple</u> : le blanc d'œuf est une solution colloïdale, le sirop est le résultat de la dissolution de sucres dans un élément liquide, le lait reconstitué est le résultat de la réhydratation de lait en poudre dans de l'eau</p>	<p><u>Emulsion de type H/E</u> résultat de la dispersion de liquide dans un liquide avec lequel il ne peut se mélanger <u>Exemple</u> : la dispersion de matière grasse dans l'eau (cas du lait, de la crème liquide)</p> <p><u>Emulsion concentrée de type H/E</u> résultat de la dispersion de liquide dans un liquide avec lequel il ne peut se mélanger <u>Exemple</u> : la dispersion de matière grasse dans l'eau (cas de la crème ganache, de la sauce mayonnaise) NB : le terme « d'émulsion concentrée » résulte de la particularité de cette émulsion, tenant à la quantité réduite de la phase continue (l'eau) comparativement à celle de la phase dispersée (la matière grasse)</p>	<p><u>Mousse liquide</u> résultat de la dispersion de gaz dans un liquide <u>Exemple</u> : un blanc en neige</p>
	GAZ	<p><u>Aérosol solide</u> suspension de solide dans un gaz <u>(Exemple</u> : la fumée)</p>	<p><u>Aérosol liquide</u> suspension de liquide dans un gaz <u>(Exemple</u> : le brouillard)</p>

Mais, la majorité des structures alimentaires dans les métiers de l'Alimentation et de la Restauration sont dits « complexes », car associant plusieurs systèmes :

LES PATES :

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION = pâtes friables (état cru)

SOLUTION + EMULSION + GEL = pâtes friables (état cuit)

SOLUTION + GEL + MOUSSE = oreillettes

SOLUTION + MOUSSE = meringue française (avant cuisson)

SOLUTION + MOUSSE + GEL = meringue suisse (après cuisson)

SOLUTION + MOUSSE + GEL = meringue italienne (après cuisson)

SOLUTION + MOUSSE + SUSPENSION = dacquoise (avant cuisson)

SOLUTION + MOUSSE + GEL = dacquoise (après cuisson)

SOLUTION + GEL = appareil à croustillant

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL = riz au lait (sans liaison)

((SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL) + GEL = riz au lait (pour fruits condé : appareil à riz au lait additionné d'un mélange de jaunes d'œufs et de sucre à chaud)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) = riz au lait à la crème fouettée (appareil à riz au lait collé à la gélatine et allégé à la crème

fouettée)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) = riz au lait (à la crème anglaise)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) = riz à l'impératrice (appareil à riz au lait additionné de crème à bavarois)

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION = pâtes crémees (appareils à petits fours secs avant cuisson)

SOLUTION + EMULSION + GEL = pâtes crémees (petits fours secs après cuisson)

SOLUTION + GEL = pâte à choux à l'eau (avant cuisson au four)

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL = pâte à choux au lait (avant cuisson au four)

SOLUTION + GEL + MOUSSE = pâte à choux à l'eau (après cuisson au four)

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL + MOUSSE = pâte à choux au lait (après cuisson au four)

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION = pâtes feuilletées (avant cuisson)

SOLUTION + EMULSION + GEL + MOUSSE = pâtes feuilletées (après cuisson)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + SUSPENSION = pâtes à crêpes (avant cuisson)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL = pâtes à crêpes (après cuisson)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + MOUSSE + GEL = pâtes à blinis (après cuisson)

SOLUTION + MOUSSE + GEL = pâtes à frire à la bière (après cuisson)

SOLUTION + SUSPENSION = pâtes fraîches (avant cuisson)

SOLUTION + GEL = pâtes fraîches (après cuisson)

SOLUTION + SUSPENSION + MOUSSE = pâtes levées fermentées (avant cuisson)

SOLUTION + SUSPENSION + MOUSSE + GEL = pâtes levées fermentées (après cuisson)

SOLUTION + SUSPENSION + MOUSSE = pâtes levées non fermentées (type pâte à cakes avant cuisson)

SOLUTION + SUSPENSION + MOUSSE + GEL = pâtes levées non fermentées (type cakes après cuisson)

LES CREMES :

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL = crème anglaise

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL = crème anglaise gélifiée

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) = crème à bavarois (crème anglaise collée à la gélatine et allégée à la crème fouettée)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL + (SOLUTION + MOUSSE) = crème mousse (crème anglaise collée à la gélatine et allégée aux blancs montés)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) + (SOLUTION + MOUSSE) = crème mousse bavaroise (crème anglaise collée à la gélatine et allégée à la crème fouettée et aux blancs montés)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + (SOLUTION + MOUSSE) + GEL = appareils à soufflés chauds (sur base crème pâtissière allégée aux blancs d'œufs montés)

SOLUTION + (SOLUTION + MOUSSE) + GEL = appareils à soufflés chauds (à base de purée de fruits allégée aux blancs montés)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL = appareil à crème prise (pour crème renversée, crème brûlée)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + SUSPENSION = appareil à crème prise avec amidon (avant cuisson)

(SOLUTION + EMULSION+ SUSPENSION) + GEL = appareil à crème prise avec amidon (après cuisson)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + GEL = crème pâtissière

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL + (SOLUTION + MOUSSE + GEL) = crème Chiboust (crème pâtissière mélangée à chaud avec la gélatine et la meringue italienne chaude)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + GEL + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) = crème diplomate ou princesse ou madame (crème pâtissière collée à la gélatine et allégée à la crème fouettée)

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + EMULSION + MOUSSE = crème pâtissière mélangée au beurre et foisonnée

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + EMULSION + MOUSSE + (SOLUTION + MOUSSE + GEL)= crème pâtissière mélangée au beurre, foisonnée et allégée à la meringue italienne

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION)+ MOUSSE = crème fouettée

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + MOUSSE) + GEL = crème fouettée gélifiée

SOLUTION + GEL + MOUSSE = appareil à pâte à bombe

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) + EMULSION + MOUSSE = crème au beurre sur base crème anglaise

(SOLUTION + GEL + MOUSSE) + EMULSION + MOUSSE = crème au beurre sur base meringue italienne

(SOLUTION + GEL + MOUSSE) + EMULSION + MOUSSE = crème au beurre sur base pâte à bombe au sirop de sucre cuit

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION = crème d'amande (avant cuisson, avec poudre à crème)

SOLUTION + EMULSION + GEL = crème d'amande (après cuisson).

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + (SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION + GEL) = crème frangipane (crème d'amandes additionnée de crème pâtissière)

SOLUTION + SUSPENSION + EMULSION = crème ganache

(SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION) + MOUSSE = ganache chantilly

LES SAUCES, JUS & COULIS :

SOLUTION + GEL + MOUSSE = sauce sabayon

SOLUTION = sauces au vin

SOLUTION + GEL = gelées (aux fruits, au vin)

SOLUTION + EMULSION + SUSPENSION = sauces au chocolat

SOLUTION + GEL + MOUSSE = sauces sabayon et SOLUTION + MOUSSE = sauces montées au beurre

1.6.1.1 Effet sur les volumes, sur les masses :

Dans la réalisation d'une solution, le volume de la solution est en général plus petit que la somme des volumes des matières mélangées

Exemple : le mélange d'un litre d'eau (1000 cm³) et de 100 cm³ de sel est inférieur à 1100 cm³ mais plus grand que 1000 cm³.

La masse d'un mélange (solide, liquide, ...) est égale à la somme des masses des matières mélangées.

Applications : dans le calcul d'une recette, cette règle est déterminante pour calculer le poids du produit fini nécessaire par rapport au nombre de personnes fixé.

1.6.1.2 Effet sur la densité :

La **DENSITE** est le rapport de la masse d'un certain volume d'un corps à celle du même volume d'eau, d'air ou de gaz. Par convention, la densité de l'eau égale à 1.

La densité des acides gras est plus faible que celle de l'eau : les lipides surnagent à la surface de l'eau (l'huile est moins dense que l'eau, sa densité relative à l'eau est égale à 0,9, donc inférieure à 1).

Exemple : vinaigrette après un temps de repos, beurre clarifié, ...

Dans le cas des gaz, la densité des gaz est toujours plus petite que l'eau (observation de la remontée des bulles de gaz non solubles dans l'eau). Les gaz ont des densités différentes entre eux : exemple de l'hydrogène moins dense que l'air, et du dioxyde de carbone plus dense que l'air). La densité de l'air évolue aussi en fonction de la t° : plus la t° augmente, plus la densité de l'air diminue.

Dans le cas de l'amidon de blé, à des températures froides et tièdes (notamment inférieures à 50°C), les granules d'amidon s'hydratent très partiellement, et par différence de densité, on assiste à la formation d'un liquide blanchâtre appelé « lait d'amidon » au fond du récipient de mélange ; l'amidon est dit « en suspension » dans l'eau.

Exemple : le dépôt d'amidon au fond du récipient de la pâte à crêpes (ce qui explique la précaution de disperser régulièrement l'amidon de blé dans la pâte à crêpes pendant l'opération longue de cuisson).

Les paramètres de variation de la densité sont :

- **la concentration en substances dissoutes** de l'élément liquide

Expérimentation n°1 :

- Positionnement d'un œuf coquille au fond d'un récipient contenant de l'eau
- Positionnement de l'œuf à la surface d'une eau saturée en sel exemple avec 0,24 l et 0,080 kg de sel gros (formation d'un réseau eau – sel plus dense que l'œuf coquille, le repoussant à la surface)

Expérimentation n°2 :

- Réalisation de sirop à 10g de sucre par litre, 20g, ... jusqu'à saturation - Immersion de fruits piqués
- Observation : flottement des fruits dans les sirops concentrés (augmentation de la densité d'un sucre avec la quantité de sucre dissous).
- Régulation du niveau de concentration en sucre d'un sirop compte tenu du degré de maturité du fruit en plaçant le fruit dans le sirop et selon son niveau, compenser par ajouter du liquide ou du sucre.

- **la température** : abaissement de la densité d'un corps à une t° inférieure à 0

Exemple : Flottement de la glace à la surface de l'eau avant sa fusion (Poids moléculaire de la glace plus petit que l'eau)

1.6.2 Les phénomènes d'échange entre les milieux :

1.6.2.1 La diffusion :

Lors du contact entre deux liquides, s'opère le phénomène de **diffusion**, qui est un phénomène physique lié au passage de molécules de petite taille (exemple : ions, glucose, ...) au travers d'une membrane (exemple : *membrane des tissus animaux ou végétaux*) du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré tendant à l'égalisation des concentrations.

De même, les molécules dites aromatiques (odorantes, sapides) diffusent dans les mélanges.

Exemples : diffusion de carottes râpées dans l'eau, diffusion des substances colorées et aromatiques du thé en plaçant le sachet au contact d'eau chaude, diffusion de fécule de pomme de terre d'une pomme de terre tranchée dans l'eau, principe de diffusion appliquée en sucrerie aux betteraves et cannes découpés (extraction de sucre par diffusion à partir du jus d'écoulement, solution noir – grisâtre, opalescent à environ 15% de matières sèches (15° Brix).

Il convient de limiter les temps de trempage, par exemple des légumes, au risque d'une perte de leurs composés hydrosolubles par diffusion dans le liquide (perte en vitamines, en sels minéraux, ...).

Par le jeu de la diffusion, et les affinités pour l'eau ou la matière grasse des molécules aromatiques, il est possible d'extraire un maximum de composés.

Nouvelles applications :

Effet Pastis : l'ajout de Pastis dans de l'eau provoque la formation d'un trouble apparent. Ce trouble résulte de la présence dans le Pastis d'anéthol (molécule aromatique responsable du goût anisé), soluble dans l'alcool éthylique mais pas dans l'eau (son mélange dans l'eau provoque sa séparation en microscopiques gouttelettes dispersées dans l'eau).

Appliqué à la cuisine, il existe les molécules sapides (responsables du goût) qui peuvent se différencier par leurs aptitudes à pouvoir être solubles dans différents corps : eau, alcool, matière grasse ...

En cuisine, Hervé This propose de verser dans un bocal huile et eau en même quantité, ajouter un épice (bâton de cannelle par exemple), fermer puis agiter le bocal. Les molécules aromatiques de la cannelle vont se répartir dans l'eau et dans la matière grasse, en fonction de leurs affinités à l'eau ou la matière grasse. La décantation du liquide permettra d'obtenir deux liquides aromatiques.

NB : Phénomène de diffusion à ne pas confondre avec celui de **dissolution**, qui est un phénomène chimique résultant de l'affinité des molécules du solvant pour celles du soluté, conduisant à un mélange homogène dans lequel les corps dissous ne peuvent plus être distingués (la dissolution d'un soluté implique nécessairement sa diffusion dans le solvant).

Exemple : solvant de type eau, soluté de type chlorure de sodium. On parle de **solution vraie** dans le cas d'un mélange d'un soluté dans un solvant avec formation d'un mélange parfaitement homogène

Le phénomène d'**osmose** résulte d'une diffusion menée à son terme, qui aboutit à des concentrations identiques en éléments dissous de part et d'autre d'une membrane cellulaire s'accompagnant de mouvements d'eau en sens inverse (du milieu le plus concentré (dit hypertonique) vers le milieu le moins concentré (dit hypotonique) ; les mouvements s'opèrent sous la pression osmotique. L'osmose conduit à l'obtention d'un milieu isotonique (correspondant à la moyenne des concentrations des milieux environnants).

Le phénomène de **dialyse** correspond à une sélectivité de la membrane cellulaire en fonction de la taille des molécules entre deux solutions

Exemple : sélectivité des membranes cellulaires des tissus animaux et végétaux, retenant les glucides amidons et les protéines mais laissant passer les sucres, les acides aminés, les vitamines, les éléments

minéraux.

De nombreux paramètres régulent les échanges entre les milieux :

NATURE solvant / soluté	Phénomène d'échange fonction de la nature du soluté et du solvant : - EAU : molécules hydrophiles (affinité avec l'eau) comme : les molécules glucidiques (oses, diholosides), les vitamines hydrosolubles, les sels minéraux solubles - HUILE : Molécules lipophiles (affinité avec la phase grasse) - ALCOOL - PRESENCE d'agents chimiques - ACIDE : solubilisation des protéines à ph légèrement acide
CONCENTRATION du solvant	Limitation des phénomènes de diffusion suite à l'accroissement de la concentration du solvant en composés dissous de type : glucides (sucre, amidon, alginate, ...), protéines (gélatine, ...), composés aromatiques divers ... <i>Application : il est conseillé de pocher une viande, une volaille dans un liquide concentré (donc hypertonique) afin de réduire la diffusion des composés sapides de la viande ou de la volaille vers le liquide de cuisson. Par contre, dans le cas de fruits confits, la saturation progressive en sucre du sirop de trempage des fruits (par chauffage et ajout de sucre) permet une pénétration progressive et maîtrisée de sucre dans le fruit confit, sans le déformer ni nuire à ses qualités organoleptiques.</i>
COUPLE TEMPS – T°	Corrélation entre l'accroissement du phénomène de diffusion et l'augmentation du couple temps – température <i>Exemple : blanchir une viande, une volaille dans un liquide départ à froid permet une diffusion des protéines solubles, de l'excès de sel (cas de la poitrine salée par exemple), d'éventuelles impuretés présentes dans la viande ou la volaille vers le liquide de pochage.</i>
ACTION SUR LE SOLUTÉ	Possibilité d'intervenir sur la structure des membranes cellulaires en la fragilisant par l'action de la température (exemple : pratique de pocher les fruits au préalable avant de les confire).
AGITATION MECANIQUE	Mobilité accrue des molécules aromatiques par l'agitation mécanique (qui entraîne notamment la fragilisation de la membrane).
VOLATILITE	Forte propension des molécules aromatiques à l'état pur à se diffuser dans l'air Obstacles à la volatilité des molécules aromatiques : piéger les molécules en les liant à des macromolécules de type gélatine, amidon, ... <i>Applications : Ajout de liant de type gélatine, ou amidon pour freiner les pertes d'arômes volatils dans une solution en ébullition (Application : réduction du liquide de pochage de fruits).</i>

Dans le cas spécifique des substances aromatiques, un vocabulaire complémentaire est utilisé :

- **décoction** (lat. decoquere, faire cuire) : solution obtenue par l'action prolongée de l'eau bouillante sur une plante aromatique.

Application : cuisson d'un sirop avec épices, gelée de pommes à la cannelle (extraction des molécules sapides, diffusion de la pectine), court-bouillon

- **macération** : opération consistant à faire tremper un corps dans un liquide (froid) pour en extraire les parties solubles, ou un produit alimentaire pour le parfumer ou le conserver.

Applications : Technique de macération à froid des composés aromatiques dans des huiles végétales, de macération des fruits confits dans un alcool, ...

- **infusion** : liquide dans lequel on a mis une plante aromatique pendant un temps déterminé, en général court (Infuser, du latin infundere, verser dans- faire macérer dans un liquide bouillant afin que celui-ci en prenne l'arôme. Communiquer à un liquide ses sucs aromatiques).

Application : Technique d'infusion appliquée aux gousses de vanille dans un produit laitier (lait, crème, ...) chaud et à couvert, aux épices (dans un sirop, un bouillon chaud et à couvert), ...

Technique de réalisation du café turc ou arabe, en procédant par l'infusion quelques minutes de café moulu au contact d'eau frémissante.

Autres applications : Infusion, macération, décoction⁸⁹ : Décoction de réglisse dans un bouillon de poire Williams ;

Macération de fenouil juste blanchi et émincé dans de l'huile d'olive (principe : agiter l'ensemble dans un bocal hermétiquement fermé et laisser reposer) Emulsion à partir du bouillon précédent réduit de moitié dans laquelle est ajoutée de la gélatine, avec l'huile infusée. Couler dans un fond de verre et laisser prendre à température moyenne de 10°C

1.6.2.2 La lixiviation :

La lixiviation est une technique d'extraction de produits solubles.

Application : Le principe d'extraction des arômes du café consiste à faire passer lentement un liquide (eau chaude) à travers un solide en poudre (mouture de café).

La finesse de la mouture ainsi que la température de l'eau jouent un rôle important dans l'extraction des arômes :

- *La température de l'eau :*

La température moyenne de l'eau doit être de l'ordre de 90 – 92°C. Si la température de l'eau est trop basse, l'extraction des principes aromatiques et huiles essentielles sera incomplète.

- *La granulométrie de la mouture :*

Avec une mouture grossière (0,63 à 0,8 mm), l'eau passe trop vite et n'a pas le temps de se charger en principes aromatiques. Avec une mouture trop fine (0,2 à 0,4 mm), l'eau passe plus difficilement, elle se refroidit pendant l'extraction ce qui peut donner parfois des boissons plus âcres.

De même, le dosage du café est un critère déterminant pour obtenir une boisson aux saveurs (acidité, amertume) équilibrées. Une dose de 7 g (à 8 g maximum) de café moulu dans 100 ml d'eau frémissante est une quantité optimale à ne pas dépasser.

1.6.2.3 La percolation :

La percolation est la technique de circulation d'un fluide à travers une substance sous l'effet de la pression.

Application : Le percolateur est l'appareil qui sert à faire du café par percolation ou lixiviation.

⁸⁹ Inspiré d'une recette de Pierre Gagnaire (Gelée d'olives et thon), à l'initiative de Hervé This

1.6.2.4 L'enfleurage :

L'enfleurage est un exemple d'échange entre deux milieux par contact : il résulte de l'extraction des molécules odorantes par leur solubilisation dans les matières grasses⁹⁰.

Application : procédé de fabrication des parfums à partir de l'extraction des composés aromatiques des fleurs par contact avec une matière grasse.

1.6.3 Les mélanges, et les facteurs de stabilisation des mélanges :

La stabilisation des mélanges dans une fabrication est un élément clef à maîtriser dans l'activité quotidienne d'un professionnel. De l'artisan à l'industriel, la maîtrise du cycle de vie des matières premières et plus encore des productions en cours de fabrication ou finies est une priorité.

Or, il est entendu que l'aliment est un « **système complexe et thermodynamiquement instable** », qui peut être défini par :

- « une phase continue généralement de nature aqueuse ;
- une matrice tridimensionnelle de nature protéique et/ou polysaccharidique
- et des éléments dispersés (gaz, globules gras, solides) »⁹¹

Exemples :

- dispersion de particules liquides dans un élément liquide (Emulsion de type EVH ou HVE), stabilisée par l'ajout d'agents émulsifiants et l'action mécanique

- dispersion de particules gazeuses dans un élément liquide ou solide (Mousse), stabilisée par la prise en masse de l'ensemble (par gélification) G\E : Gaz dispersée dans l'eau

- dispersion de particules solides dans un élément solide - liquide selon la température (Chocolat, dispersion de cristaux de sucre et de poudre de cacao dans du beurre de cacao), stabilisée par l'opération de pré cristallisation.

Par conséquent, le travail des professionnels dans leur ensemble, **consiste à stabiliser ce système**, de leur état brut (matière première) à leur état transformé (matière d'œuvre, fabrications plus ou moins élaborées) en tenant compte des contraintes :

- **technologiques** (notamment liées aux propriétés physico-chimiques des constituants de la matière vivante),
- **thermiques et temporelles** (de conservation)
- et **mécaniques** (notamment dans certains cas de transport)

qu'il est susceptible de subir.

⁹⁰ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Eloge de la graisse » page 196

⁹¹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 3

1.6.3.1 Préambule : l'étude des phénomènes de déstabilisation

La **déstabilisation d'un système**, qui provoque sa fragilisation, sa transformation et la perte de tout ou partie de ses qualités organoleptiques, réduit inévitablement sa durée de conservation, quand bien même le système peut être jugé impropre à la consommation et jeté, voire consommé et toxiques ... pouvant occasionner alors de graves préjudices tant pour le consommateur (pour sa santé) que pour le professionnel, notamment en terme financier.

La déstabilisation peut survenir à n'importe quel stade de la fabrication, de manière accidentelle, par une mauvaise maîtrise des températures, des techniques de fabrication, des mélanges entre les matières premières et/ou les fabrications, du choix des matières premières, ...

La déstabilisation d'un système peut survenir à la suite :

- d'une **altération physique** : consécutive à des chocs, des modifications d'état, une variation de la teneur en eau (exsudation, migration d'eau, ...),
- d'une **altération chimique** : consécutive à une oxydation de la matière (exemple : rancissement de la matière grasse) ;
- d'une **altération biochimique** : consécutive à l'action des enzymes (exemples : brunissement enzymatique, destruction des vitamines, ...) ;
- ou encore d'une **altération microbiologique** : consécutive au procédé de fermentation recherchée ou non, au développement des moisissures – micro-organismes pathogènes ...

1.6.3.1.1 Les altérations physiques :

Un choc sur une denrée alimentaire, le traitement mécanique (épluchage, taille, ...) d'une denrée alimentaire peut causer la fragilisation de son enveloppe, la rupture de ses cellules de constitution et l'activation des enzymes responsables d'altération (exemple du brunissement enzymatique, causant la modification de ses caractéristiques organoleptiques dont sa couleur). Il résulte aussi de la rupture des cellules (animales ou végétales) un exsudat d'eau de constitution, milieu propice au développement microbien, notamment de la flore totale aérobie (responsable de la formation des moisissures).

Des modifications d'état peuvent survenir aussi de manière non maîtrisées, causant le déséquilibre des denrées alimentaires ou des fabrications :

- exemple de la dénaturation des protéines de l'œuf sous l'action d'une température élevée dans le cas de la cuisson :
 - o d'une crème anglaise : les protéines peuvent flocculer (dénaturation réversible) voire coaguler (dénaturation irréversible), causant la scission du mélange entre un coagulat de protéines et un exsudat d'eau ;
 - o d'un appareil à crème prise : une température élevée peut provoquer une ébullition de la crème, la rétraction de l'appareil avec formation de crevasses et d'exsudat d'eau.
- exemple de la fusion de la matière grasse dans le cas de la fabrication d'une crème ganache à des températures ambiantes élevées ;
- exemple de la fusion d'une partie du beurre de cacao lors de la conservation de bonbons de chocolat, constituant l'un des défauts majeurs du chocolat en conservation : le **blanchiment gras**. Il correspond à l'apparition de traces blanchâtres à la surface du chocolat (migration de certains constituants, notamment des composés de beurre de cacao, venant cristalliser en surface et prenant une couleur blanche caractéristique), consécutif à un travail du chocolat à des températures plus élevées que celles préconisées (avec la formation de cristaux non stables dans la masse de chocolat), et/ou une conservation à température élevée et en atmosphère humide ;
- exemple de la cristallisation de la matière grasse pouvant survenir lors du contact entre la matière grasse et des ingrédients ou des matériels trop froids, causant le grainage de la crème au beurre,

- ... ;
- exemple de la solidification de l'eau lors d'une congélation ou d'un refroidissement mené lentement à basse température, susceptible de former de gros cristaux de glace aux facettes saillantes. Cette formation de gros cristaux présente le risque de provoquer l'altération des denrées alimentaires : à la décongélation, l'altération des cellules animales ou végétales par les parties saillantes des cristaux de glace formées permettent la libération d'une partie de l'eau de constitution des denrées, et la formation d'un exsudat d'eau en surface (cette eau peut alors être le substrat d'un développement microbien important) ;
 - exemple de la rupture de l'émulsion d'une crème ganache par manque de phase aqueuse (déséquilibre du rapport matière grasse / eau), provoquant la séparation entre la phase grasse et la phase aqueuse de la crème.
 - exemple du sirop ajouté dans les blancs montés, dans l'exemple caractéristique de la meringue Italienne. Des études menées par Hervé This⁹² ont prouvé qu'une température du sirop inférieure à 117°C provoque l'instabilité de la mousse en raison de la viscosité faible du liquide circulant entre les bulles d'air. En revanche, une température supérieure à 127°C du sirop le rend très visqueux, et par conséquent, très difficile à s'immiscer entre les bulles d'air (il se forme des blocs durs et cassants qui alourdissent la masse et nuit à la formation de la mousse).

Une action mécanique peut aussi fragiliser la structure de la denrée alimentaire, et causer sa déstabilisation : c'est par exemple le cas du grainage des blancs d'œufs lors d'un battage prolongé (et la formation de particules insolubles), la transformation de la crème en beurre par agitation mécanique intense couplée à l'action d'une température élevée, ...

Des variations de la teneur en eau (par des phénomènes d'exsudation ou de migration d'eau) peuvent également intervenir.

Ce type de déstabilisation des denrées se retrouve aussi dans la conservation de bonbons de chocolat, sous le terme de blanchiment cristallin. Ce défaut correspond à la migration en surface des cristaux de sucre, liée à une conservation en atmosphère humide et/ou un travail du chocolat à des températures plus basses que celles préconisées.

C'est aussi les cas complexes de déstabilisation touchant les matrices alimentaires liées à l'amidon et celles contenant du saccharose, et se produisant à la suite du refroidissement et pendant la conservation : il porte le nom de **crystallisation**.

La **crystallisation** est la propriété des glucides saccharose et des glucides amidon de former des cristaux lors de la conservation.

Si dans le cas du saccharose, la cristallisation peut être un phénomène désiré (exemple de la fabrication du saccharose (état cristallisé, par ensemencement en cristaux de saccharose), du fondant (état semi-cristallisé de saccharose), des intérieurs liqueurs (cristallisation de l'enveloppe du bonbon liqueur à son contact avec l'amidon, déclencheur du phénomène de cristallisation), des fruits candi), il est plus généralement associé comme à un phénomène accidentel.

La cristallisation non désirée intervient à la suite d'un manque de maîtrise des techniques de fabrication, de la température, de l'humidité de l'air ou encore de l'utilisation non raisonnée des ingrédients de fabrication.

Les exemples de cristallisation non désirée sont nombreux, par exemple :

- le cas du sucre « massé », intervenant à la suite d'un refroidissement d'un sirop de sucre au contact d'impuretés, d'agrégats de sucre formés sur les parois du récipient de cuisson risquant d'ensemencer le sirop au refroidissement, ... ;
- la cristallisation des bonbons de sucre cuit (berlingot, ...) pendant leur stockage, consécutif à une température élevée entraînant une évaporation de l'eau des produits, ou dans le cas d'une humidité importante dans l'air ambiant ;
- la rétrogradation de l'amidon (correspondant à la recristallisation des chaînes d'amylose et d'amylopectine) survenant au refroidissement. La rétrogradation peut survenir après un temps de

⁹² « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 125

conservation prolongée au froid, et provoque la formation d'un exsudat d'eau (phénomène de synérèse, avec séparation des phases liquide et solide) : exemple des sauces ou crèmes liées à l'amidon (crème pâtissière, sauce béchamel, ...) conservées au froid et présentant un relâchement d'eau à sa surface ; exemple du rassissement des fabrications de type pâtes levées non fermentées (cakes), pâtes levées fermentées (brioche, pain de mie) ou encore du pain pendant leur conservation.

1.6.3.1.2 Les altérations chimiques et biochimiques :

L'oxydation correspond au phénomène de dégradation chimiques résultant de l'action de l'air sur des composés fragilisés par leur configuration moléculaire ou les traitements subis, et susceptibles de fixer l'oxygène de l'air avant de se dégrader (exemple : les acides gras polyinsaturés, fragilisés par leur double liaison, et pouvant s'oxyder rapidement au contact de l'air. Le β -carotène (acide gras naturellement présent dans le beurre, lui conférant sa couleur jaune naturelle), en s'oxydant, change de couleur (et prend une teinte orangée).

L'oxydation a pour effet de diminuer la valeur nutritionnelle du produit (diminution de la teneur en acides gras polyinsaturés ou de vitamines antioxydantes), ainsi que sa valeur organoleptique (dont un dégagement de composés volatils à odeur de rance).

En outre, il convient de noter que les réactions d'oxydation des lipides conduisent à la formation de substances qui sont mis en cause dans le processus de vieillissement dégénératif de l'organisme ou dans des pathologies graves (cancer, maladies cardiovasculaires, diabète, ...) ⁹³.

Les glucides de réserve et de structure (notamment l'amidon, la cellulose) peuvent subir **un brunissement enzymatique** au contact de l'air (de l'oxygène en l'occurrence), à la suite d'opérations et/ou traitements divers (manipulations, épluchage, taille, ...), lesquels dégradent la structure végétale externe et provoquant la libération de l'eau de constitution et l'activation des enzymes (oxydases) naturellement présentes dans les végétaux. Le phénomène conduit à un changement de couleur caractéristique du produit (pigments bruns ou noirs, désignés généralement sous le terme de mélanines).

Exemple : Brunissement caractéristique des fruits et des légumes : pomme, poire, banane, avocat, ..., champignons, pommes de terre, ...) après épluchage et conservation à l'air libre.

Il concerne majoritairement les végétaux (notamment ceux riches en composés phénoliques) ; toutefois, le brunissement enzymatique peut être observé lors du stockage de certains crustacés (notamment crevette, crabe, homard).

Si le brunissement enzymatique est généralement non recherché, car portant atteinte aux qualités organoleptiques (transformation de la couleur, développement d'amertume et d'astringence, ...) et nutritionnelles des produits, il peut être aussi recherché : exemples des graines fermentées de cacao et de café, de la maturation des fruits secs (pruneau, raisin, ...), ... ⁹⁴

Pour limiter le phénomène de brunissement enzymatique, plusieurs techniques sont à la disposition des professionnels :

- la rédaction d'un cahier des charges précis, notamment sur la qualité des matières premières recherchées, leurs conditions de transport, de manutention, de stockage ;
- le recours à des agents antioxygènes naturels, comme l'acide ascorbique (il convient de noter que l'acide ascorbique appartient à la famille des additifs, et donc soumis à une DJA).

D'autres agents antioxygènes existent à l'état naturel : les tocophérols (la vitamine E) dans l'huile d'olive vierge, les tocophérols et carotènes dans le chocolat

En outre, des recherches ont prouvé l'activité antioxydante ⁹⁵ des extraits de plantes aromatiques : romarin, sauge, girofle, gingembre et benjoin.

- le recours à un traitement thermique (blanchiment, pasteurisation, stérilisation), permettant d'inactiver les enzymes responsables du brunissement enzymatique. Toutefois, il faut noter que cette technique modifie profondément les caractéristiques organoleptiques des matières, et ne

⁹³ Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 117

⁹⁴ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 143

⁹⁵ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Les agents antioxygènes » page 110

peut être donc pas être retenue comme solution universelle.

- le choix de techniques agissant sur l'oxygène, en limitant son accès aux tissus végétaux pour inhiber le phénomène de brunissement enzymatique
 - o l'immersion dans des solutions légèrement sucrée ou salée, ou à pH acide (exemple : eau + acide citrique)
 - o la conservation sous-vide ou sous atmosphère contrôlée

1.6.3.1.3 Les altérations microbiologiques :

Les altérations microbiologiques constituent des risques majeurs d'instabilité des denrées alimentaires. Si certains micro-organismes peuvent se révéler « utiles » (exemple les moisissures dans la fabrication de certains fromages, la « pourriture noble » sur les raisins dans la fabrication de vins liquoreux ; exemple des levures dans la fermentation alcoolique ; exemple des bactéries dans la fermentation lactique pour la fabrication des yaourts, de la fermentation acétique pour la fabrication du vinaigre, ...), la majorité des microorganismes se révèle néfaste pour les denrées alimentaires (micro-organismes d'altération) et/ou pour leurs personnes qui les consomment (dans le cas notamment de bactéries pathogènes, et de micro-organismes d'altération en grande quantité).

Les micro-organismes d'altération agissent directement sur les composants des denrées alimentaires ; on distingue :

- les micro-organismes de putréfaction (ou « protéolytique ») ;
- les micro-organismes de rancissement des corps gras (ou « lipolytiques ») ;
- les micro-organismes d'altération des végétaux (« glucidolytiques » ou « cellulolytiques »).

Les micro-organismes pathogènes peuvent provoquer dans l'organisme humain des intoxications alimentaires (bactéries pathogènes, responsables de Toxi-infection alimentaire), des affections sur des parties du corps (mycoses), ...

Parmi les principales bactéries pathogènes, on trouve : la salmonelle (notamment parmi les fabrications à base d'œufs et/ou les contaminations croisées avec des volailles crues piécées ou entières), le staphylocoque doré (notamment parmi les fabrications ayant nécessité des manipulations), le clostridium perfringens (notamment parmi les fabrications en sauce insuffisamment refroidies), le clostridium botulinium (notamment parmi les fabrications à base de végétaux et/ou insuffisamment appertisés), l'escherichia coli (notamment parmi les fabrications contaminées notamment par le contact avec des mains souillées).

Enfin, les parasites peuvent être responsables de parasitoses, maladies provoquées par l'introduction et la prolifération de parasites dans l'organisme humain (par leur migration de la flore intestinale des animaux y compris dans leur chair, de l'eau ou encore de végétaux vers l'organisme humain. Le mode de contamination peut être directe (par ingestion de parasites) ou indirecte (par ingestion d'œufs ou larves).

A noter l'existence d'autres parasites n'appartenant pas à la famille des micro-organismes : les vers (oxyure, ascaris, trichine, ténias...).

1.6.3.2 La stabilisation par la maîtrise de l'eau :

L'eau représente le constituant le plus abondant dans la plupart de nos aliments.

Elle possède une influence déterminante sur les caractéristiques organoleptiques des denrées alimentaires, notamment en terme de texture :

- celles dont l'activité de l'eau est élevée, pour lesquelles elles peuvent être décrites comme juteuses, tendres, de consistance moelleuse, perdent leurs attributs avec une diminution de leur aw (durcissement, assèchement, ...).
- celles dont l'activité de l'eau est faible, et qui se singularisent pour leur croustillant ou leur croquant, peuvent ramollir sous l'effet d'une augmentation de leur aw. De même, des produits déshydratés (poudre de lait, sucre glace non amylacé, ...) peuvent motter avec une augmentation de leur aw, et nuire aux qualités des fabrications pour lesquelles ils sont utilisés.

En outre, elle détermine fortement la stabilité des matrices alimentaires.

Comme le stipule le chapitre VII – Alimentation en eau, de l'annexe II du règlement 852/2004⁹⁶ :

« 1.a) L'alimentation en eau potable, qui doit être utilisée si nécessaire pour éviter la contamination des denrées alimentaires, doit être en quantité suffisante.

b) De l'eau propre peut être utilisée pour les produits de la pêche entiers. De l'eau de mer propre peut être utilisée pour les mollusques bivalves vivants, les échinodermes, les tuniciers et les gastéropodes marins ; de l'eau propre peut aussi être utilisée pour le lavage extérieur. Lorsque cette eau est utilisée, des installations d'alimentation adéquates doivent être disponibles.

2. Lorsque de l'eau non potable est utilisée, par exemple pour la lutte contre l'incendie, la production de vapeur, la production de froid et à d'autres fins semblables, elle doit circuler dans un système séparé dûment signalé. L'eau non potable ne doit pas être raccordée aux systèmes d'eau potable ni pouvoir refluer dans ces systèmes.

3. L'eau recyclée utilisée dans la transformation ou comme ingrédient ne doit présenter aucun risque de contamination. Elle doit satisfaire aux normes fixées pour l'eau potable, à moins que l'autorité compétente ait établi que la qualité de l'eau ne peut pas compromettre la salubrité des denrées alimentaires dans leur forme finale.

4. La glace entrant en contact avec les denrées alimentaires ou susceptible de contaminer celles-ci doit être fabriquée à partir d'eau potable, ou lorsqu'elle est utilisée pour réfrigérer les produits de la mer entiers, à partir d'eau propre. Elle doit être fabriquée, manipulée et stockée dans des conditions prévenant toute contamination.

5. La vapeur d'eau directement en contact avec les denrées alimentaires ne doit contenir aucune substance présentant un danger pour la santé ou susceptible de contaminer lesdites denrées.

6. Lorsque le traitement thermique est appliqué à des denrées alimentaires contenues dans des récipients hermétiquement clos, il y a lieu de veiller à ce que l'eau utilisée pour le refroidissement de ceux-ci après le chauffage ne soit pas une source de contamination des denrées alimentaires ».

Le terme eau évoque tant l'humidité ambiante (eau à l'état de gaz), que l'eau de constitution d'une denrée alimentaire (à l'état liquide et/ou solide).

Dans une denrée alimentaire, l'eau se retrouve dans des environnements variés, les molécules étant plus ou moins associées à des molécules voisines, mais une simplification utile et courante consiste à distinguer deux formes : **une forme liée** et **une forme libre**, la forme libre étant l'une des causes majeures des formes de dégradation de l'aliment.

Maîtriser le paramètre « eau » passe avant tout pour le professionnel par la maîtrise de la quantité d'eau libre dans les fabrications (il lui faut connaître et/ou bien prévoir la quantité d'eau libre dans une préparation afin **d'équilibrer ses recettes** et éviter des déplacements d'eau entre produits (transfert d'une masse à une autre), voire hors produit par exsudation), ainsi que de l'humidité environnante (dans le laboratoire de fabrication, dans les zones ou les enceintes de stockage, ...).

⁹⁶ Règlement 852/2004 ou « règlement hygiène »

1.6.3.2.1 L'activité de l'eau (aw) :

L'activité de l'eau est une notion introduite par Levis et Randall (1923) qui permet de mesurer la disponibilité globale moyenne de l'eau pour les réactions biologiques ; cette notion est aujourd'hui de plus en plus utilisée par les technologues des denrées alimentaires (notamment en industrie) et reprise par les professionnels soucieux de maintenir la stabilité de leurs fabrications en conservation.

L'activité de l'eau est un critère fondamental pour juger de la stabilité d'un produit par rapport aux réactions de dégradation (de la couleur, du goût, de l'arôme, des vitamines, ...) ou à la croissance des micro-organismes.

L'aw est l'unité qui mesure la quantité d'eau libre présente dans un milieu ; toute eau libre peut provoquer les détériorations du produit soit en accélérant les réactions chimiques, soit en favorisant la croissance des micro-organismes.

Par conséquent, la teneur en eau libre est un critère qui permet de juger de la stabilité et de la durée de conservation des denrées alimentaires.

Remarque : il convient de noter que la vitesse de dégradation d'une denrée alimentaire n'est pas toujours proportionnelle à l'activité de l'eau (d'autres facteurs, tels que les isothermes de sorption, déterminant la quantité d'eau fixée par un aliment en fonction de l'humidité relative de l'atmosphère influencent aussi sa stabilité).

L'échelle d'aw est comprise entre 0 (produit totalement dépourvu d'eau libre) et 1 (composée uniquement d'eau libre). Par convention, l'aw de l'eau pure est égale à 1.

Exemple d'Activité de l'eau dans quelques aliments ⁹⁷	
Viande fraîche et poisson	0,99
Pain	0,95
Majorité des produits de pâtisserie	> 0,85
Confiture et gelée	0,8
Ganache	Entre 0,70 et 0,90
Cakes, viennoiseries	Entre 0,70 et 0,85
Fruits secs	0,6
Biscuits	0,3
Lait en poudre	0,2
Café soluble	0,2

Autre exemple : activité de solutions pures de saccharose ⁹⁸	
°Brix (g sucre %g)	Activité de l'eau
0	1,000
50	0,936
60	0,898
70	0,829
80	0,689
90	0,366
97,8	0,016

Remarque : la notion ambiguë de « teneur en eau » d'une fabrication diffère de la quantité d'eau libre par le fait qu'elle comprend la totalité de l'eau de constitution du produit, soit la somme de son eau libre et de son eau liée :

Teneur en eau d'une fabrication donnée = (quantité d'eau libre + quantité d'eau liée) de cette fabrication

⁹⁷ Magazine Mesures n°751, Janvier 2003

⁹⁸ D'après Norrish RS, 1967 (Documentation CEDUS)

La teneur en eau peut en outre se calculer en soustrayant au poids total la somme de ses éléments secs (Extrait sec total) : soit Teneur en eau d'une fabrication donnée = poids total de la fabrication – son extrait sec total

La valeur de l'aw détermine directement l'aptitude ou non de développement des microorganismes d'altération, et ce quel que soit l'influence d'autres facteurs (température, temps, ...).

Les principaux types de microorganismes que sont les levures, les moisissures et les bactéries se distinguent par les valeurs minimales d'aw nécessaires pour garantir leur développement ; c'est à partir de 0,90 aw que la plupart des bactéries contaminantes (notamment pathogènes) se développent, les moisissures et les levures à partir de 0,61 aw environ.

Jean-Pierre Richard propose de croiser le niveau d'aw et les phénomènes de dégradation sous la forme d'un tableau : *Estimation du rapport entre phénomènes de dégradation des aliments et niveau d'A.w.*⁹⁹

Phénomènes de dégradation	Mesure d'a.w
Chimique	Entre 0,25 et 0,45
Biochimique (enzymatique)	Entre 0,6 et 0,75
Prolifération de levures	Entre 0,6 et 0,8
Prolifération de moisissures	Entre 0,7 et 0,8
Bactériologique (Bactéries)	Entre 0,7 et 0,9
	Croissance bactérienne importante pour une A.w. comprise entre 0,92 et 0,99

Un tableau complémentaire proposé par Edmond Peulot¹⁰⁰ approfondi le rapport entre le niveau d'aw et les activités des microorganismes :

Valeur Aw	Limites maximales pour les micro-organismes	Produits alimentaires compris dans ces valeurs
1.00...0,95 0.95	Psudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens, certaines levures	Produits rapidement altérables (frais) aliments et fruits en boîtes, légumes, viande, poisson et laitage, saucisse cuite pain cuit; produits alimentaires contenant jusqu'à 40% de sucre ou 7% de sel
0.95 ...0,91 0.91	Salmonella, Vibrio parahaemolyticus, C. botulinum, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus, certaines moisissures, levures (Rhodotoruia, Pichia)	Certains fromages (cheddar, suisse, munster, provolone), viande fumée (jambon), quelques concentrés de jus de fruits, les produits alimentaires contenant jusqu'à 55% de sucre (saturés) ou 12% de sel
0,91...0,87	Beaucoup de levures (Candida, Torulopsis, Hansenula), Micrococcus	Saucisse sèche (salami), flans, fromages secs, margarine, les produits alimentaires contenant jusqu'à 65% de sucre (saturés) ou 15% de sel
0,87...0,80	La plupart des types de moisissure (Penicillia micotoxique), Staphylococcus aureus, la plupart des Saccharomyces (bailii) spp., Deboryamyces	La plupart des concentrés de jus de fruits, le lait concentré sucré, les sirops de chocolat, d'érable et de fruits, les farines, riz et légumes secs avec 15-17% d'eau; les gâteaux aux fruits; saucisses fumées, fondants
0,80...0,75	La plupart des bactéries halophiles, aspergilli, micotoxique	Marmelades, gelées de fruits, pâte d'amande, fruits confits, certains marshmallows
0,75...0,65	Moisissure xérophile	Flocons d'avoine avec 10% d'eau, nougats,

⁹⁹ Le Journal du pâtissier, n°279, Octobre 2003 – « Durée de fraîcheur des ganaches », de Jean-Pierre Richard
¹⁰⁰ <http://perso.orange.fr/edmond.peulot/ACTIVITE.HTM>

	(Aspergillus chevaliers, A. Candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus	fondants, marshmallows, bouillies, mélasses, sucre brut, certains fruits secs, noix
0,65...0,60	Levures osmophile (Saccharomyces rouxi), certaines moisissures (Apergillus echinulatus, Monascus bisporus)	Fruits secs avec 15-20% d'eau; certains toffees et caramels; miel
0,5	Pas de croissance microbiologique élevée	Pâtes alimentaires avec 12 % d'eau; épices avec 10% d'eau
0,4		Œufs en poudre avec 5% d'eau environ
0,3		Cakes, biscuits secs, croûte de pain, etc. avec 3-5% d'eau environ
0,2		Poudre de lait avec 2-3% d'eau environ; fruits secs avec 5% d'eau environ, flocons de céréales avec 5% d'eau environ, gâteaux aux fruits, cakes rustiques, biscuits secs

Outre le risque de développement microbien au sein des fabrications, l'activité de l'eau influence les réactions chimiques et biochimiques (de type enzymatique).

En effet, l'eau à l'état libre peut servir de solvant, de réactif ou changer la mobilité des réactifs en diminuant la viscosité des matrices alimentaires.

L'eau libre peut influencer dans les réactions de brunissement non enzymatique (les réactions de Maillard), l'oxydation des lipides (le rancissement), les réactions enzymatiques (brunissement enzymatique, dégradation des vitamines, ...), la dénaturation des protéines,

L'aw d'une fabrication dans son ensemble résulte de la somme des aw de chacun de ses ingrédients, et des traitements de cuisson et de conservation qu'elle a pu subir.

Dans le cas des fabrications complexes, pouvant être constituées d'un assemblage d'ingrédients divers avec des teneurs en eau libre différentes, des phénomènes de **migration d'eau** entre les composants peuvent survenir. L'activité de l'eau est par conséquent un paramètre important dans le contrôle de la migration d'eau des fabrications dites complexes.

De la même manière que le phénomène d'osmose qui peut avoir lieu entre deux solutions, la migration de l'eau survient du composant avec le niveau d'aw le plus fort vers le composant avec le niveau d'aw le plus faible. Il résulte alors la perte d'une partie des caractéristiques organoleptiques du produit, et des réactions chimiques et enzymatiques notamment dans les composants à forte teneur en eau libre.

1.6.3.2.2 L'humidité relative (HR) et l'humidité relative d'équilibre (HRE) :

L'humidité environnante, dont le pourcentage résulte de la quantité de vapeur d'eau présent dans une zone donnée, influe de même sur l'activité de l'eau d'une fabrication.

Soumis à une humidité importante, et/ou dans le cas de fabrications faible en aw, l'eau peut changer d'état au contact de la fabrication : la vapeur d'eau se liquéfie (phénomène de liquéfaction), et migrer vers la fabrication.

L'humidité de l'air est calculée à l'aide d'un hygromètre ; il mesure l'humidité relative ou HR, représentant le pourcentage de vapeur d'eau contenu dans l'air.

La notion d'HRE ou humidité relative d'équilibre correspond au pourcentage appliqué à la valeur de l'aw :
 $HRE = aw \times 100$.

Elle détermine la valeur en pourcentage de l'humidité qui doit régner dans une atmosphère environnante pour limiter au maximum les échanges entre le produit soumis à conservation et le climat ambiant.

Il résulte de cette définition que le niveau de l'HRE doit tendre au plus près de celui de l'aw du produit multiplié par 100.

Par exemple, si l'aw d'une ganache enrobée pour maintenir sa stabilité en conservation est fixée à 0,70,

alors l'HRE de son local de stockage de ces bonbons de chocolat doit être au plus près, mais inférieure à 70%.

Application :

Il est conseillé de maintenir une humidité relative dans l'environnement de stockage des bonbons de chocolat entre 55 et 65% pour éviter :

- une formation d'humidité en surface des bonbons et le risque de développement de moisissures (dans le cas d'une HR > 70% ;

- un assèchement des fabrications pouvant conduire à leur déformation et à leur fragilisation.

Il est de même conseillé de limiter les variations de température et d'humidité au cours de la conservation des matières premières et des fabrications. Dans le cas de bonbons de chocolat, une variation importante d'humidité peut causer la migration en surface des cristaux de sucre (défaut du chocolat appelé « blanchiment cristallin »).

Par ailleurs, pour limiter les risques de migration de l'eau de la fabrication vers sa surface, par liquéfaction, il faut être vigilant de limiter au maximum les différences de température et d'humidité entre celles de la fabrication à refroidir et celles de son environnement de stockage.

Application :

La mise en enceinte réfrigérée positive ou négative d'une fabrication chaude est fortement déconseillée pour éviter non seulement la liquéfaction d'une partie de leur eau de constitution, préjudiciable à leur conservation, mais aussi la remontée en température dans l'enceinte de stockage et le risque de prolifération microbienne : c'est pourquoi il est conseillé de passer les fabrications fragiles à température élevée dans des enceintes de refroidissement rapide, ou de maintenir les fabrications chaudes non fragiles à température ambiante pour abaisser leur température avant leur stockage.

En situation pratique, il convient de rechercher le **point de rosée** (c'est-à-dire l'équilibre de la phase liquide de l'eau d'une fabrication avec la phase vapeur dans une enceinte hermétique de conservation).

Le point de rosée détermine la température minimale de conservation des produits permettant d'éviter leur liquéfaction lors d'un transfert dans d'autres conditions de température, d'état... afin de réduire toute trace d'humidité à la surface de produits, cause possible de multiplication microbienne ou autres

NB : des méthodes de calcul du point de rosée existent en industrie, notamment la méthode de mesure du point de rosée par miroir refroidi, qui permet un contrôle rapide de l'activité de l'eau d'un produit sur une ligne de production et y remédier si besoin.

Remarque : Si en situation pratique, il est fréquent d'utiliser le terme « condensation » pour désigner la formation d'humidité à la surface de produits, il s'avère que le terme est impropre car l'humidité à la surface de la fabrication résulte de la liquéfaction de l'eau (la condensation est par contre le changement d'état de l'eau correspondant au passage de l'eau de l'état gazeux à l'état solide).

1.6.3.2.3 Les facteurs agissant sur l'activité de l'eau :

La diminution de la quantité d'eau libre dans une fabrication peut résulter :

- **du contrôle de l'humidité et de la température ambiante :**

Exemple : dans le cas de la conservation de produits chocolatés (décors en chocolat, bonbons de chocolat, ...), l'humidité relative doit s'approcher de 60% (entre 55 et 65%) et la température de 16°C.

- **de techniques de cuisson, de concentration, de déshydratation ou encore de lyophilisation :**

Exemple : biscuits secs (0,3 Aw), lait en poudre (0,2 Aw), café soluble (0,2 Aw).

A noter : il convient de relever que les fabrications à l'aw inférieure à 0,2 ou entre 0,4 et 0,7 présentent un fort risque d'oxydation des lipides¹⁰¹.

- **de conditionnements qui protègent hermétiquement les fabrications en conservation :**

Il est possible d'avoir recours à des récipients à couvercles avec fermeture hermétique, à des boîtes ou autres récipients filmés dans les deux sens (pour assurer une fermeture parfaitement hermétique), de sachets sous – vide.

Comme le stipulent :

- le point 3 du chapitre IX – Dispositions applicables aux denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004¹⁰² :

«A toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, les denrées alimentaires doivent être protégées contre toute contamination susceptible de les rendre impropres à la consommation humaine, dangereuses pour la santé ou contaminées de manière telles qu'elles ne pourraient être raisonnablement considérées comme pouvant être consommées en l'état ».

- le chapitre X – Dispositions applicables au conditionnement et à l'emballage des denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004 :

« 1. Les matériaux constitutifs du conditionnement et de l'emballage ne doivent pas être une source de contamination.

2. Les conditionnements doivent être entreposés de telle façon qu'ils ne soient pas exposés à un risque de contamination.

3. Les opérations de conditionnement et d'emballage doivent être effectuées de manière à éviter la contamination des produits. Le cas échéant, notamment en cas d'utilisation de boîtes métalliques et de bocal en verre, l'intégrité et la propreté du récipient doivent être assurées.

4. Les conditionnements et emballages qui sont réutilisés pour les denrées alimentaires doivent être faciles à nettoyer et, le cas échéant, faciles à désinfecter.

A noter qu'une partie de l'eau libre du produit conditionné sous vide peut être extraite : par dépression brutale, l'eau de constitution du produit peut se vaporiser d'autant plus rapidement que sa température est élevée (rappel : la température d'ébullition de l'eau diminue avec la pression). Pour éviter un assèchement des produits fragiles, il est conseillé de limiter la température à cœur du produit à conditionner à une température inférieure à +6°C¹⁰³. En effet, le risque est de favoriser l'ébullition de l'eau

¹⁰¹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 111

¹⁰² Règlement 852/2004 ou « règlement hygiène »

¹⁰³ Précision apportée par M. Bruno Goussault, Sujets interactifs du site du Journal « l'Hôtellerie », 2006 : « Salubrité des produits cuits sous

contenue dans les cellules du produit (par diminution de la pression : la pression dans la technique du conditionnement sous – vide étant de l'ordre de 23,4 mbar), et de **fragiliser les parois cellulaires**, pouvant causer d'éventuelles pertes d'eau ultérieures.

- **les traitements thermiques :**

Ils agissent directement sur l'eau libre, soit en diminuant sa quantité sous l'action d'une température élevée (par le changement d'état de l'eau de vaporisation), soit en neutralisant son activité sous l'action d'une température basse (par le changement d'état de l'eau de cristallisation, et/ou par le changement d'état des autres ingrédients de la denrée alimentaire, comme par exemple la matière grasse).

- **le recours à des substances hydrophiles**, c'est-à-dire aptes à capter et à fixer l'eau environnant, diminuant par voie de conséquence le niveau de l'aw de la fabrication.

En la matière, il faut distinguer dans la famille des hydrophiles :

- des ingrédients alimentaires (comme le sel, le saccharose, l'amidon, la gélatine, d'autres sucres comme le sirop de glucose, le dextrose, le sucre inverti, ...) ;
- les additifs alimentaires (codifiés et réglementés).

1.6.3.2.4 Le cas des ingrédients alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes :

Les ingrédients alimentaires de nature hydrophile (comme le sel ou les sucres) ou hydrocolloïde (comme la gélatine, la pectine présents naturellement dans les fruits, l'amidon) peuvent agir sur l'eau en neutralisant ses parties libres, et ainsi avoir un effet sur la stabilisation des denrées alimentaires.

Malgré tout, tous ces ingrédients alimentaires n'ont pas la même efficacité, tant en terme de quantité d'eau fixée, qu'en terme de maintien de l'eau fixée dans le temps.

Ainsi, des études (notamment celles de Grover¹⁰⁴) ont montré qu'il existait des produits plus hydrophiles que d'autres, en attribuant à ces produits un jeu de coefficients :

Nature	SUBSTANCE	COEFFICIENT de Grover
Ingrédient alimentaire	SEL	9
Ingrédient alimentaire	ETHANOL	8
<i>Additif alimentaire</i>	<i>E420 SORBITOL</i>	2
Ingrédient alimentaire	SUCRE INVERTI	1,3
Ingrédient alimentaire	DEXTROSE	1,3
Ingrédient alimentaire	PROTEINES dont gélatine	1,3
Ingrédient alimentaire	SUCRE (saccharose)	1
Ingrédient alimentaire	SIROP de GLUCOSE (DE60)	1
Ingrédient alimentaire	SIROP de GLUCOSE (DE40)	0,8
Ingrédient alimentaire	AMIDON et polysaccharides	0,8

Cet ordonnancement n'est pas sans rappeler l'échelle d'hygroscopicité des sucres, le coefficient de Grover étant lié à l'aptitude d'un produit à capter l'eau environnante.

Le tableau montre par exemple que l'additif alimentaire E420 sorbitol, dont on sait qu'il est fortement

vide à juste température et durée de vie »

¹⁰⁴ La lettre technologique de l'ENSP, Edition n°16, portant sur l'aw, Pascal Liangeaud

hydrophile, a une capacité deux fois plus importante à fixer l'eau que le saccharose.

Par conséquent, la nature et la quantité des ingrédients hydrophiles utilisés influent directement sur l'activité de l'eau de la fabrication.

En outre, le saccharose et l'amidon peuvent participer à la déstabilisation des denrées alimentaires à la suite de leur cristallisation au refroidissement et en conservation.

Il est indispensable dans le cas d'une conservation de denrées à base d'une forte quantité de saccharose (le cas par exemple des sirops, des confiseries, ...) ou liée à l'amidon, de faire le choix d'ingrédients dits **anti-cristallisants**.

Des sucres (comme le sirop de glucose) agissent en tant qu'agents anti-cristallisants :

- sur le saccharose : par leur grande solubilité au contact de l'eau, ils interfèrent sur la formation de cristaux de saccharose en se logeant entre les molécules de saccharose et en augmentant la viscosité du milieu ce qui limite le phénomène de cristallisation des molécules de saccharose
- et sur l'eau, en limitant le phénomène de cristallisation de l'eau sous l'action d'une température négative.

***Vocabulaire :** le graissage des sucres correspond à l'ajout d'agents anti-cristallisants (ingrédients alimentaires de type glucose, additifs alimentaires de type E334 acide tartrique ou E336 crème de tartre dans la cuisson des sucres pour empêcher leur cristallisation.*

En pratique, il est courant de combiner les agents anti-cristallisants :

- pour réduire le risque de cristallisation sans augmenter notablement la viscosité du milieu ; il est conseillé dans ce cas de procéder au mélange de sorbitol et de sucre inverti (en raison du volume réduit de ces molécules) au lieu de sirop de glucose strictement ;
- pour conserver des fabrications en limitant l'adsorption d'eau : il est conseillé d'éviter le sorbitol et le sucre inverti au pouvoir hygroscopique important, et privilégier les sirops de glucose à bas DE par exemple ;
- pour limiter le pouvoir sucrant d'une fabrication : il est possible d'avoir recours au sorbitol et au sirop de glucose au pouvoir sucrant plus faible que celui du sucre inverti.

Dans le cas des gels d'amidon, leur stabilité au refroidissement est fortement dépendant :

- du temps de conservation : passé 48 heures de conservation au froid (négatif ou positif), la structure est particulièrement instable et selon le rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé, l'amidon rétrograde plus ou moins rapidement. Ce phénomène de rétrogradation s'opère par une scission entre les phases liquide et solide ; laissant s'échapper un exsudat de l'eau de constitution de la fabrication (phénomène de synérèse). Dans d'autres cas (exemple le pain, toutes les fabrications à base de pâte : brioche, savarin, cakes, ...), la rétrogradation s'opère lors d'une conservation prolongée des fabrications, processus accéléré en l'absence de protection enveloppant les fabrications : les produits sèchent progressivement sous l'effet de la vaporisation de son eau de constitution. Le terme de « rassissement » est utilisé pour désigner ce phénomène.

- du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé :

L'amylopectine a la capacité d'absorber une grande quantité d'eau à la cuisson, et est en grande partie responsable du gonflement des granules d'amidon.

Les granules d'amidon riches en amylopectine sont plus faciles à dissoudre dans l'eau à 95°C, que ceux qui contiennent beaucoup d'amylose. Les molécules d'amylopectine n'ont pas tendance à recristalliser, et possèdent de ce fait un pouvoir élevé de rétention d'eau, contrairement à celles de l'amylose qui rétrogradent plus rapidement. Les solutions d'amylopectine ne rétrogradent pas.

La transformation de l'amidon (« amidon transformé ») modifie par conséquent ses propriétés stabilisantes : l'amidon fixe davantage l'eau, et est stable même après une conservation au froid négatif.

***Exemple :** dans le cas de la fabrication de la crème pâtissière, la texture et la conservation de la crème est fonction de la nature de l'amidon utilisé (c'est-à-dire de son rapport amylose / amylopectine) : les amidons riches en amylopectine sont plus stables en conservation au froid négatif (cas de la farine de blé, des amidons transformés, de la poudre à crème à froid ou à chaud à base d'amidons transformés, ou encore du*

mélange de 30% maximum d'amidon de maïs et 70% minimum de farine)

L'ajout de matières à la crème pâtissière (comme le beurre dans le cas de crème mousseline, ..., la crème fouettée dans le cas de la crème princesse ou diplomate, ..., la meringue italienne ou française dans le cas de la crème Chiboust), permet de stabiliser la crème pâtissière, et facilite sa conservation au froid négatif dans le cas d'une production en différé.

Autres exemples :

- *utilisation en industrie d'amidons transformés ou modifiés pour lier les préparations afin de limiter les risques de rétrogradation de l'amidon et de synérèse en conservation*
- *phénomène de rétrogradation observable lors de la conservation de tous les produits à base de pâte (la rétrogradation intervenant comme la principale cause du rassissement des pains par exemple)*
- *rassissement des brioches dans la fabrication du pain perdu*

- de la présence ou non de matière grasse :

sous l'action du froid, la structure des granules d'amidon et d'eau se stabilise par la cristallisation de la matière grasse au froid.

Exemple : quel que soit l'amidon utilisé, une crème pâtissière composée de plus de 200 g de beurre au litre de lait est stable en conservation au froid. Il convient de noter de même que l'ajout de matières (comme le beurre dans le cas de la crème mousseline, ... ; la crème fouettée dans le cas de la crème princesse ou diplomate, ..., la meringue italienne ou française dans le cas de la crème chiboust, ...) permet de stabiliser la crème pâtissière, et facilite sa conservation au froid négatif dans le cas d'une production en différée

- de la présence ou non de produits fixateurs d'eau (hydrophile), permettant de maintenir une partie de l'eau de constitution des fabrications et freinant par conséquent les phénomènes de rétrogradation de l'amidon et de rassissement dans le cas des pâtes battues (biscuit, génoise, ...), des pâtes levées fermentées (brioche, ...), des pâtes levées non fermentées (cakes, madeleines, ...),

Exemple du sucre inverti ajouté en remplacement de 5 à 10% du poids de sucre dans la fabrication de la pâte à cakes

Exemple des agents émulsifiants (E322 lécithine, E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras) fixant une partie de l'eau de constitution de la fabrication en la liant à des globules de matières grasses. Exemple de l'additif alimentaire E420 sorbitol, particulièrement apte à retenir et à stabiliser l'humidité dans les fabrications dans lesquelles il est ajouté (exemple de la pâte à cakes).

1.6.3.2.5 Le cas des additifs alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes :

Les additifs alimentaires participent à la stabilisation du système « aliment » ; ce sont des substances habituellement non consommées comme aliment en soi, dont l'adjonction intentionnelle dans un but technologique, organoleptique ou nutritionnel a pour effet qu'elles deviennent elles-mêmes ou que ses dérivés deviennent un composant de la denrée alimentaire.

Les additifs alimentaires servent à prolonger la durée de conservation d'une denrée, et/ou à améliorer ses qualités organoleptiques ou nutritionnelles.

Ils peuvent être :

- soit d'origine naturelle, c'est-à-dire dérivés des produits naturels pouvant être synthétisés de manière chimique ou fabriqués par génie génétique ;
- soit d'origine synthétique, c'est-à-dire pouvant exister dans la nature et synthétisés chimiquement.

Selon l'arrêté ministériel du 2 octobre 1997¹⁰⁵, les produits suivants ne sont pas considérés comme des additifs alimentaires :

- « les produits contenant de la pectine et obtenus à partir de résidus séchés de pommes ou de zestes d'agrumes, ou d'un mélange des deux, par l'action d'un acide dilué suivie d'une neutralisation partielle au moyen de sels de sodium ou de potassium (« pectine liquide ») »

¹⁰⁵ Article 10, page 16265, lien : <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9700107A>

- « la dextrine blanche ou jaune, l'amidon torréfié ou dextrinisé, l'amidon modifié par traitement acide ou alcalin, l'amidon blanchi, l'amidon physiquement modifié et l'amidon traité au moyen d'enzymes amylolytiques »

Ces amidons sont exclus du champ d'application de la Directive CE 95-2 du 20 Février 1995 relative aux additifs alimentaires et sont désormais considérés comme des ingrédients alimentaires, c'est à dire qu'ils peuvent continuer à être utilisés dans la fabrication de denrées alimentaires dans les mêmes conditions que l'amidon.

Les Amidons modifiés* sont des « substances obtenues au moyen d'un ou plusieurs traitements chimiques d'amidons alimentaires, qui peuvent avoir été soumis à un traitement physique ou enzymatique, et peuvent être fluidifiés par traitement acide ou alcalin ou blanchis ». L'indication du nom spécifique ou du numéro CE n'est pas requise.

Suite à la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés, (ex avec les Maïs) le terme « modifié* » pour l'amidon a pu créer une confusion. Celui de « transformé » est utilisé de plus en plus.

- « la gélatine alimentaire, l'albumine du lait et le gluten par exemples »

Remarque : sachant qu'un même additif peut avoir des rôles technologiques différents, des confusions persistent et suivant le secteur professionnel, d'autres termes subsistent (stabilisant-stabilisateurs, émulseurs, etc)

Par contre, l'usage d'additifs alimentaires se révèle particulièrement efficace, mais leur utilisation requiert du professionnel, des pesées rigoureuses, la connaissance de leur mode d'emploi et de leurs propriétés pour une utilisation optimale.

Il faut distinguer dans les additifs alimentaires limitant l'activité de l'eau :

- **les conservateurs :**

Les conservateurs sont des substances utilisées pour prolonger la durée de conservation d'un produit alimentaire, en les protégeant des altérations dues aux microorganismes par modification de la composition du milieu (diminution du pH, baisse de la teneur en eau).

Applications : Biscuiterie - Fruits secs, traiteur : pâté de viande, ..., pâtisserie industrielle (biscuit, génoise, viennoiseries ...)

Ils peuvent être soit d'origine :

- naturelle :

E234 nisine

../..

- ou synthétique :

E200 acide sorbique

E202 sorbate de potassium

../..

- **les émulsifiants, stabilisants, épaississants et gélifiants :**

Ce sont des substances utilisées pour leur rôle technologique apporté lors des procédés de fabrication des aliments :

- **émulsifiants** : rôle dans la réalisation ou le maintien d'un mélange homogène de deux ou plusieurs phases non miscibles entre elles

Applications : les glaces, crèmes glacées, sorbets, les produits de pâtisserie à base de pâte battue aux œufs, les produits de la confiserie contenant des matières grasses

- **stabilisants** : rôle dans le maintien d'un état physico-chimique à une fabrication. *Les stabilisants comprennent les substances qui permettent de maintenir la dispersion homogène de deux ou plusieurs substances non miscibles dans une denrée alimentaire, les substances qui stabilisent, conservent ou intensifient la couleur d'une denrée alimentaire ainsi que les substances qui augmentent la capacité de liaison des denrées alimentaires, y compris la réticulation entre protéines permettant la liaison de morceaux d'aliments dans les aliments reconstitués*

Applications : décors, nappages, fourrage des produits de pâtisserie, dans les confiseries et les pâtes de fruits...

- **épaississants et gélifiants** : rôle dans l'augmentation de la viscosité des fabrications, gélification à chaud et/ou à froid.

Applications : préparations laitières, stabilisateurs de glaces et sorbets, ... pâtes de fruits (pectine), ...

Ils peuvent être soit d'origine :

- naturelle :
E322 lécithines
E400 acide alginique
E401, E402 alginate de sodium, de potassium
E403, E404 alginate d'ammonium, de calcium
E406 agar-agar
E407 carraghénanes
../..

- ou synthétique :
E405 alginate de propanol
E432 à E436 polysorbate 20 à 65
../..

Un autre stabilisant est souvent utilisé en Pâtisserie – Glacerie - Chocolaterie – Confiserie : le E420 sorbitol (il peut être classé dans la famille des édulcorants, mais est souvent utilisé comme stabilisant) :

- **les édulcorants** : ce sont des substances utilisées principalement pour conférer aux denrées alimentaires une saveur plus ou moins sucrée

Applications :

- *Biscuiterie-pâtisserie : conservateur de la fraîcheur des cakes, macarons, madeleines, pains d'épices, pains de gènes, roulés, savoie, etc...*
- *Confiserie - chocolaterie : conservateur de la fraîcheur et de la plasticité (effet texturant) des pâtes d'amandes, ganaches, pralinés, gommes (chewing-gums dragéifiés ou non), guimauve, pâtes de fruits*
- *Utilisations d'isomalt par les industriels en combinaison avec d'autres édulcorants, dans des préparations de confiseries, chocolats, pâtisseries cuites ...*

Les édulcorants se distinguent en fonction de leur pouvoir sucrant :

- **édulcorants intenses** : pouvoir sucrant élevé à très élevé (de 100 à 3000 fois supérieur au saccharose), valeur calorifique très faible par rapport au sucre de référence (le saccharose), absence de masse apportée aux fabrications, non fermentescibles

Les principaux sont : l'aspartam, l'acesulfame de potassium, la saccharine, le sucralose.

- **édulcorants de masse ou polyols** : pouvoir sucrant assez proche de celui du sucre de référence (de 0,4 à 1,5 environ), valeur calorifique plus faible que le sucre de référence, pouvoir non cariogène

Les principaux sont : le sorbitol, le maltitol, l'isomalt, le lactitol, le xylitol, le mannitol, l'érythritol.

Affichages¹⁰⁶ :

- « sans sucres ajoutés » correspondant à l'absence d'adjonction ni de sucre (que ce soit des monosaccharides tels glucose ou fructose, ou des disaccharides tels saccharose ou maltose), ni de toute autre substance édulcorante

- « allégé en ... » / « teneur réduite en sucre » correspondant à la réduction de 25% en poids du nutriment utilisé par rapport au produit de référence

Affichage (dans le cas d'édulcorants intenses) : denrées alimentaires sans sucres ajoutés ou à valeur énergétique réduite

- « à valeur énergétique réduite ... » , correspondant à une réduction d'au moins 30% de la valeur énergétique du produit de référence

- origine naturelle :

E953 isomalt (pouvoir sucrant : 45 à 65, valeur calorifique : 2 Kcal/g ; commercialisé à des granulations différentes : ST-M : 0,5 à 3,5 mm / ST-F : 0,2 à 0,7 mm ou ST-PF : 0,1 mm)

¹⁰⁶ Bulletin n°13, Ecole Nationale Supérieure de la Pâtisserie, Confiserie, Glacerie, Chocolaterie, Traiteur – Yssingaux, Sylvia Pétrowsch

E957 thaumatine

- origine synthétique :

E420 sorbitol (pouvoir sucrant : 50 à 70, valeur calorique : 2,6 Kcal/g)

E421 mannitol (pouvoir sucrant : 40 à 70)

E950 acésulfam – k (pouvoir sucrant : 100 à 200)

E951 aspartam (pouvoir sucrant : 100 à 200)

E954 saccharine (édulcorant le plus ancien, découvert par hasard par un chimiste du nom de Fahlberg en 1875 ; étiquetage : « ne convient pas à la femme enceinte » ; pouvoir sucrant : 300 à 400)

E955 sucralose

E959 néohéspéridine-DC

E965 maltitol (produit obtenu par hydrogénation d'un sirop de glucose riche en maltose ; pouvoir sucrant : 80 à 90, produit non cariogène, propriétés du maltitol sensiblement identiques au saccharose ; faible index glycémique et une faible réponse insulinémique (particulièrement adapté aux régimes à apport glucidique contrôlé) : faible valeur calorique (2,4 kcal/g) ; adapté aux produits bénéficiant de l'appellation « sans sucre » ou « sans sucre ajouté »)

E966 lactitol (pouvoir sucrant : 30 à 40)

E967 xylitol (pouvoir sucrant : 100 ; pouvoir cariogène)

E968 érythritol (pouvoir sucrant : 60 à 80)

- les anti-cristallisants :

D'autres additifs alimentaires (parmi les inclassables) jouent un rôle important dans la stabilité des sucres (comme agents anti-cristallisants).

Il s'agit notamment des additifs alimentaires E334 acide tartrique et E336 crème de tartre.

D'autres additifs alimentaires existent ; si ils ne révèlent pas d'influence notable sur l'activité de l'eau, ils peuvent jouer un rôle dans la stabilité des caractéristiques organoleptiques des denrées alimentaires durant le temps de leur conservation :

- les colorants : ce sont des substances utilisées pour améliorer la présentation des denrées alimentaires, en ajoutant ou renforçant la couleur dans les fabrications suivantes : produits de la biscuiterie et de la pâtisserie, fruits destinés à être confits au sucre, confiserie, glaces - crèmes glacées – sorbets, fourrages de produits de chocolat

- origine naturelle :

E100 curcumine

E101 vitamine B2

../..

- origine synthétique :

E101 riboflavine – 5'-phosphate

E102 tartrazine

../..

Les autres - inclassables :

Cette famille d'additifs comprend diverses substances aux fonctions diverses :

- **Poudre à lever et agents levants** : substance utilisée pour aérer certaines fabrications, augmenter leur volume (par la production de gaz carbonique sous l'action de la température et dans certains cas de l'humidité) ; Composition de la poudre à lever :

- un composant actif : E500 bicarbonate de sodium, E501 bicarbonate de potassium, qui provoque en présence d'humidité et de chaleur un dégagement de gaz carbonique

- un composant acide : E330 acide citrique, E334 acide tartrique, E331 Citrate de sodium ou E332 citrate de potassium, E450 polyphosphates qui accélère le dégagement de gaz carbonique et supprime le bicarbonate de sodium après cuisson ;

- un produit neutralisant (souvent des matières complémentaires comme la fécule, l'amidon, la farine de riz) qui neutralise l'action du bicarbonate de sodium en contact avec l'humidité de l'air, empêchant une

réaction chimique prématurée.

- **Acidifiants et correcteurs d'acidité** : substance utilisée pour conférer une saveur acidulée e/ou rehausser l'acidité d'une denrée alimentaire,
- **Anti-agglomérants** (exemple : E551) substance utilisée pour éviter la prise en masse de certaines préparations déshydratées, dans les préparations de type : sucre glace, sucre vanilliné, base déshydratée de mousse au chocolat)
- **Exhausteurs de goûts** (exemple : E621) : substance utilisée pour relever le goût et/ou l'odeur d'une denrée alimentaire dans toute préparation (denrées et boissons) de type industriel
- **Agents d'enrobage** (exemple : E901) : substance utilisée pour conférer un aspect brillant aux préparations alimentaires ou constituer une couche protectrice dans les fonds de tarte, de tartelette, ...
- **Agents moussants** (exemple : E942) : substance utilisée pour assurer la dispersion homogène d'une phase gazeuse dans une denrée alimentaire liquide ou solide, pour crème ou crème légère sous pression, ...
- **Agents humectants** (exemple : E170) : substance utilisée pour empêcher le dessèchement des denrées alimentaires en compensant les effets d'une faible humidité atmosphérique ou favoriser la dissolution d'une poudre en milieux aqueux

- origine naturelle :

E170 carbonate de calcium

E260 acide acétique

E261 à E263 acétate de potassium, de sodium, de calcium

../..

- origine synthétique :

E297 acide fumarique

E353 acide métatartrique

E354 tartrate de calcium

../..

1.6.3.3 La stabilisation par la maîtrise des mélanges et des fabrications :

De la qualité de l'action mécanique de dispersion et d'amalgamation des ingrédients entre – eux dépendent aussi la stabilité des ingrédients et des fabrications.

En industrie, le matériel nommé « homogénéisateur » utilisé dans le cas du lait avant son traitement thermique et sa commercialisation est un exemple d'action mécanique appliquée à une matière première pour la stabiliser : il agit en appliquant une forte pression sur le lait, ce qui a pour effet de scinder les globules de matière grasse en minuscules particules, de manière à garantir leur dispersion dans l'ensemble de la phase aqueuse (la caséine, entourant chaque globule de matière grasse, assurant ensuite leur maintien en suspension par ses propriétés tensio-actives).

D'autres matériels ont cette même fonction de stabilisation des mélanges : par exemple les amalgameurs en Charcuterie.

Dans l'artisanat, des matériels électromécaniques adaptés au type de production combinent différents agents de stabilisation, par exemple :

- **une action mécanique intense** : cas des batteurs – mélangeurs, des mixeurs, des cutters, des pétrins, ...

Ces matériels assurent l'homogénéité des mélanges (cas du pétrin dans la fabrication des pâtes levées fermentées, du batteur – mélangeur dans la fabrication des pâtes : pâtes friables, pâte à choux, ..., cas du cutter dans la fabrication des pâtes fraîches, de la pâte à brioche, ...), la dispersion et la stabilité des composants des mélanges (cas du batteur – mélangeur dans le foisonnement des blancs d'œufs, de la crème liquide, de la crème au beurre, ... ; du mixeur dans l'homogénéité des ganaches, de la crème anglaise après cuisson, des mix à glaces et à sorbets avant turbinage, ...) ;

- **une action mécanique intense à une absence d'air** : cas des cutters sous – vide,

Ces matériels permettent l'homogénéité des mélanges en réduisant le risque d'incorporation d'air (cas des fabrications sensibles ou demandant une conservation prolongée de type ganache pour bonbons, ...);

- **une action mécanique intense à un froid négatif** : cas de la turbine à glace, de la sorbetière, ... Ces matériels associent un refroidissement rapide à une agitation mécanique, permettant non seulement le mélange homogène des ingrédients, la prise en masse de la fabrication mais aussi son foisonnement ;

- **une action mécanique intense à une grande pression et un froid négatif** : cas du pacojet
Ce matériel, utilisé dans la fabrication de glaces et de sorbets, de farces, de mélanges divers ... tire sa particularité de pouvoir combiner deux agents de stabilisation différés dans le temps :

- une stabilisation des fabrications au froid négatif (surgélation) dans des récipients fermés hermétiquement de petit volume (inférieure à 1 litre) ;
- un mélange instantané de tout ou partie de la fabrication, sous l'action combinée du froid négatif, de la pression et d'une action mécanique intense et une stabilisation des fabrications préalablement à son utilisation pour une consommation directe ;

- **une action mécanique intense à une température élevée alternée une température basse** : cas du pasteurisateur à crème.

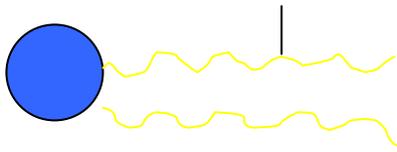
Ce matériel, utilisé par exemple dans la fabrication de la crème anglaise, de mix à glaces, de la crème pâtissière, permet d'associer une pasteurisation, à une maturation (dans le cas de la crème anglaise et des mix à glaces par exemple) et/ou un refroidissement conforme à la réglementation en vigueur.

- **une action mécanique intense corrélée à l'ajout de produits tensio-actifs (dans le cas d'un mélange phase aqueuse / phase grasse)**

Pour mélanger une phase aqueuse à une phase grasse, il faut ajouter un agent émulsifiant, jouant le rôle de tensio-actifs. La particularité de certaines protéines ou de phospholipides (**les tensioactifs**) est d'abaisser la tension superficielle des liquides en s'adsorbant aux interfaces huile – eau ou gaz – eau, pour mettre en contact leurs parties hydrophiles à la phase aqueuse, et leurs parties hydrophobes vers la phase non aqueuse.

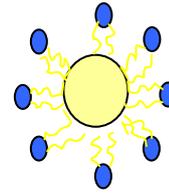
NB : *Agents tensioactifs = Agents émulsifiants = Agents émulsionnants*

Schématisation d'une molécule tensio-active de type phospholipide



Pôle hydrophile,
soluble dans l'eau
(Tête polaire)

Pôle lipophile ou
hydrophobe, soluble
dans les composés
lipidiques



Positionnement des émulsifiants dans une émulsion
stabilisée à la surface des gouttelettes de matière
grasse

Une **émulsion** correspond à une dispersion de gouttelettes de matière grasse dans un liquide, ou inversement de gouttelettes d'eau dans la matière grasse, dispersion maintenue pour empêcher leur coalescence (correspondant au regroupement et à la fusion des gouttelettes de matières grasses entre elles) et la déstabilisation de l'émulsion.

Une émulsion d'eau dans huile correspond à une dispersion de gouttelettes d'eau dans une phase grasse.

Une émulsion d'huile dans eau correspond à une dispersion de gouttelettes de matière grasse dans une phase aqueuse

Il est fréquent que la phase continue dans une émulsion soit de fraction volumique plus importante (cas de l'eau dans le lait ou de la crème – émulsion de type H/E) ; dans le cas contraire, on parle « d'émulsion concentrée »¹⁰⁷ : exemple de la ganache ou de la mayonnaise, qui constituent des émulsions de type H/E, l'eau en quantité faible constituant la phase continue du mélange.

Une émulsion peut se présenter sous différents états ; fluide, crémeux, gélifié.

Exemples :

Le battage prolongé de la crème conduit à la rupture de l'émulsion : les gouttelettes de matière grasse fusionnent, se regroupent (coalescence des gouttelettes) et la crème se sépare en deux phases : une phase grasse (beurre), une phase aqueuse (eau, protéines solubles, ...). La rupture de l'émulsion est désirée dans le cas de la fabrication du beurre, accidentelle dans la technique de la crème fouettée.

Autre exemple :

La crème ganache est une émulsion de type matière grasse dans eau (H / E), stabilisée par les émulsifiants présents dans le chocolat (la lécithine) et dans la crème (les protéines). Plusieurs causes de rupture d'émulsion (dissociation entre la phase solide et la phase liquide) peuvent avoir lieu en pratique :

- *soit un manque de phase aqueuse (déséquilibre du rapport matière grasse / eau) : ajouter dans ce cas, un liquide (lait, crème, jus de fruits, ...)* ;
- *soit une mauvaise dispersion de la matière grasse dans l'eau : mixer dans ce cas pour homogénéiser ;*
- *soit un travail en ambiance trop chaude : mixer et faire prendre au froid.*

Nouvelles applications (Hervé This) :

Utiliser le principe des sauces émulsionnées chaudes (type beurre blanc) pour l'appliquer à une pâtisserie et réaliser une sauce chocolat. Principe : Dans 20 cl de Rivesaltes, faire fondre 225 g de chocolat de couverture à 58%.. Verser dans la cuve d'un batteur, refroidir. Monter, foisonner pour obtenir une mousse de chocolat (émulsion mousseuse).

Réaliser une sauce émulsionnée à partir de jaune d'œuf cru dans lequel on ajoute en fouettant et progressivement du beurre fondu (Hervé This a baptisé cette sauce « Kientzheim », de l'alsacien kind (l'enfant) et heim (le foyer).

¹⁰⁷ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 305

Un exemple de produits émulsifiants : Gamme des Texturas mis au point par Albert et Ferran Adrià (sources : <http://www.texturaselbulli.com/FRA/>)

- **LECITE** : émulsifiant naturel à base de lécithine (de soja, non-transgénique), se présentant sous forme de poudre, soluble à froid
- **SUCRO** : émulsifiant provenant d'une réaction du saccharose et d'acides gras (sucroester), hydrophile (à dissoudre dans l'élément aqueux avant de procéder au mélange avec la matière grasse)
- **GLICE** : émulsifiant dérivé des graisses (obtenu à partir de la glycérine et des acides gras), lipophile (à dissoudre dans l'élément gras avant de procéder au mélange avec la solution aqueuse).

Les facteurs de stabilité d'une émulsion sont :

Niveau du pH	<u>A pH neutre</u> : solubilité limitée des protéines, ce qui réduit les possibilités d'émulsion <u>A pH acide</u> : diminution de la répulsion électrostatique entre les extrémités polaires des lécithines
Niveau de la température	Diminution de la stabilité des émulsions par coagulation des protéines (Exemple du beurre clarifié). Stabilisation des émulsions par gélification des protéines (Applications en Charcuterie)
Concentration protéique	Nécessité d'un % minimum de protéines pour stabiliser l'émulsion (en règle générale, de 0,5 à 5%)
Action mécanique	En industrie, utilisation d'un homogénéisateur à hautes pressions dans le cas du lait pour disperser de manière homogène les particules de matière grasse dans l'eau <i>Illustration du rôle de l'homogénéisateur à hautes pressions : passage du lait à travers une série de petits orifices sous haute pression, permettant une diminution par 5 de la taille de ses globules gras ; processus appliqué au lait avant traitements thermiques).</i>

Nature des agents émulsifiants	Classification suivant la nature de l'agent émulsifiant :		
	NATURE	TYPE	EXEMPLES ¹⁰⁸
	MATIERES GRASSES	PHOSPHOLIPIDES	LECITHINE E322, majoritairement extraite de l'huile de soja (teneur 2 à 3%). <u>Exemples d'utilisation</u> : produits de boulangerie, chocolaterie, margarinerie, ...
		PHOSPHOLIPIDES dans les cellules animales et végétales ¹⁰⁹	Végétaux (famille des liliacées) de type ail, oignon, échalote
		GLYCERIDES Principale catégorie d'agents émulsifiants à usage alimentaire	MONOGLYCERIDES E471 et dérivés des monoglycérides E472 <u>Exemples d'utilisation</u> : cytoglycéride (en margarinerie, pour améliorer les propriétés de cuisson et réduire les projections lors des fritures), Acétoglycérides (stabilisation des mousses), dérivés du polyoxyde d'éthylène (dans les crèmes glacées et crèmes fouettées).
	ESTERS	ESTERS de polyols, du saccharose, de l'acide lactique, ...	SUCROESTERS (E473) et sucroglycérides (E474) <u>Exemples d'utilisation</u> : crèmes glacées, produits de cuisson, margarinerie, ... ESTERS du sorbitol (E491-5) commercialisés sous le nom de « SPAN » <u>Exemple d'utilisation</u> : stabilisation des cristaux de beurre de cacao dans le chocolat
	PROTEINES	Combinaison des molécules de caséine entre-elles par du phosphate de calcium, formant une structure tensioactive.	CASEINE dans le lait
AMIDONS	AMIDONS TRANSFORMES	Cas de certains amidons modifiés présentant des fonctions tensioactives	
Nature des agents émulsifiants suivant la nature de l'émulsion :			
EMULSION H/E	Lécithine (soja, jaune d'œuf), protéines (Gomme, mucilage, dextrine, amidon, pectine)		
EMULSION E/H	Cholestérol, lécithine du soja		
Applications :			
PRODUITS	PHASE GRASSE	EMULSIFIANT	TYPE
Lait / crème	MG du lait	Protéines du lait	Emulsion H / E
Beurre	MG du lait	Protéines du lait	Emulsion E / H
Margarine	MG animale et/ou végétale	Lécithine Mono et diglycéride d'acides gras	Emulsion E / H
Ganache	MG de la crème Beurre de cacao MG du beurre	Protéines de la crème Lécithine de soja du chocolat	Emulsion H / E
Glace aux oeufs	MG lait + oeuf	Lécithine du jaune Protéines du lait	Emulsion + Mousse
Crème glacée	MG lait + crème	Mono et diglycérides d'AG Protéines lait et crème	Emulsion + Mousse
Mayonnaise	Huile tournesol/coiza	Lécithine (jaune d'œuf, moutarde selon le cas)	Emulsion H / E
Aïoli	Huile d'olive	Molécules tensioactives de l'ail	Emulsion H / E

¹⁰⁸ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de

1.6.3.4 La stabilisation par la maîtrise des micro-organismes :

1.6.3.4.1 L'action directe sur les micro-organismes responsables d'altération :

TECHNIQUES DE CONSERVATION A FROID PAR ACTION DIRECTE SUR LES MICRO-ORGANISMES RESPONSABLES D'ALTERATION	
PRINCIPE	Procédé à froid qui consiste à éliminer les micro-organismes responsables des altérations du produit en les soumettant soit à des rayonnements ou des fortes pressions, voire à les filtrer
EXEMPLES	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement par ionisation (Exposition du produit à des rayonnements ionisants de type rayons gamma, X, électrons accélérés ... agissant au cœur du produit ou en périphérie pour éliminer les bactéries pathogènes et des insectes ainsi que leurs œufs ou larves, et permettant aussi de stopper la germination des bulbes et tubercules)¹¹⁰. Effets progressifs (de simple inhibition à stérilisation) suivant la dose de rayonnement utilisé. - Traitement par hautes pressions (Exposition du produit conditionné dans un sachet en plastique souple à une pression atmosphérique équivalent à 100 000 à 500 000 fois celle de la Terre) - Traitement par champs électriques pulsés - Traitement par champs magnétiques pulsés - Traitement par champs électromagnétiques alternatif de très haute fréquence, type micro-ondes - Traitement par lumière pulsée (Exposition du produit à un ou plusieurs flashes de lumière de très haute intensité) - Microfiltration du lait et élimination des micro-organismes¹¹¹ par l'utilisation de membranes poreuses (diamètre d'ouverture des pores compris entre 0,1 et 10 µm)
POINTS +	- Recherche de conservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles pour les nouvelles technologies de conservation (haute pression)
POINTS -	<ul style="list-style-type: none"> - Procédé industriel, au coût relativement important - Procédé limité à certains types de produits (produits sous forme liquide dans le cas des produits traités par la lumière et la pression) - Risque potentiel sanitaire (dans le cas de l'ionisation)
APPLICATIONS	<ul style="list-style-type: none"> - Traité par irradiation ou ionisation : oignons – échalotes – pommes de terre, la gomme arabique, les épices et aromates, les fruits (fraise, citron, ...), les fruits secs (dattes, figes), ... - Traitement par ultra-haute pression : le guacamole par exemple - Jus de fruits (Traitement par haute-pression, par rayonnement ultra-violet) - Technique par lumière pulsée appliquée à : fruits, légumes, viandes non hachées

AUTRES TECHNIQUES AGISSANT DIRECTEMENT SUR LES MICRO-ORGANISMES	
EXEMPLES	<ul style="list-style-type: none"> - Enrobage dans un alcool : fonction antiseptique - Fumage ou boucanage : fonction antiseptique + modification de l'aw du produit <p><i>A noter : la technique du fumage procède soit à froid (idéalement à une température inférieure à 30°C), voire à chaud (jusqu'à 80°C par paliers successifs).</i></p>
POINTS +	<ul style="list-style-type: none"> - Techniques de conservation naturelle - Transformation des matières et bonification possible (notamment aromatique) avec un temps prolongé de conservation
POINTS -	- Techniques de conservation limitées à certaines matières premières

Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 333

¹⁰⁹ « Casseroles & éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, « Dérivés d'aïoli » page 200

¹¹⁰ Mention obligatoire sur étiquetage : « Traité par rayonnements ionisants » ou « Traité par ionisation »

Rappel historique : Ernest Rutherford, prix Nobel de Chimie en 1908, découvreur des rayonnements qu'il baptisa rayonnements alpha, bêta et gamma

¹¹¹ Article « Le cru et le cuit », de Hervé This – Thuriès Magazine Gastronomie n°149, Mai 2003

	- Transformation irréversible des matières premières
APPLICATION S	- DOA (viandes, volailles, poissons, ...) : poisson – viande salé / fumé, ... - DOV (fruits à l'alcool, ...)

1.6.3.4.2 L'action par les micro-organismes :

TECHNIQUES DE CONSERVATION PAR ACTION DE MICRO-ORGANISMES	
PRINCIPE	Procédé biologique permettant de tirer parti des microorganismes présents naturellement dans les matières premières ou ajoutés, lesquels contribuent en se reproduisant à améliorer les qualités nutritionnelles et organoleptiques des aliments. Procédé visant à favoriser une flore utile au détriment d'une flore indésirable, pouvant être responsable d'altérations diverses. <u>Procédé particulier</u> : la Biopréservation ¹¹² Méthode biologique qui permet de réduire le risque microbiologique tout en préservant les qualités nutritionnelles et organoleptiques du produit. Repose sur la maîtrise de la croissance des microorganismes pathogènes et d'altération en utilisant des souches bactériennes à action inhibitrice (compétition nutritionnelle et/ou production de métabolites).
EXEMPLES	Processus de fermentation alcoolique, lactique, propionique (voir Fiche Précis Levures)
POINTS +	- Amélioration des qualités nutritionnelles et organoleptiques
POINTS -	- Procédé non adaptable à tous les aliments - Modification des qualités organoleptiques de l'aliment
APPLICATION S	- Fermentation panaire - Fermentation lactique (Yaourt, fromages ...) - Fermentation propionique (Fromages à pâte pressée cuite) - Légumes fermentés (choucroute, ...) - Fermentation dans la fabrication du café, chocolat, ... - Boissons alcoolisés (bière, ...) - Procédé de Biopréservation appliqué aux produits de la mer, carnés et laitiers -/..

1.6.3.5 La stabilisation par la maîtrise des températures :

Les traitements thermiques agissent directement sur les micro-organismes ou sur les agents responsables des dégradations enzymatiques.

1.6.3.5.1 Le traitement thermique par le froid :

Le traitement thermique par le froid permet de stabiliser les matières premières et les fabrications en freinant voire en bloquant toute multiplication microbienne. Il procède aussi en ralentissant les phénomènes enzymatiques.

Comme le stipulent :

- le point 2 du chapitre IX – Dispositions applicables aux denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004¹¹³ :

« Les matières premières et tous les ingrédients entreposés dans une entreprise du secteur alimentaire doivent être conservés dans des conditions adéquates permettant d'éviter toute détérioration néfaste et

¹¹² Source INRA http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/apprendre_experimenter/attention_microorganismes (mise à jour Novembre 2006)

¹¹³ Règlement 852/2004 ou « règlement hygiène »

de les protéger contre toute contamination ».

- le point 5 de l'article IX– Dispositions applicables aux denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004 :

« Les matières premières, les ingrédients, les produits semi-finis et les produits finis susceptibles de favoriser la reproduction de micro-organismes pathogènes ou la formation de toxines ne doivent pas être conservés à des températures qui pourraient entraîner un risque pour la santé. La chaîne du froid ne doit pas être interrompue. Toutefois, il est admis que de les soustraire à ces températures pour des périodes de courte durée à des fins pratiques de manutention lors de l'élaboration, du transport, de l'entreposage, de l'exposition et du service des denrées alimentaires, à condition que cela n'entraîne pas de risque pour la santé. Les exploitants du secteur alimentaire procédant à la fabrication, à la manipulation et au conditionnement de produits transformés doivent disposer de locaux adéquats suffisamment vastes pour l'entreposage séparé des matières premières, d'une part, et des produits transformés, d'autre part, et disposer d'un entreposage réfrigéré suffisant ».

- le point 6 de l'article IX– Dispositions applicables aux denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004 :

« Lorsque les denrées alimentaires doivent être conservées ou servies à basse température, elles doivent être réfrigérées dès que possible après le stade de traitement thermique ou, en l'absence d'un tel traitement, après le dernier stade de l'élaboration, à une température n'entraînant pas de risque pour la santé ».

Il faut distinguer dans les traitements thermiques par une température régulée :

- **la conservation à une température ambiante inférieure à +15°C**, notamment dans le cas des produits chocolatés (type bonbons de chocolat, de décors en chocolat, ...).

Le maintien à une température inférieure à +15°C, et dans un environnement au taux d'hygrométrie moyen de 60% permet de stabiliser les masses de chocolat. Cette température limite la déstabilisation du beurre de cacao composant le chocolat ; en effet, l'un des triglycérides composant le beurre de cacao a son point de fusion à +16°C

NB : il faut toutefois souligner :

- que les proportions d'acide gras dans le beurre de cacao varient en fonction des origines des cacaos et des époques de récolte des fèves
- que le niveau d'insaturation de chaque triglycéride détermine leur point de fusion, et leur point de solidification

- **la réfrigération** (procédé consistant à conserver la température à l'intérieure d'une enceinte à une température inférieure à +10°C et supérieure à 0°C).

Exemple : La conservation en réfrigération à une température inférieure à +4°C est recommandée pour les denrées non stables à température ambiante de type viandes froides, pâtes farcies, sandwiches, salades composées, produits transformés non stables à base de viandes – volailles – produits de la pêche – crème – lait cru, fromage préemballé, végétaux crus prédécoupés et dérivés, jus de fruits ou légumes de pH>4,5, produits décongelés, produits non stables en distribution automatique

La conservation en réfrigération des poissons, crustacés et des mollusques est plus restrictive : sur glace fondante, entre 0 et +2°C.

La conservation des œufs coquille est recommandée à une température supérieure à + 5°C, et dans la mesure du possible stable, dans des locaux propres, secs et exempts d'odeurs étrangères, protégés contre les chocs et les effets de la lumière.

NB : la réfrigération des œufs est déconseillée, dans la mesure où les œufs réfrigérés puis maintenus à température ambiante peuvent se couvrir d'humidité en surface, facteur de risques de prolifération microbienne et de contamination croisée.

La conservation des produits laitiers frais, des desserts lactés, des beurre et matières grasses, des produits stables à base de viande tranchée est possible à une température maximale de +8°C.

- **la surgélation**, procédé défini officiellement par le décret du 9 septembre 1964, qui définit dans son extrait de l'article premier : « *Le qualificatif surgelé ou tout autre dénomination ou*

dérivé de ce mot est réservé aux produits alimentaires ou boissons qui ont été soumis en vue de leur stabilisation à un abaissement de température suffisant pour permettre l'obtention à cœur d'une température égale ou inférieure à -18°C , appliquée le plus tôt possible après la capture, la cueillette, l'abattage ou la préparation. L'opération de surgélation doit être conduite de manière à franchir le plus rapidement possible la zone de température de cristallisation maximale ».

NB : la valeur de -18°C a été réglementairement retenue pour sa correspondance avec le 0° Fahrenheit et par le constat d'arrêt de la multiplication des levures et moisissures.

La surgélation se caractérise par :

- la rapidité du refroidissement (exemple : surgélateur, tunnel de refroidissement, ...), notamment à cœur du produit (ce qui nécessite la disposition du produit sous une faible épaisseur pour faciliter l'extraction de la chaleur au cœur du produit) ;
- le maintien de la température en dessous de -18°C tout au long de la conservation,
- selon le produit, son état de fraîcheur (dans le cas des denrées fraîches n'ayant pas subi de cuisson) et sa salubrité (dans le cas des denrées manipulés et les fabrications): il est extrêmement important de réserver uniquement en conservation les fabrications dont la qualité microbiologique est maîtrisée (par exemple, les fabrications ayant subi une cuisson pasteurisatrice complète).

Exemple : conservation en surgélation à une température inférieure ou égale à -20°C dans le cas des glaces, crèmes glacées, sorbets (durcir après turbinage à -40°C afin d'éviter l'apparition de glace hydrique sous forme de gros cristaux sous l'action d'une température négative lente) ; conserver à une température inférieure à -18°C tout aliment surgelé (purées ou pulpes de fruits surgelés, ovoproduits surgelés, ...)

Remarque : la température de conservation recommandée des glaces destinées à une consommation immédiate est comprise entre -15 et -18°C .

Le GBPH en Pâtisserie propose le terme de **congélation ventilée** pour désigner « la technique de descente en température des aliments par action d'un froid négatif appliqué rapidement et précocement, sur des denrées de grande fraîcheur et par la suite, tout au long de leur stockage jusqu'à leur utilisation finale »¹¹⁴

- **la congélation** (procédé consistant à abaisser la température d'un produit en toutes ses parties au dessous de son point de congélation initial à une température comprise entre -10 et -20°C)

La congélation, à la différence de la surgélation, se caractérise par un refroidissement lent : il est extrêmement important de ne pas utiliser ce type de refroidissement pour les fabrications et plus généralement pour les denrées alimentaires fragiles.

En effet, la taille et la configuration des cristaux dépendent principalement de la durée et de la puissance du refroidissement :

- en phase de refroidissement lente (congélation), les cristaux ont tendance à grossir exagérément, et à présenter des facettes saillantes. L'eau a alors tendance à se dilater fortement. Cette formation de gros cristaux présente le risque de provoquer l'altération des denrées alimentaires : à la décongélation, l'altération des cellules animales ou végétales par les parties saillantes des cristaux de glace formées permettent la libération d'une partie de l'eau de constitution des denrées, et la formation d'un exsudat d'eau en surface (cette eau peut alors être le substrat d'un développement microbien important).

Ce peut être le cas aussi de produits chocolatés (exemple : bonbons de chocolat) dont l'opération de cristallisation n'a pas été atteinte de manière homogène et conservés en congélation : la technique de conservation au froid négatif requiert soit un refroidissement rapide, soit une stabilisation préalable des fabrications pendant un minimum de 12 heures à une température maximale de $+15^{\circ}\text{C}$.

- en phase de refroidissement rapide (surgélation), l'eau cristallise sous forme de petits cristaux

¹¹⁴ Guide des bonnes pratiques d'hygiène en Pâtisserie, réalisé par la Confédération nationale de la Boulangerie et Boulangerie – Pâtisserie française, et par le Confédération nationale de la Pâtisserie – Confiserie – Chocolaterie – Glaceries de France, validé par décision du 19 décembre 1997.

homogènes, ce qui limite la déstabilisation interne de la structure du produit.

Une conclusion :

La technique de la surgélation sera réservée à toutes les denrées alimentaires devant être refroidis très rapidement, pour les stabiliser et atteindre une température :

- inférieure à +10°C à cœur (mais supérieure à 0°C) dans un délai très court dans le cas d'une conservation en réfrigération ;
- inférieure à -18°C à cœur dans un délai très court dans le cas d'une conservation au minimum à -20°C dans le cas des glaces, crèmes glacées, sorbets ; à -18°C dans le cas de tout aliment surgelé (purées ou pulpes de fruits surgelées, ovoproduits surgelés, ...) ; entre -15 et -18°C dans le cas des glaces destinées à une consommation immédiate

La conservation peut être menée soit au congélateur soit dans des équipements de type surgélateur – conservateur si et seulement si les températures de conservation à cœur des produits sont respectées.

○ **un point sur la décongélation :**

Comme le stipule le point 7 du chapitre IX – Dispositions applicables aux denrées alimentaires, dans l'annexe II du règlement 852/2004 :

« La décongélation des denrées alimentaires doit être effectuée de manière à réduire au maximum le risque de développement de micro-organismes pathogènes ou la formation de toxines dans les denrées alimentaires. Pendant la décongélation, les denrées alimentaires doivent être soumises à des températures qui n'entraînent pas de risque pour la santé. Tout liquide résultant de la décongélation susceptible de présenter un risque pour la santé est évacué d'une manière appropriée. Après leur décongélation, les denrées alimentaires doivent être manipulées de manière à réduire au maximum le risque de développement de micro-organismes pathogènes ou la formation de toxines ».

La décongélation est une étape présentant des risques de déstabilisation des denrées alimentaires si les points clés suivants ne sont pas respectés :

- dans la mesure du possible, réduire le temps de décongélation des denrées à son strict minimum : c'est le cas par exemple de l'utilisation des produits dans les fabrications sans décongélation préalable ou soumis à une décongélation rapide (au micro-ondes par exemple).

Exemple : l'utilisation de pulpes ou de purées de fruits surgelés dans la fabrication de sauces ou coulis, de confiseries (pâtes de fruits),

- dans les autres cas majoritaires, procéder à la décongélation lente de la juste quantité nécessaire de denrées, en les maintenant à une température de réfrigération (température inférieure à +4°C), si possible dans leurs conditionnements d'origine ou protégées des contaminations croisées (film, récipient de décongélation, ...), et isolées d'éventuelles formations d'exsudat d'eau (sur grille ou autres ...).

Le traitement thermique par le froid permet aussi de stabiliser les matrices alimentaires par les transformations physico-chimiques de certains ingrédients, notamment :

- la cristallisation de la matière grasse

Exemple : sous l'action du froid, la structure des granules d'amidon et d'eau se stabilise par la cristallisation de la matière grasse au froid. Quel que soit l'amidon utilisé, une crème pâtissière composée de plus de 200 g de beurre au litre de lait est stable en conservation au froid.

- la gélification des amidons : sous l'action d'une température basse, on assiste à un raffermissement et à une rigidification de l'amidon, conduisant à la formation d'un gel uniforme, provoquant une augmentation simultanée de la viscosité des fabrications fluides et semi-fluides, et la consolidation de la structure rigide de certaines fabrications

1.6.3.5.2 Le traitement thermique par la chaleur :

Le traitement thermique par la chaleur permet d'assainir les fabrications de tout ou partie des agents microbiens qui peuvent causer des troubles de santé chez les consommateurs ou la dégradation de

l'aliment lui-même. Il peut éliminer les agents responsables des dégradations enzymatiques.

Ils consistent à soumettre une matière à une température élevée, selon un temps défini (respect d'un couple temps / température) de manière à détruire soit la flore pathogène, soit l'ensemble de la flore microbienne ainsi que les enzymes d'altération. Les techniques de conservation par la chaleur tendent à trouver le couple temps / température idéal pour conserver les qualités nutritionnelles et organoleptiques du produit, tout en lui assurant un temps de conservation prolongé

Comme le stipule le chapitre XI de l'annexe II du règlement 852/2004 :

« Traitement thermique

Les prescriptions suivantes ne s'appliquent qu'aux denrées alimentaires mises sur le marché dans des récipients hermétiquement fermés.

1. *Tout processus de traitement thermique utilisé pour transformer un produit non transformé ou pour transformer davantage un produit transformé doit :*
 - a) *amener chaque élément du produit traité à une température donnée pendant un laps de temps déterminé,*
 - et*
 - b) *empêcher le produit de subir une contamination pendant la transformation.*
2. *Pour faire en sorte que le processus utilisé atteigne les objectifs voulus, les exploitants du secteur alimentaire doivent régulièrement vérifier les principaux paramètres pertinents (notamment la température, la pression, le scellement et la microbiologie), y compris par l'utilisation de dispositifs automatiques.*
3. *Le processus utilisé devrait satisfaire à une norme reconnue à l'échelle internationale (par exemple la pasteurisation, l'ultra-haute température ou la stérilisation) ».*

- a. la pasteurisation, traitement thermique à une température inférieure à 100°C, suivi d'un refroidissement brutal et une conservation à +4°C

Exemple de pasteurisation : pasteurisation « basse » dans le cas du lait (T° 60-65°C, 30mn), la pasteurisation « haute » (T° 82-85°C, 1mn), la « flash pasteurisation » (T° 92-95°C, 1s)

Pour que la destruction microbienne soit efficace, le GBPH en Pâtisserie précise :

- l'atteinte d'une température de 83°C à cœur pendant 1 minute minimum dans le cas de la cuisson de la crème anglaise ;
- la cuisson au four à 195°C pendant 8 minutes 30 pour atteindre 85°C à cœur dans le cas de la cuisson d'une génoise

NB : ces couples temps / température sont donnés à titre indicatif et sont à confirmer par le professionnel par des contrôles (à l'aide de thermomètres) et des analyses microbiologiques et des tests de vieillissement (pour attester la validité des procédures de cuisson).

Par contre, l'atteinte de l'ébullition ne signifie pas forcément l'élimination du risque microbien, et notamment des bactéries pathogènes. Non seulement un couple temps / température est à respecter dans les fabrications sensibles (notamment celles contenant des matières d'origine animale : œuf, lait, crème, ...ou végétale : fruits, légumes, ...), mais il faut savoir le rôle inhibiteur dans la conduction de la chaleur au cœur d'un produit des substances hydrocolloïdes de type amidon : en effet, au cœur d'un empois d'amidon, la température est inférieure à 80°C et ce malgré la formation des premières bulles de cuisson à la surface de la solution. L'action d'une température prolongée est nécessaire pour atteindre la pasteurisation du mélange.

Application : Le GBPH indique un temps d'ébullition minimum de la crème pâtissière de 1mn 30 minimum après l'apparition de la première ébullition, pour atteindre 90°C à cœur) : ce couple temps / température indispensable pour pasteuriser la crème et éliminer d'éventuelles bactéries pathogènes, s'explique par la viscosité épaisse de la crème et la conduction lente de la chaleur au cœur du produit).

- b. la stérilisation, traitement thermique à une température supérieure à 100°C suivi d'un refroidissement brutal

Exemple de stérilisation : la stérilisation « basse » (T° 115°C, 10 à 20 mn), la stérilisation « haute » (T°130-140°C, qq secondes), la stérilisation à « ultra-haute température » (T° 140-150°C, 2s).

- c. l'appertisation (du nom de son inventeur, Nicolas Appert, en 1810, et dont le brevet de l'autoclave a été repris par son neveu, Raymond Chevalier Appert en 1852). C'est un procédé permettant de maintenir un produit dans un récipient hermétiquement fermé, et de le soumettre à un traitement thermique sous pression (dans des machines appelées « autoclaves »).

Il convient de noter que l'action d'une température élevée permet de détruire les agents responsables des dégradations enzymatiques : une température d'ébullition au minimum de 5 minutes des jus de fruits élimine les enzymes pectinolytiques (pouvant être présentes dans des jus de fruits type tomate, orange, ... et qui peuvent limiter la gélification des gels de pectine) ou les enzymes protéolytiques (type broméline dans l'ananas, ficine dans la figue, papaïne dans la papaye ... qui peuvent inhiber la prise en gel de la gélatine).

D'autres enzymes peuvent être dénaturées sous l'action de la température : exemple de la lipase (enzymes dégradant les triglycérides composant les lipides) à 60°C.

Le traitement thermique par la chaleur permet aussi de stabiliser les matrices alimentaires par les transformations physico-chimiques de certains ingrédients, notamment :

- **la gélification des protéines :**

Exemple : la dénaturation permet d'apporter la rigidité nécessaire pour fixer la structure des fabrications, et notamment :

- la tenue de certaines pâtes

Tenue des pâtes friables, des pâtes liquides et semi-liquides, des appareils à petits fours secs, ...de certaines crèmes comme la crème d'amandes après cuisson

NB : Dans le cas de l'utilisation d'amidon, il est d'usage de diminuer la quantité d'œufs entiers dans la recette ; dans le cas contraire, il est d'usage d'augmenter sensiblement la quantité d'œufs entiers pour assurer la tenue de la crème d'amandes après cuisson.

- la stabilité de certains mélanges, notamment de type émulsion

Exemple de la technique du sabayon, de la crème ganache aux œufs, ..., de la pâte levée non fermentée (les œufs contenus dans la pâte à cakes permettent sous l'action de la température de rigidifier la structure de la pâte après cuisson).

- l'augmentation de la viscosité de certains appareils, agissant dans le cas de foisonnement, sur l'aptitude de l'appareil à fixer et stabiliser les bulles d'air dans la masse

Exemple de la pâte à bombe sur base crème anglaise, très riche en jaunes d'œufs ce qui lui apporte une grande viscosité et une aptitude à foisonner.

Exemple de la crème anglaise avec un degré de viscosité fonction de la quantité de jaunes utilisés

Cas des génoises, des pâtes levées type brioche, des pâtes à bombe, ...

- la structure alvéolée de certains appareils foisonnés après cuisson : la dénaturation des protéines en cuisson piège les bulles de gaz en formant une structure alvéolée et souple.

Cas des génoises, des biscuits, des pâtes levées type brioche, des appareils à soufflé, des biscuits, des pâtes levées non fermentées (type cakes)...

- **la gélatinisation des amidons :** sous l'action de la température, les amidons se gélatinisent, et forment une structure rigide à certaines fabrications

Tenue et texture des pâtes friables, pâtes à choux, pâtes fraîches, des pâtes levées non fermentées (exemple de la pâte à cakes), ...

1.6.3.5.3 Un exemple en Chocolaterie : la stabilisation du chocolat de couverture par la technique de pré cristallisation (procédé thermique et mécanique) :

La mise au point du chocolat correspond à une opération de « pré cristallisation dirigée » du beurre de cacao, donnant la stabilité à la masse de chocolat.

NB : le terme « tempérage » est utilisé à tort pour désigner cette technique, car l'objectif n'est pas uniquement l'atteinte par la masse de chocolat d'une température moyenne dite « tempérée » (31°C), mais de provoquer un ensemencement spécifique en cristaux de matière grasse d'un type particulier.

L'opération de « **pré cristallisation** » du chocolat est un procédé thermique et mécanique permettant :

- à la fonte du chocolat : une fusion de toutes les molécules de matière grasse (état liquide du chocolat) et une élimination de tous les cristaux ;
- au refroidissement : une cristallisation orientée de manière simultanée :
 - des triglycérides du beurre de cacao, notamment sous forme de cristaux beta prime et beta (le cristal beta est le seul cristal conférant des propriétés intéressantes pour le chocolat dont : sa stabilité en conservation, un point de fusion supérieure à la température ambiante, une brillance, une structure cassante et résistante, une résistance à la rétraction au froid.
 - mais aussi des éléments secs (cacao et sucre) à la remontée en température du chocolat, une destruction des cristaux autres que les cristaux beta, donnant au chocolat sa stabilité.

1.6.3.6 La stabilisation par la maîtrise du pH :

Le pH ou potentiel hydrogène indique le degré d'acidité ou de basicité d'un corps. Il se mesure à l'aide d'un pHmètre (ou du papier pH). Si une partie de l'acidité peut être perçue en bouche, il n'en est pas de même pour les solutions contenant des agents dits « masquants » (exemple du saccharose qui a la particularité de gommer la saveur acide d'un produit au pH mesuré acide : un vinaigre fortement sucré a le même pH qu'un vinaigre non sucré, même si en bouche, sa saveur est douce ...). L'échelle de pH varie de 0 à 14

<i>Gamme de pH</i>	 <i>Echelle de pH</i>	<i>Exemple de produit</i>
	0	Acide chlorhydrique
	1	Acide picrique
	2	Acide acétique (vinaigre) Jus de citron
pH acide <i>défavorable au développement des bactéries pathogènes et favorable au développement des bactéries acétiques, lactiques</i>	3	Fruits – Jus de fruits Bière
	4	Vin Yaourt ($4 < pH < 5$)
	5	Légumes ($5 < pH < 7$) Eau « Volvic »
	6	Eau oxygénée Eau « Perrier » Jaune d'œuf ($6 < pH > 7$)
pH neutre <i>favorable au développement des bactéries (notamment pathogènes)</i>	7	Sang – salive Eau – Lait Eau « Badoit », « Contrex », « Evian », « Vittel »
	8	Bicarbonate de sodium Eau de mer – Blanc d'oeuf
	9	Ammoniac
	10	Phénol Javel
pH basique ou alcalin <i>légèrement favorable au développement microbien</i>	11	Carbonate de sodium
	12	Caféine
	13	Cyanure de sodium
	14	Soude normale

A noter (contribution d'Eric Kalinowski, Pôle INRACQ d'Arras, 9 août 2008) :

Des récents essais ont prouvé que certaines Salmonelles (sérotypes : gaminara, hartford, rubislaw et typhimurium) ont survécu dans du jus d'orange pendant une période pouvant aller jusqu'à 27 jours à un pH ACIDE de 3,5 et 60 jours à un pH de 4,1.

Lien : <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119946822/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>

Pour abaisser le niveau de pH, il est possible d'utiliser :

- des ingrédients alimentaires (comme le vinaigre, le citron, ...)

Il est à noter que qu'une réduction par chauffage (donc une concentration) n'entraîne pas forcément une élévation du niveau de pH (« il y a des vinaigres dont le pH diminue avec la réduction, d'autres dont le pH augmente, d'autres dont le pH diminue avant d'augmenter, enfin d'autres dont le pH augmente avant de diminuer » précise Hervé This¹¹⁵). La raison évoquée est la composition des vinaigres, notamment en plusieurs types d'acide, dont l'acide acétique, malique, ...

- des additifs alimentaires (codifiés et réglementés) comme les acidifiants et correcteurs d'acidité (parmi les plus usités : E334 acide tartrique, E336 crème de tartre, E330 acide citrique)

Les acidifiants et correcteurs d'acidité peuvent être soit d'origine :

- naturelle :

E260 acide acétique

E261 à E263 acétate de potassium, de sodium, de calcium

E270 acide lactique

E290 dioxyde de carbone, acide carbonique

../..

- ou synthétique :

E297 acide fumarique

E353 acide métatartrique

../..

Il faut noter que le pH est fluctuant en fonction de l'acide utilisé, pour une même quantité utilisée.

Exemple extrait des résultats du Pôle de l'ENSP

Mesure au pH-mètre¹¹⁶	
50 ml d'eau	pH = 6,8
50 ml d'eau + 2 gouttes de jus de citron	pH = 4,2
50 ml d'eau + 5 gouttes de jus de citron	pH = 3,4
50 ml d'eau + 5 gouttes de jus de citron + 15 g de sucre	pH = 3,5
500 ml d'eau + 2 gouttes d'acide citrique (50-50)	pH = 3,5
500 ml d'eau + 2 gouttes d'acide tartrique (50-50)	pH = 3,3
500 ml d'eau + 2 gouttes de vinaigre rouge	pH = 5,4
500 ml d'eau + 1 cuillère à café rase de crème de tartre	pH = 3,5

Toutefois, toutes les fabrications ne pourront se prêter à un abaissement de leur pH ; il s'agira dans ce cas, d'avoir un œil particulièrement vigilant sur le contrôle des autres facteurs susceptibles de dégrader les denrées alimentaires.

¹¹⁵ Article « Le vinaigre réduit », Hervé This, La cuisine collective Novembre 2006

¹¹⁶ Extrait du document du pôle d'innovation technologique de l'Ecole nationale Supérieure de la Pâtisserie, Confiserie, Glacerie, Chocolaterie, Traiteur

1.6.3.7 La stabilisation par la maîtrise de l'oxygène de l'air :

Il existe différentes techniques permettant de limiter le contact des matières premières et des fabrications avec l'oxygène de l'air :

- **un conditionnement hermétique (sans modification des gaz ambiants) :**

Elle isole les matières premières et les fabrications du contact avec l'oxygène de l'air ; il convient de noter par ailleurs qu'une protection hermétique limite les contaminations croisées, et les pollutions (notamment dans le cas de fabrications riches en matière grasse et propices à capter les odeurs fortes dans leurs enceintes de stockage) ;

A noter la possibilité d'avoir recours à des matières premières comme protection hermétique contre l'action de l'air et de la lumière (exemple : un corps gras).

- **le conditionnement sous - vide ou sous atmosphère contrôlée :**

Le procédé de conservation permet de raréfier un gaz ou un mélange gazeux dans un sachet hermétique dans lequel on a placé une matière première ou une fabrication, par l'application d'une pression inférieure à la pression atmosphérique normale, couplé à un traitement de conservation par le froid ou par le chaud.

On distingue :

- **la technique du conditionnement sous - vide**, technique associant les phénomènes d'abaissement de la pression, d'aspiration de l'air et de vaporisation de l'eau ;

Oriol Balaguer¹¹⁷ propose, dans un souci d'optimisation du travail, d'utiliser la technique du sous-vide majoritairement comme technique de conservation, associée à la surgélation – congélation

Applications sur les pâtes crues, les biscuits cuits, les sabayons (non montés), les crèmes anglaises, les ganaches, la gélatine (mise sous vide en portions de gelée, congélation, et fonte en de la quantité requise à 50°C), les granités (pour une optimisation des saveurs et arômes), les appareils à croquants crus, mais aussi :

- les réductions (principe de réduction par la chaleur d'un liquide composé de : jus – fruits, acide comme vinaigre, alcool, ...-, sucre (saccharose et/ou glucose), épices ou éléments aromatiques éventuellement

Exemples :

Réduction de citron : base 1 Kg de jus de citron, 50 g de sucre semoule et 100 g de glucose

Réduction de Porto : base 1 kg de Porto, 100 g de glucose

Réduction de vinaigre : 1 kg de vinaigre de Modène, 100 g de glucose

- les fonds (principe d'un sirop acidifié et parfumé)

Exemple :

Fonds de vinaigre et vanille : base 1 kg de sucre, 2 kg d'eau, 1 kg de vinaigre de Modène, 10 gousses de vanille (Caraméliser à sec le sucre, déglacer à l'eau chaude, incorporer les gousses de vanille et le vinaigre préalablement réduit de moitié. Bouillir ensuite pendant 2 mn, refroidir. Conserver au frais

- **la technique du conditionnement sous vide partielle**, technique permettant l'extraction de l'air et son remplacement par un ou des gaz inertes de type azote ou anhydride carbonique (EAP ou emballage sous atmosphère protectrice)

Ces types de conditionnement permettent de freiner l'oxydation des produits, et de limiter le développement de certains micro-organismes (les bactéries aérophiles notamment).

- **l'utilisation d'anti-oxydants naturels ou d'additifs alimentaires antioxydants :**

Les antioxydants sont des substances utilisées pour prolonger la durée de conservation d'un produit en le protégeant de l'action de l'oxygène de l'air, et des réactions de brunissement enzymatique.

Applications : Nappage, fourrage, biscuiterie, fruits en conserves, confiseries

¹¹⁷ « La nouvelle cuisine des desserts », Oriol Balaguer, Montagud Editores, Septembre 2005 – page 78 à 83

Il existe des agents antioxygènes naturels, comme l'acide ascorbique présent dans le jus de citron. D'autres agents antioxygènes existent à l'état naturel :

- Dans le cas spécifique de l'huile d'olive, il est prouvé que cette huile renferme des agents anti-oxydants qui ajoutent à son intérêt nutritionnel (dont plusieurs types de phénols, dont l'hydroxytyrosol et deux « lignanes »¹¹⁸). L'huile d'olive vierge renfermerait aussi des tocophérols (la vitamine E)
- les tocophérols et carotènes dans le chocolat

En outre, des recherches ont prouvé l'activité antioxydante des extraits de plantes aromatiques : romarin, sauge, girofle, gingembre et benjoin.

Il existe aussi des additifs alimentaires antioxydants, d'origine :

- naturelle :
E300 acide L-ascorbique ou vitamine C
E306 extraits riches en tocophérols ou vitamine E
- ou synthétique :
E301 ascorbate de sodium
E302 ascorbate de calcium
E304 palmitate d'ascorbyle, stéarate d'ascorbyle
../..

1.6.3.8 L'exemple de la table analytique comme outil de stabilisation physique et microbiologique d'une fabrication :

La table analytique construite pour équilibrer les mix à glaces et à sorbets est une application parfaite des soins à apporter par le professionnel à trouver la juste stabilisation de ses fabrications en conservation.

La stabilité des fabrications de glaces et de sorbets associe des procédés thermiques, des procédés mécaniques à la neutralisation de l'activité de l'eau.

1.6.3.8.1 La table analytique appliquée en Glacerie :

La table analytique appliquée en Glacerie propose l'équilibrage des formules de mix par :

- **le contrôle de la teneur en matière grasse totale** (dans le cas des mix contenant de la matière grasse), la matière grasse agissant dans les fabrications comme agent de texture (onctuosité, moelleux) et fixateur d'arômes.

La matière grasse totale comprend la matière grasse butyrique (lait, crème, beurre) + autres (provenant du jaune d'œuf (ovoproduits mentionnés par le Code), de produits comme le cacao, pâte de noisette, praliné, fruits secs, ...) et d'autres d'origine exclusivement végétale (Code des Pratiques Loyales des Glaces Alimentaires)

Dans le cas des glaces, la matière grasse totale doit être inférieure à 22%, et la matière grasse butyrique inférieure entre 7 et 11%, au risque d'avoir :

- en excès de matière grasse, une texture visqueuse et le risque d'une déstabilisation du mix avec une quantité d'émulsifiants faible
- en manque de matière grasse, un rendement faible (une texture dure, plate), des qualités gustatives limitées, une durée de fonte accélérée

- **le contrôle de la teneur en sucres**, lesquels apportent la texture malléable aux fabrications (la « cuillérabilité »), le retardement de la fonte (par sa fixation en eau), l'allongement de la durée de conservation (par la diminution de l'aw), pour certains limitent les risques de cristallisation du sucre (exemple du glucose atomisé, du dextrose, du sucre inverti).

En règle générale, des « mix de sucres » sont utilisés pour combiner leurs propriétés technologiques (pouvoir sucrant, niveau de DE, ...) et fonctionnelles (abaissement du point de congélation, pouvoir hygroscopique,...).

¹¹⁸ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editons Belin *Pour la science*, mai 2007, page 39

Dans le cas des glaces, il est conseillé d'avoir une teneur en sucres comprise entre 16 et 23% ; dans le cas des sorbets, il est conseillé d'avoir une teneur en sucres comprise entre 25 et 33%.

- **le contrôle de la teneur en extraits secs**, étant donné son rôle comme agent de texture dans les fabrications glacées :

On entend par extrait sec total (EST), l'ensemble des éléments en suspension et en solution présent dans un mix et qui se retrouvent en masse pondérable après évaporation

L'EST comprend :

- les éléments en suspension : pulpes de fruits, matières grasses butyriques, ... qui durcissent à T° négative
- et les éléments en solution : sucres, éléments du lait (glucides, sels minéraux, vitamines), alcools, jus de fruits, ... qui agissent directement sur le point de congélation du mix

En règle générale, l'EST doit être entre 37 et 42%, au risque d'apporter une texture sableuse au mix après turbinage (dans le cas d'un excès d'extraits secs), ou la formation de paillettes de glace (par la cristallisation d'une quantité importante d'eau libre) dans le cas d'un manque en extraits secs.

- **le contrôle de la teneur en extrait sec dégraissé du lait (ESDL)**, qui apporte non seulement de l'onctuosité et du moelleux, du corps aux fabrications mais augmente aussi le taux de foisonnement des mix et retarde la fonte par sa capacité à fixer l'eau :

L'extrait sec dégraissé du lait (ESDL) comprend les matières sèches issues du lait, sans la matière grasse

ESDL = Quantité produit laitier – Eau – Matière grasse

Dans le cas d'une glace, l'ESDL est inférieure à 10% ; dans le cas des sorbets, l'ESDL (provenant de la poudre de lait à 0% de matière grasse) est inférieure à 3%, une quantité excessive d'ESDL peut présenter le risque d'apporter une texture plate et sableuse aux fabrications (consécutif à la cristallisation du lactose du lait en excès).

Il est par ailleurs conseillé dans le cas des glaces, de limiter la teneur de l'ESDL associée à celle de la matière grasse entre 16 et 22%.

- **le contrôle de la teneur en additifs autorisés**,
 - des stabilisateurs parmi les additifs suivants : E401 alginate de sodium, E403 alginate d'ammonium, E406 agar-agar, E407 carraghénanes, E410 farine de graines de caroube, E412 gomme de guar, E415 gomme xanthane, E440 pectines, E466 gomme de cellulose (1% maximum)
 - et des émulsifiants, parmi les additifs suivants : E322 lécithine, E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras (0,3% maximum)

Avec l'adoption du nouveau Code des Pratiques Loyales des Glaces Alimentaires le 4 mars 2008 par la Confédération Nationale des Glaciers – Fabricants, les tables analytiques suivent la classification et les spécificités suivantes :

Dispositions du Code applicable uniquement à la partie « glace alimentaire » dans le cas de produits glacés associés à d'autres aliments (produits dits composite)

Glace à l'eau, Glaçon Poids minimal par litre : 450 g	Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » , et contenant : - un EST (Extrait sec total) au moins égal à 12%
Glace Poids minimal par litre : 450 g	Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » , et contenant : - des matières grasses alimentaires (matière grasse provenant du lait, d'ovoproduits, de toute autre matière grasse d'origine exclusivement végétale, d'un mélange en proportion non définies, des matières grasses précédentes) - des sources de protéines : non laitières (protéines végétales, protéines d'œuf ou d'ovoproduit, gélatine, ou tout mélange en proportions non définies des protéines précédentes), laitières (caséines, caséinates et protéines du petit lait et du lactosérum et leurs mélanges).

<p>Glace au lait <u>Poids minimal par litre :</u> 450 g</p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - des matières grasses exclusivement laitières en proportion minimale de 2,5% (compris des matières grasses pouvant provenir d'ovoproduits) - au moins 6 % d'ESDL - des sources de protéines : laitières (caséines, caséinates et protéines du petit lait et du lactosérum et leurs mélanges), non laitières (ovoproduits ou gélatine ou tout mélange en proportions non définies des protéines précédentes) - des matières aromatisantes dans lesquelles des matières grasses ou des protéines sont naturellement présentes.
<p>Glace aux œufs <u>Poids minimal par litre :</u> 550 g</p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - au moins 7% de jaune d'œuf - des matières grasses exclusivement laitières (compris des matières grasses pouvant provenir d'ovoproduits) - des sources de protéines : laitières (caséines, caséinates et protéines du petit lait et du lactosérum et leurs mélanges), non laitières (ovoproduits ou gélatine ou tout mélange en proportions non définies des protéines précédentes) - des matières aromatisantes dans lesquelles des matières grasses ou des protéines sont naturellement présentes.
<p>Crème glacée <u>Poids minimal par litre :</u> 450 g</p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - des matières grasses exclusivement laitières en proportion minimale de 5% (compris des matières grasses pouvant provenir d'ovoproduits) - des sources de protéines : laitières (caséines, caséinates et protéines du petit lait et du lactosérum et leurs mélanges), non laitières (ovoproduits ou gélatine ou tout mélange en proportions non définies des protéines précédentes) - des matières aromatisantes dans lesquelles des matières grasses ou des protéines sont naturellement présentes.
<p>Glace aux fruits à « nom du fruit » ou des fruits », glace à l'eau au(x) fruit(s) à « nom du fruit ou des fruits », glaçon au(x) fruit(s) à « nom du fruit ou des fruits » <u>Poids minimal par litre :</u> 450 g</p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » et « glace à l'eau, glaçon », et contenant :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - un EST (Extrait sec total) au moins égal à 12% - au moins 15 % de fruits. En cas de mélange de fruits, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des fruits mis en œuvre. <p>Teneur pouvant être réduite selon le type de fruits (voir règle de base n°1) : 10% pour les fruits acides et fruits exotiques ou spéciaux, 5% pour les fruits à coque et leurs préparations (3% pour la pistache et la noisette). Les fruits, leur pulpe, leur jus ou toute autre préparation sont employés soit à l'état frais, soit sous forme de tous produits convenablement conservés par toutes techniques appropriées.</p>
<p>Sorbet <u>Poids minimal par litre :</u> 450 g</p> <p><i>Sorbet aux fruits</i></p> <p><i>Sorbets aux légumes</i></p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » et « glace à l'eau, glaçon »,</u> mélange d'eau et de sucre dans lesquelles aucune matière grasse n'est ajoutée, et contenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un EST (Extrait sec total) au moins égal à 12% <p>et :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>dans le cas des sorbets aux fruits :</u> au moins 25% de fruits. En cas de mélange de fruits, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des fruits mis en œuvre. <p>Teneur pouvant être réduite selon le type de fruits (voir règle de base n°1) : 15% pour les fruits acides et fruits exotiques ou spéciaux, 5% pour les fruits à coque et leurs préparations (3% pour la pistache et la noisette). Les fruits, leur pulpe, leur jus ou toute autre préparation sont employés soit à l'état frais, soit sous forme de tous produits convenablement conservés par toutes</p>

<p><i>Sorbets à « nom de l'alcool » - « nom de la préparation aromatisante » - « nom de l'épice » - « nom de la plante »</i></p>	<p>techniques appropriées.</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>dans le cas des sorbets aux légumes</u> : au moins 25% de légumes. En cas de mélange de légumes, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des légumes mis en œuvre. Teneur pouvant être réduite selon le type de légumes (voir règle de base n°1) : 10% pour les légumes à saveur forte (céleri, poivron, radis, navet, ...). Les légumes, leur pulpe, leur jus ou toute autre préparation sont employés soit à l'état frais, soit sous forme de tous produits convenablement conservés par toutes techniques appropriées. - <u>dans le cas des sorbets à « nom de l'alcool » - « nom de la préparation aromatisante » - « nom de l'épice » - « nom de la plante »</u> : un alcool ou une préparation aromatisante (autre que les fruits), un ou des épices ou plantes en quantité suffisante pour conférer au produit la saveur caractéristique.
<p>Sorbet plein fruits Poids minimal par litre : 650 g</p>	<p><u>Produit conforme à la définition générale des sorbets,</u> et contenant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - un EST (Extrait sec total) au moins égal à 12% - au moins 45% de fruits (20% pour les fruits acides, à saveur forte ou à consistance pâteuse). En cas de mélange de fruits, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des fruits mis en œuvre.

EXTRAIT SEC des produits laitiers	PRODUIT	% MG	% ESDL	% EAU	% Extrait sec
	Lait entier	3,6	8,4	88	12
	Lait écrémé	0	9,2	91	9,3
	Crème de lait 30% MG	30	6,4	63,5	36,5
	Crème de lait 35%MG	35	6,0	59	41
	Crème de lait 40%MG	40	5,5	54,5	45,5
	Beurre laitier	82	2	16	84
	Poudre de lait à 0% MG	1	96	4	97
	Poudre de lait à 26% MG	26	71	3	97
Jaunes d'oeufs	33	-	50	50	
EXTRAIT SEC des sucres	TYPE DE SUCRE	% EXTRAIT SEC	% EAU		
	Saccharose	100	-		
	Glucose atomisé	95	5		
	Dextrose	92	8		
	Sucre inverti	78	22		
	Lactose	100	-		
	Miel	Variable	-		

EXTRAIT SEC des chocolats	LES CHOCOLATS				
	LES CHOCOLATS	% CACAO TOTAL	% SUCRE	% MG TOTALES	% CACAO SEC AU Kg
	Guanaja	70	30	42,5	27,5
	Caraïbes	66	34	40,6	25,6
	Manjari	64	35	40	24
	Extra Bitter	61	39	34,2	26,8
	Caraque	56	44	37,1	18,9
	Extra Amer	67	33	37,5	29,5
	Fleur de Cao	70	29,3	42,7	27,3
	Ultime	70	29,3	42,7	27,3
	Favorite mi-amère	58,3	41,1	38,7	19,6
	Extra Bitter	64,7	34,4	40,3	24,4
	Amère Concorde L	66,5	32,8	39,4	27,1
	Favorite café	53,2	41,9	38,5	17,4
	Favorite orange	50,7	48,7	34,4	16,3
	Blanc satin	-	55	30,5	14,5
	Pâte de cacao	100	0	54,05	54,95
	Poudre de cacao	100	0	18	82
	Chocolat labo				
	Force noire	50	49,4	27,3	22,7
	Chocolat amer	59,7	39,7	27,6	27,6
EXTRAIT SEC des fruits					
	Abricot	14	Mandarine	12	
	Airelle	16	Mangue	15	
	Ananas	14	Marron frais	49	
	Amande	94	Melon	8	
	Avocat	32	Mûre	16	
	Banane	25	Myrtille	15	
	Cerise	19	Noisette	93	

PRESENTATION DES NOUVELLES TABLES ANALYTIQUES
(conformément à la nouvelle réglementation)

GLACE A L'EAU – GLACE AUX FRUITS à « nom du fruit ou des fruits » - GLACE A L'EAU au(x) fruit(s) à « nom du fruit ou des fruits » – SORBET – SORBET PLEIN FRUIT									
	POIDS	POUDRE DE LAIT 0% MG	ESDL	SUCRE(S)	FRUIT(S) - LEGUME(S)	STAB.	AROME	ALCOOL	E.S.T.
EAU									
SUCRE(S)									
Saccharose									99,9%
Glucose atomisé									95%
Dextrose									92%
Sucre inverti									78%
PRODUITS LAITIERS									
Lait en poudre 0% MG			1%	96%					97%
FRUIT(S) – LEGUME(S)									
STABILISATEUR pour sorbets									
AROME									
ALCOOL									
POIDS TOTAUX									
% REELS									
% IMPOSES					Voir législation ci-dessous				12% min.
% PRECONISES pour une recette équilibrée		3% maximum		Saccharose entre 25 et 33% 5% max de glucose atomisé		1 % max	0,1 %	3% max	Entre 28 et 33%

POINTS CLEFS LEGISLATION	Glace à l'eau	Glace aux fruits	Sorbet aux fruits	Sorbets aux légumes	Sorbet à « nom de l'alcool », « nom de la préparation aromatisante », « nom de l'épice », « nom de la plante »	Sorbet plein fruits
Fruits – légumes usuels		15% min (fruits)	25% min (fruits)	25% min (légumes)		45% min (fruits)
Fruits acides		10% min	15% min			20% min
Fruits – légumes spéciaux		10% min 5% (fruits à coques ¹¹⁹)	15% min 5% (fruits à coques ¹²⁰)	10% min pour les légumes à saveur forte (céleri, poivron, radis, navet ...)		
Poids minimal au litre	450 g	450 g	450 g	450 g	450g	650 g

¹¹⁹ 3% pour la pistache et la noisette

¹²⁰ Idem

GLACE - GLACE AU LAIT- GLACE AUX OEUFS - CRÈME GLACEE¹²¹									
	POIDS	MG	ESDL	SUCRE(S)	JAUNE	STAB.	EMUL.	AROME	E.S.T.
PRODUITS LAITIERS									
Lait entier		3,6%	8,4%						12%
Lait écrémé		0%	9,2%						9,3%
Lait en poudre 0% MG		1%	96%						97%
Crème fraîche 35% MG		35%	6,0%						41%
Beurre laitier 82% MG		82%	2%						84%
OEUFS									
Jaunes d'œufs		33%							50%
SUCRE(S)									
Saccharose									99,9%
Glucose atomisé									95%
Dextrose									92%
Sucre inverti									78%
STABILISATEUR pour glace									
EMULSIFIANT									
AROME									
POIDS TOTAUX									
% REELS									
% IMPOSES									
% PRECONISES		Entre 7 et 11%	Inférieur à 10%	Entre 16 et 23%		1 % max	0,3 % max	0,1 %	Entre 37 et 42%

POINTS CLEFS LEGISLATION	Glace	Glace au lait	Glace aux œufs	Crème glacée
Matière grasse	5% min.	2,5 % min.		5% min.
Nature matière grasse	Laitières et non laitières	Laitières	Laitières	Laitières
Nature des protéines	Laitières	Laitières	Laitières	Laitières
ESDL		6% min.		
Jaune d'œuf			7% min.	
Poids minimal au litre	450 g	450 g	550 g	450 g

¹²¹ Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo produits, de la gélatine

Application : le contrôle d'une recette de la glace aux œufs vanille par la table analytique

GLACE AUX OEUFS¹²²									
	POIDS	MG	ESDL	SUCRE(S)	JAUNE	STAB.	EMUL.	AROME	E.S.T.
PRODUITS LAITIERS									
Lait entier	1036	(3,6% x 1036) 37,30	(8,4% x 1036) 87,02						(12% x 1036) 124,30
Crème fraîche 35% MG	200	(35% x 200) 70	(6,0% x 200) 12						(41% x 200) 82
OEUFS									
Jaunes d'œufs	200	(33% x 200) 66			200				(50% x 200) 100
SUCRE(S)									
Saccharose	250			250					(99,9% x 250) 249,8
Sucre inverti	50			50					(78% x 50) 39
STABILISATEUR pour glace									
Stabilisateur	1					1			1
EMULSIFIANT									
AROME									
Vanille	2							2	2
POIDS TOTAUX	1739	173,3	99,02	300	200	1		2	598,1
% REELS	100	9,96	5,70	17,25	12,40	0,05		0,11	34,40
% IMPOSES	Poids minimal par litre 550 g	MG exclusivement laitière			Au moins 7% de jaune d'œufs				
% PRECONISES		Entre 7 et 11% Entre 16 et 22%	Inférieur à 10%	Entre 16 et 23%		1 % max	0,3 % max	0,1 %	Entre 37 et 42%

Analyse : cette glace présente un extrait sec total inférieur à la valeur préconisée (34,4% d'EST alors que la moyenne doit se situer entre 37 et 42%). La somme du pourcentage de matière grasse et du pourcentage d'ESDL donne un résultat très légèrement inférieur aux valeurs préconisées (15,70 au lieu de 16 à 22%).

Pour équilibrer cette recette, il est possible d'ajouter de l'ESDL, sous forme par exemple de sucre (saccharose, sucre inverti ...), et/ou de poudre de lait à 0% de matière grasse (pour éviter d'apporter un complément de matière grasse à la recette, d'autant que le pourcentage réel de matière grasse correspond à la norme préconisée.

¹²² Sources de protéines : protéines de lait, d'ovo produits, de la gélatine

Application : le contrôle d'une recette de sorbet plein fruit par la table analytique

SORBET PLEIN FRUIT (base 60% de pulpe de framboise)									
	POIDS	POUDRE DE LAIT 0% MG	ESDL	SUCRE(S)	FRUITS	STAB.	AROME	ALCOOL	E.S.T.
EAU	1520								
SUCRE(S)									
<i>Saccharose</i>	2030			2030					(99,9% x 2030) 2028
<i>Glucose atomisé</i>	400			400					(95% x 400) 380
FRUIT(S)									
Framboise (pulpe)	6000				6000				(14% x 6000) 840
STABILISATEUR pour sorbets									
Stabilisateur	50					50			50
AROME									
ALCOOL									
POIDS TOTAUX	10 000			2430	6000	50			3298
% REELS				20,34% de saccharose 4% de glucose atomisé	60	0,5			32,98
% IMPOSES					Voir législation ci-dessous				12% min.
% PRECONISES pour une recette équilibrée		<i>3% maximum</i>		<i>Saccharose : entre 25 et 33% 5% max de glucose atomisé</i>		<i>1 max %</i>	<i>0,1 %</i>	<i>3% max</i>	<i>Entre 28 et 33%</i>

Analyse : ce sorbet plein fruit est globalement équilibré, excepté la teneur en saccharose qui est légèrement inférieure aux pourcentages préconisés. Il est alors possible de diminuer la quantité de pulpe de fruits pour augmenter sensiblement le pourcentage de saccharose dans le mix.

1.6.3.8.2 La table analytique appliquée en Chocolaterie - Confiserie :

La méthode de stabilisation des mix par la table analytique s'applique avantagement à l'équilibre des recettes de ganache, pour garantir une durée de conservation et une texture optimales.

Le process retient la nécessité de tenir compte non seulement des produits utilisés (en l'occurrence de leur composition précise), mais aussi de la durée de conservation attendue et des méthodes de fabrication et de conservation, lesquels peuvent influencer de manière notable le calcul des extraits secs.

Illustration de la technique : exemple sur la recette de la ganache noire (ganache noire pour enrobage, recette de Germain Etienne)

Ingrédients	POIDS	ES cacao	Beurre de cacao	MG totale	ESDL	Sucres totaux	EST
Couverture choc. Favorite mi-amère à 58,3%	1,000	0,196	0,387	0,387		0,411	0,994
Crème fraîche à 35%	0,500			0,175	0,030 ¹²³		0,205
Jus ou purées de fruits							
Beurre	0,250			0,205	0,005 ¹²⁴		0,210
Sucre inverti	0,180					0,180	0,140 ¹²⁵
Sorbitol							
Alcool							
Divers							
POIDS TOTAUX	1930	0,196	0,387	0,812		0,591	1549
% réels			20%	42%		31%	80%
% conseillés (par l'ENSP)¹²⁶			> 18%	Entre 25 et 40%		> 25%	> 75%
			Rôle dans la texture de la ganache (état solide à t° ambiante, fondant en bouche) Rôle dans l'équilibre de l'émulsion	Rôle dans la texture de la ganache (t° de fusion différente du beurre de cacao) Rôle dans l'équilibre de l'émulsion		Rôle dans la texture de la ganache (ramollissement) Rôle dans la conservation (fixateur d'eau)	Rôle dans la conservation (action simultanée entre teneur en EST et durée de conservation)

¹²³ ESDL crème à 30% de MG : 6%

¹²⁴ ESDL beurre : 2%

¹²⁵ ES sucre inverti : 78%

¹²⁶ Le Journal du Pâtissier, n°307, Avril 2006, page 70, « Comment équilibrer ses recettes de ganache ? », à partir des travaux du Pôle Innovation de l'ENSP, Mathieu Barriquault

Comparons à présent avec une recette de ganache proposée par Frédéric Bau dans son ouvrage « Au cœur des saveurs »¹²⁷

Ingrédients (en g)	POIDS	ES cacao	Beurre de cacao	MG totale	ESDL	Sucres totaux	EST
Chocolat Guanaja 70% ¹²⁸	1108	321,32 (29%)	465,36 (42%)	465,36		332,40 (30%)	1119,08
Crème fraîche à 35%	1000			350	60 ¹²⁹		410
Jus ou purées de fruits							
Beurre	316			316	6,32 ¹³⁰		322,32
Sucre inverti	195					195	152,10 ¹³¹
Sorbitol							
Alcool							
Divers							
POIDS TOTAUX	2619	331,32	465,36	1131,36		527,40	2003,50
% réels			17,7%	43,10%		20,10%	76,4%
% conseillés (par l'ENSP)			> 18%	Entre 25 et 40%		> 25%	> 75%

De cette recette de ganache et à la lecture de la table analytique, il faut formuler les observations suivantes :

- une teneur en matière grasse (notamment de matière grasse ajoutée) légèrement supérieure au % maximum recommandé (rappel : la matière grasse est un agent de texture et de saveurs) ;
- une teneur en sucres inférieure au % recommandé (rappel : le sucre est un agent de texture et apporte le ramollissement de la ganache).

¹²⁷ « Au cœur des saveurs », Frédéric Bau, Montagud Editores 2006, page 221

¹²⁸ 1 kg de couverture Guanaja comprend 30% de sucre, 42% de beurre de cacao (poids total), 29% d'extrait sec de cacao de fèves, 1% de vanille, 1% de lécithine de soja

¹²⁹ ESDL crème à 30% de MG : 6%

¹³⁰ ESDL beurre : 2%

¹³¹ ES sucre inverti : 78%

2 UNE APPROCHE par l'étude des principales matières premières :

2.1 **La fiche memento : « eau »**

L'eau est la substance majoritairement présente dans la matière vivante. Elle est composée d'une molécule de dioxygène O₂ et de deux molécules de dihydrogène H₂ (Formule chimique : H₂O).

A l'état pur, c'est un corps transparent et incolore, ne contenant pas par définition d'organismes pathogènes ni de substances toxiques (plomb, pesticides, ...).

L'eau joue un rôle de texture dans les denrées alimentaires et les fabrications, et est un substrat des principales réactions biochimiques et microbiologiques.

Une des particularités de l'eau réside dans la liaison de ses molécules entre – elles : si tous les liquides se différencient par leur tension superficielle, c'est-à-dire par leur aptitude à former une pellicule tendue par la présence de forces intermoléculaires, l'eau présente la caractéristique d'avoir une haute tension superficielle par la structure de ses molécules fortement liées entre elles.

L'eau a un double rôle dans l'organisme :

- un rôle de constitution (structure des cellules)
- et un rôle fonctionnel (transport des nutriments et déchets, régulateur du pH interne)

NB : à noter la teneur moyenne en eau du corps humain (65 à 70%), de la méduse (95 à 97%).

REPERES A L'ACHAT

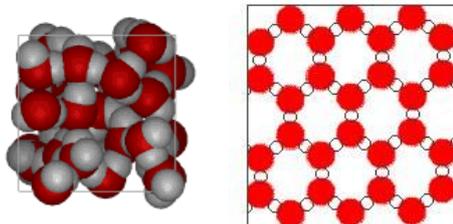
selon ses FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
EAU DE DISTRIBUTION PUBLIQUE	<p>Corps limpide, inodore et incolore, ne contenant pas d'organismes pathogènes ni de substances toxiques (plomb, pesticides, ...)</p> <p><u>Critères de potabilité :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Qualité microbiologique (absence de microorganismes indésirables) - Qualité chimique - Qualité physique et gustative - Présence limitée (seuils) de substances indésirables (fluor, nitrate par exemple), de substances aux effets toxiques (plomb, chrome par exemple), d'éléments minéraux (calcium, magnésium par exemple) <p><u>NB :</u> selon sa teneur en ions calcium et magnésium¹³², l'eau est dite : douce, dure ou très dure. <i>Il est possible d'avoir recours à un adoucisseur d'eau pour remplacer les ions calcium et magnésium par des ions sodium contenus dans la résine échangeuse d'ions</i></p> <p>Contrôles de l'eau assurés sous la direction de la DDAS, Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales)</p>	<p>POTABILITE : pour limiter les risques, certains professionnels glaciers ont recours à de l'eau minérale en bouteille</p> <p>TENEUR en calcaire : l'analyse de la teneur en ions calcium et magnésium de l'eau est déterminante en profession. Une eau dure a des impacts sur la durée de vie des matériels et des équipements, mais aussi sur la cuisson des aliments (exemple : cuisson des légumes secs)</p> <p>TENEUR en minéraux : essentiellement dans la fabrication des sorbets pour tenir compte de la quantité d'extraits secs du mix (ce qui justifie l'emploi d'eau déminéralisée par certains professionnels glaciers)</p> <p>COUT : analyse comparative nécessaire</p>
EAU DE SOURCE	Eau d'origine souterraine déterminée, microbiologiquement saine, naturellement potable	
EAU MINERALE	<p>A différencier d'une eau de source, laquelle a l'obligation d'avoir une composition minérale constante et caractéristique (richesse en oligo-éléments déterminés), et des effets bénéfiques pour la santé (eau sulfureuse, alcaline, calcique, ...)</p> <p><i>Exemples :</i></p> <p><i>Eau faiblement minéralisée : Volvic, Evian, ...</i></p> <p><i>Eau très faiblement minéralisée : Montroucouis, ...</i></p> <p><i>Eau riche en sels minéraux : Hépar, Contrex, ...</i></p> <p><i>Eau bicarbonatée : Badoit, Salvetat, Vichy Célestin, ...</i></p> <p><i>Eau calcique : Badoit, Contrex, Vittel, ...</i></p> <p><i>Eau magnésienne : Badoit, Hépar, ...</i></p>	
EAU MINERALE GAZEUSE	Eau présentant les caractéristiques d'une eau minérale + présence naturelle ou artificielle de gaz dissout (gaz de la source, gaz carbonique).	
EAU AROMATISEE	Eau minérale ou de source, plate ou gazeuse, aromatisée aux extraits naturels de fruits	

¹³² Formation d'un précipité blanc de carbonate de calcium, appelé calcaire ou tartre par augmentation de la température

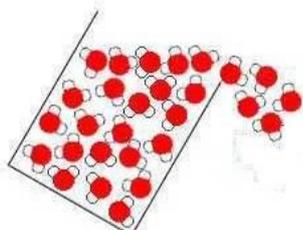
Dans la nature, l'eau se présente sous trois états : liquide – solide – gaz. Les molécules d'eau peuvent être plus ou moins espacées et plus ou moins agitées selon les états considérés.

selon SON ETAT	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
SOLIDE	Structure ordonnée, molécules liées les unes aux autres, sans possibilité pour elles de s'agiter sur place ni de se déplacer.	CONDITIONS de solidification : de la qualité de ces conditions dépend la solidité de la structure de glace (critère essentiel de choix pour le sculpteur sur glace)

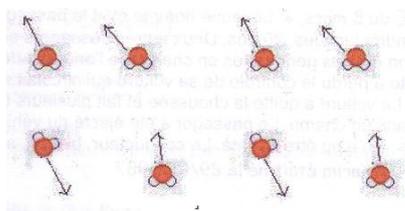
Représentation schématique¹³³



LIQUIDE	Structure condensée et désordonnée, molécules mobiles les unes par rapport aux autres : les molécules peuvent se déplacer les unes sur les autres. Forme de l'eau la plus représentative sur Terre, salée à très forte majorité	
----------------	--	--



GAZEUX	Structure désordonnée, molécules très mobiles et très espacées les unes par rapport aux autres, caractérisée par une agitation dans tous les sens et dans toutes les directions des molécules d'eau (ce qui explique qu'un gaz occupe l'ensemble du volume du récipient qu'il contient). Forme de l'eau transitoire à l'état liquide, correspondant à une évaporation de l'eau souvent consécutive à une élévation de la température	
---------------	---	--



Les **changements d'état** de l'eau correspondent à des changements de la disposition des molécules entre-elles, mais la structure des molécules (en nature et en quantité) restent inchangées (la molécule d'eau de l'état solide est la même que la molécule d'eau de l'état liquide qui est la même que la molécule d'eau de l'état gazeux).

A noter la possibilité d'observer quelques changements d'état de l'eau à l'aide d'une cocotte minute, sur laquelle on place un tuyau en caoutchouc dont une extrémité se raccorde à la soupape de sécurité, et dont l'autre extrémité est placée au dessus d'un verre (entre les deux extrémités le corps du tuyau est enroulé et placé dans un bain rafraichissant) : principe de la distillation.

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
EAU (bouteilles)	Stockage en réserve sèche, à température ambiante , à l'abri de la lumière et des odeurs Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement)

¹³³ Représentations schématiques extraits du dossier « Les changements d'état de l'eau et leurs applications en cuisine », de Nicolas Barelli (Pâtisserie) – Xavier Fagès (Cuisine) – Vivian Grosset (Biotechnologies) & Cynthia Tallon (Physique – Chimie), module Art et Culture IUFM de Midi-Pyrénées 2003 – 2004, sous la direction de Denis Herrero

REPERES EN FABRICATION

COMPOSITION DE L'EAU			
PHASE ACQUEUSE	EAU 99,9..%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	<i>PROTIDES</i>	<i>LIPIDES</i>	<i>GLUCIDES</i>
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX selon le cas	<i>FIBRES</i>	<i>VITAMINES</i>

LES INTERACTIONS DE L'EAU, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
+ solution à base d'eau	<p>DILUTION : l'apport d'eau dans une solution permet de réguler la concentration du milieu et/ou réguler sa saveur</p>	<p><i>En Glacerie : apport d'eau dans un mix à sorbets dont l'EST est trop important</i> <i>En Pâtisserie : apport d'eau dans un sirop pour diminuer sa concentration en sucre</i></p>
+ glucides (amidon)	<p>INSOLUBILITE de l'amidon de blé L'insolubilité relative de l'amidon à des températures froides voire tièdes tient à la structure même des granules d'amidon : les granules des chaînes d'amylose se présentent sous une forme cristalline, ce qui a pour effet de restreindre leur affinité pour l'eau. Si les chaînes d'amylopectine diffèrent de celles d'amylose par leur forme ramifiée dite amorphe (accessibles à l'eau notamment), elles présentent de même dans leur structure linéaire une forme cristalline qui diminue leur aptitude à s'hydrater.</p> <p>Par contre, certains amidons (notamment : <u>l'amidon de maïs, la fécule de pommes de terre</u>) sont solubles à froid. D'autres amidons (notamment les amidons transformés : exemple des amidons pré gélatinisés) sont de même solubles à froid (ils sont dits : « <u>amidon instantané à froid</u> »).</p> <p>FORMATION de lait d'amidon : à des températures froides et tièdes (notamment inférieures à 50°C), les granules d'amidon s'hydratent très partiellement, et par différence de densité, on assiste à la formation d'un liquide blanchâtre appelé « lait d'amidon » au fond du récipient de mélange ; l'amidon est dit « en suspension » dans l'eau. NB : <u>La suspension</u> correspond à la présence visible de particules solides dans un élément liquide.</p> <p>SOLUBILITE plus ou moins variable pour les fibres : les fibres présentent une aptitude variable suivant la configuration des chaînes qui les composent (la cellulose, comme la lignine est insoluble dans l'eau). Dans le cas des fibres¹³⁴, il est à noter que certains polyosides composant la farine (notamment de l'albumen du blé) sont solubles, et interviennent à hauteur de 25 à 30% dans l'hydratation des pâtes à base de farine de blé (ces valeurs augmentent avec la farine de seigle).</p> <p>La pectine ne s'amollit pas au contact d'une eau calcaire : les ions calcium présents dans une eau calcaire interagissent avec la pectine et limitent fortement son amollissement au contact de l'eau.</p> <p>EMPESAGE des grains d'amidon (gonflement des grains d'amidon jusqu'à 30 fois son volume) NB : le terme « empeser » correspond à l'intégration à chaud des molécules d'eau dans les grains d'amidon, provoquant une dissolution des molécules d'amylose et une désorganisation des</p>	<p><i>Exemple de la poudre à crème à froid.</i></p> <p><i>Cette aptitude à l'hydratation des pâtes apportées par ces fibres conditionne la tenue, l'extensibilité et le développement des pâtes.</i></p> <p><i>Exemple : des légumes secs mis à tremper ou cuits dans une eau calcaire ne s'hydratent pas et restent durs malgré un temps de cuisson prolongé.</i></p>

¹³⁴ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – pages 147-148

	cristaux d'amylopectine piégeant l'eau, conduisant à un gonflement considérable des grains																																							
+ protéines (du gluten)	FORMATION D'UNE PATE PROTEIQUE : sous l'action combinée de l'eau et de protéines contenues dans la farine et action mécanique	<i>Développement de l'élasticité et de l'extensibilité de la pâte levée fermentée</i>																																						
+ micro-organismes	DEVELOPPEMENT exponentielle des micro-organismes dans des conditions (temps – température) favorables.	<i>Présence d'eau indispensable au métabolisme des enzymes dans les levures biologiques (facteur de la fermentation dans le cas de la fabrication des pâtes levées fermentées)</i>																																						
+ composés solubles	<p>DISSOLUTION des composés dans l'eau (l'eau agit en tant que solvant des glucides saccharose, du sel. La solubilité est d'autant plus élevée que la température augmente.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Température (0°C)</th> <th>Solubilité du saccharose en g pour 100 g d'eau</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>179,2</td></tr> <tr><td>10</td><td>190,5</td></tr> <tr><td>20</td><td>203,9</td></tr> <tr><td>30</td><td>219,5</td></tr> <tr><td>40</td><td>238,1</td></tr> <tr><td>50</td><td>260,4</td></tr> <tr><td>90</td><td>415,7</td></tr> <tr><td>100</td><td>487,2</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sucres</th> <th>Solubilité en g pour 100g d'eau à 20°C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sucre inverti</td><td>500</td></tr> <tr><td>Fructose</td><td>375</td></tr> <tr><td>Saccharose</td><td>204</td></tr> <tr><td>Glucose (hydraté)</td><td>107</td></tr> <tr><td>Maltose (hydraté)</td><td>83</td></tr> <tr><td>Lactose (hydraté)</td><td>20</td></tr> </tbody> </table> <p>Le phénomène de dissolution a une action sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - LA DENSITE de l'eau : propriété d'un corps fonction de sa masse volumique, le différenciant d'un autre corps Par convention, densité de l'eau égale à 1. Paramètres de variation de la densité : <ul style="list-style-type: none"> • la concentration en substances dissoutes de l'élément liquide • la température : abaissement de la densité d'un corps à une t° inférieure à 0 - L'ACTIVITE DE L'EAU (aw, ou activity of water) : Dans les matières premières à présent, l'eau se retrouve dans des environnements variés, les molécules étant plus ou moins associées à des molécules voisines, mais une simplification utile et courante consiste à distinguer deux formes : une forme libre et une forme liée. <i>Exemple : dans le cas de la viande et des produits carnés, l'eau intrinsèque représente 75 à 78% du muscle. A 90%, elle se trouve sous forme libre dans les espaces inter et intracellulaires ; le reste de l'eau est liée, et notamment aux protéines, assurant ainsi leur stabilisation.</i> En terme de conservation, la teneur en eau libre détermine notamment la stabilité et la durée de conservation des denrées alimentaires, sachant l'aptitude des micro-organismes d'altération d'utiliser cette eau pour activer les phénomènes de dégradation. L'unité de mesure de la disponibilité de l'eau en tant que solvant ou réactif d'une denrée alimentaire est l'activité de l'eau (aw, ou activity of water). Par convention, l'aw de l'eau pure est égale à 1. <u>Activity of water</u> : Critère fondamental pour juger de la stabilité d'un produit par rapport aux réactions de dégradation (perte des qualités organoleptiques) ou à la croissance des micro- 	Température (0°C)	Solubilité du saccharose en g pour 100 g d'eau	0	179,2	10	190,5	20	203,9	30	219,5	40	238,1	50	260,4	90	415,7	100	487,2	Sucres	Solubilité en g pour 100g d'eau à 20°C	Sucre inverti	500	Fructose	375	Saccharose	204	Glucose (hydraté)	107	Maltose (hydraté)	83	Lactose (hydraté)	20	<p><u>Densité : Expérimentation n°1</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Positionnement d'un œuf coquille au fond d'un récipient contenant de l'eau - Positionnement de l'œuf à la surface d'une eau saturée en sel exemple avec 0,24 l et 0,080 kg de sel gros (formation d'un réseau eau – sel plus dense que l'œuf coquille, le repoussant à la surface) <p><u>Densité : Expérimentation n°2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de sirop à 10g de sucre par litre, 20g, ... jusqu'à saturation - Immersion de fruits piqués - Observation : flottement des fruits dans les sirops concentrés (augmentation de la densité d'un sucre avec la quantité de sucre dissous). - Régulation du niveau de concentration en sucre d'un sirop compte tenu du degré de maturité du fruit en plaçant le fruit dans le sirop et selon son niveau, compenser par ajouter du liquide ou du sucre. <p><u>Exemple</u> : Flottement de la glace à la surface de l'eau avant sa fusion (Poids moléculaire de la glace plus petit que l'eau)</p> <p><u>Composés hygroscopiques</u> : sorbitol, sirop de glucose, dextrose, sucre inverti.</p> <p><u>Estimation du rapport entre phénomènes de dégradation des aliments et niveau d'a.w.</u> (Le Journal du pâtissier, n°279, Octobre 2003 – « Durée de fraîcheur des ganaches », de Jean-Pierre Richard ; Magazine Mesures n°751, Janvier 2003)</p> <table> <thead> <tr> <th>PHENOMENE DE DEGRADATION</th> <th>MESURE D'A.W.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Chimique</td> <td>Entre 0,25 et 0,45</td> </tr> <tr> <td>Biochimique (enzymatique)</td> <td>Entre 0,6 et 0,75</td> </tr> </tbody> </table>	PHENOMENE DE DEGRADATION	MESURE D'A.W.	Chimique	Entre 0,25 et 0,45	Biochimique (enzymatique)	Entre 0,6 et 0,75
Température (0°C)	Solubilité du saccharose en g pour 100 g d'eau																																							
0	179,2																																							
10	190,5																																							
20	203,9																																							
30	219,5																																							
40	238,1																																							
50	260,4																																							
90	415,7																																							
100	487,2																																							
Sucres	Solubilité en g pour 100g d'eau à 20°C																																							
Sucre inverti	500																																							
Fructose	375																																							
Saccharose	204																																							
Glucose (hydraté)	107																																							
Maltose (hydraté)	83																																							
Lactose (hydraté)	20																																							
PHENOMENE DE DEGRADATION	MESURE D'A.W.																																							
Chimique	Entre 0,25 et 0,45																																							
Biochimique (enzymatique)	Entre 0,6 et 0,75																																							

	<p>organismes, et ainsi quantifier la durée de vie d'un produit. L'aw mesure la quantité d'eau libre présent dans un milieu (mise en évidence de la mobilité, de la disponibilité des molécules d'eau dans un produit). Echelle comprise entre 0 (produit totalement dépourvu d'eau libre) et 1 (composée uniquement d'eau libre) Croissance bactérienne importante pour un aw compris entre 0,92 et 0,99</p> <p><u>Règle</u> : Plus l'écart entre l'aw d'un produit et l'humidité ambiante est grand, plus le produit se modifie. Plus l'aw diminue, plus le risque de développement microbien diminue (à la condition que le milieu soit bien protégé de l'humidité ambiante). <u>Objectif</u> : connaître / prévoir la quantité d'eau libre dans une préparation afin d'équilibrer des recettes et éviter des déplacements d'eau entre produits (transfert d'une masse à une autre), voire hors produit (exsudation).</p> <p><u>NB</u> : HRE (Humidité Relative d'Equilibre) = valeur de l'aw x 100</p> <p><u>Facteurs d'évolution du niveau d'aw d'un produit</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les conditions ambiantes (température et taux d'humidité) - la proportion de composés hygroscopiques dans le milieu - la nature des composés hygroscopiques <p style="text-align: center;">ECHELLE D'HYGROSCOPICITE</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">SIROP DE GLUCOSE DE bas</td> <td style="text-align: center;">SIROP DE GLUCOSE DE haut</td> <td style="text-align: center;">GLUCOSE ATOMISE</td> <td style="text-align: center;">SACCHAR OSE</td> <td style="text-align: center;">DEXTROSE</td> <td style="text-align: center;">SUCRE INVERTI SORBITOL</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">→</p> <p><u>Règle</u> : plus les molécules sont petites, plus leur pouvoir de rétention d'eau est important</p>	SIROP DE GLUCOSE DE bas	SIROP DE GLUCOSE DE haut	GLUCOSE ATOMISE	SACCHAR OSE	DEXTROSE	SUCRE INVERTI SORBITOL	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Prolifération de levures</td> <td>Entre 0,6 et 0,8</td> </tr> <tr> <td>Prolifération de moisissures</td> <td>Entre 0,7 et 0,8</td> </tr> <tr> <td>Bactériologique (Bactéries)</td> <td>Entre 0,7 et 0,9</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Exemples d'Activité de l'eau dans quelques aliments <i>Magazine Mesures n°751, Janvier 2003</i></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>Viande fraîche et poisson</td> <td>0,99</td> </tr> <tr> <td>Pain</td> <td>0,95</td> </tr> <tr> <td>Majorité des produits de pâtisserie</td> <td>> 0,85</td> </tr> <tr> <td>Confiture et gelée</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Cakes, viennoiseries</td> <td>Entre 0,7 et 0,85</td> </tr> <tr> <td>Fruits secs</td> <td>0,6</td> </tr> <tr> <td>Biscuits</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>Lait en poudre</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Café soluble</td> <td>0,2</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Activité de solutions pures de saccharose ¹³⁵</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th>°Brix (g sucre %g)</th> <th>Activité de l'eau</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1,000</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>0,936</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>0,898</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>0,829</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>0,689</td> </tr> </tbody> </table>	Prolifération de levures	Entre 0,6 et 0,8	Prolifération de moisissures	Entre 0,7 et 0,8	Bactériologique (Bactéries)	Entre 0,7 et 0,9	Viande fraîche et poisson	0,99	Pain	0,95	Majorité des produits de pâtisserie	> 0,85	Confiture et gelée	0,8	Cakes, viennoiseries	Entre 0,7 et 0,85	Fruits secs	0,6	Biscuits	0,3	Lait en poudre	0,2	Café soluble	0,2	°Brix (g sucre %g)	Activité de l'eau	0	1,000	50	0,936	60	0,898	70	0,829	80	0,689
SIROP DE GLUCOSE DE bas	SIROP DE GLUCOSE DE haut	GLUCOSE ATOMISE	SACCHAR OSE	DEXTROSE	SUCRE INVERTI SORBITOL																																							
Prolifération de levures	Entre 0,6 et 0,8																																											
Prolifération de moisissures	Entre 0,7 et 0,8																																											
Bactériologique (Bactéries)	Entre 0,7 et 0,9																																											
Viande fraîche et poisson	0,99																																											
Pain	0,95																																											
Majorité des produits de pâtisserie	> 0,85																																											
Confiture et gelée	0,8																																											
Cakes, viennoiseries	Entre 0,7 et 0,85																																											
Fruits secs	0,6																																											
Biscuits	0,3																																											
Lait en poudre	0,2																																											
Café soluble	0,2																																											
°Brix (g sucre %g)	Activité de l'eau																																											
0	1,000																																											
50	0,936																																											
60	0,898																																											
70	0,829																																											
80	0,689																																											

AVEC UN AGENT THERMIQUE

<p>ENERGIE THERMIQUE FOURNIE</p>	<p>de l' ETAT SOLIDE ... FUSION ... à l'ETAT LIQUIDE</p> <p><u>NB</u> : Phénomène de surfusion s'opérant à des températures inférieures à 0°C, correspondant à la conservation d'une partie de l'eau à l'état liquide y compris à des t° négatives (limite de la surfusion estimée à -39°C). Une fois formation des cristaux, et solidification dans la masse, observation d'une baisse brutale de la température.</p> <p>de l'ETAT GAZEUX .. LIQUEFACTION ... à l'ETAT LIQUIDE</p> <p>Facteurs variables de la condensation : la température (plus exactement la variation de température entre deux milieux) et l'humidité de l'air (humidité relative ou HR, représentant le % de vapeur d'eau contenu dans l'air, mesuré à l'aide d'un hygromètre) <u>En situation pratique</u> : recherche du point de rosée, ou température minimale de conservation des produits permettant d'éviter leur condensation lors d'un transfert dans d'autres conditions de température, d'état... afin de réduire toute trace d'humidité à la surface de produits, cause possible de multiplication microbienne ou autres (blanchiment des produits chocolatés, ...).</p>	<p><i>Principe de décongélation de tout produit (bases telles purée de fruits... mais aussi fabrications : entremets (base de mousse, bavaroise...), bonbons chocolat,) au froid positif.</i></p> <p><i>Pour limiter les risques, le phénomène de fusion doit être aussi rapide que possible (exemple de fusion rapide : décongélation sous l'action de la chaleur ou en enceinte de micro ondes des purées de fruits surgelés, cuisson directe au four des viennoiseries pré-poussées surgelées ...) ou avoir lieu dans des conditions de température réglementaire (à +3°C, pour certaines préparations sur grille pour éviter de mettre en contact les produits et l'exsudat d'eau de décongélation).</i></p>
---	--	---

¹³⁵ D'après Norrish RS, 1967 (Documentation CEDUS)

	<p>de l'ETAT LIQUIDE ... à l'ETAT GAZEUX</p> <p>VAPORISATION</p> <p>A noter que le terme évaporation correspond aussi au changement d'état de l'eau de liquide à gazeux s'opérant à l'air libre.</p> <p>PARAMETRES DE VARIATION des températures de changements d'état</p> <p>VAPORISATION</p> <table border="0"> <tr> <td>Saturation en sel d'une solution d'eau</td> <td>Augmentation de la température d'ébullition de l'eau (106°C)</td> </tr> <tr> <td>Saturation en sucre d'une solution d'eau</td> <td>Augmentation de la température d'ébullition de la solution (195°C)</td> </tr> </table> <table border="0"> <tr> <td>°Brix d'une solution</td> <td>Elévation ébullioscopique en °C</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>0,25</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>5</td> </tr> </table> <table border="0"> <tr> <td>Présence de sel dans une solution</td> <td>Augmentation de la vaporisation de l'eau présente dans la solution</td> </tr> <tr> <td>Augmentation de la pression</td> <td>Augmentation de la température d'ébullition de l'eau</td> </tr> </table> <table border="0"> <tr> <td>Pression (mbar)</td> <td>Altitude (m)</td> <td>T° d'ébullition (°C)</td> </tr> <tr> <td>1,5 à 2 fois la pression atmosphérique normale</td> <td></td> <td>110 – 120°C</td> </tr> <tr> <td>1015</td> <td>0</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>2100</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>480</td> <td>6000</td> <td>80</td> </tr> </table> <p><i>P=23,4 mbar à T° ambiante 20°C</i> <i>Cas de la technique du sous-vide</i></p> <p><i>Vaporisation dans la masse</i></p>	Saturation en sel d'une solution d'eau	Augmentation de la température d'ébullition de l'eau (106°C)	Saturation en sucre d'une solution d'eau	Augmentation de la température d'ébullition de la solution (195°C)	°Brix d'une solution	Elévation ébullioscopique en °C	10	0,15	15	0,25	20	0,40	30	0,70	40	1,20	50	2	60	3	70	5	Présence de sel dans une solution	Augmentation de la vaporisation de l'eau présente dans la solution	Augmentation de la pression	Augmentation de la température d'ébullition de l'eau	Pression (mbar)	Altitude (m)	T° d'ébullition (°C)	1,5 à 2 fois la pression atmosphérique normale		110 – 120°C	1015	0	100	700	2100	90	480	6000	80	<p><i>Le phénomène de vaporisation explique le principe de développement en cuisson de la pâte feuilletée, de la pâte à choux,</i></p> <p><i>Le dessèchement de la pâte à choux sur le feu conduit à une vaporisation d'une partie de l'eau de constitution de la panade, indispensable avant l'incorporation des œufs.</i></p> <p><i>La vaporisation permet de concentrer certaines fabrications (principe des jus réduits,) et dans certains cas, de procéder à la caramélisation du saccharose (principe de réalisation de sauce caramel, confiseries de sucre : caramels, ...).</i></p>
Saturation en sel d'une solution d'eau	Augmentation de la température d'ébullition de l'eau (106°C)																																										
Saturation en sucre d'une solution d'eau	Augmentation de la température d'ébullition de la solution (195°C)																																										
°Brix d'une solution	Elévation ébullioscopique en °C																																										
10	0,15																																										
15	0,25																																										
20	0,40																																										
30	0,70																																										
40	1,20																																										
50	2																																										
60	3																																										
70	5																																										
Présence de sel dans une solution	Augmentation de la vaporisation de l'eau présente dans la solution																																										
Augmentation de la pression	Augmentation de la température d'ébullition de l'eau																																										
Pression (mbar)	Altitude (m)	T° d'ébullition (°C)																																									
1,5 à 2 fois la pression atmosphérique normale		110 – 120°C																																									
1015	0	100																																									
700	2100	90																																									
480	6000	80																																									
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p>de l'ETAT LIQUIDE... à l'ETAT SOLIDE</p> <p>SOLIDIFICATION</p> <p>Structure ordonnée, molécules liées les unes aux autres</p> <p><i>NB : A noter que lors de la solidification, l'eau se dilate (augmentation de volume) avant de se contracter (minimum de densité à 4°C).</i></p> <p><i>Utilisation d'un matériel de laboratoire (le cryoscope) pour mesurer l'abaissement du point de congélation d'une solution</i></p> <p>La cristallisation correspond à la propriété de l'eau de former des cristaux par refroidissement.</p> <p>La taille et la configuration des cristaux dépendent principalement de la durée et de la puissance du refroidissement :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en phase de refroidissement lente (congélation), les cristaux ont tendance à grossir exagérément, et à présenter des facettes saillantes. L'eau a alors tendance à se dilater. - en phase de refroidissement rapide (surgélation), l'eau cristallise sous forme de petits cristaux homogènes, ce 	<p><i>Opérations de surgélation / congélation</i></p> <p><i>Principe de réalisation des glaces, sorbets, préparations glacées,</i></p> <p><i>La texture crémeuse du nougat glacé en conservation négative s'explique par sa teneur en sucres importante, qui abaisse le point de congélation de la fabrication et évite sa prise en masse par cristallisation.</i></p> <p><i>Une quantité trop importante de sucre dans un granité réduit la cristallisation de l'eau de constitution (et la formation de paillettes caractéristiques) : l'ensemble forme une masse molle, épaisse, visqueuse ...</i></p>																																									

qui limite la déstabilisation interne de la structure du produit

Le sucre comme le sel peuvent jouer le rôle « **d'anti-cristallisant** » pour l'eau : par leur propriété hygroscopique, et en fonction de la quantité présente de substances dissoutes, l'eau peut ne pas cristalliser sous l'action du froid (le sucre et le sel abaissent le point de cristallisation de l'eau)

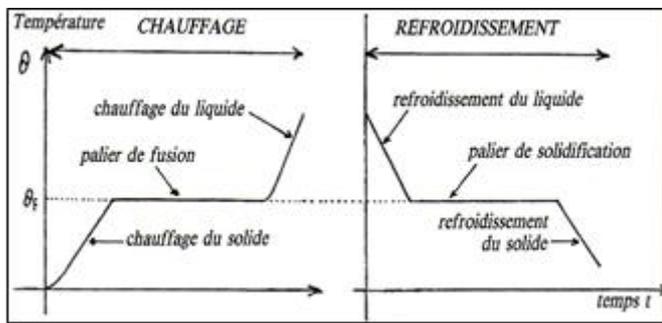
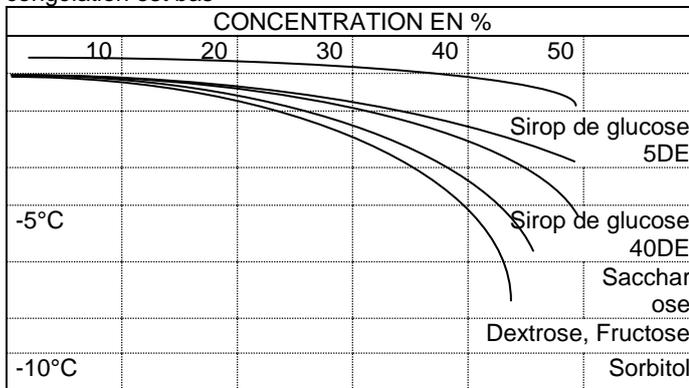
PARAMETRES DE VARIATION des températures de changements d'état

SOLIDIFICATION

Nature et quantité de Abaissement du point de substances dissoutes (sucre, congélation sel, ...) dans la solution

Autre exemple : Cas des autres sucres - Influence directe des sucres en solution (de leur pouvoir d'hygroscopicité, c'est-à-dire de leur capacité de rétention d'eau ET de leur poids moléculaire) sur le point de congélation :

- plus le sucre est hygroscopique, plus le point de congélation est bas
- plus le poids moléculaire du sucre est important, plus le point de congélation est bas



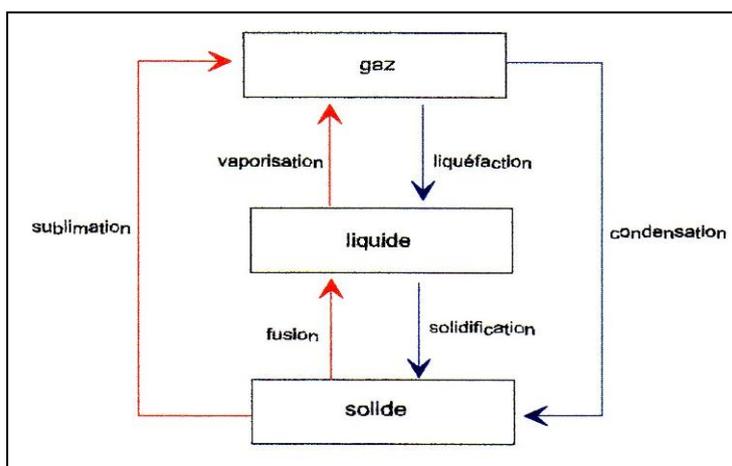
A noter un point commun entre la fusion et la cristallisation : A pression constante, la température de fusion est égale à celle de solidification. A cette température, il existe un équilibre entre le solide et le liquide qui coexistent alors.

de l'ETAT GAZEUX .. CONDENSATION ... à l'ETAT SOLIDE

NB : En situation pratique, il est fréquent d'utiliser le terme « condensation » pour désigner la formation d'humidité à la surface de produits, suite au passage de l'eau de l'état gazeux à l'état liquide. Or, il s'agit d'une liquéfaction. La formation de givre sur les produits correspond au phénomène de condensation.

Règle de bonnes pratiques : limiter les ouvertures fréquentes des enceintes réfrigérées négatives pour réduire la formation de givre par la condensation sur les pièces en conservation.

ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE puis FOURNIE + pression	<p>de l'ETAT SOLIDE... SUBLIMATION ... à l'ETAT GAZEUX</p> <p><u>Exemple</u> : la lyophilisation (ou autrefois nommé cryodessiccation) : procédé de conservation permettant la déshydratation sous vide et à basse température d'un produit préalablement congelé.</p> <p>Le procédé de conservation se déroule en trois étapes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une phase de surgélation à -40°C, - un broyage puis dessiccation primaire (par sublimation de l'eau) en plaçant le produit à une température brusque élevée et à pression réduite, - une dessiccation secondaire (par évaporation des traces résiduelles d'eau). 	<p><i>Lyophilisation : produits laitiers, œufs, café, thé, champignons, fruits et jus de fruits...</i></p>
---	---	--



2.2 La fiche memento « Farine » :

LES REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX																						
FARINE type 45	Selon le recueil des usages des pains en France (1977), « la dénomination de farine de froment ou farine de blé, ou farine sans autre qualificatif désigne exclusivement le produit pulvérulent obtenu à partir d'un lot de blé, de l'espèce <i>Triticum aestivum</i> , sous espèce vlgare, sain loyal et marchand préparé en vue de la mouture et industriellement pur ».	<p>REGLEMENTATION : Décret n° 93-1074 du 13 septembre 1993 : utilisation pour la fabrication de pains de tradition française « exclusivement d'un mélange de farines panifiables de blé, d'eau potable et de sel de cuisine » Aucun additif autorisé en panification tradition française (hormis quelques correcteurs de panification. Exemple pour le pain de tradition française, teneur maximale autorisée par rapport au poids de farine : 2% de farine de fèves, 0,5% de farine de soja, 0,3 % de farine de malt de blé. <i>NB : Arrêté du 13 juillet 1963 (types de farine de blés)</i> <i>Arrêté du 24 décembre 1963 (types de farine de seigle et de méteil)</i></p> <p>- CRITERES DE FRAICHEUR : notamment le contrôle de la DBM Date de Durabilité minimale, analyse sensorielle de la farine avant utilisation (notamment l'absence d'impuretés, l'odeur, ...) - SIGNES OFFICIELS DE QUALITE : label rouge (attestant qu'une denrée alimentaire possède un ensemble de caractéristiques préalablement fixées et établissant un niveau de qualité supérieure le distinguant des produits similaires), farine bio - FORCE BOULANGERE : déterminée par la mesure de l'extensibilité et de la tenacité d'une pâte, qui résulte notamment de la teneur en protéines (en nature et en quantité) formant le gluten du blé Exemple¹³⁶</p> <table border="0"> <tr> <td>Fabrications</td> <td>Force boulangère moyenne (W)</td> </tr> <tr> <td>Pâtes brisées</td> <td>120 – 140</td> </tr> <tr> <td>Pâtes sablées</td> <td>150 - 170</td> </tr> <tr> <td>Pain de tradition avec pointage long</td> <td>150 – 180</td> </tr> <tr> <td>Pâtes feuilletées</td> <td>180 – 200</td> </tr> <tr> <td>Pain courant français, pâte à pizza</td> <td>180 – 220</td> </tr> <tr> <td>Pain de tradition</td> <td>200 – 220</td> </tr> <tr> <td>Biscotte, main de mie courant</td> <td>200 - 240</td> </tr> <tr> <td>Pain français par congélation de la pâte</td> <td>220 – 270</td> </tr> <tr> <td>Brioche</td> <td>250 – 300</td> </tr> <tr> <td>Pain de mie américain type buns</td> <td>> 350</td> </tr> </table> <p>NB : dans certains cas (pâtes fraîches, ..), le recours à des farines déprotéinées (type OO) peut être envisagée. - RICHESSSE en éléments minéraux : notamment dans le cas de farine bio, de farine dite « complète » - TENEUR en matière grasse : laquelle influence directement le temps de conservation (risque de rancissement) et les propriétés mécaniques de la pâte - RISQUES ALIMENTAIRES : notamment les allergies au gluten - COUT : voir catalogue fournisseurs</p>	Fabrications	Force boulangère moyenne (W)	Pâtes brisées	120 – 140	Pâtes sablées	150 - 170	Pain de tradition avec pointage long	150 – 180	Pâtes feuilletées	180 – 200	Pain courant français, pâte à pizza	180 – 220	Pain de tradition	200 – 220	Biscotte, main de mie courant	200 - 240	Pain français par congélation de la pâte	220 – 270	Brioche	250 – 300	Pain de mie américain type buns	> 350
Fabrications			Force boulangère moyenne (W)																					
Pâtes brisées			120 – 140																					
Pâtes sablées			150 - 170																					
Pain de tradition avec pointage long			150 – 180																					
Pâtes feuilletées			180 – 200																					
Pain courant français, pâte à pizza			180 – 220																					
Pain de tradition	200 – 220																							
Biscotte, main de mie courant	200 - 240																							
Pain français par congélation de la pâte	220 – 270																							
Brioche	250 – 300																							
Pain de mie américain type buns	> 350																							
FARINE type 55																								
FARINE type 65																								
FARINE type 80																								
FARINE type 110																								
FARINE type 150																								
FARINE de gruau (45, 55)																								
FARINE issue de l'agriculture biologique (certifiée AB)	Farine moulue sur meule de pierre sans additifs ni adjuvants de fabrication Sélection et contrôle rigoureux des étapes du blé à la farine (à partir d'un cahier des charges strict).																							

LES REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
FARINE	Stockage en réserve sèche, à température ambiante Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement, film au contact, ...) pour éviter tout risque de mottage par reprise d'humidité (aptitude de

¹³⁶ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2 (Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 171

	<p>tout produit déshydraté ou à faible niveau d'aw à attirer l'eau environnant), hors sol. Approvisionnement régulier (durée d'utilisation limitée) notamment dans le cas de farine à teneur en matière grasse (risque de rancissement) et de farine complète (susceptible de se dégrader plus rapidement).</p>
--	---

LES REPERES EN FABRICATION

COMPOSITION			
PHASE ACQUEUSE	EAU moins de 16%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	<p>PROTIDES 8 à 12% de protéines dont 85 à 90% insolubles (gliadine, gluténine) et 10 à 15 % solubles</p>	<p>LIPIDES 1,2 à 1,4%</p>	<p>GLUCIDES 60 à 72% d'amidon (sous forme d'amylose et d'amylopectine) 1 à 2% de sucres simples</p>
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	<p>SELS MINERAUX 0,45 à 0,6% Potassium, phosphore, magnésium, soufre, calcium, sodium, cuivre, fer (notamment dans la farine dite biologique)</p>	<p>FIBRES</p>	<p>VITAMINES Traces de B- PP- E (notamment dans la farine dite biologique)</p>
AUTRES <i>Produits correcteurs</i>		Additifs	Adjuvants et auxiliaires
<p><i>Produits utilisés pour corriger les défauts de la farine, améliorer la texture des pâtes : extensibilité, tenacité ..., et leurs qualités fermentatives). A ajouter soit directement (dans la pâte), soit indirectement (en choisissant des farines avec améliorants). A noter l'existence d'améliorants froids (« spécial congélation ») dans le cas de conservation en enceinte réfrigérée négative (congélation de pâte crue). Action des conservateurs :</i></p>	En meunerie	<i>Selon destination</i>	<i>Amylases fongiques, hémicellulases, farine de fève et de soja, gluten vital, farine de malt de blé</i>
	Panification Tradition française	<i>Aucun additif autorisé</i>	<i>Amylases fongiques, farine de fève et de soja, gluten vital, farine de malt de blé</i>
	Panification courante française	<p><i>- un agent de traitement de la farine : E300 (acide ascorbique) ou dérivés (E301, E302, E304) - des émulsifiants : E322 (lécithine de soja), E471 (glycérides d'acides gras) - des conservateurs : E270 (acide lactique) et ses dérivés (E325, E326, E327), E260 (acide acétique) et ses dérivés (E261, E262, E263)</i></p>	<i>Amylases fongiques, hémicellulases, glucose – oxydase, farine de fève et de soja, gluten vital, farine de malt de blé, levure désactivée</i>
	Panification froment	<i>Idem ceux autorisés en panification courante française + d'autres émulsifiants : les data esters (E472e et dérivés)</i>	<i>Amylases fongiques, hémicellulases, glucose – oxydase, farine de fève et de soja, gluten vital, farine de malt de blé, levure désactivée</i>
<p><i>Différenciation des correcteurs selon leur origine</i></p>	<p><u>Correcteurs d'origine synthétique :</u> Additifs alimentaires (conservateurs) : E 300 acide L-ascorbique ou vitamine C de synthèse Amélioration de la force boulangère d'une farine par une action directe sur le gluten <u>Correcteurs d'origine naturelle :</u> GLUTEN FARINE DE FEVE : Produit extrait d'une plante appelée fève (Asie, Afrique). Action directe sur l'oxygénation de la pâte (blanchiment de la mie de pain notamment) et renforcement de la résistance du gluten, pouvoir émulsifiant et action sur le plan fermentaire (apport de protéines solubles à la levure). Utilisée à 1% (limite 2%) FARINE DE SOJA : Dose limitée à 0,5% (mêmes effets que la farine de fève) FARINE DE MALT ou extrait de malt Produit extrait du malt. Action directe sur la fermentation de la pâte, par l'apport d'amidon brut ou synthétisé (maltose), conférant aux fabrications plus de moelleux, d'aération, présentant une coloration uniforme de la croûte, et une plus grande aptitude à la conservation. AMYLASE, qui participe à la croissance des levures et à l'activation de la fermentation. Additifs alimentaires (émulsifiants) : E 322lécithine de soja, E471 mono et diglycéride d'acides gras produits dérivés des matières grasses. Leur action est favorisée par leur propriété de liaison entre phase aqueuse et phase grasse, permettant un apport de souplesse à la pâte, un retardement du rassissement du pain, et apportant aux fabrications une meilleure extensibilité, un moelleux, une texture particulière (homogène ou friabilité selon les cas), un temps de conservation prolongé</p>		

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
FARINE	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) - Conserver rigoureusement les étiquetages (traçabilité) - Peser soigneusement la quantité de farine nécessaire - Dans le cas d'un approvisionnement régulier en farine, il est inutile de tamiser la farine sauf cas particulier (exemple dans le cas de fabrication de génoise, biscuit...).

LES INTERACTIONS DE LA FARINE, et de ses principaux constituants :

AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante

+ EAU	<p>DIFFUSION de l'eau entre les particules d'amidon, et :</p> <p>- DISSOLUTION des éléments solubles (protéines solubles, de l'ordre de 10 à 15% des protéines, fibres solubles, sucres simples, sels minéraux, enzyme, vitamines hydrosolubles), Dans le cas des fibres, il est à noter que certains polyosides composant la farine (notamment de l'albumen du blé) sont solubles, et interviennent à hauteur de 25 à 30% dans l'hydratation des pâtes à base de farine de blé (ces valeurs augmentent avec la farine de seigle). Cette aptitude à l'hydratation des pâtes apportées par ces fibres conditionne la tenue, l'extensibilité et le développement des pâtes.</p> <p>- DISPERSION des éléments insolubles :</p> <ul style="list-style-type: none"> o INSOLUBILITE des grains d'amidon de blé : L'insolubilité relative de l'amidon à des températures froides voire tièdes tient à la structure même des granules d'amidon : les granules des chaînes d'amylose se présentent sous une forme cristalline, ce qui a pour effet de restreindre leur affinité pour l'eau. Si les chaînes d'amylopectine diffèrent de celles d'amylose par leur forme ramifiée dite amorphe (accessibles à l'eau notamment), elles présentent de même dans leur structure linéaire une forme cristalline qui diminue leur aptitude à s'hydrater. Ainsi, à des températures froides et tièdes (notamment inférieures à 50°C), les granules d'amidon s'hydratent très partiellement, et par différence de densité, on assiste à la formation d'un liquide blanchâtre appelé « lait d'amidon » au fond du récipient de mélange ; l'amidon est dit « en suspension » dans l'eau. <i>NB : La suspension correspond à la présence visible de particules solides dans un élément liquide.</i> o INSOLUBILITE des protéines de type gliadine et gluténine à l'origine de la formation du gluten <p>EMPESAGE A FROID des grains d'amidon : Avec le temps, hydratation des grains d'amidon (gonflement), libération progressive des molécules d'amylose et apport de viscosité et de tenue aux fabrications</p>	<p><u>Exemple du taux d'hydratation en boulangerie (pâtes à pains) :</u> <i>Il est d'usage de travailler aujourd'hui sur des pâtes fortement hydratées (65-70%) qui présentent l'avantage de former une mie très alvéolée dans la fabrication après cuisson.</i></p> <p><u>Exemple taux d'hydratation de la pâte feuilletée :</u> <i>450 gr de liquide par kg de farine faible en protéines, 500 à 550 gr de liquide par kg de farine riche en protéines, 600 gr de liquide par kg de farine pour un feuilletage à mener rapidement.</i></p> <p><u>Exemple du taux d'hydratation de la pâte levée feuilletée :</u> <i>pâte riche hydratée à 55% suivant la qualité de la farine principalement par de l'eau et du lait.</i></p> <p><u>Exemple du taux d'hydratation de la pâte à nouilles :</u> <i>pâte ferme, hydratée à 50% environ suivant la qualité de la farine (hydratation principalement apportée par les œufs)</i> <i>NB : selon l'état de l'élément colorant et/ou aromatique ajouté c'est – à dire plus ou moins riche en eau, il est conseillé de diminuer l'hydratation de la pâte en réduisant l'apport en œuf et/ou en eau.</i></p> <p><i>Dans le cas des appareils liquides et semi liquides (type pâte à crêpes) : prendre la précaution de remuer régulièrement l'appareil pendant l'opération de « sauter les crêpes » pour éviter un dépôt de l'amidon au fond du récipient par différence de densité.</i></p> <p><i>Empesage à froid avant cuisson : génoise biscuit...</i></p>
--------------	---	---

	<p>Empesage à froid de l'amidon, permettant de donner la tenue à certaines pâtes sans donner de corps (par l'absence de protéines)</p> <p>STABILISATION des mélanges par l'apport de farine Un apport de farine dans certaines fabrications permet de stabiliser les mélanges d'eau, de matière grasse.</p>	<p><i>Empesage à froid des grains d'amidon pendant le temps de repos donné aux pâtes liquides et semi-liquides, des pâtes friables, appareils crévés, pâtes levées non fermentées, pâte feuilletée, pâte levées fermentées...</i></p> <p><i>Possibilité d'utiliser de la farine déprotéinée (farine 00) pour limiter la formation de gluten : Applications dans les pâtes levées non fermentées (type cakes), dans les pâtes à nouilles, pâte friables</i></p> <p><i>NB : l'utilisation de farine déprotéinée permet en outre dans le cas des pâtes à pâtes fraîches de réduire le temps de repos de la pâte après pétrissage, et obtenir une pâte de consistance molle, fondante après cuisson.</i></p> <p><i>Dans le cas de la pâte à cakes : il est d'usage d'ajouter environ ¼ de la quantité de farine dans la matière grasse crévée avec le sucre et le sel, avant d'incorporer les œufs et/ou le liquide afin de limiter la dissociation des phases.</i></p>
<p>+ ENZYMES et dans des conditions de température</p>	<p>SUBSTRAT des réactions de fermentation par sa teneur en sucres simples : action des levures sur les sucres simples présents dans la farine directement fermentescible par la levure biologique</p>	<p><i>Cas des pâtes levées fermentées (type : pâte à brioche, à savarin, à pain, ...), de la fabrication des poolish, ...</i></p>
SOUS L'ACTION D'UN AGENT ACIDE		
<p>+ ACIDE</p>	<p>HYDROLYSE de l'empois d'amidon, conférant un relâchement aux fabrications</p>	<p><i>Traiteur : principe d'ajout de fromage râpé à la finition de l'appareil à soufflé au fromage</i> <i>Les jus liés (voir sauce d'accompagnement)</i> <i>Action du jus de citron dans les sauces blanches type blanquette de veau, ...</i></p>
SOUS L'ACTION DE L'AIR		
<p>+ OXYGENE</p>	<p>OXYDATION notamment du gluten avec formation d'une teinte grise (brunissement enzymatique) en surface de certaines pâtes soumises à un temps de conservation prolongée</p>	<p><i>Cas de pâtes fraîches, de pâtes feuilletées (réalisées sans élément acide, type vinaigre).</i></p>
SOUS L'ACTION D'UN AGENT THERMIQUE		
<p>ENERGIE THERMIQUE FOURNIE</p>	<p>DEXTRINISATION de l'amidon de la farine sous l'action d'une température forte et d'un temps prolongé : action de la température sèche sur les glucides amidon, qui lui confère davantage de digestibilité et de solubilité. Une réaction prolongée de la température sur l'amidon provoque :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une CARAMELISATION - et stade ultime : une CARBONISATION <p>SUBSTRAT des REACTIONS DE MAILLARD : Ensemble complexe de réactions résultant d'une interaction entre les glucides (les sucres réducteurs, notamment le glucose et le fructose) et les protéines (les acides aminés), provoquant la formation de pigments bruns ou noirs (mélanoides), et de substances volatiles et sapides influençant fortement les qualités sensorielles d'un produit. Les réactions de Maillard sont des <u>réactions de brunissement non enzymatique.</u></p>	<p><i>Traiteur : principe des roux bruns (liaison de sauces brunes)</i> <i>Brunissement en surface des pâtes friables en cuisson, de la pâte à génoise, des biscuits, des pâtes levées non fermentées (pâte à cakes), ...</i> <i>Dans le cas de la cuisson des cakes dans un four à soles, il est conseillé de protéger la base des cakes d'une chaleur excessive par l'utilisation de plaques doublées, éventuellement isolées entre elles par un carton épais.</i> <i>Cas de la pâte à choux : Limiter le dessèchement de la panade en cuisson au risque de dextriniser l'amidon et d'accroître exagérément la coloration de la pâte au four</i> <i>Dans le cas du tourage de la pâte feuilletée, prendre la précaution de débarrasser l'excédent de farine entre chaque tour à l'aide d'une brosse de farine pour éviter notamment que le feuilletage prenne une coloration « grise » après cuisson.</i></p> <p><i>Principe de calcul du taux de cendres en meunerie</i></p>

**ENERGIE
THERMIQUE
FOURNIE en
présence
d'eau**

Les facteurs influençant les réactions de Maillard sont notamment :

- la nature des substrats : la présence de sucres réducteurs (comme les monosaccharides type glucose, fructose, galactose), certains diholosides réducteurs comme le lactose ou le maltose

NB : à noter que le saccharose est un diholoside non réducteur, donc ne participant pas à la réaction de Maillard sauf si il est au préalable hydrolysé (sucre inverti).

- la température et le temps (intensité du brunissement d'autant plus importante que le temps et la température sont élevés) ;

- la teneur en eau (effet inhibiteur de l'eau dans les réactions de Maillard) ;

- d'autres facteurs jouent un rôle dans les réactions de Maillard : la valeur du pH, la nature des acides aminés et des sucres réducteurs, la présence d'activateurs ou d'inhibiteurs...

NB : à noter que les réactions de Maillard conduisent à la formation de substances antinutritionnelles voir potentiellement toxiques comme les mélanoidines¹³⁷ ; par ailleurs, il est aussi reconnu qu'elles peuvent entraîner la formation de molécules antioxydantes, bénéfiques pour l'organisme.

GELATINISATION des glucides amidon :

processus d'hydratation des grains d'amidon sous l'action de la température et en présence d'eau.

Ce processus de gonflement irréversible peut se décomposer ainsi :

- à partir de 55 – 60°C, infiltration et absorption de l'eau jusqu'à 30 fois le volume des grains d'amidon ;

- rupture de l'enveloppe des grains d'amidon et libération de ses deux composés : l'amylose et de l'amylopectine ;

- formation d'un empis d'amidon (le terme « empeser » correspond à l'intégration à chaud des molécules d'eau dans les grains d'amidon, provoquant une dissolution des molécules d'amylose et une désorganisation des cristaux d'amylopectine piégeant l'eau et conduisant à un gonflement considérable des grains)

NB : la température de gélatinisation de l'amidon de blé : 52 à 64°C

- augmentation de la viscosité de la solution (la température de viscosité maximale est atteinte à 80 - 95°C).

NB : le phénomène d'empesage et de gonflement est maximum dans le cas où la teneur en eau est suffisante (ce qui n'est pas le cas des produits de boulangerie par exemple).

La viscosité de l'empis est fonction :

- du type d'amidon et plus exactement du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé

selon la nature de l'amidon, il se forme un gel colloïdal plus ou moins épais et opalescent

- du couple temps / température :

plus un amidon gonfle, plus la viscosité décroît (« relâchement » de l'empis) lorsque le traitement thermique est accentuée.

- de la présence ou non d'un acide (action de l'acide sur les chaînes de glucose, provoquant des ruptures

Participation à la coloration des pâtes (pâte à choux, pâtes friables, pâtes levées non fermentées, ..., torréfaction des fèves de cacao, ...)

Autre application : passer la farine blanche sous une salamandre pour la torréfier (et lui donner une saveur nouvelle, proche du chocolat ou d'autres produits torréfiés) ; cette torréfaction correspond à une combinaison entre l'amidon et les protéines de la farine sous l'action de la température. Cette farine peut alors être utilisée dans la fabrication par exemple de pâtes friables ...

Principe de réalisation

- *des pâtes : la panade (pâte à choux), pâte à pâtes fraîches (pâtes chinoises), pâtes semi-liquides (pâtes à crêpes au lait chauffé), appareils à base de féculents (cuisson d'un riz au lait, ...)*

- *des crèmes : la crème pâtissière, ... (la gélatinisation de l'amidon au contact de la chaleur et du liquide provoque un épaissement de la crème).*

Cas particulier de l'appareil à pâtes fraîches (dit pâtes transparentes) réalisé sur base de farine mélangée à un élément liquide à 80°C, pétri, réservé au froid enveloppé hermétiquement et abaissé au moment de son utilisation à une épaisseur très fine (tenant à la présence d'une grande quantité de gluten dans la pâte).

Etape de « Crever le riz » dans la réalisation d'un riz au lait, correspondant à une pré-gélatinisation du riz (NB : à noter la composition de la poudre à crème à froid en amidons pré-gélatinisés pour permettre l'hydratation et l'empesage à froid des amidons, et donner la texture nécessaire à la crème sans cuisson).

Cas de la crème d'amandes : Dans le cas de l'utilisation d'amidon, il est d'usage de diminuer la quantité d'œufs entiers dans la recette ; dans le cas contraire, il est d'usage d'augmenter sensiblement la quantité d'œufs entiers pour assurer la tenue de l'appareil après cuisson. Traiteur : principe de réalisation de la panade (farce à la panade), gnocchi, ...

Farine : faible viscosité comparativement à l'amidon de maïs ou la fécule de pommes de terre (ce qui justifie l'emploi de la maïzena ou de la fécule de pommes de terre comme agents de liaison instantanée)

Application : le temps de cuisson de 1mn30 indiqué dans le GBPH est le temps minimum

1. ¹³⁷ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 137

des chaînes glucidiques et la liquéfaction de l'empois)

- de l'action mécanique : exemple de l'agitation mécanique au fouet ou au cuiseur à crème qui a une incidence sur la viscosité de la crème.

CONDUCTION limitée de la température au cœur d'un empois d'amidon :
Le point d'ébullition d'une solution liée à l'amidon est très inférieure à 100°C

AGGLOMERATION de particules d'amidon par différence de densité au fond du récipient de cuisson, et risque de caramélisation voire de carbonisation

SOLIDIFICATION par gélatinisation de l'amidon au contact de la chaleur, formant une structure rigide à certaines fabrications

EFFET PROTECTEUR de l'amidon sur les protéines (notamment de l'œuf) soumises à une forte température limitant leur risque de floculation puis de coagulation, et le relâchement d'eau (phénomène de synérèse consécutif à une destabilisation du mélange).

pour atteindre la pasteurisation de la crème pâtissière (cas de petite quantité) ; pour autant, un excès de cuisson peut entraîner un relâchement important de l'empois et une liquéfaction de la crème.

Applications : de jus de fruits acides (dans le cas d'une crème chiboust au citron, ...), ajout du fromage (acide) en finition dans l'appareil à soufflé, ajout du vinaigre en finition dans les sauces acides, ...

Le GBPH indique un temps d'ébullition minimum de la crème pâtissière de 1mn 30 minimum après l'apparition de la première ébullition, pour atteindre 90°C à cœur) : ce couple temps / température indispensable pour pasteuriser la crème et éliminer d'éventuelles bactéries pathogènes, s'explique par la viscosité épaisse de la crème et la conduction lente de la chaleur au cœur du produit).

Toute solution liée à l'amidon (comme la crème pâtissière) doit être systématiquement mélangée (notamment au fouet) pendant sa cuisson.

Tenue et texture des pâtes friables, pâtes à choux, pâtes fraîches, des pâtes levées non fermentées (exemple de la pâte à cakes), ...

Cas des pâtes battues :

- la pâte à génoise : empesage et gélatinisation des grains d'amidon en présence de l'eau contenue dans les œufs, et au contact de la chaleur, permettant de fixer la structure au produit

- la pâte à biscuit : la quantité de farine détermine la texture et la tenue du produit final ainsi que son utilisation : absence de farine dans le cas de biscuits volontairement très légers et fragiles (biscuit au chocolat sans farine, ...), une quantité minimale de farine dans le cas de biscuits fins pour entremets, intérieurs de mousse, ..., une quantité minimale de farine dans le cas de biscuits à rouler type biscuit roulade, ...

*Principe de cuisson de la crème pâtissière à ébullition pendant 1 minute 30 (GBPH)
Cas de l'utilisation d'amidon sous forme de poudre à crème à chaud, de fécule de pomme de terre, de maïzena dans un appareil à crème prise dans les appareils à crème prise avec des garnitures susceptibles de rejeter de l'eau en cuisson (exemple des fruits), et/ou dans le cas d'une cuisson prolongée à forte température (cas de la tarte à l'Alsacienne cuite à partir d'un fonds de pâte friable cru).*

**ENERGIE
THERMIQUE
EXTRAITE****GELIFICATION** de l'amidon :

processus survenant au cours du refroidissement, consécutif à la réorganisation des macromolécules d'amylose et d'amylopectine en une structure tridimensionnelle instable.

On assiste à un raffermissement et à une rigidification de l'amidon, conduisant à la formation d'un gel uniforme, provoquant :

- une augmentation simultanée de la viscosité des fabrications fluides et semi-fluides
- la consolidation de la structure rigide de certaines fabrications

Les caractéristiques du gel sont fortement dépendantes du degré de cuisson, du temps de cuisson et du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé.

RELACHEMENT du réseau de gluten au froid :

perte substantielle de l'élasticité, du corps aux pâtes préalablement pétrées pendant les phases de repos au froid (provoquant le relachement des pâtes, ce qui facilite les opérations ultérieures de découpe, façonnage, tourage, ...).

RETROGRADATION (ou recristallisation) de l'amidon

pouvant survenir après un temps de conservation prolongée au froid, provoquant la formation d'un exsudat d'eau (phénomène de synérèse, avec séparation des phases liquide et solide).

La rétrogradation correspond à une phénomène de déstabilisation d'une matrice alimentaire.

A noter la propension de l'amylose à rétrograder plus rapidement (du fait de sa structure linéaire) à la différence de l'amylopectine (qui retient l'eau).

La stabilité du gel après refroidissement est fortement dépendante :

- du temps de conservation : passé 48 heures de conservation au froid (négatif ou positif), la structure est particulièrement instable et selon le rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé, l'amidon rétrograde plus ou moins rapidement. Ce phénomène de rétrogradation s'opère par une scission entre les phases liquide et solide ; laissant s'échapper un exsudat de l'eau de constitution de la fabrication (phénomène de synérèse). Dans d'autres cas (exemple le pain, toutes les fabrications à base de pâte : brioche, savarin, cakes, ...), la rétrogradation s'opère lors d'une conservation prolongée des fabrications, processus accéléré en l'absence de protection enveloppant les fabrications : les produits sèchent progressivement sous l'effet de la vaporisation de son eau de constitution. Le terme de « rassissement » est utilisé pour désigner ce phénomène.
- du rapport amylose / amylopectine de l'amidon utilisé :

L'amylopectine a la capacité d'absorber une grande quantité d'eau à la cuisson, et est en grande partie responsable du gonflement des granules d'amidon.

Les granules d'amidon riches en amylopectine sont plus faciles à dissoudre dans l'eau à 95°C, que ceux qui contiennent beaucoup d'amylose. Les molécules d'amylopectine n'ont pas tendance à recristalliser, et possèdent de ce fait un pouvoir élevé de rétention d'eau, contrairement à celles de l'amylose qui rétrogradent plus

Dans le cas de la crème pâtissière, la gélification de l'amidon survenant au cours du refroidissement élève la viscosité de la crème. Dans le cas de la fabrication de l'appareil à soufflé chaud : si il était d'usage de réaliser des bases de crèmes pâtissières pour appareils à soufflé chaud très épaisses (c'est-à-dire avec une forte quantité d'amidon, de l'ordre de 150 à 200 g au litre), il est courant aujourd'hui de réaliser des bases plus fluides (lier avec 75 g au litre en moyenne), c'est-à-dire avec une quantité d'humidité non liée plus importante, responsable de l'élévation du soufflé en cuisson.

Cas des pâtes levées non fermentées (type pâte à cakes) : la gélification de l'amidon au refroidissement consolide la tenue à la fabrication, et lui apporte une texture.

*Appareil à féculent : riz au lait
Crème d'amande avec amidon*

*Principe d'entreposer au frais les pâtes (friables, liquides, semi-liquides, feuilletées, pâtes fraîches...) pour faciliter les opérations ultérieures (laminage, découpe, ...) et leur cuisson (notamment limiter les phénomènes de rétraction en cuisson des pâtes sèches)
Pâte levées fermentées (pointage, repos entre le façonnage, le boulage...)*

Dans le cas de la fabrication de la crème pâtissière : la texture et la conservation de la crème est fonction de la nature de l'amidon utilisé (c'est-à-dire de son rapport amylose / amylopectine) : les amidons riches en amylopectine sont plus stables en conservation au froid négatif (cas de la farine de blé, des amidons transformés, de la poudre à crème à froid ou à chaud à base d'amidons transformés, ou encore du mélange de 30% maximum d'amidon de maïs et 70% minimum de farine)

L'ajout de matières grasses à la crème pâtissière (comme le beurre dans le cas de crème mousseline, ..., la crème fouettée dans le cas de la crème princesse ou diplomate, ..., la meringue italienne ou française dans le cas de la crème Chiboust), permet de stabiliser la crème pâtissière, et facilite sa conservation au froid négatif dans le cas d'une production en différé..

Autres exemples :

- utilisation en industrie d'amidons transformés ou modifiés pour lier les préparations afin de limiter les risques de rétrogradation de l'amidon et de synérèse. en conservation
- phénomène de rétrogradation observable lors de la conservation de tous les produits à base de pâte (la rétrogradation intervenant comme la principale cause du rassissement des pains par exemple)
- rassissement des brioches dans la fabrication du pain perdu

rapidement. Les solutions d'amylopectine ne rétrogradent pas.

La transformation de l'amidon (« amidon transformé ») modifie par conséquent ses propriétés stabilisantes : l'amidon fixe davantage l'eau, et est stable même après une conservation au froid négatif.

- de la présence ou non de matière grasse :
- sous l'action du froid, la structure des granules d'amidon et d'eau se stabilise par la cristallisation de la matière grasse au froid.

- de la présence ou non de produits fixateurs d'eau (hydrophile), permettant de maintenir une partie de l'eau de constitution des fabrications et freinant par conséquent les phénomènes de rétrogradation de l'amidon et de rassissement dans le cas des pâtes battues (biscuit, génoise, ...), des pâtes levées fermentées (brioche, ...), des pâtes levées non fermentées (cakes, madeleines, ...),

Exemple : quel que soit l'amidon utilisé, une crème pâtissière composée de plus de 200 g de beurre au litre de lait est stable en conservation au froid. Il convient de noter de même que l'ajout de matières (comme le beurre dans le cas de la crème mousseline, ... ; la crème fouettée dans le cas de la crème princesse ou diplomate, ..., la meringue italienne ou française dans le cas de la crème chiboust, ...) permet de stabiliser la crème pâtissière, et facilite sa conservation au froid négatif dans le cas d'une production en différée

Exemple du sucre inverti ajouté en remplacement de 5 à 10% du poids de sucre dans la fabrication de la pâte à cakes
Exemple des agents émulsifiants (E322 lécithine, E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras) fixant une partie de l'eau de constitution de la fabrication en la liant à des globules de matières grasses, Exemple de l'additif alimentaire E420 sorbitol, particulièrement apte à retenir et à stabiliser l'humidité dans les fabrications dans lesquelles il est ajouté (exemple de la pâte à cakes).

SOUS L'ACTION D'UN AGENT MECANIQUE

PETRISSAGE en présence d'eau

DIFFUSION de l'eau entre les particules d'amidon, dissociation progressive des granules sous l'action mécanique du pétrissage avec libération des chaînes d'amylose et d'amylopectine, et cohésion de l'ensemble

FORMATION D'UN RESEAU DE GLUTEN : dans le cas de farine à teneur en protéines

L'action mécanique du pétrissage permet la dispersion des éléments insolubles (notamment les protéines insolubles, exemple des protéines du blé dont la gliadine et de la gluténine) et la constitution progressive du gluten : dépliement, alignement des protéines et formation d'un réseau viscoélastique (gluten) qui englobe les grains d'amidon de la farine, et donne la structure et la résistance aux pâtes levées ou expansées.

En règle générale, plus le pétrissage est intense, plus la mie est fine, régulière, les alvéoles nombreuses et fines participant à donner une texture moelleuse au produit ; à l'inverse, moins il est intense, plus la structure alvéolaire est irrégulière, la mie plus ferme, la pâte moins développée.

La formation de corps à la pâte permet de :

- lui assurer sa tenue lors de son travail (exemple laminage) et à la cuisson
exemple des pâtes à pâtes fraîches
- retenir le développement et l'expansion des bulles de dioxyde de carbone sous l'action de la t°, mais aussi de permettre l'oxygénation des enzymes pendant la fermentation
- donner la structure alvéolée caractéristique à

Principe de fabrication de toutes les pâtes de base de Pâtisserie

Toutes pâtes levées (pâte à brioche, pâte à savarin, ...), et levées feuilletées (utilisation recommandée de farine de Gruau riche en protéines), pâtes à pâtes fraîches
Point sur la technique d'abaisser les pâtons : il faut étaler la pâte systématiquement en carré ou en rond (selon les utilisations) de manière à étirer la pâte équitablement de chaque côté, et éviter toute déformation irrégulière en cuisson.

Sélection de la farine en fonction de la teneur en protéines et dans certains cas du mode de réalisation des pâtes :

- dans le cas de la pâte feuilletée :
soit une farine à teneur faible en protéines pour un feuilletage à mener rapidement (pour limiter la formation d'un réseau de gluten, permettant des opérations de tourage facilitées par la souplesse de la pâte (pâte souple)
soit une farine riche en protéines (dite forte) pour un feuilletage qui doit reposer et être stocké au froid plusieurs jours pour compenser ces temps de repos prolongés
- dans le cas de la pâte à choux :
privilégier une farine à teneur faible en protéines pour obtenir des pièces régulières en cuisson (sans déformation, crevasse ou gonflement exagéré).

certaines pâtes après cuisson par la dénaturation et la coagulation des protéines du gluten

Remarque : de la force boulangère de la farine dépend sa machinabilité ; les contrôles à partir d'échantillons de blé mesurent cette valeur boulangère :

- Test de sédimentation de Zélény : mesure le taux de gluten
- Essai à l'alvéographe de Chopin : mesure la qualité du gluten (évaluation de la force boulangère d'une farine; indice de mesure : W)
- Temps de chute de Hagberg : mesure la présence éventuelle d'enzymes (ex : présence d'amylases dues à la germination des grains sur pied et traduisant de mauvaises conditions de conservation), déterminant la fermentescibilité de la pâte
- Essai de panification : mesure concrète de la valeur boulangère en fabriquant des pains avec la farine à tester

RESSERREMENT du gluten dans le cas de l'utilisation d'additifs (améliorants) de type E300 Acide L-ascorbique ou vitamine C de synthèse

LIMITATION de l'échauffement de la pâte au pétrissage par l'emploi de liquide d'hydratation à une température fraîche (réduction du risque de formation d'un réseau visco-élastique de gluten lors de la fabrication de certaines pâtes)

IMPERMEABILISATION de la matière grasse autour des grains d'amidon, ayant pour effet de limiter l'hydratation des grains d'amidon et permettant :

- un assouplissement de la pâte lors du pétrissage, une

- Cas particulier des pâtes levées fermentées

:

Il faut noter qu'une pâte levée fermentée lors de sa fabrication, et notamment après l'étape du pétrissage, peut être assimilée à une mousse, c'est-à-dire à une dispersion de gaz (sous forme d'air) dans un réseau protéique et dans une phase visqueuse composée principalement d'amidon, de fibres et d'eau.

Temps moyen de pétrissage : 20 mn au total dans le cas d'une pâte à brioche.

La technique du pointage permet :

- aux levures de fermenter ;
- de détendre la pâte (perte d'élasticité)
- de resserrer le gluten, et de rendre la pâte plus imperméable à retenir le gaz carbonique

Point sur le pétrissage d'une pâte :

Ajouter un liquide (technique du bassinage) dans le cas d'une pâte ferme (généralement hydratée à 55-58%) conduisant au risque d'un gluten peu extensible, des difficultés dans la fermentation et un volume de la pâte limitée après cuisson.

Ajouter de la farine (technique du contre frassage) dans le cas d'une pâte molle, sans corps (généralement hydratée à plus de 66%)

- Cas particulier des pâtes battues :

il s'agit d'une dispersion de gaz dans une phase semi fluide composée d'amidon, de fibres, de protéines et d'eau (apportés par les œufs).

- Cas particulier des pâtes fraîches :

utilisation massive de blé dur par les industriels en raison de la teneur riche en protéines du blé dur, de l'ordre de 14%.

NB : à noter l'effet antioxydant de la semoule sur la pâte, et notamment sur le gluten de la pâte, réduisant le risque de formation de points noirs caractéristiques en surface après un temps de conservation prolongé.

- Cas particulier des pâtes levées non fermentées (type pâte à cakes) :

Lors de l'incorporation de la farine en fin d'opération, il est conseillé de l'ajouter délicatement pour éviter de corser la pâte et d'obtenir une mie serrée, non aérée.

Additifs autorisés exclusivement en boulangerie

- Additifs autorisés en pâtisserie :

dans la famille des antioxydants : Acide L-ascorbique E300

Exemple du calcul de la température de coulage en Boulangerie

Principe de réalisation de la détrempe de la pâte feuilletée André Guillot (mélange de matière grasse à bas point de fusion, en pratique sous forme fondue froide ou en pommade pour la

réduction de son élasticité facilitant les opérations de pliage ultérieures.

- un apport de moelleux, de finesse et de friabilité légère à la pâte après cuisson.

ACTION ANTIOXYDANTE du pH (acidité) sur le gluten d'une pâte pétrie (réduction du risque d'oxydation du gluten de la pâte et l'obtention d'une teinte grise dans le cas d'une conservation prolongée de la pâte)

rapidité d'exécution)

Exemple de l'utilisation de vinaigre au cours du pétrissage de la pâte à pâtes fraîches, de la détrempe d'une pâte feuilletée de mise en place (dosage moyen : 0,1 – 0,2% du poids de farine)

2.3 La fiche memento « sel » :

REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
PRODUIT SEL	Définition légale : "Le sel de qualité alimentaire est un produit cristallin se composant principalement de chlorure de sodium (NaCl) (selon la réglementation de Février 2007, teneur supérieure ou égale à 94% de Na Cl sur matière sèche ) provenant exclusivement de marais salants, de gisements souterrains de sel gemme ou de saumures provenant de la dissolution de sel gemme et répondant à des critères de puretés définis"  Eric Kalinowski, INRACQ, Arras – contribution du 30/10/2008, P@Tice	- CRITERES DE FRAICHEUR : notamment le contrôle de la DDM Date de Durabilité minimale - GRANULATION en fonction du mode d'utilisation (sel gros dans un liquide, sel fin dans une fabrication), ou de l'effet recherché (fleur de sel sur un bonbon chocolat au caramel salé) - ORIGINE : Atlantique (Ile de Ré, Noimoutier, Guérande ...), Méditerranée pour une fabrication liée à un terroir particulier - TENEUR en éléments minéraux et oligo-éléments (qualité au détriment de la quantité, avec une mise en valeur de productions à teneur en sel réduite pour tenir compte des maladies liés à une sur-consommation de sel (notamment les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose ...)
SEL GROS	Grains incolores, inodores, solides Granulation de gros à fin	- COUT
SEL FIN		
SEL DE MER GRIS	Grains gris, humides	
FLEUR DE SEL	Cristaux incolores, fins, humides, craquants	
PRODUITS DERIVES Sel de  Johnny Meulewater, contribution du 30 octobre 2008, P@Tice	Sels (fleur de sel,) mélangés à d'autres substances pour apporter des notes aromatiques, colorées, ... aux préparations. <i>Exemple : sel de vin, ...</i>	

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
SEL	Stockage en réserve sèche, à température ambiante Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement, film au contact, ...) pour éviter tout risque de mottage par reprise d'humidité (aptitude de tout produit déshydraté ou à faible niveau d'aw à attirer l'eau environnant).

REPERES EN FABRICATION

COMPOSITION du sel		
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX Chlorure Cl - Sodium Na >ou égal à 94% d' ES	
AUTRES	Additifs (antiagglomérants) Oligoéléments (fluor, iode, fer, manganèse, .. pour le sel de mer gris)	

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	- Peser soigneusement la quantité de sel nécessaire - Prendre la précaution de dissoudre le sel dans tout élément liquide avant de procéder au mélange

LES INTERACTIONS DU SEL, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
	HYGROSCOPICITE du sel, c'est-à-dire sa propension à capter et fixer l'eau environnant, notamment : - l'eau de constitution des matières premières usuelles, participant	Cas des pâtes friables, feuilletées, levées (notamment de la pâte à brioche), des pâtes levées feuilletées, des pâtes liquides

<p>+ EAU</p>	<p>à limiter les développements microbiens au sein des produits</p> <ul style="list-style-type: none"> en se liant à l'eau : effet dépresseur d'aw, c'est-à-dire de diminution de la quantité d'eau libre dans la masse ce qui a pour effet de freiner le développement microbien, et de prolonger la durée de conservation d'une fabrication en favorisant la cohésion des éléments entre eux, permettant de réduire l'oxydation des pâtes (notamment des pâtes levées) au cours de leur pétrissage <p>- l'eau de constitution d'un composé protidique ou lipidique, ce qui a pour effet de provoquer de manière irréversible si le temps de contact est prolongé notamment, leur dessèchement en surface</p> <p>- à noter que cette propriété du sel participe à une hydratation supérieure de la pâte</p> <p>Dans le cas contraire, possibilité de ne pas ajouter de sel dans certaines fabrications pour freiner leur hydratation, et participer selon le cas à accélérer le temps de séchage des pâtes</p> <p>DISSOLUTION croissante en fonction de la température jusqu'à saturation</p> <p>REGULATEUR de l'eau de constitution :</p> <p>L'eau favorise les échanges intra et extra cellulaire, ayant une action spécifique sur le métabolisme des levures pendant les phases de fermentation (régulation de l'activité des levures pendant les phases de fermentation en agissant sur la quantité d'eau libre dans la pâte).</p> <p><i>NB : le sel joue le même rôle que le sucre : sa quantité influe sur la fermentation</i></p>	<p><i>et semi-liquides, la pâte à choux (capacité de maintenir l'humidité dans la pâte par son pouvoir hygroscopique, retardant le dessèchement prématuré)</i></p> <p><i>Application : il est conseillé de ne pas placer en contact direct le sel avec la levure biologique dans le cas de la fabrication de pâtes levées fermentées par exemple, pour éviter de la déshydrater au risque de nuire à ses propriétés fermentescibles.</i></p> <p><i>Exemple de certaines recettes de pâtes à nouilles, des recettes de pâtes chinoises</i></p> <p><i>Dissolution du sel dans l'élément liquide de toutes fabrications de pâtes</i></p> <p><i>Traiteur : Mode de réalisation de saumure</i></p> <p><i>Toutes pâtes levées (pâtes à savarin, brioche, ...) et levées feuilletées (viennoiseries, ...)</i></p> <p><i>Pour les pâtes levées fermentées et levées feuilletées, possibilité de jouer sur la quantité de sel en fonction des saisons : en saison froide, diminuer à 18 g / kg pour accélérer la phase de fermentation, et en saison chaude, augmenter à 22 – 23 g / kg pour la freiner).</i></p>
<p>+ AUTRES</p>	<p>LIQUEFACTION du blanc d'œuf / du jaune d'œuf : agent fluidifiant favorisant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dans le cas du blanc d'œuf le déroulement des protéines du blanc d'œuf (déplissement des protéines) responsables du foisonnement - dans le cas du jaune d'œuf, son mélange avec d'autres ingrédients <p>REGULATEUR DE SAVEURS :</p> <p>Rôle d'exhausteur de goût : synergie du sucre et du sel dans la perception sensorielle, afin de rehausser les saveurs sucrées de Pâtisserie</p> <p>INSOLUBILITE du sel dans la matière grasse (exemple des beurres salés avec cristaux de sel).</p>	<p><i>Ajout de sel dans les blancs montés, la dorure, dans les jaunes d'œufs de l'appareil à biscuit</i></p> <p><i>Composition en sel et en sucre des fabrications de Pâtisserie suivantes : pâtes friables, pâtes liquides, pâtes levées, ...</i></p> <p><i>Doage de sel à 3 g/ litre de lait dans le cas des cuissons de riz au lait</i></p> <p><i>Exemple de l'insolubilité du sel dans l'huile (ce qui explique le mode opératoire de la sauce vinaigrette, avec la dissolution du sel dans l'élément aqueux – souvent le vinaigre, avant l'incorporation de l'huile).</i></p> <p><i>Application : mélange de cristaux de sel (fleur de sel par exemple) à une fabrication base matière grasse pour apporter une sensation perceptible en bouche lors de la dégustation</i></p>
SOUS L'ACTION MECANIQUE		
	<p>AGENT DE COHESION :</p> <p>Participation du sel à la cohésion des divers éléments entrant dans la composition de certaines pâtes, et notamment du gluten, favorisant une meilleure élasticité, une plus grande fermeté de la pâte, et dans certains cas, la formation d'une mie plus alvéolée, fine, souple)</p> <p>AGENT DE FOISONNEMENT des blancs d'œufs :</p>	<p><i>Cas de la fabrication de toutes pâtes friables, pâte à choux, ... pâtes levées fermentées (pâte à pain de mie, pâte à savarin, ...), des pâtes levées feuilletées, ...</i></p>

	action du sel sur le blanc d'œuf en diminuant sa viscosité et en favorisant le déroulement des protéines du blanc d'œuf responsables du foisonnement	<i>Cas des blancs montés dans lesquels une pincée de sel est ajoutée</i> <i><u>NB</u> : en profession, la pratique d'utiliser du sel dans les blancs montés est rare ; si il a une action reconnue sur le foisonnement des blancs, il s'avère que le sel gagne à être aujourd'hui remplacé par des additifs tels des agents acidifiants (crème de tartre E336 par exemple) et épaississants (gomme Guar E412, Gomme de Xanthane E415 par exemple), voire directement par des ovoproduits (complétés en additifs épaississants)</i>
SOUS L'ACTION THERMIQUE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<u>COLORATION</u> du sel sous l'action de la température <u>ELEVATION EBULLIOSCOPIQUE :</u> Propriété du sel en solution d'élever la température d'ébullition de la solution au delà de 100°C (proche de 106°C dans le cas d'une saturation en sel)	<i>Pâtisserie / Traiteur : participation à la coloration des pâtes en cuisson (pâte à choux, pâtes friables, pâtes feuilletées, pâtes levées fermentées ...</i> <i>Dans le cas d'une mauvaise dissolution du sel dans l'élément liquide dans la fabrication de pâtes, le risque est l'apparition de points fortement colorés correspondant à la coloration des grains de sel non dissous dans la pâte.</i> <i>Action du sel dans l'eau de pré-cuisson de certains féculents (pré-gélatinisation) correspondant aux techniques de « Blanchir le riz » ou « Crever le riz » consistant à une fragilisation de l'enveloppe extérieure du grain de riz, avant sa cuisson dans le lait et pour une absorption totale du lait (doser à 20 g de sel / litre de l'eau en général).</i>
ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE	<u>DIMINUTION DU POINT DE SOLIDIFICATION</u> d'une solution en présence de sel : Propriété du sel en solution d'abaisser le point de congélation de la solution en dessous de 0°C.	<i>Pâtisserie, Traiteur : mode de réalisation d'un bain réfrigérant</i>

2.4 La fiche memento « levure biologique » :

REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
LEVURE DE BOULANGER	Levure d'origine biologique (souches de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , levure de bière), composée de micro-organismes unicellulaires, utilisée principalement dans la fermentation panaire.	<p>CRITERES DE FRAICHEUR : contrôle strict des DDM (Date de durabilité minimale), analyse sensorielle de la levure fraîche avant utilisation (notamment la couleur, l'odeur, la texture ...)</p> <p>APTITUDE A L'EMPLOI : en fonction du mode d'utilisation et de la quantité utilisée Cas des levures émiettées et des levures liquides dont la praticité d'utilisation se révèle être un critère important en Industrie alimentaire</p> <p>RYTHME D'APPROVISIONNEMENT et conditions de conservation : choix de la levure sèche dans le cas d'un approvisionnement peu régulier et/ou dans le cas de conservation prolongée</p> <p>MODE DE CONSERVATION des fabrications contenant de la levure : utiliser des levures à humidité intermédiaire surgelée pour des fabrications destinées à une conservation au froid négatif prolongée</p> <p>COÛT : analyse comparative nécessaire</p>
LEVURE FRAICHE	<p>Produit de teinte claire, de couleur blanc crème ou ivoire, odeur douce, pas de saveur acide, de consistance ferme et plastique, de texture friable</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Levure pressée</u> : sous forme de pains de levure (majoritairement utilisée par les professionnels) ▪ <u>Levure emiettée (variante de la levure pressée)</u> : sous forme de fines particules d'écoulement facile, dont l'usage est adapté en Industrie ▪ <u>Levure liquide</u> : principalement utilisée dans les industries alimentaires, présentant l'avantage d'un meilleur dosage, d'une meilleure répartition dans les mélanges pendant la fabrication, et d'une régularité dans l'activité fermentaire 	
LEVURE SECHE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Levure sèche active</u> : sous forme de granules ou sphérules, à réhydrater dans environ 5 fois son poids en eau, à une température moyenne de 35 à 42°C et pendant environ 15 mn ▪ <u>Levure sèche instantanée</u> (particules séchées conditionnées sous vide) à mélanger directement dans les éléments secs comme la farine <i>NB : éviter le contact direct de la levure instantanée avec de l'eau froide</i> <i>Activité fermentaire de la levure instantanée identique à celui de la levure pressée (compte tenu de son état déshydraté, pour remplacer la quantité de levure pressée par de la levure instantanée dans une recette, tenir compte de l'équivalence suivante : 1 g de levure instantanée = 3 à 4 g de levure pressée)</i> ▪ <u>LHIS (Levure à humidité intermédiaire surgelée)</u> : sous forme de vermicelles, présentant l'avantage de maintenir un pouvoir fermentaire pendant au moins 2 ans (conservation à -20°C), utilisée comme la levure sèche instantanée <i>NB : il existe aussi des levures sèches à pouvoir réducteur avec ou sans pouvoir fermentatif (c'est-à-dire avec ou sans ferment), contribuant à donner notamment aux pâtes une forte extensibilité (ils consistent des améliorants de panification).</i> <i>Application : levure sèche à pouvoir réducteur et avec ferment utilisée dans les pâtes à pizzas industrielles</i> 	

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
LEVURE FRAICHE	<p>Stockage en enceinte réfrigérée positive (température comprise entre +3 et +7°C, seuils limites : +3°C - +50°C), utilisation recommandée dans les 10 jours suivant la réception, maximum 3 à 4 semaines</p> <p><u>Conservation possible de la levure fraîche pressée au froid négatif</u> en conservant ses pouvoirs fermentaires après un an de stockage à -18°C Double précaution :</p> <ul style="list-style-type: none"> - procéder par une congélation lente, descente de moins de 1°C par minute environ), - procéder à sa décongélation en froid positif pour une utilisation limitée à 24 h maximum.
LEVURE SECHE	<p>Stockage en réserve sèche, à température ambiante Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement) DDM Date de durabilité Minimale</p>

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
LEVURE BIOLOGIQUE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité de levure nécessaire ▪ Eviter le contact direct de la levure fraîche avec le sel et/ou le sucre pour éviter la fixation de l'eau de constitution de la levure par ces composés fortement hydrophiles, laquelle pourrait nuire aux qualités fermentescibles de la levure ▪ Dès hydratation, utiliser aussitôt

COMPOSITION de la levure pressée			
PHASE ACQUEUSE	EAU 70%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 13,5 % (protéines)		GLUCIDES 12%
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX 2%	FIBRES 1,5% (matières cellulosiques)	VITAMINES B-PP-E

LES INTERACTIONS DE LA LEVURE, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
+ EAU	DILUTION de la levure L'eau constitue l'un des substrats indispensables pour activer la fermentation.	<i>Dilution de la levure fraîche pressée (dans l'eau, le lait, ...) préalablement à son ajout dans les pâtes levées fermentées</i> <i>Principe de fabrication du levain, de la poolish</i> <i>Principe d'utilisation de la levure sèche active (à réhydrater dans environ 5 fois son poids en eau)</i>
+ AUTRES (sel, sucre)	DESHYDRATATION en surface et risque de perte de ses pouvoirs fermentaires au contact direct de sel et/ou de sucre : L'aptitude du sel et du sucre à capter et fixer l'eau environnant (propriété d'hygroscopicité), notamment son eau de constitution dans le cas de la levure fraîche pressée ou emiettée, a pour effet de provoquer de manière irréversible si le temps de contact est prolongé une déshydratation en surface et une perte possible de tout ou partie de ses propriétés fermentescibles.	<i>Application : il est conseillé de ne pas placer en contact direct le sucre et/ou le sel avec la levure biologique (généralement, la levure est préalablement délayée avec un élément liquide, eau ou lait, avant l'incorporation de farine : cas des poolish : pâte levée fermentée sur poolish).</i>
AVEC UN AGENT THERMIQUE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	FERMENTATION : réaction biochimique consistant à libérer de l'énergie à partir d'un substrat organique (glucides présents naturellement dans la farine, sucre ajouté dans les fabrications) sous l'action d'enzymes microbiennes (présentes dans la levure biologique) et à rejeter des produits (notamment sous forme de gaz : dioxyde de carbone et alcool sous forme d'éthanol). En cuisson, l'éthanol s'évapore, seul reste le CO ₂ , responsable du gonflement des pâtes levées fermentées. Les fermentations visent tant les activités en milieu aérobie ou anaérobie des micro-organismes ajoutés ou non dans une pâte levée, que l'activité des enzymes présentes dans le milieu. Il faut faire la distinction faite entre deux modes de vie : <ul style="list-style-type: none"> ▪ en l'absence d'air (anaérobie) : multiplication des levures grâce à l'énergie synthétisée lors de la fermentation des sucres (processus de la fermentation panaière), avec production d'alcool et de dioxyde de carbone. <i>Caractéristiques : activité maximale des levures à 30°C, dégénérescence à partir de 47°C.</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ en présence d'air (aérobie) : respiration des levures et dégradation partielle des sucres en eau et gaz carbonique, notamment au cours du pétrissage des pâtes <i>Caractéristiques : dégagement d'énergie de l'ordre de 20 fois plus importante qu'en milieu anaérobie, phase exponentielle de croissance des levures en rapport avec l'élévation de la</i>	<i>Principe de la fermentation panaière</i> <i>Cas des pâtes levées fermentées, des pâtes levées feuilletées</i> <i>Eviter les températures de pointage des pâtes levées fermentées supérieures à 27°C (suractivité des levures), au risque de provoquer un affaissement de la pâte (rupture du réseau de gluten par un excès de dioxyde de carbone Façonner et d'alcool) et la formation de composés acides et amers dans la pâte.</i> <i>Lors de l'apprêt des pièces façonnées avant cuisson, appliquer les paramètres environnementaux suivants : température de 25 à 27°C, humidité de 75 à 80%.</i> <i>L'opération de « rompre la pâte » dans les pâtes levées fermentées permet notamment de ré-oxygéner la pâte et l'activation d'éventuelles cellules de levure</i>

	<p><i>température</i></p> <p>En outre, les enzymes présentes dans la cellule de levure jouent un rôle capital en Pâtisserie, en Viennoiserie, en Boulangerie : elles présentent de ce point de vue des propriétés fortement complémentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>la maltase</u>, qui agit sur la transformation du maltose en glucose - <u>l'invertase</u>, qui agit sur la transformation du saccharose en glucose et fructose (sucres réducteurs) - <u>la zymase</u>, qui agit sur la transformation du glucose et fructose en dioxyde de carbone et éthanol (gaz de rejet de la fermentation alcoolique). <p>Précision de l'activité des levures dans les pâtes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - au pétrissage : multiplication de la levure en présence de conditions favorables (air, eau, sucres) ; action de la maltase et de l'invertase - au pointage et durant l'apprêt : action de la zymase et gonflement de la pâte (T° idéale : de 20 à 40°C) - à la cuisson : dégagement exponentiel de dioxyde de carbone par les levures sous l'action de la température jusqu'à 50°C, et formation de la structure alvéolée caractéristique. <p>Le dosage de la levure est fonction de la durée du temps de travail et de la température ambiante: de 5 à 40 gr au kg de farine (la quantité maximale est limitée à 50 g au kg de farine, au delà, cela présente un risque de nuire aux cellules de levure elles – mêmes et à leur processus de développement).</p> <p>- FERMENTATION ALCOOLIQUE :</p> <p>La fermentation alcoolique correspond à l'action des levures (du genre Saccharomyces) en milieu anaérobie sur les sucres (glucose, maltose, saccharose) avec production d'alcool (éthanol) et de dioxyde de carbone (CO₂ à 95%)</p> <p>- FERMENTATION LACTIQUE / FERMENTATION ACETIQUE :</p> <p>Cette fermentation correspond à l'action des bactéries lactiques avec production d'acide lactique (bactérie lactique homofermentaire) ou avec production d'acide lactique, d'acide acétique et de gaz carbonique (bactérie lactique hétérofermentaire).</p> <p><i>Précisions apportées sur l'importance de la fermentation acétique dans la fabrication des pains au levain</i>¹³⁸</p> <p>Art. 3 du décret n°93-1074 du 13 septembre 1993 - <i>Peuvent seuls être mis en vente ou vendus sous la dénomination de : "pain au levain" les pains fabriqués à partir du levain défini à l'article 4 ci-après et présentant un potentiel hydrogène (pH) maximal de 4,3 et une teneur en acide acétique endogène de la mie d'au moins 900 parties par million.</i></p> <p>PARTICIPATION :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>à la coloration</u> des fabrications, notamment des pâtes en cuisson, par l'action des enzymes sur les glucides (transformation en sucres réducteurs) - <u>au gonflement</u> des fabrications par l'expansion des bulles de gaz sous l'action de la température, donnant à la pâte sa structure alvéolée caractéristique - <u>au développement des arômes et des saveurs</u>, notamment par les produits secondaires de fermentation 	<p><i>restantes au contact de matières organiques (sucre par exemple) encore à disposition dans la pâte.</i></p> <p><i>La technique du pointage permet :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>aux levures de fermenter (production modérée de gaz carbonique, importante d'alcool sous forme d'éthanol et d'autres composés en faible quantité mais jouant un rôle dans la formation du goût et de l'arôme) ;</i> - <i>de détendre la pâte (perte d'élasticité) ;</i> - <i>de resserrer le gluten, et de rendre la pâte plus imperméable à retenir le dioxyde de carbone.</i> <p><i>Fermentation avec levains (type pains au levain, ...), caractéristique par sa saveur et son arôme complexes développés en panification</i></p>
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p>RALENTISSEMENT de l'activité fermentaire des levures au froid</p>	<p><i>Principe d'entreposer au froid les pâtes levées feuilletées avant leur façonnage</i></p> <p><i>Possibilité d'entreposer au préalable les matières premières (œuf, liquide, farine) en enceinte réfrigérée positive, pour limiter l'échauffement subi par les frotements de la pâte sur la cuve pendant le pétrissage et le risque d'une activation prématurée des levures.</i></p>

¹³⁸ Contribution de M. Eric Kalinowski, Chambre de Métiers et de l'Artisanat d'Arras – 01 janvier 2009

2.5 La fiche memento « autres farines » :

LES REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS
Farine de maïs	Extraite de grains de maïs
Farine de riz	Extraite de grains de riz (forte présence d'amidons)
Farine de seigle Exemple : type 80, 130	Extraite de la céréale seigle
Farine de soja	Farine élaborée à partir des tourteaux (résidus de l'extraction de l'huile de soja)
Farine de sarrasin	Extraite de la céréale sarrasin (ou blé noir)
Mix ou farines composées	Mélange d'amidons et d'additifs divers pour des usages et des fonctions & caractéristiques spécifiques (mix pour : pâtes levées, pâtes sablées, pâtes semi-fluides, pâtes crémees, pâtes à biscuit, ..., crèmes pâtisseries, ...)
Farine de châtaigne,	Extraite du fruit châtaigne
Manioc	Racine tirée d'une sorte d'arbuste localisé dans les régions chaudes d'Afrique et d'Amérique du Sud
Arrow-root	Fécule de rhizomes extraite de plantes tropicales (maranta, manioc et igname)
Fécule de pommes de terre	Amidon extrait de tubercules (pommes de terre)
Maïzena	Extrait de grains de maïs, utilisé comme agent de liaison instantané et en remplacement d'une partie de la farine dans le cas de biscuit ou pâte à texture lourde (exemple d'un biscuit chocolat)
Poudre à crème à froid ou à chaud à base d'amidon transformé	A base d'amidon transformé et d'épaississants et gélifiants (carraghénane, alginate de sodium, farine de caroube, gomme de xanthane)
Poudre à crème à chaud	Composition : Environ 97% d'amidon de maïs + arômes vanilline, éthylvanilline, colorants et parfois de sucre, jaunes d'œufs déshydratés et épaississants autres qu'amidon (carraghénane, farine de caroube, ...)
Amidons transformés	Amidon modifié par traitement acide ou alcalin, l'amidon blanchi, l'amidon physiquement modifié et l'amidon traité au moyen d'enzymes amylolytiques. <i>NB : suite à la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés (exemple avec les maïs), et afin de ne pas créer de confusion dans l'esprit du consommateur ou du professionnel, le terme « amidon modifié » est de plus en plus remplacé par celui « d'amidon transformé ».</i>
Améliorants (autorisés en boulangerie) : Malt et extrait de malt	Le malt et extrait de malt (orge ou blé germé) poudre ou sirop : participation au développement des levures, activation de la fermentation) Amylase : idem malt et extrait de malt Farine de fève : action sur la mie (blanchiment), activateur de la fermentation, améliore le développement des pâtes levées Le gluten : renforce le gluten de la pâte

NB : Arrêté du 13 juillet 1963 (types de farine de blés)

Arrêté du 24 décembre 1963 (types de farine de seigle et de méteil)

CRITERES DE CHOIX	POINTS CLEFS				
TENEUR en amidon (et en amylose et amylopectine)	Céréales / Tubercules Produits	Amidon % de mat.sèche	Amylose % de mat.sèche	Amylopectine % de mat. sèche	Caractéristiques
	Blé	65 - 70	20	80	Viscosité moins élevée que l'amidon de maïs, stable au froid négatif
	Mais	65 - 80	25	75	Viscosité plus stable à des températures élevées (à ébullition)
	Amylomaïs Maïs cireux <i>obtenu par modification génétique</i>	50 - 65	60 - 65	-	Amidon plus apte à stabiliser l'eau, notamment en conservation au froid négatif
	Amidon transformé* Poudre à crème à froid ou à chaud (à base d'amidon transformé)	60 - 70	0	100	Forte utilisation en Industrie agro-alimentaire pour limiter les phénomènes de rétrogradation et de synérèse
	Poudre à crème à chaud	Environ 97% d'amidon de maïs	25	75	Viscosité élevée Stable au froid pendant une durée limitée Non stable au froid négatif (rétrogradation de l'amidon et phénomène de synérèse) sauf dans le cas d'une forte présence de matière grasse (exemple : 200g minimum au litre de lait dans le cas de la crème pâtissière)
	Mélange farine / amidon de maïs (moins de 30% de poudre à crème et plus de 70% de farine)				Stable au froid négatif (pas de phénomène de synérèse)
	Riz	75 - 90	15 - 35	65 - 85	Gel translucide, moins visqueux
	Pommes de terre	60 - 65	23	77	Forte viscosité à température basse (65°C)
	Manioc (tapioca)	80 - 85	20	80	Effet épaississant et nappant Gel translucide, moins visqueux
	<p>qui détermine notamment une stabilité plus grande à la température (exemple de la maïzena utilisée comme agent de liaison instantanée dans le cas de solutions soumis à forte température à la différence de la féculé de pommes de terre), une aptitude à alléger certaines fabrications (notamment dans le cas de la maïzena ou de la féculé de pommes de terre utilisée en remplacement d'une partie de la farine de blé), une très forte viscosité à température basse (exemple de la féculé de pommes de terre dès 65°C)</p> <p><u>L'amylopectine a la capacité d'absorber une grande quantité d'eau à la cuisson, et est en grande partie responsable du gonflement des granules d'amidon.</u></p> <p>Les granules d'amidon riches en amylopectine sont plus faciles à dissoudre dans l'eau à 95°C, que ceux qui contiennent beaucoup d'amylose. Les molécules d'amylopectine n'ont pas tendance à recristalliser, et possèdent de ce fait un pouvoir élevé de rétention d'eau, contrairement à celle de l'amylose. <u>Les solutions d'amylopectine ne rétrogradent pas.</u></p>				
ABSENCE DE PROTEINES	constitutives du gluten				
PUISSANCE AROMATIQUE et de coloration	notamment dans le cas de farine « jaune » (type maïs), de farine « noire » et aromatique (type sarrazin), ...				
ALIMENTATION SPECIFIQUE	cas de la farine de soja réservée aux fabrications dites diététiques, à l'arrow-root recommandée aux personnes allergiques au gluten, ...				
COUT	Voir catalogue fournisseurs				

LES REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
AUTRES FARINES et amidons	<p><u>Protection hermétique</u> (récipient fermé hermétiquement, film au contact, ...) pour éviter tout risque de mottage par reprise d'humidité (aptitude de tout produit déshydraté ou à faible niveau d'aw à attirer l'eau environnant), hors sol.</p> <p><u>Stockage à température ambiante</u></p> <p><u>Approvisionnement régulier</u> (durée d'utilisation limitée) notamment dans le cas de farine à teneur en matière grasse (risque de rancissement) et de farine complète (susceptible de se dégrader plus rapidement).</p>

LES REPERES EN FABRICATION

ESPECES ¹³⁹	eau	Amidon et petits glucides	protéine	lipide	fibre	Minéraux (tx de cendres)
Avoine	13-15	50-54	12-13	5,0 – 6,0	14-15	2,5 – 3,0
Blé tendre	13-15	64-68	10-12	1,7-1,9	5,0-5,5	1,7-1,9
Blé dur	13-15	62-66	13-14	1,8-2,0	5,0-5,5	1,8-2,0
Maïs	13-15	58-62	9-11	5,0-5,5	10-11	1,0-1,1
Orge	13-15	57-63	10-11	2,0-2,5	10-11	2,5-2,7
Riz (cargo)	13-15	70-72	7-8	1,8-2,4	2-3	1,0-1,5
Sarrasin	13-15	57-63	10-11	2,0-2,5	11-12	1,9-2,1
Seigle	13-15	62-66	9-11	1,7-1,8	7-8	1,9-2,1
Quinoa	13-15	56-60	12-14	5,0-7,0	8-10	2,2-2,5

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
Autres farines	Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles). Conserver rigoureusement les étiquetages (traçabilité)
AMIDONS INSTANTANÉES A FROID (féculé de pommes de terre, ...)	Dissoudre au préalable à froid dans la même quantité de liquide

LES INTERACTIONS DES AUTRES FARINES, et de leurs principaux constituants :

AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante

+ EAU	DISSOLUTION A FROID de la maïzena, la féculé de pommes de terre et des amidons pré-gélatinisés type amidon instantané à froid (à la différence de l'amidon de blé)	<i>Exemple de la poudre à crème à froid dans la fabrication de la crème pâtissière à froid.</i>
	INSOLUBILITE A FROID de la farine de seigle, de sarrasin, de riz, ...	
	EMPESAGE A FROID des grains d'amidon Avec le temps, hydratation des grains d'amidon (gonflement), libération progressive des molécules d'amylose et apport de viscosité et de tenue aux fabrications Empesage à froid de l'amidon, permettant de donner la tenue à certaines pâtes sans donner de corps (par l'absence de protéines)	<i>Empesage à froid des grains d'amidon pendant le temps de repos donné aux pâtes liquides et semi-liquides (exemple de la pâte à crêpes au blé noir, ...), des pâtes friables, appareils crévés, pâtes levées non fermentées, ...</i> <i>Dans le cas de féculents riches en amidon (exemple du riz rond), il est conseillé de réhydrater le riz dans l'eau froide un minimum de 20 minutes avant de le blanchir puis de le cuire (cas de la fabrication du riz au lait).</i>

AVEC UN AGENT THERMIQUE

ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<p>IDEM farine de blé :</p> <p>DEXTRINISATION SUBSTRAT des REACTIONS DE MAILLARD :</p> <p>EFFET PROTECTEUR de l'amidon sur les protéines (notamment de l'œuf)</p> <p>GELATINISATION des glucides amidon : processus d'hydratation des grains d'amidon sous l'action de la température et en présence d'eau.</p> <p><u>A noter</u> : la température de gélatinisation est fonction de la nature de l'amidon ainsi que de la taille de ses granules : Amidon de blé : 52 à 64°C, Manioc 52 à 64°C, Pomme de terre 56 à 69°C, Maïs 62 à 74°C, Sorgho 68 à 75°C</p> <p>Dans le cas spécifique des deux agents de liaison suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maïzena : Viscosité plus stable à des températures élevées (notamment à ébullition) - Féculé de pommes de terre : Forte viscosité à 	<p><i>Utilisation du maïs par les industries agro-alimentaires dans la fabrication de : préparations instantanées (par sa solubilité à froid), sucres industriels dits fonctionnels (sucre inverti, ...)</i></p> <p><i>Recours à la maïzena comme agent de liaison instantanée principalement dans le cas de solutions soumis à forte température</i></p> <p><i>Utilisation de la maïzena pour lier : des fonds, des sauces, .. crème pâtissière, ... mais aussi dans le cas de biscuit ou de pâte à base de matières susceptibles d'apporter de la lourdeur</i></p>
----------------------------------	--	--

¹³⁹ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 2(Technologie des produits alimentaires), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 140

température basse (65°C), effet épaississant et nappant

IDEM farine de blé :

CONDUCTION limitée de la température au cœur d'un empois d'amidon

SOLIDIFICATION par gélatinisation de l'amidon au contact de la chaleur, formant une structure rigide à certaines fabrications

au produit final : exemple du biscuit au chocolat, de la génoise au chocolat (remplacement d'une partie de la farine par de la maïzena ou de la féculé de pommes de terre)

Utilisation de la féculé de pomme de terre comme agent de liaison instantané utilisé en cuisine pour lier sauces, fonds (risque : blanchiment de la solution, viscosité élevée à température basse)

Utilisation de la crème de riz comme agent de liaison dans le cas de crèmes, sauces, potages (bisques, ...) ; possibilité d'être utilisé pour limiter le corps de certaines pâtes et appareils

1. Produit utilisé en pâtisserie pour alléger certaines pâtes de base (principe : compenser une partie de la farine par un apport de féculé de pommes de terre).

Principe de réalisation des gelées modernes (dessert à l'assiette)

Utilisation de la farine de sarrazin dans le cas de préparations régionales (Normandie, Bretagne, ...) pour sa couleur et son goût caractéristique : exemple Galettes de blé noir, ...

Utilisation de la poudre à crème à chaud dans la réalisation de la crème pâtissière. Dans la fabrication d'appareils à soufflé chaud, il est d'usage de lier les crèmes pâtissières à 75 g de poudre à crème à chaud par litre en moyenne, pour obtenir des empois plus fluides, et favoriser le gonflement du soufflé en cuisson. Utilisation possible de poudre à crème à chaud, de féculé de pomme de terre, de maïzena dans les appareils à crème prise avec des garnitures susceptibles de rejeter de l'eau en cuisson (exemple des fruits), et/ou dans le cas d'une cuisson prolongée à forte température (cas de la tarte à l'Alsacienne cuite à partir d'un fonds de pâte friable cru).

Dans le cas de féculents riches en amidon (exemple du riz rond), le temps de blanchiment du riz préalable à sa cuisson au lait (dans la fabrication du riz au lait) peut être modulé en fonction du résultat attendu :

- *temps réduit à 1 mn d'ébullition : cela limite l'absorption d'eau par les grains de riz et optimise par contre l'absorption de lait en cuisson, donnant à l'appareil plus de fermeté (cas des appareils à croquettes, du riz moulu, ...) ;*
- *temps prolongé jusqu'à 5 mn maximum : cela permet aux grains de riz de ne pas absorber en totalité la quantité de lait en cuisson, donnant à l'appareil plus de souplesse (cas de riz au lait dressé au verre, ...)*

**ENERGIE
THERMIQUE
EXTRAITE**

GELIFICATION

Idem Farine de blé

RETROGRADATION

Cas du riz rond, féculent riche en amidon, lequel gélifie au froid et raffermi la masse.

EFFET DE SYNERESE

AVEC UN AGENT MECANIQUE

DIFFUSION de l'eau entre les particules d'amidon, dissociation progressive des granules sous l'action mécanique du pétrissage avec libération des chaînes d'amylose et d'amylopectine, et cohésion de l'ensemble

**Essentiellement dans le cas de la farine de seigle :
FORMATION D'UN RESEAU DE GLUTEN :**

Technique en Panification de recours pour tout ou partie de farine de seigle dans la fabrication de la pâte à pains

Dans le cas des autres amidons :

LIMITATION de la formation d'un réseau de gluten, en procédant par le remplacement d'une partie de la farine par :

- de la fécule de pomme de terre à hauteur de 30 à 50% du poids de la farine
- des farines déprotéinées, voire des farines spéciales en remplacement d'une partie de la farine : farine de maïs, farine de châtaigne, ...

pour alléger les fabrications et apporter selon le cas une saveur particulière aux pâtes

*Cas des gâteaux, biscuits, ... à texture lourde (exemple des biscuits ou gâteaux chocolat, ...)
Cas des pâtes levées non fermentées (type cakes)*

2.6 La fiche memento « lait et produits issus du lait » :

REPERES A L'ACHAT

NB : Définition légale du lait (1909) : « Le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière en parfaite santé ». Décret du 25 Mars 1924 : dénomination « lait » employée seule s'applique au lait de vache. Mention de la femelle laitière spécifique dans le cas contraire

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX	
LAIT NON TRAITE thermiquement			
LAIT CRU	Particulièrement réglementé en raison des risques présentés par une absence totale de traitement, excepté la réfrigération	<p>- CRITERE DE FRAICHEUR : notamment dans le cas des laits UHT (contrôle de la DDM Date de Durabilité Minimale), du lait cru (DLC), analyse sensorielle systématique avant utilisation (contrôle notamment de l'odeur, la couleur, la fluidité et l'homogénéité, ...)</p> <p>- SIGNES OFFICIELS DE QUALITE dans le cas de l'utilisation de lait non traité thermiquement voire pasteurisé</p> <p>- MODE DE TRAITEMENT THERMIQUE déterminant : sa richesse nutritionnelle et sa saveur (dans le cas d'un lait cru, micro filtré voire pasteurisé), sa puissance aromatique, sa durée et son mode de conservation</p> <p>- AFFICHAGE : respect de la réglementation en vigueur (notamment la présence d'allergènes provenant de produits laitiers pour la vente de glace en bacs par exemple)</p> <p>- TENEUR EN EXTRAIT SEC : notamment dans le cas du lait en poudre et du lait concentré (dont l'ESDL : extrait sec dégraissé du lait), utile pour corriger la stabilité d'une fabrication en conservation</p> <p>- TENEUR EN MATIERE GRASSE : soit un lait entier (teneur moyenne 3,6%), un lait demi – écrémé (teneur moyenne 1,5 à 1,8%), ou un lait écrémé (teneur moyenne inférieure à 0,3%), qui détermine la richesse aromatique mais aussi sa durée de conservation (en raison du risque de rancissement des matières grasses en conservation, notamment dans le cas de lait entier ou demi-écrémé en poudre)</p> <p>1. - REGLEMENTATION : le Code des Pratiques Loyales des Glaces Alimentaires précise l'origine des protéines utilisées :</p> <p>2. <i>protéines laitières</i> : toutes les protéines du lait (caséine, caséinate et protéines du petit lait et du lactosérum) et leurs mélanges</p> <p><i>protéines non laitières</i> : protéines végétales, protéines d'œufs et gélatine et leurs mélanges</p> <p>- RICHESSSE NUTRITIONNELLE : exemple de la teneur du lait en près de 500 acides gras différents, dont des acides gras essentiels (nombre de combinaison possibles de triglycérides supérieure à plusieurs milliers), de sa teneur en éléments minéraux, en vitamines</p> <p>- COUT : étude comparative nécessaire</p>	
LAIT MICRO FILTRE	Microfiltration permettant d'éliminer du lait les microorganismes à des températures basses (de l'ordre de 50°C)		
LAIT TRAITE thermiquement			
LAIT PASTEURISE	Traitement thermique permettant d'éliminer tous les microorganismes pathogènes - pasteurisation haute - flash pasteurisation		
LAIT STERILISE	Traitement thermique permettant d'éliminer tous les microorganismes Préstérilisation, refroidissement, embouteillage et stérilisation		
LAIT UHT (ULTRA HAUTE TEMPERATURE)	Traitement thermique permettant d'éliminer tous les microorganismes		
LAIT CONCENTRE	<u>Lait concentré non sucré</u> : Pasteurisation à très haute température, concentration sous vide partiel, homogénéisation et refroidissement avant stérilisation par autoclavage <u>Lait concentré sucré</u> : Pasteurisation à très haute température, additionné d'un sirop de sucre stérile, concentration, refroidissement		
LAIT EN POWDRE	Lait traité thermiquement, concentré sous vide et séché par pulvérisation ou sur cylindres chauffants		

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
Lait cru	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, 24 heures après la traite (DLC limitée à 24 heures après ouverture, ébullition préalable avant utilisation)
Lait micro-filtré	Stockage en réserve sèche, à température ambiante, DLC 21 jours
Lait pasteurisé	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, DLC de 7 jours (et de 24 heures après ouverture)
Lait stérilisé	Stockage en réserve sèche, à une température inférieure à 18°C, DLC de 150 jours

	(90 jours pour un lait stérilisé UHT), DLC après ouverture limitée à 48 heures à +2 - +4°C
Lait concentré	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, DDM de 12 à 18 mois, DLC de 48 heures après ouverture.
Lait en poudre	Stockage en réserve sèche, à une température inférieure à 18°C, DDM de 12 à 18 mois, DLC après ouverture limitée à 10 jours (lait entier) – 15 jours (demi – écrémé) – 25 jours (écrémé).

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
LAIT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) ▪ Fermer hermétiquement les récipients après utilisation et utiliser rapidement (respecter les durées de stockage réglementaires après ouverture) ▪ Dans la mesure du possible, adapter les recettes à la quantité de chaque conditionnement pour éviter tout reste de produit laitier ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Pour des fabrications sensibles ou destinées à une conservation, procéder à une pasteurisation complète ▪ Peser soigneusement la quantité de produit laitier nécessaire

Système colloïdal, dans lequel se trouve trois phases :

- **une émulsion** de type H/E (Huile dans Eau) : gouttelettes de matière grasse (dans lesquelles se trouvent des molécules aromatiques) enrobée de micelles de protéines
- **une suspension** de la caséine sous forme de micelles dispersées dans la phase aqueuse ou lactosérum
- **une phase aqueuse** dans laquelle sont dissous des vitamines, des sucres tels le lactose, des sels minéraux, des protéines

PHASE ACQUEUSE	EAU (dans laquelle se trouvent dispersés ou solubilisés les autres constituants alimentaires) 87%				
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTEINES 3,2 à 3,5%, dont 80% sont formés par les caséines, complexe protéinique instable sous l'action acide (ferments lactiques) et/ou enzymatique, et 20% par les protéines du lactosérum, solubles (lactoglobuline, lactalbumine, ...), complexe protéinique instable à la chaleur	LIPIDES 3,3 à 4,7% à forte majorité composé de triglycérides (>95%) Types d'acides gras : Acides gras saturés (65 à 73%), acides gras mono-insaturés (25 à 30%), acides gras poly-insaturés (2 à 5%)	GLUCIDES 4,8 à 5% (dont majoritairement le lactose)		
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX environ 0,9% calcium, phosphore, citrate, potassium, chlorure, sodium, magnésium		VITAMINES Hydrosolubles (Vitamine C antiscorbutique, PP antipellagreuse, B2 nécessaire à l'équilibre nerveux à des concentrations diverses suivant l'alimentation des animaux, ...)		
AUTRES	Pigments, gaz dissous				
EXTRAIT SEC	PRODUIT	% MG	% ESDL	% EAU	% Extrait sec
	Lait entier	3,6	8,4	88	12
	Lait écrémé	0	9,2	91	9,3
	Poudre de lait à 0% MG	1	96	4	97
	Poudre de lait à 26% MG	26	71	3	97

LES INTERACTIONS DU LAIT, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)	
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
+ EAU	<p>HYDRATATION (ou plutôt réhydratation) de la poudre de lait (en trois étapes : solubilité, dispersibilité, et mouillabilité correspondant à l'aptitude de la poudre au gonflement).</p> <p><i>Principe de réhydratation de la poudre de lait en remplacement de lait à l'état liquide.</i></p>
+ AUTRES	<p>SOLVANT des glucides sucres, des protéines solubles présentes dans le lactosérum du lait dont la lactoglobuline, la lactalbumine, l'immunoglobuline, ...</p> <p><i>Principe de dissolution du sucre dans la fabrication de la crème anglaise, de l'appareil à crème prise, des pâtes à bombe, ...</i></p> <p>, ...</p> <p>RÉGULATEUR DE SAVEURS : notamment en raison de sa teneur en matière grasse</p> <p><i>Cas de toutes les fabrications à base de lait, et notamment les crèmes</i></p> <p>HYDRATATION : participation à la cohésion des divers éléments constitutifs d'une fabrication</p> <p><i>Hydratation au lait des pâtes friables : la quantité de liquide est limitée à 200 grammes par kg de farine pour une pâte sucrée ; au-delà, la pâte perd de sa friabilité). La quantité de liquide venant en déduction de celles des œufs à utiliser</i></p> <p>apport de fluidité à une fabrication</p> <p><i>Cas de la crème anglaise</i></p> <p>apport de moelleux</p> <p><i>Cas de la réhydratation du pain perdu, des biscuits pour pudding, ...</i></p> <p>mise au point de certaines fabrications</p> <p><i>Cas de l'ajout de lait en finition de la fabrication de la pâte à choux, pour mettre au point sa texture avant de la coucher.</i></p> <p>hydratation des grains d'amidon (empesage à froid ou à chaud en fonction de la température du liquide) provoquant l'augmentation de la viscosité de l'appareil</p> <p><i>Cas des pâtes liquides et semi liquides</i></p> <p>HYDRATATION de la levure biologique et activation des phénomènes de fermentation (substrat par sa teneur en eau des activités de fermentation)</p> <p><i>Technique de pré-mélange de la levure pressée fraîche dans la fabrication de la pâte levée fermentée, la pâte levée feuilletée, ...</i></p> <p>SUBSTRAT des ferments, utilisés pour transformer le lactose du lait en acide lactique et permettre le caillage du lait</p> <p><i>Applications dans l'industrie laitière (fabrication des laits caillés, des fromages...)</i></p> <p>EMPESAGE A FROID des grains d'amidon au contact d'un produit laitier (lait)</p> <p><i>Technique de fabrication de la pâte liquide ou semi-liquides (type pâte à crêpes).</i></p>
SOUS L'ACTION DE L'AIR	
+ OXYGENE	<p>OXYDATION, correspondant au phénomène de dégradation chimique (rancissement) résultant de l'action de l'air (l'oxygène en l'occurrence) sur des composés, notamment de type acide gras (notamment les acides gras polyinsaturés) réduisant leur temps de conservation</p> <p><i>Application sur la poudre de lait avec une durée de conservation très limitée</i></p> <p>L'oxydation a pour effet de diminuer la valeur nutritionnelle du produit (diminution de la teneur en acides gras polyinsaturés ou de vitamines antioxydantes), ainsi que sa valeur organoleptique (dont un dégagement de composés volatils à odeur de rance), et par conséquent sa durée de conservation.</p> <p><i>A noter l'oxydation désirée dans le cas de l'affinage de certains fromages par exemple</i></p>
SOUS L'ACTION DU TEMPS EN CONSERVATION	<p>INSTABILITE de la matière, tenant à sa composition, notamment en enzymes et en micro-organismes</p> <p><i>Technique de conservation du lait</i></p> <p>CREMAGE, accentué par deux phénomènes naturels et simultanés :</p> <p><i>Phénomène observable sur du lait cru</i></p>

- la floculation (agglutination des globules gras natifs)
- et la coalescence des matières grasses constitutives du lait en surface par différence de densité

après la traite, non observable sur les laits traités thermiquement

SOUS L'ACTION DU pH

GELIFICATION ACIDE

PRECIPITATION des protéines en suspension dans la phase aqueuse du lait, à pH acide

Cas de la **FERMENTATION LACTIQUE** : action des bactéries lactiques avec production d'acide lactique (bactérie lactique homofermentaire) ou avec productions d'acide lactique, d'acide acétique et du gaz carbonique (bactérie lactique hétérofermentaire).

Description du phénomène : précipitation de la caséine (protéine majoritaire du lait, instable sous l'action acide et/ou enzymatique) à pH 4,6, par ajout de ferments lactiques (acidification biologique), transformant le lactose en acide lactique ou d'autres substance : CO₂, ... (acidification chimique), avec formation d'un gel. A partir d'un pH < 4,6 (à 20°C), on assiste à l'annulation de la charge naturellement négative des molécules de caséine conduisant à l'absence de répulsion électrostatique et d'attraction, et conduisant à la précipitation de la caséine.

Cas d'une acidification lente (par l'ajout de ferments lactiques acidifiant le milieu) : réarrangement des micelles de caséines pouvant conduire à la formation d'un gel homogène sur l'ensemble du lait

A NOTER l'action similaire du chlorure de calcium sur les charges électrostatiques des molécules de caséine, provoquant leur floculation.

Dans le cas de la fabrication de crème anglaise ou de la crème pâtissière aux fruits, rassembler le lait ou la crème et le jus de fruits juste avant la cuisson puis porter à ébullition pour éviter le contact prolongé du produit avec l'acidité du fruit et le risque de dénaturation de la caséine (dissociation du lait ou de la crème liquide avec formation d'un précipité de protéines). Autres exemples : floculation du lait en présence de caramel (substance à pH acide), floculation du court-bouillon au lait (avec ajout de citron), ...

Dans la fabrication de la sauce caramel, et pour limiter le risque de dénaturation des protéines de la crème au contact du caramel (à pH acide), il est conseillé de décuire le caramel avec de l'eau. Dans le cas de recettes comportant du beurre, décuire le sucre au caramel avec le beurre puis la crème.

Fermentation lactique : base de la production de yaourts, laits fermentés, fromages, ...

Exemple : caillé de camembert par ajout d'acide et d'enzymes, à la différence d'un caillé d'emmental essentiellement réalisé à partir d'un ajout d'enzymes.

Fabrication de Yaourt :

Selon l'Union Européenne : Produit résultant d'un lait fermenté à partir de deux bactéries spécifiques (Lactobacillus bulgaricus, Streptococcus thermophilus). A savoir que l'utilisation de nouvelles bactéries comme le Bacillus bifidus communis, Bifidobacterium longum et bifidum, Lactobacillus acidophilus,n'ouvrent pas le droit à l'appellation Yaourt.

Le procédé de fabrication comprend :

- Standardisation du lait
- Pasteurisation
- Homogénéisation
- Ajout éventuel de poudre de lait (agent correctif de texture)
- Refroidissement à 42°C et ensemencement à partir de :
 - Lactobacillus bulgaricus (apport d'acidité)
 - Streptococcus thermophilus (apport d'arôme)
 - Conditionnement en pot (Yaourt ferme), ou en vrac (Yaourt brassé), ou liquide (par malaxage dans des cuves avant conditionnement

GELIFICATION ENZYMATIQUE

PRECIPITATION de la caséine par ajout d'enzyme protéolytique : gélification enzymatique de la caséine, protéine en suspension dans la phase aqueuse du lait, au contact d'une enzyme : exemple de la chymosine, enzyme constituée d'un mélange de chymosine et de pepsine, extraite de la caillette du veau (enzyme

Applications : fabrication du fromage par précipitation de la caséine, floculation de la caséine et de la matière grasse et séparation entre : le caillé et le lactosérum (ou petit lait) ; obtention de caillé présure

	du suc gastrique sécrété par le quatrième estomac de jeunes ruminants), ou synthétisée (obtenue par fermentation industrielle d'origine microbienne, extraite particulièrement de moisissures).	(pour pâte dure et pâte pressée cuite). Autre exemple du « caille-lait », qui correspond à la pratique de mettre en contact du lait frais avec des végétaux (comme le foin d'un artichaut) pour permettre à la caséine de se dénaturer et former un caillé particulier.
GELIFICATION MIXTE	Précipitation de la caséine résultant de l'action conjuguée de la présure et de l'acidification	Caillé mixte à dominante lactique : fromage à pâte molle Caillé mixte à dominante présure : pâte pressée non cuite, ...
SOUS L'ACTION DE LA TEMPERATURE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<p>DENATURATION - GELIFICATION de certaines protéines comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - certaines protéines solubles du lactosérum (notamment la lactoglobuline, la lactalbumine, l'immunoglobuline... ; exemple : la lactalbumine à partir de 70°C) formant la peau du lait <p>Coagulation sous l'action de la chaleur à partir de 80°C L'ajout de sucre dans le lait freine l'agglomération des particules coagulées de lait au fond du récipient, limitant ainsi les points d'accrocs.</p> <p>DESTRUCTION :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des micro-organismes pathogènes par pasteurisation, tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles - de tous les micro-organismes à par stérilisation, traitement ayant une incidence sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit <p>VAPORISATION de l'eau de constitution du lait, permettant l'augmentation du volume de certaines fabrications en cuisson, par la formation de gaz (vapeur d'eau) et leur dilatation.</p> <p>COLORATION des fabrications à base de lait en raison de leur teneur en glucide sucre (lactose) et en matière grasse</p> <p>EMPESAGE A CHAUD des grains d'amidon au contact du lait chauffé</p> <p>DESHYDRATATION : Dessiccation industrielle (action d'une chaleur sèche produite industriellement sur les matières premières) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit par séchage en film sur cylindres chauffants (procédé « Hatmaker »), - soit par atomisation en atmosphère d'air surchauffé (procédé « Spray »), technique donnant une qualité supérieure du produit fini (organoleptique, physico-chimique) 	<p>Phénomène de débordement du lait en cuisson (la pratique de sucrer légèrement le lait diminue la formation de la peau en surface)</p> <p>Traitement thermique appliqué aux crèmes : anglaise, pâtissière, ... GBPH : porter obligatoirement le lait cru à ébullition avant toute utilisation.</p> <p>Conservation prolongée des fabrications à base de lait stérilisé</p> <p>Principe de gonflement des appareils à soufflé, de la pâte à choux Dans le cas de la fabrication de la pâte à choux, il est conseillé de ne pas prolonger l'ébullition au risque de modifier les proportions liquide / panade, nécessitant alors un rajout d'œufs pour mettre au point la consistance de la pâte à choux.</p> <p>Cas de la pâte levée fermentée (type pâte à brioche), ... L'utilisation exclusive de lait dans une pâte à choux donne une pâte lourde, qui développe peu et colore excessivement en cuisson ; la technique est réservée aux fritures (pets de nonne, pomme dauphine ...), et aux pochés (gnocchi à la parisienne, ...). Prendre la précaution de diminuer la quantité de sucre ajoutée.</p> <p>Technique de la pâte à choux à l'eau et au lait, ou exclusivement au lait</p> <p>Applications : lait en poudre Épaississement de la crème anglaise au froid lors de l'étape de maturation</p>
ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE	CRISTALLISATION de la matière grasse au froid, provoquant une augmentation de la viscosité	

+ PRESSION	<p>LYOPHILISATION : procédé de conservation permettant la déshydratation sous vide et à basse température d'un produit préalablement congelé.</p> <p>Procédé de fabrication décomposé en trois étapes : Surgélation à -40°C, broyage puis dessiccation primaire (par sublimation de l'eau) en plaçant le produit à une température brusque élevée et à pression réduite, dessiccation secondaire (par évaporation des traces résiduelles d'eau).</p>	<p><i>Elévation de la viscosité de la crème pâtissière, de l'appareil à crème prise, ... au froid</i></p> <p><i>Cas des produits laitiers lyophilisés</i></p>
SOUS L'ACTION DE LA PRESSION PRESSURISATION	<p>DISPERSION des globules de matière grasse : Principe de l'homogénéisateur (qui agit dans le lait sur les globules gras en réduisant leur diamètre et en dispersant de manière homogène les particules de matière grasse dans l'eau) pour assurer la stabilité physique de l'émulsion et diminuer la vitesse de crémage.</p>	<p><i>Illustration du rôle de l'homogénéisateur à hautes pressions : passage du lait à travers une série de petits orifices sous haute pression, permettant une diminution par 5 de la taille de ses globules gras ; processus appliqué au lait avant traitements thermiques).</i></p>
SOUS L'ACTION MECANIQUE BATTAGE	<p>PARTICIPATION AU VOLUME des fabrications foisonnées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par sa teneur en eau : plus l'apport d'eau est important (sous forme de lait, de crème, ..), plus le foisonnement sera important et les fabrications légères et aérées. - par sa teneur en matière grasse 	<p><i>Cas des pâtes à bombes au lait</i></p> <p><i>Cas de l'utilisation de lait entier dans la fabrication de pâte à bombe au lait ou légère</i></p>

Selon le décret de mars 1924 : Dénomination « crème » réservée au lait contenant au moins 30 g de matière grasse provenant exclusivement du lait pour 100g de poids total (la dénomination « crème légère » est réservée au produit renfermant moins de 30% mais au moins 12% de matières grasses).

REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
CREME CRUE	Aucun traitement thermique, excepté une réfrigération Uniquement un écrémage spontané ou mécanique Teneur en matière grasse supérieure aux produits pasteurisés. Mention crue est obligatoire sur l'étiquetage.	- CRITERE DE FRAICHEUR : notamment dans le cas des crèmes UHT (contrôle de la DDM Date de Durabilité Minimale), de la crème crue (DLC), analyse sensorielle systématique avant utilisation (contrôle notamment de l'odeur, la couleur, la fluidité et l'homogénéité, ...)
CREME FRAICHE LIQUIDE ou fleurette 35 / 40% de matière grasse	Pasteurisée. Liquide et douce. Bon taux de foisonnement. Commercialisée sous l'appellation « crème fleurette » pour les professionnels	- SIGNES OFFICIELS DE QUALITE dans le cas de l'utilisation de crème non traité thermiquement voire pasteurisée exemple de la crème d'Isigny en Normandie (AOC), de la crème fraîche fluide d'Alsace (IGP, label rouge)
CREME FRAICHE EPAISSE , double ou maturée	Pasteurisée, épaisse et acide (par ensemencement avec des ferments lactiques et après un temps de maturation, provoquant un épaississement, le développement d'arômes type diacéthyle et une légère acidification) ; non adapté au foisonnement.	- MODE DE TRAITEMENT THERMIQUE déterminant : sa richesse nutritionnelle et sa saveur (dans le cas d'une crème crue voire pasteurisée), sa puissance aromatique, sa durée et son mode de conservation
CREME STERILISEE LIQUIDE / UHT liquide	Stérilisation ou Stérilisation à Ultra-haute température, bon taux de foisonnement en raison de leur teneur en additifs de type agent épaississant : alginate E401 – E403 et/ou agent gélifiant : carraghenane E407).	- REGLEMENTATION : interdiction d'utiliser de la crème crue dans la fabrication de la crème Chantilly en raison de son extrême fragilité et des risques en termes d'hygiène (GBPH); l'emploi de crème stérilisée ne donne pas droit à l'appellation « crème fraîche » (Dénomination « crème fraîche » réservée exclusivement à la crème crue ou pasteurisée) ; l'utilisation de préparations à base de matière grasse végétales est autorisée sans mention de terme « crème »
CREME SOUS PRESSION	Pasteurisation ou stérilisation avant une mise sous pression	1. <i>Le Code des Pratiques Loyales des Glaces Alimentaires précise l'origine des protéines utilisées :</i> 2. <i>protéines laitières : toutes les protéines du lait (caséine, caséinate et protéines du petit lait et du lactosérum) et leurs mélanges</i>
HORS CLASSIFICATION Préparations à base de matières grasses végétales	Substance composée de matières grasses végétales ou de mélange crème et végétal, additionnée d'additifs divers dont : des agents de foisonnement. Matière sans saveur particulière	protéines non laitières : protéines végétales, protéines d'œufs et gélatine et leurs mélanges - SAVEUR : notamment acide dans le cas d'une crème épaisse - PROPRIETES TECHNOLOGIQUES : dont l'aptitude au foisonnement - COUT : analyse comparative nécessaire

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
Crème crue	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, DLC de 7 jours (et de 24 heures après ouverture)
Crème fraîche liquide ou fleurette	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, DLC de 15 à 30 jours (et de 24 heures après ouverture)
Crème fraîche épaisse, double ou maturée	Stockage en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C, DLC de 30 jours (et de 48 heures après ouverture)
Crème stérilisée liquide / UHT liquide	Stockage en réserve sèche, à une température inférieure à 18°C, DDM de 8 mois (de 4 mois pour la crème stérilisée UHT), et de 48 heures après ouverture
Crème sous pression	Stockage soit en enceinte réfrigérée positive +2 - +4°C avec un DLC de 5 jours dans le cas de la crème pasteurisée, soit en réserve sèche à température ambiante pendant plusieurs mois.

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les récipients après utilisation et utiliser rapidement (respecter les durées de stockage réglementaires après ouverture) ▪ Dans la mesure du possible, adapter les recettes à la quantité de chaque conditionnement pour éviter tout reste de produit laitier ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Pour des fabrications sensibles ou destinées à une conservation, procéder à une pasteurisation complète

COMPOSITION

Système colloïdal, dans lequel se trouve trois phases :

- **une émulsion** de type H/E (Huile dans Eau) : gouttelettes de matière grasse (dans lesquelles se trouvent des molécules aromatiques) enrobée de micelles de protéines
- une **suspension** de la caséine sous forme de micelles dispersées dans la phase aqueuse ou lactosérum
- une **phase aqueuse** dans laquelle sont dissous des vitamines, des sucres tels le lactose, des sels minéraux, des protéines

PHASE ACQUEUSE	EAU 60%				
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 1 à 2% (dont caséine)	LIPIDES 35 à 38%	GLUCIDES 2 à 3% (majoritairement du lactose)		
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX	FIBRES	VITAMINES Liposolubles (A, D, E, K)		
EXTRAIT SEC	PRODUIT	% MG	% ESDL	% EAU	% Extrait sec
	Crème de lait 30% MG	30	6,4	63,5	36,5
	Crème de lait 35%MG	35	6,0	59	41
	Crème de lait 40%MG	40	5,5	54,5	45,5

LES INTERACTIONS DE LA CREME, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
+ EAU	HYDRATATION Apport de fluidité à la crème par apport d'eau	<i>En pratique, il est d'usage de détendre la crème épaisse avec 10% de lait.</i>
+ AUTRES	SOLVANT des glucides sucrés, du sel, . , ...	<i>Principe de dissolution du sucre dans la fabrication de la crème anglaise (à la crème liquide), ...</i>
	HYDRATATION : participation à la cohésion des divers éléments constitutifs d'une fabrication	<i>Ajout de sucre semoule en début de fabrication de la crème fouettée pour faciliter sa dissolution, ou ajout de sucre à granulation très fine (sucre glace) en fin d'opération</i>
	apport de moelleux	<i>Hydratation à la crème de certaines pâtes friables</i>
	mise au point de certaines fabrications	<i>Cas de la réhydratation du pain perdu, des biscuits pour pudding, ... à la crème</i>
	REGULATEUR DE SAVEURS : notamment en raison de sa teneur en matière grasse <i>NB : apport possible d'une légère acidité aux fabrications par l'utilisation de crème épaisse.</i>	<i>Cas de l'ajout de crème en finition de la fabrication de la pâte à choux (à la crème), pour mettre au point sa texture avant de la coucher.</i>
	FERMENTATION par ensemencement avec des bactéries lactiques (ajout de streptocoques (bactéries lactiques) capables de provoquer la fermentation du lactose et des ions citrate), provoquant la maturation de la crème, et la formation de diacétyle (développement de la saveur caractéristique du beurre)	<i>Cas de toutes les fabrications à base de crème, et notamment les crèmes type : crème anglaise, crème pâtissière, ...</i>
		<i>Exemple de la maturation biologique de la crème dans la fabrication du beurre : ensemencement et maturation (durée moyenne 15 heures)</i>
SOUS L'ACTION DE L'AIR		
+ OXYGENE	<i>Idem lait</i> OXYDATION	<i>Conservation limitée des crèmes en raison de leur instabilité et de leur teneur en matière grasse.</i>
SOUS L'ACTION DU pH		
GELIFICATION ACIDE	<i>Idem lait</i> PRECIPITATION des protéines en suspension dans la phase aqueuse du lait, à pH acide	<i>Application : la floculation de la crème en présence de caramel (substance à pH acide) dans le cas de la fabrication de la sauce caramel</i>
SOUS L'ACTION DE LA TEMPERATURE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<i>Idem Lait</i> DESTRUCTION : - des micro-organismes pathogènes par pasteurisation, tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles - de tous les micro-organismes à par stérilisation, traitement ayant une incidence sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit	<i>Traitement thermique appliqué aux crèmes (pasteurisation, stérilisation, ...)</i>
	VAPORISATION de l'eau de constitution de la crème, permettant l'augmentation du volume de certaines fabrications en cuisson, par la formation de gaz (vapeur d'eau) et leur dilatation	<i>Principe de gonflement de la pâte à choux à la crème</i>
	COLORATION des fabrications à base de crème en raison de leur teneur en glucide sucre (lactose) et en matière grasse	<i>Prendre la précaution de cuire la pâte à choux à la crème fraîche à des températures plus basses, de l'ordre de 170 – 180°C pour limiter la coloration des pièces</i>
	EMPESAGE A CHAUD des grains d'amidon au contact de crème chauffée	<i>L'utilisation exclusive de crème fraîche</i>

**ENERGIE
THERMIQUE
EXTRAITE**

CRISTALLISATION de la matière grasse au froid, provoquant une augmentation de la viscosité

comme élément liquide dans la pâte à choux convient pour les pièces de type mignardises, mais aussi pour les beignets, quenelles, gnocchi, pommes dauphine... Prendre la précaution de diminuer la quantité de sucre ajoutée.

Exemple de la maturation physique de la crème dans la fabrication du beurre : épaissement par cristallisation dirigée des triglycérides par cycles thermiques
Dans le cas de la fabrication de la crème fouettée : réserver au préalable la crème à +4°C, et l'ensemble des matériels utilisés (cuve du batteur ou bassine demi-sphérique) en enceinte réfrigérée positive. L'objectif est de raffermir la matière grasse de la crème, et d'éviter leur risque d'échauffement rapide au battage qui peut entraîner la rupture de l'émulsion, et la dissociation de la crème
Dans le cas de la crème pâtissière : apport d'onctuosité dans le cas de l'utilisation de crème liquide en remplacement de tout ou partie du lait.

SOUS L'ACTION MECANIQUE**BATTAGE**

DENATURATION des protéines : déroulement progressif des protéines sous l'action mécanique (notamment par rupture des liaisons d'une partie de la structure tertiaire). Les protéines s'associent alors en une nouvelle configuration (réseau tridimensionnelle), apte à retenir des bulles d'air dans leur masse.

L'action mécanique permet une dispersion de gaz (sous forme de bulles d'air) dans la crème, et une augmentation de volume : l'action de battage scinde progressivement les globules de matière grasse et les bulles d'air. Les protéines présentes dans la crème, par leurs propriétés tensio-actives, permettent de fixer et de stabiliser les bulles d'air dans l'ensemble de la masse (inhibant le phénomène naturel de coalescence entre les bulles d'air). Précisément, les bulles d'air sont stabilisées grâce aux forces de tension superficielle de l'eau entourant chacune de ces bulles ; les tensioactifs agissent en diminuant la tension superficielle à l'interface eau / air : en se positionnant à l'interface eau / air (une partie hydrophile en contact avec l'eau et une partie hydrophobe en contact avec l'air), ils forment un film rigide interfacial ce qui permet d'incorporer et de stabiliser au fur et à mesure les bulles d'air dans leur masse.

Paramètres de variation agissant sur le foisonnement :**- facteurs agissant sur la viscosité :**

La température agit directement sur la viscosité du milieu : dans le cas de la crème : à froid, la viscosité de la crème est forte, principalement due au raffermissement de la matière grasse. L'action du froid est déterminante dans l'aptitude de la crème à foisonner.

- facteurs agissant directement sur le taux de foisonnement :

la nature de l'action mécanique : la vitesse et l'amplitude d'incorporation d'air sont responsables du taux de foisonnement

La stabilisation d'une mousse alimentaire est principalement due :

- **à l'ajout de composés hydrosolubles** (exemple le sucre)

Les produits hygroscopiques, en se liant à l'eau circulant entre les bulles d'air, provoquent le resserrement des bulles d'air entre-

Foisonnement de la glace aux œufs par la fixation de micro particules de gaz (de l'air en l'occurrence) dans l'opération de turbinage, foisonnement de la crème liquide par battage (crème fouettée, crème Chantilly, ...), foisonnement d'une pâte à bombe, ...

Dans le cas de la crème fouettée, adapter la texture de la crème en fonction de son utilisation :

- texture mousseuse et souple pour faciliter les mélanges dans toutes sortes de mousses, bavaroises, crèmes, ...
- texture ferme pour décorer les gâteaux et entremets ; garnir les choux, éclairs, Saint-Honoré, ...

Dans le cas de l'utilisation spécifique du beurre mycristo en substitution de la gélatine, dans la fabrication de crème bavaroise, mousse, ..., il est conseillé de tenir ferme la crème fouettée pour optimiser le rôle de la matière grasse comme agent stabilisant de la mousse.

Pour assurer un taux de foisonnement optimal (généralement 250%), privilégier une crème liquide UHT à teneur en MG comprise entre 33 et 35%, et à une température de 3 à 6°C.

A privilégier les fouets à blancs pour le volume de leurs branches dans le cas d'une action mécanique manuelle, l'utilisation de batteur mélangeur mécanique, ...

elles, ce qui conduit à raffermir la crème fouettée et à la stabiliser.

- **à l'action de la température :**

Les protéines de la crème ont la particularité de retenir et de stabiliser des bulles d'air en formant un réseau structuré par le froid, par cristallisation de la matière grasse présente

- **à la nature de l'action mécanique :**

Un battage prolongé peut causer une déstabilisation du système mousse - émulsion, et une rupture de ses composants

- **au temps de conservation :**

avec le temps, les bulles d'air ont tendance à se rapprocher entre elles, ce qui entraîne le relâchement de la crème. Il est alors nécessaire de battre de nouveau la crème fouettée pour lui redonner la texture nécessaire.

NB : une mousse alimentaire est une dispersion de bulles de gaz dans une phase continue liquide ou semi - liquide, stabilisées grâce à l'ajout de molécules tensioactives

Le taux de foisonnement est déterminé par comparaison entre le volume initial et le volume final, et exprimé en %

$\text{Taux de foisonnement} = \text{Poids du volume initial} / \text{Poids du même volume final} \times 100$

DESTABILISATION de la crème :

Sous l'action d'un battage intense et/ou d'une température élevée, plusieurs phénomènes causent la déstabilisation de la crème :

- la liquéfaction de la crème (par la fusion des matières grasses) ;
- coalescence des globules de matière grasse
- dissociation de la crème par rupture de l'émulsion, avec formation d'un amas de beurre et d'une phase liquide : le babeurre

NB : phénomène de coalescence observable en outre par le traitement consécutif de cycles de congélation - décongélation au lait, et leur action sur les membranes des globules gras.

STABILITE des préparations à base de matières grasses végétales quelque soit la température et/ou la durée du battage.

Il est préconisé d'ajouter le sucre en trois fois dans le montage de blancs d'œufs (au début - au milieu - en fin d'opération) pour faciliter l'incorporation de l'air dans la masse et la stabilisation de la mousse.

Exemple : un ajout de la quantité totale du sucre au départ freinerait l'incorporation de bulles d'air dans la masse (le sucre se lierait à l'eau, limitant sa liaison à des bulles d'air par les molécules tensio-actives).

Applications : la crème fouettée, la crème Chantilly, le « chocolat chantilly »

Cas des émulsions mousseuses (type crème fouettée), à la suite d'un battage prolongé, provoquant l'agglomération des particules de matières grasses et la libération de l'eau de constitution.

Dans le cas de la conservation de la crème fouettée (dans un délai maximum de 24 heures), un battage est nécessaire pour retrouver sa texture après foisonnement.

Exemple : Taux de foisonnement d'une crème UHT = 1000 (Poids d'un litre de crème) / 475 (Poids correspondant à 1 l de crème fouettée) x 100 = 2,1 soit 210 %.

Technique de fabrication du beurre (barratage de la crème maturée)

PAR INJECTION DE GAZ

SOUS PRESSION

FOISONNEMENT :

L'introduction directe de bulles de gaz dans une préparation souvent liquide produit une mousse par foisonnement.

Application : c'est le cas par exemple de la fabrication de la crème fouettée, de la crème Chantilly à partir de crème et d'un siphon à chantilly.

2.7 La fiche memento « beurre » :

REPERES A L'ACHAT

Réglementation : Décret N°88-1204 de Décembre 1988 (Fabrication et vente des beurres et de certaines spécialités laitières)

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
BEURRE	Substance solide, stable de couleur jaune pale à ocre, issue du lait provenant de la vache (<i>Couleur variable de blanc à jaune foncé fonction de l'alimentation de la vache (couleur provenant du carothène présent dans l'herbe et par la chlorophylle).</i>)	- REGLEMENTATION : l'utilisation de beurre autorise spécifiquement la mention commerciale à porter sur les fabrications dites « au beurre ». - QUALITE :
BEURRE FRAIS à 82% de matière grasse	<u>Beurre cru</u> : beurre n'ayant subi aucun traitement thermique d'assainissement <u>Beurre extra fin</u> : beurre fabriqué à partir de la crème, n'ayant pas subi de traitement autre que la pasteurisation, n'ayant été ni congelée ni surgelée et mise en fabrication dans un délai de 72 heures <u>Beurre fin</u> : beurre dans lequel la proportion de matière première laitière congelée ou surgelée mise en œuvre n'excède pas 30% <u>Beurre de laiterie</u> : matière grasse réalisée à partir d'une sélection rigoureuse de produits laitiers de qualité Beurre frais et beurres dits fonctionnels (pour tourage ou pour incorporation)	o critères de fraîcheur : notamment dans le cas des beurres concentrés (contrôle de la DDM Date de Durabilité Minimale), analyse sensorielle systématique avant utilisation (contrôle notamment de l'odeur, la couleur, ...) o liée à son origine, notamment dans le cas du beurre frais de laiterie réalisée à partir d'une sélection rigoureuse de produits laitiers de qualité ou à son mode de fabrication (traitement thermique notamment) o Identifiée par des signes officiels de qualité : beurre AOC (maturation biologique exclusive) « Beurre des Charentes », « Beurre Charentes - Poitou », « Beurre des Deux-Sèvres », « Beurre d'Isigny » ..., Beurre Bio (Logo AB) pour des beurres fabriqués à partir d'une crème issue d'un mode de production soumis à des règles spécifiques concernant l'environnement et les animaux
BEURRE TRACE à 82% de matière grasse	Beurre tracé pour incorporation (point de fusion moyen 30 – 32°C) ou pour tourage (beurre de tourage à point de fusion moyen de 34 – 36°C, et beurre spécial ambiance chaude à haut point de fusion 38 - 40°C) Produit soumis à une date limite d'utilisation (DLUO) et tracé à l'aide de carotène ou vanilline conformément à la réglementation européenne sur les aides en matière de produits laitiers)	- NATURE de la matière grasse : appellation au beurre, beurre, petit beurre, grand beurre réservée aux produits présentés ou fabriqués exclusivement à base de beurre - APTITUDE A L'EMPLOI Propriétés technologiques, notamment lié à leur point de fusion, soit :
BEURRE EXTRA SEC à 84% de matière grasse	Beurre non tracé, de grande plasticité	o pour tourage (très grande fermeté et plasticité) : pâtes à tourer (feuilletage, croissant) o pour incorporation : dans les pâtes (pour leur facilité d'incorporation et leur participation au développement des pâtes levées, pâte à choux, pâtes jaunes), dans les crèmes et garnitures (pour leur facilité d'incorporation, leur bonne tenue après crémage et foisonnement, leur aptitude au foisonnement, leur texture souple et crémeuse : crèmes au beurre, crémages et garnitures) o pour des usages spécifiques : beurre glacier, beurre clarifié liquide, beurre noisette, beurre tartinable, beurre aéré ou foisonné (beurre dont le volume initial a été augmenté dans une proportion ne pouvant excéder 3,5)
BEURRE CONCENTRE (99,8% de matière grasse généralement), tracé	Matière grasse dont la quasi-totalité de l'eau est extraite (99,8% de MG, min. 96%) par un procédé physique (centrifugation) améliorant sa saveur et sa conservation, fonctionnelle (pour tourage, pour incorporation) Matière grasse soumise à une DLUO et tracé à l'aide de carotène ou vanilline conformément à la réglementation européenne sur les aides en matière de produits laitiers <i>Principe d'utilisation : remplacer 1kg de beurre 82% par : 850g de beurre concentré et 150g d'eau</i>	
AUTRES BEURRES CONCENTRES	<u>Beurre glacier</u> : caractéristiques : bas point de fusion 28°C, régularité dans sa composition, conférant aux crèmes glacées une spatulabilité et un moelleux, applications : crèmes glacées <u>Beurre clarifié liquide</u> : caractéristiques : bas point de fusion 18°C, teneur en MG 99,9%), applications : pâtes jaunes, pâtes levées non fermentées, ... <u>Beurre noisette</u> : caractéristiques : beurre prêt à l'emploi fabriqué à partir de matières grasses laitières sans ajout d'arôme, beurre à 98% de MG), applications : en pâtisserie et en cuisine	
BEURRE TENDRE à 40% de MG	Beurre à bas point de fusion (tartinable)	
MATIERE GRASSE à teneur faible en matière grasse	<u>Beurre allégé</u> : beurre fabriqué à partir de constituants d'origine laitière pasteurisés contenant entre 41 % minimum et 65% maximum de matière grasse <u>Demi-beurre</u> : beurre allégé dont la teneur en matière	A noter l'utilisation des termes « gras » ou « sec » pour différencier les beurres en fonction de la nature de leur matière grasse : - BEURRE GRAS (Normand, Breton, beurre

	grasse est égale à 41% du produit fini beurre. Matière grasse de tourage à 60% de matière grasse laitière (Caractéristiques : point de fusion élevée, faible teneur en MG comparativement à une autre matière grasse) Utilisations : pour les pâtes à tourer, commercialisées avec la mention « allégées en matière grasse »	d'été) au point de fusion bas (en raison de sa teneur en acides gras insaturés - BEURRE SEC (des Charentes, de l'Est, d'Echiré, beurre d'hiver) au point de fusion haut (en raison de sa teneur en acides gras saturés)
MELANGE beurre / matière grasse végétale	Matière grasse réalisée à partir d'un mélange de matière grasse végétale et de beurre. <u>Caractéristiques</u> : teneur en MG de l'ordre de 78% (dont 25% de beurre), point de fusion élevée, matière grasse offrant plasticité et saveur <u>Utilisations</u> : à une température de l'ordre de 15°C (pour une meilleure extensibilité au tourage), pâte à tourer à une t° aussi froide que possible (de l'ordre de 5°C) Matière grasse liquide pour cuissons	- TRACE ou non, conférant aux fabrications une saveur (tracé vanilline), une couleur caractéristique (tracé carotène) - CONCENTRE ou non, déterminant sa durée de conservation - TENEUR : en matière grasse (pour des fabrications « allégées en matière grasse »), en sel suivant les fabrications (matière grasse demi sel, salée)
MATIERE GRASSE demi-sel / salée	Beurre demi – sel : beurre additionné de sel dans une proportion légale se situant entre 0,5% et au plus égale à 3% Beurre salé : beurre additionné de 3% de sel	- RICHESSE NUTRITIONNELLE : tenant à sa composition en acides gras (dont des acides gras essentiels), des éléments minéraux, des vitamines
SPECIALITE LAITIERE à tartiner	Produit émulsionné fabriqué à partir de constituants d'origine laitière préalablement pasteurisés contenant entre 20% minimum et moins de 41% de matière grasse	- COUT : étude comparative nécessaire

REPERS AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
Matière grasse (beurre et/ou margarine)	Protection hermétique (pour éviter tout contact avec des produits odorants, avec la lumière), en enceinte réfrigérée positive (+2 - +4°C), avec une DLC de 60 jours (exemple du beurre extra-fin), de 30 jours (exemple du beurre cru)
Matière grasse concentrée	Protection hermétique, en réserve sèche, à une température comprise entre +15 à +20°C, DLUO de 9 mois environ. Conservation préconisée entre +4 et +8°C

REPERS EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Pour des fabrications sensibles ou destinées à une conservation, procéder à une pasteurisation complète ▪ Peser soigneusement la quantité de matière grasse nécessaire

COMPOSITION

PHASE ACQUEUSE		EAU	
		16%	
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES	LIPIDES	GLUCIDES
	Protéines de type caséine	82%	Lactose
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX		VITAMINES liposolubles A et D
<i>NB : Matière sèche (non grasse) comprenant les éléments minéraux, les vitamines A et D, la caséine et le lactose représentant environ 2%</i>			

LES INTERACTIONS DU BEURRE, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)	
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
+ EAU	<p>INSOLUBILITE de la matière grasse dans l'eau (propriété d'un corps de ne pas pouvoir être dissous dans un autre corps, en l'occurrence l'eau) : l'eau et la matière grasse se repoussent (par les tensions superficielles s'exerçant entre leurs molécules), conduisant à une séparation des deux liquides en deux phases : une phase aqueuse et une phase grasse. La phase grasse surnage à la surface de l'eau (la densité des acides gras est plus faible que celle de l'eau : sa densité relative à l'eau est égale à 0,9, donc inférieure à 1).</p> <p><i>Exemple : lait cru après un temps de repos (avec la formation d'une couche de crème de lait à sa surface), principe de fabrication de beurre clarifié (avec la matière grasse surnageant au dessus du « petit lait »), ...</i></p> <p><i>Crème pâtissière pour conservation au froid négatif : action spécifique de la matière</i></p>

	<p><i>NB : la densité est le rapport de la masse d'un certain volume d'un corps à celle du même volume d'eau, d'air ou de gaz. Par convention, la densité de l'eau égale à 1.</i></p> <p>FIXATION de l'eau par la matière grasse, permettant de stabiliser les fabrications en conservation, et notamment d'apporter du moelleux aux fabrications en freinant les phénomènes de dessiccation</p> <p>DESTABILISATION de l'émulsion dans le cas de l'ajout d'une quantité importante d'eau dans une phase grasse</p>	<p>grasse dispersée dans la crème pour fixer l'eau de composition et stabiliser la masse par cristallisation au froid</p> <p>Crème pâtissière pour garniture croquembouche : la fixation de l'eau par la matière grasse permet de stabiliser la crème, et limite le ramollissement des coques en pâte à choux et notamment dans le cas des pièces montées, une humidification plus rapide du caramel, préjudiciable à la tenue des croquembouches.</p> <p>Cas de l'ajout de matière grasse dans la pâte à génoise pour mise en place, des crèmes (crème d'amandes, crème au beurre)</p> <p>Cas de la pâte levée fermentée : la quantité de matière grasse détermine la qualité et la finesse du produit fini biroche par exemple (quantité variant de 200 à 800 g au kg de farine).</p> <p>Cas de la pâte à cakes : en pratique, il est d'usage d'ajouter 1/3 de la farine dans la base de matière grasse pour conserver l'homogénéité du mélange lors de l'incorporation des œufs.</p>
+ AUTRES	ENFLEURAGE : procédé d'extraction des molécules odorantes par leur solubilisation dans les matières grasses	Technique de parfumerie (fabrication des parfums à partir de l'extraction des composés aromatiques des fleurs par contact avec une matière grasse) pouvant être reprise dans la réalisation des crèmes (crèmes d'amandes, au beurre, mousseline, ...)
SOUS L'ACTION du pH		
	DIMINUTION de la répulsion électrostatique entre les extrémités polaires des agents émulsifiants (notamment des lécithines) en présence de liquide à pH acide, ce qui a pour effet de stabiliser les émulsions.	Exemple de la sauce sabayon et de l'ajout de vin (pH acide) au début de la fabrication
SOUS L'ACTION DE L'AIR		
+ AIR (notamment oxygène)	<p>OXYDATION, correspondant au phénomène de dégradation chimique résultant de l'action de l'air (l'oxygène en l'occurrence) sur des composés, notamment de type acide gras (notamment les acides gras polyinsaturés).</p> <p>L'oxydation a pour effet de diminuer la valeur nutritionnelle du produit (diminution de la teneur en acides gras polyinsaturés ou de vitamines antioxydantes), ainsi que sa valeur organoleptique (dont un dégagement de composés volatils à odeur de rance), et par conséquent sa durée de conservation.</p> <p>En outre, il convient de noter que les réactions d'oxydation des lipides conduisent à la formation de substances qui sont mis en cause dans le processus de vieillissement dégénératif de l'organisme ou dans des pathologies graves (cancer, maladies cardiovasculaires, diabète, ...) ¹⁴⁰</p> <p>A noter l'oxydation désirée dans le cas de l'affinage de certains fromages par exemple.</p> <p>A noter aussi que les vitesses d'oxydation sont fonction des conditions du milieu, notamment la teneur en oxygène, le pH, la température, la teneur en eau du produit (notamment pour des valeurs d'aw inférieures à 0,2 ou entre 0,4 et 0,7141) et la présence ou non d'agents antioxydants.</p>	<p>Rancissement des matières grasses à la suite d'une conservation prolongée, correspondant à l'action de l'air sur les acides gras polyinsaturés, notamment le β-carotène (acide gras naturellement présent dans le beurre, lui conférant sa couleur jaune naturelle) qui provoque le changement caractéristique de sa couleur originelle</p> <p>Oxydation des produits composés de matières grasses, non protégés hermétiquement</p>
SOUS L'ACTION THERMIQUE		

¹⁴⁰ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 117

¹⁴¹ Op. cité, page 111

	<p>Hydrocarbure Aromatique Polycyclique, <u>Température critique moyenne</u> : 120°C</p> <p>VAPORISATION de l'eau de constitution de la matière grasse, permettant le développement des pâtes composées d'une superposition par couches intercalées de détrempe et de matière grasse, en raison du caractère imperméabilisant de la matière grasse en cuisson : la matière grasse retient en partie non seulement la dilatation de bulles d'air en cuisson, mais aussi et surtout la vapeur d'eau provenant de l'évaporation de l'eau contenue dans la détrempe, ce qui permet de donner une structure feuilletée à certaines fabrications.</p> <p>GRAISSAGE des fabrications contenant de la matière grasse</p> <p>APPORT DE COLORATION par sa teneur en glucide – sucre de type lactose</p>	<p><i>la pâte à cigarette à chaud)</i></p> <p><i>Technique de la cuisson du beurre noisette, qui correspond à une dégradation partielle des composants de la matière grasse avec développement de saveurs et de coloration caractéristiques</i></p> <p><i>Toutes fabrications à base de pâtes feuilletées et pâtes levées feuilletées</i></p> <p><i>Technique d'incorporer la matière grasse dans la base de l'appareil liquide type appareil à crêpes, pour faciliter les opérations de cuisson.</i></p> <p><i>Cas des pâtes crémeées (petits fours type pâte à cigarette, ...), pâte feuilletée, pâte à génoise, biscuit, ...</i></p>
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p>CRISTALLISATION de la matière grasse au froid (propriété des acides gras de former des cristaux par refroidissement), permettant une tenue aux préparations et fabrications</p> <p>Plus exactement, la particularité de la cristallisation des lipides tient à leur propriété polymorphique (aptitude des lipides de se lier en différentes configurations) et à la taille de ses cristaux déterminant directement les propriétés de fusion et rhéologiques des matières grasses.</p> <p>Comme pour les sucres, le procédé de cristallisation s'opère en deux temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> - une première étape de nucléation (consistant en la formation de germes cristallins) - une deuxième étape de croissance des cristaux. <p>La cristallisation de la matière grasse permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> - d'élever la viscosité de certaines fabrications de pâtisserie, - de fixer des mélanges en leur donnant la stabilité, - de donner une consistance à des fabrications. 	<p><i>Exemple de la maturation physique dans la fabrication du beurre : épaissement par cristallisation dirigée des triglycérides par cycles thermiques</i></p> <p><i>Principe de passer au froid les moules chemisés pour faciliter les opérations de démoulage et dans certains cas, consolider la tenue et optimiser la coloration des fabrications :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - soufflés (beurre + sucre), - génoise (beurre + farine), - cakes (beurre + papier sulfurisé) <p><i>Dans le cas spécifique des pâtes levées non fermentées (type pâte à cakes) : la quantité de matière grasse influe sur la tenue des garnitures dans le cake :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - pour des teneurs supérieures à 60 – 70% de beurre par rapport au poids de farine, réserver impérativement le cake moulé à + 4°C, 4 heures environ (ou plus rapidement au congélateur 30 mn environ) pour une stabilisation des garnitures dans la masse avant et pendant la cuisson. <p><i>Dans le cas des appareils à croustillants : les croustillants durcissent au froid, ce qui apporte leur texture caractéristique.</i></p> <p><i>Dans le cas des pâtes levées fermentées (type pâte à brioche), le passage au froid du pâton avant façonnage permet de lui donner le corps et la consistance nécessaires pour faciliter les opérations ultérieures de façonnage</i></p> <p><i>Dans le cas de la crème pâtissière, l'incorporation au début ou à la fin de la cuisson du beurre n'a aucune influence</i></p>

	<p>En situation pratique, la cristallisation peut être désirée ou accidentelle ; elle dépend fortement de la maîtrise des techniques, de la température, de l'humidité dans l'air.</p> <p>GRAINAGE des fabrications en situation de cristallisation non désirée : déstabilisation des fabrications, causée par une agglomération des globules de matière grasse entre elles Il est possible de soumettre les fabrications sous l'action d'une température douce, pour transformer la matière grasse en pommade et stabiliser le mélange. Par contre, l'action d'une température forte sur la matière grasse peut la faire fondre, et déstabiliser les mélanges.</p>	<p>notable sur la texture du produit fini au refroidissement. Par contre, il est préconisé d'ajouter le beurre au début de l'opération, dans le liquide froid, afin de pasteuriser l'ensemble et de prolonger la durée de conservation du produit.</p> <p>Dans le cas de la crème fouettée ou encore de la crème au beurre, la cristallisation de la matière grasse au froid permet de stabiliser la mousse, c'est-à-dire les bulles d'air dans la crème.</p> <p>Dans le cas de la fabrication de la crème ganache, la matière grasse a une influence capitale sur la texture de la crème : à froid, elle apporte une fermeté plus ou moins importante (fonction de sa teneur en matière grasse totale).</p> <p>Le dosage conseillé de la matière grasse totale (beurre, beurre de cacao contenu dans le chocolat) : de 25 à 40%</p> <p>Il est par ailleurs préconisé de mixer à chaud la crème ganache : trop froide, l'opération peut permettre l'incorporation d'air dans la masse, et limiter la durée de conservation du produit, notamment :</p> <ul style="list-style-type: none"> - par un apport en micro-organismes (type flore totale) pouvant provoquer un développement de moisissures ; - par un apport en oxygène, provoquant le rancissement des matières grasses en conservation. <p>Pour éviter le risque de cristallisation de la matière grasse à leur contact, il est conseillé de tempérer à une température voisine de 20°C :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les blancs d'œufs dans le cas de la fabrication des appareils à petits fours secs ; - les ingrédients utilisés (œufs entiers, éventuellement le lait, les fruits) dans le cas de la fabrication de la pâte à cakes, - tiédir le lait au préalable dans le cas de la fabrication de la pâte à crêpes, - la pâte à bombe ou la meringue italienne dans le cas de la fabrication de la crème au beurre - les œufs dans le cas de la fabrication de la crème d'amandes. <p>Dans le cas de rupture de l'émulsion dans la fabrication par exemple de la crème mousseline, de la crème au beurre, ..., il est possible de chauffer légèrement la fabrication en plaçant le récipient au contact d'une source légère de chaleur, puis de battre vigoureusement pour retrouver une texture homogène à la pâte.</p>
SOUS L'ACTION MECANIQUE		
MELANGE	<p>PLASTICITE de la matière grasse : sous l'action mécanique, la matière grasse est apte à changer de texture (texture souple) tout en conservant son état (solide) , ce qui lui permet de fixer et d'imperméabiliser divers composés :</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour les matières grasses à bas point de fusion (32 – 34°C) : 	<p>Technique de crémage (des pâtes friables méthode par crémage, des appareils crévés : petits fours secs type cigarettes, ...des pâtes levées non fermentées type pâte à cakes, des crèmes (crèmes d'amandes, crème au beurre) Dans le cas de la pâte levée fermentée, assouplir le beurre et le diviser en</p>

	<p>Un travail de la matière grasse soit au batteur mélangeur (à la feuille), soit à la main (avec calotte et spatule, au fouet en finition pour lisser) permet de transformer le beurre en pommade (consistance d'une crème épaisse, lisse et homogène), ce qui facilite son incorporation dans les mélanges.</p> <p>Cette texture spécifique du beurre le rend apte à enrober des ingrédients (sucre, ...) ou leurs composants (grains d'amidon dans le cas de la farine, ...) pour les isoler les uns des autres : action imperméabilisante de la matière grasse autour des grains d'amidon, ayant pour effet de limiter l'hydratation des grains d'amidon (et notamment des protéines de la farine, limitant de ce fait la formation d'un réseau visco-élastique de gluten) et permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un assouplissement de la pâte lors du pétrissage, une réduction de son élasticité facilitant les opérations de pliage ultérieures • un apport de moelleux, de finesse et de friabilité légère à la pâte après cuisson <p>Elle permet d'adhérer aux parois des matériels, de fixer dans certains cas des ingrédients (glucides sucre, glucides amidon) pour former une couche imperméabilisante entre le récipient de cuisson et la fabrication</p> <ul style="list-style-type: none"> - pour les matières grasses à haut point de fusion (37 – 39°C), facilitant leur manipulation et leur assemblage dans certaines fabrications 	<p><i>morceaux pour faciliter son incorporation et sa dispersion dans la pâte, tout en limitant sa fusion et le risque de perte d'une partie du corps à la pâte.</i></p> <p><i>Dans le cas de la crème au beurre, la plasticité de la matière grasse permet d'obtenir une crème lisse, homogène et souple. Si la matière grasse est trop ferme, le mélange à la crème anglaise, à la pâte à bombe ou à la meringue italienne selon le cas est rendu difficile voire impossible ; au contraire, si la matière grasse est trop molle, le risque est le manque de tenue du produit fini.</i></p> <p><i>Cas de la matière grasse ajoutée dans la détrempe dans la fabrication de la pâte feuilletée, de la pâte levée feuilletée, ...</i></p> <p><i>Principe de réalisation de la détrempe de la pâte feuilletée André Guillot (mélange de matière grasse à bas point de fusion, en pratique sous forme fondue froide ou en pommade pour la rapidité d'exécution) ; la quantité de matière grasse détermine la qualité et la finesse du produit fini (la quantité variant pour la détrempe de 50 à 400 gr au kg de farine ; cette quantité vient en réduction de la matière grasse de tourage). La détrempe de la pâte feuilletée André Guillot est particulièrement souple en raison de sa teneur importante en matière grasse.</i></p> <p><i>Apport de texture friable caractéristiques aux pâtes friables par sablage et par crémage, et limitation du phénomène de rétraction des pâtes en cuisson</i></p> <p><i>NB : friabilité de la pâte fonction de la quantité de matière grasse utilisée</i></p> <p><i>Dans la fabrication de la pâte levée fermentée (pâte à brioche par exemple), il est conseillé d'ajouter la matière grasse en fin de pétrissage ; en effet, l'ajout de matière grasse en début d'opération pourrait nuire à la formation du corps nécessaire à la pâte.</i></p> <p><i>Chemisage des moules pour faciliter les opérations de démoulage et dans certains cas, consolider la tenue et optimiser la coloration des fabrications :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - soufflés (beurre + sucre), - génoise (beurre + farine), - cakes (beurre + papier sulfurisé) <p><i>Technique de beurrage et de tourage dans la fabrication des pâtes feuilletées et levées feuilletées (pratique d'assouplir la matière grasse au rouleau ou entre deux films plastiques afin d'équilibrer la texture de la matière grasse avec celle de la détrempe pour faciliter les opérations de pliages successifs).</i></p> <p><i>Influence de quantité de matière grasse sur le nombre de pliage du pâton (cas des pâtes feuilletées) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - tourage minimum à 6 tours simples ou 4
--	--	---

	<p><u>DISPERSION et SUSPENSION</u> de la matière grasse sous l'action mécanique</p> <p><u>CREMAGE</u> de la matière grasse : action de mélanger vigoureusement et de disperser les cristaux de sucre dans la phase grasse pour les dissoudre (au contact de l'eau de constitution de la matière grasse).</p> <p><u>STABILISATION de mélange(s)</u> : une matière grasse à consistance de pommade, incorporée à une fabrication en cours de déstabilisation peut consolider le mélange et contribuer à redonner une texture homogène aux fabrications</p>	<p><i>tours doubles pour un feuilletage riche en matière grasse (plus de 1 kg de matière grasse au kg de farine) au risque d'obtenir un feuilletage plat, non levé en raison du poids et de l'épaisseur de chaque couche de matière grasse) ; tourage à 2 tours doubles et deux tours simples ou 5 tours simples maximum (pour un feuilletage classique par exemple) au risque d'obtenir un feuilletage bloqué, tassé, moins léger en raison de l'écrasement des couches fines de matière grasse et leur mélange avec celles de détrempe).</i></p> <p><i>Cas de l'ajout de la matière grasse au début du mélange des éléments dans la fabrication de la pâte à crêpes, pour la maintenir en suspension dans l'appareil. Cette précaution permet de limiter le phénomène naturel de coalescence des particules de matière grasse pendant la phase de repos et par différence de densité, la formation de gouttellettes de matière grasse en surface).</i></p> <p><i>Dans le cas spécifique des pâtes levées non fermentées type pâte à cakes, privilégier l'utilisation du sucre glace pour mélanger rapidement la matière grasse et le sucre et éviter l'incorporation de bulles d'air préjudiciable à sa conservation (risque de dessèchement plus rapide des cakes).</i></p> <p><i>Dans le cas d'une crème au beurre en cours de déstabilisation suite à une incorporation d'une quantité trop importante de pâte à bombe, voire de tout produit aqueux (comme un arôme : extrait de café, caramel, eau de vie, liqueur, ...), l'ajout d'une quantité de matière grasse en pommade permet de retrouver l'homogénéité de la masse.</i></p>
<p>BATTAGE</p>	<p><u>PLASTICITE</u> de la matière grasse sous l'action mécanique, permettant d'élever la viscosité d'une fabrication et de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - fixer et stabiliser les bulles d'air sous l'action mécanique de battage, assurant le développement et l'aération de certaines crèmes - stabiliser les émulsions <p>Par extension, la quantité de matière grasse agit directement sur le volume et le gonflement de la pâte, pouvant provoquer la rupture partielle ou totale des bulles d'air et la déstabilisation de certaines pâtes en fabrication.</p> <p><u>AGENT DE LIAISON</u> phase aqueuse – phase grasse : cas des additifs (émulsifiants) de nature lipidique : se reporter à la fiche ADDITIFS.</p>	<p><i>Technique de foisonnement des crèmes mousselines</i></p> <p><i>Dans le cas de la fabrication des appareils à petits fours secs, de la pâte à cakes, il est conseillé de mélanger sans excès pour limiter au contraire l'incorporation de bulles d'air dans la masse : cette incorporation d'air peut provoquer l'augmentation du volume des fabrications en cuisson, accroître leur dessèchement et limiter leur conservation.</i></p> <p><i>Dans le cas de la crème d'amandes, une incorporation d'air peut provoquer le gonflement voire le débordement de l'appareil en cuisson, et son dessèchement.</i></p> <p><i>Cas de la crème d'amandes par exemple</i> <i>Cas de certaines pâtes à génoise riche en matière grasse nécessitant un apport en émulsifiant type émulsifiant pour Pâtes battues (HF66, PECO50, Galligen, JILK, ...) dans le cas de génoise sur base de pâte d'amandes.</i></p>

2.8 La fiche memento « margarine » :

REPERES A L'ACHAT

Réglementation Européenne 5 Décembre 1994 (portant sur la margarine et produits dérivés)

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
MARGARINE	<p>Substance plus ou moins solide, stable de couleur jaune pâle à ocre, issue d'un procédé industriel de mélange d'acides gras principalement d'origine végétale et en acides gras d'origine animale, et d'eau ou de lait ou de dérivés du lait</p> <p>Présentation sous la forme d'une émulsion de type E/H, comprenant au moins 80 % de matière grasse pour 100 g de produit fini, dont 3% max. de matière grasse d'origine laitière.</p> <p>Teneur en additifs divers : émulsifiants (lécithine de soja E322, mono- et diglycérides E471), conservateur (chlorure de sodium, acide sorbique E200, sorbate de sodium E201, sorbate de potassium E202), acidifiant (aide citrique E330) , antioxydant (acide ascorbique E300 et α-tocophérols E307), colorant (β-carotène E160a, curcumin E100, Huile de palme de couleur rouge) ainsi que des arômes (diacétyle)</p> <p>Présence de vitamines (liposolubles) et d'acides gras essentiels</p>	<p>- CRITERES DE FRAICHEUR : contrôle de la DDM Date de Durabilité Minimale, analyse sensorielle systématique avant utilisation (contrôle notamment de l'odeur, la couleur, ...)</p> <p>- QUALITE : identifiée par des signes officiels de qualité : cas des margarines additionnée de beurre AOC</p> <p>- NATURE de la matière grasse : perte de l'appellation « au beurre, beurre , petit beurre , grand beurre » dans les fabrications</p> <p><i>Exemple : remplacement de l'appellation « crème au beurre » par « crème foisonnée à ... », « crème mousseuse », « crème légère » ...)</i></p> <p>- APTITUDE A L'EMPLOI</p> <p>Propriétés technologiques, notamment lié à leur point de fusion, soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> o pour tourage (très grande fermeté et plasticité) : pâtes à tourer (feuilletage, croissant) o pour incorporation : dans les pâtes (pour leur facilité d'incorporation et leur participation au développement des pâtes levées, pâte à choux, pâtes jaunes), dans les crèmes et garnitures (pour leur facilité d'incorporation, leur bonne tenue après crémage et foisonnement, leur aptitude au foisonnement, leur texture souple et crémeuse : crèmes au beurre, crémages et garnitures) o pour des usages spécifiques : produit tartinable, ... <p>- TENEUR : en matière grasse (pour des fabrications « allégées en matière grasse »)</p> <p>- RICHESS NUTRITIONNELLE : tenant à leur composition en acides gras (dont des acides gras essentiels, notamment dans le cas des margarines enrichies en omega 3 et omega 6), en éléments minéraux, en vitamines liposolubles</p> <p>- PUISSANCE AROMATIQUE : notamment dans le cas des margarines 100% végétale enrichie en diacétyle</p> <p>- TENEUR EN ADDITIFS des margarines, apparentées à un produit dit « industriel »</p> <p>- COUT : étude comparative nécessaire</p>
MARGARINE 100% VEGETALE	<p>Margarine dite fonctionnelle :</p> <p>- pour crémage (crème au beurre, crème d'amandes, ...) : 31 – 37°C ; pour incorporation (brioche, pain au lait, pain de mie, pâte à choux, ...) : 33 – 39°C</p> <p>- pour tourage (pâte feuilletée, pâte levée feuilletée) : 38 à 43°C</p> <p><u>Margarine 100% végétale</u> à l'arôme beurre (additionnée de diacétyle, arôme naturel du beurre)</p> <p><i>Exemple de répartition d'additifs dans une margarine 100% végétale : lecithine 0,4% (émulsifiant), mono et diglycérides 0,5% (émulsifiant), sel 0,7%, sucre 0,2% , féculé 0,2% (révélateur), diacétyle 0,0002%</i></p> <p><u>Margarine enrichie en omega 3 et/ou omega 6</u> (acides gras non synthétisables par l'organisme, dits « essentiels ») : acide linoléique (omega 6) et alpha-linolénique (omega 3)</p>	
MARGARINE ALLEGEE	Produit comprenant de 60 à 70% de matière grasse dont 3% de matière grasse max. d'origine laitière	
MINARINE OU DEMI MARGARINE	Produit comprenant de 39 à 40% de matière grasse dont 3% de matière grasse max. d'origine laitière, additionné de gélatine, amidon ou féculé.	
MATIERE GRASSE A TARTINE ALLEGEE	Produit comprenant de 20 à 30 % de matière grasse dont 3% de matière grasse max. d'origine laitière, additionné de gélatine, amidon ou féculé	
PRODUITS BLANCS	Matières grasses fabriquées par les margarinerie à partir de graisses végétales concrètes et d'huiles fortement hydrogénées, afin d'obtenir un produit ayant une consistance solide et un point de fusion élevé (matière grasse dite fonctionnelle, pour tourage).	

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
Matière grasse (beurre et/ou margarine)	Protection hermétique (pour éviter tout contact avec des produits odorants, avec la lumière), en enceinte réfrigérée positive (+2 - +4°C), avec une DLC de 60 jours (exemple du beurre extra-fin), de 30 jours (exemple du beurre cru)
Matière grasse concentrée	Protection hermétique, en réserve sèche, à une température comprise entre +15 à +20°C, DLUO de 9 mois environ. Sources CIDIL : conservation préconisée entre +4 et +8°C

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Pour des fabrications sensibles ou destinées à une conservation, procéder à une pasteurisation complète ▪ Peser soigneusement la quantité de matière grasse nécessaire

COMPOSITION			
PHASE ACQUEUSE	EAU 16%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES		LIPIDES 82%	GLUCIDES 0,2%
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX		VITAMINES
DIVERS	<i>dont minéraux et additifs divers (émulsifiant, acidifiant, conservateur, antioxydant, arôme, ...)</i> 1,8%		

LES INTERACTIONS DE LA MARGARINE, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)
IDEM beurre

2.9 La fiche memento « autres matières grasses »

REPERES A L'ACHAT

Réglementation (portant sur la désignation des huiles) : décret du 12 février 1973

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
HUILES	Matières extraites de graines ou de fruits oléagineux Aspect fluide (limpide), translucide, désodorisée et au goût neutre (pour les huiles raffinées)	- CRITERES DE FRAICHEUR : contrôle de la DDM Date de Durabilité Minimale, analyse sensorielle systématique avant utilisation (contrôle notamment de l'odeur, la couleur, ...) - QUALITE : identifiée par des signes officiels de qualité : exemples des AOC Huile d'olive d'Aix, Huile d'olive de Haute Provence, Huile d'olive de la Vallée des Baux de Provence (région PACA), Huile d'olive de Nyons (Rhone – Alpes)
HUILES FLUIDES	Matière grasse fluide à température ambiante, au point de fusion bas (tenant à sa forte composition en acides gras insaturés, dont des acides gras essentiels, indispensables à l'organisme : <i>Exemples : Huile de soja, Huile de colza, Huile de noix, ...</i>	- ORIGINE de la matière grasse déterminant notamment sa puissance aromatique (exemple de l'olive de saveur fruitée et particulièrement aromatique dans l'huile d'olive, de l'utilisation de saindoux pour des fabrications régionales ou « à l'ancienne »
HUILES CONCRETES	Matière grasse solide à température ambiante, au point de fusion haut (tenant à sa forte composition en acides gras saturés) <i>Exemple : Huile de palme, Huile de palmiste, Huile de coprah, ...</i>	- MODE DE FABRICATION , notamment le raffinage à froid qui préserve davantage les arômes et la composition nutritionnelle des matières grasses
HUILE EXTRA VIERGE de ... , HUILE VIERGE de ...	Huile traitée par pression à froid et filtration éventuelle, sans aucun traitement chimique. (huile d'olive, de noix, etc...) – huile non raffinée.	- TENEUR EN OGM Organisme Génétiquement Modifié : organisme vivant dont le génome a été enrichi d'un ou plusieurs gène(s) (pouvant provenir d'un autre animal voire d'un autre règne : animal à végétal par exemple) lui conférant de nouvelles propriétés
HUILE DE ...	Huile traitée à partir d'une seule graine ou d'un seul fruit, comprenant une étape de raffinage. (huile de tournesol, etc...)	Obligatoirement mentionné sur l'étiquetage si le produit contient plus de 0,9% d'OGM (réglementation européenne du 18 avril 2004, « contient des OGM » ou « produits à partir d'OGM ») – présence possible dans les huiles de maïs et de colza
HUILE VEGETALE DE ...	Mélange d'huiles raffinées, avec indication des proportions de chaque composant sous forme de graphique (ex : huile de tournesol, d'arachide, de pépins de raisin, etc...)	- TENEUR EN ACIDES GRAS (en nature et en quantité) déterminant son mode d'utilisation (strictement pour assaisonnement, pour friture et assaisonnement, pour friture)
HUILE POUR FRITURE 	Matière grasse riche en acides gras saturés, réservée à des fritures profondes <i>Exemple : huile de coprah, de palme, de palmiste</i>	dont la teneur en ACIDES GRAS TRANS responsables notamment de maladies cardio-vasculaires : les industriels proposent des alternatives pour réduire la teneur en acides gras trans, notamment : - au niveau du raffinage des huiles : raffinage à froid ou à température basse, et dans un délai réduit - au niveau de la transformation : hydrogénation totale (transformation de l'ensemble des acides gras polyinsaturés en acides gras saturés), le fractionnement (procédé de séparation des acides gras saturés et insaturés par une variation de température), l'interestérification (procédé de combinaison des acides gras entre eux pour obtenir une matière grasse à texture spécifique à une température donnée)
HUILE POUR FRITURE & ASSAISONNEMENT 	Matière grasse riche en acides gras monoinsaturés et polyinsaturés (mais dont la teneur en acide alpha – linoléique ou omega 3 est inférieure à 2%) réservée à des fritures plates et des assaisonnements <i>Exemple : huile arachide, huile d'olive, huile de tournesol, huile de maïs, huile de pépins de raisins</i>	- RICHESSE NUTRITIONNELLE : tenant à leur composition en acides gras (dont des acides gras essentiels, notamment dans le
HUILE POUR ASSAISONNEMENT 	Matière grasse riche en acides gras polyinsaturés (dont réglementairement l'acide alpha-linolénique ou omega 3 à des teneurs supérieures à 2%) <i>Exemple : huile de soja, huile de colza, huile de noix</i>	
SAINDOUX	Graisse obtenue exclusivement à partir de la panne de porc, raffinée – blanchie et désodorisée puis hydrogénée (pour sa conservation et sa stabilisation) Plage de fusion : 36 à 40°C Température critique : 210°C	

		cas des margarines enrichies en omega 3 et omega 6). L'intérêt nutritionnel que présente l'huile d'olive vient aussi de sa composition en agents anti-oxydants (plusieurs types de phénols, dont l'hydroxytyrosol et deux « lignanes » ¹⁴²) - RISQUES ALLERGIQUES : notamment dans le cas de l'huile d'arachide - COUT : étude comparative nécessaire
--	--	---

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
PATE A GLACER	Mélange de cacao sous forme de poudre et de matières grasses végétales autres que le beurre de cacao <u>Caractéristiques</u> : apports de brillance au produit, prolongement de la durée de conservation en congélation, facilité d'emploi par suppression de la phase de pré-cristallisation	- PRATICITE : notamment dans le cas de la pâte à glacer (suppression de la phase de pré-cristallisation du beurre de cacao) ou dans le cas du beurre Mycrio (par sa forme déshydratée, et la facilité dans son utilisation et le calcul de son poids)
BEURRE DE CACAO	Produit de la presse de la pâte de cacao <i>NB : teneur moyenne de chaque fève de cacao de l'ordre de 55% de son poids en beurre de cacao.</i> <u>Caractéristiques</u> : goût relativement neutre, apport de fluidité aux masses à chaud <u>Utilisations</u> : chocolaterie (fabrication du chocolat, du chocolat de couverture, du chocolat blanc ..., intérieur de bonbons, ...), décor (pulvérisation, ...), ...	- COUT étude comparative nécessaire
Beurre de cacao déshydraté (Mycrio)	<u>Beurre de cacao MYCRIO (Fournisseur : Barry - Callebaut)</u> : Beurre de cacao 100% naturel, commercialisé sous forme déshydratée (DLUO 12 mois entre 12 et 18°C), <u>Utilisations</u> : en remplacement de la gélatine, dans des préparations de type crèmes de fruits, tarte au citron, intérieurs chocolat pour bonbons, ...	
Beurre de cacao pré-cristallisé sous forme de mini-gouttes	<u>Fournisseur : Patisfrance - Puratos</u> Beurre de première pression (meilleure résistance à la température), fonte rapide, praticité (emballage facile à ouvrir et à refermer)	

REPÈRES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
	Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement, étanche à la lumière) pour éviter tout risque de contamination par des produits odorants (risques de fixation des odeurs) et tout contact à la lumière (risques de rancissement) Stockage hors sol, à température ambiante (à l'abri de toute variation de température), en réserve sèche

REPÈRES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Respecter la réglementation (huile pour assaisonnement, pour friture et assaisonnement, pour friture) ▪ Peser soigneusement la quantité de matière grasse nécessaire

LES INTERACTIONS DES AUTRES MATIÈRES GRASSES, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)	
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
+ EAU	INSOLUBILITE de la matière grasse dans l'eau (propriété d'un corps de ne pas pouvoir être dissous dans un autre corps, en l'occurrence l'eau) :

¹⁴² « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 39

	<p>l'eau et la matière grasse se repoussent (par les tensions superficielles s'exerçant entre leurs molécules), conduisant à une séparation des deux liquides en deux phases : une phase aqueuse et une phase grasse.</p> <p>La phase grasse surnage à la surface de l'eau (la densité des acides gras est plus faible que celle de l'eau : sa densité relative à l'eau est égale à 0,9, donc inférieure à 1).</p>	
	<p>TEXTURANT : apport de fluidité, de souplesse à certaines pâtes, rendant les pâtes plus faciles à travailler</p> <p>APPORT DE SAVEURS ou REGULATEUR DE SAVEURS :</p> <p>APPORT DE BRILLANCE aux fabrications</p> <p>ENFLEURAGE : procédé d'extraction des molécules odorantes par leur solubilisation dans les matières grasses</p> <p>COLORATION des fabrications</p>	<p><i>Exemple des pâtes à nouilles dans lesquelles de l'huile parfumée de type olive, arachide, ... ou relativement neutre : tournesol, pépins de raisins, ... voire une matière grasse d'origine animale (type saindoux pour apporter une « note terroir », « à l'ancienne ») est ajoutée</i></p> <p><i>Exemple de l'utilisation d'huile dans la couverture chocolat pour former des décors : éventails, plissés, ...</i></p> <p><i>Exemples de l'utilisation d'huile dans les pâtes levées fermentées (type pâte à pizza), la pâte à pastis, ...</i></p> <p><i>Exemple de l'utilisation possible d'huile végétale dans la fabrication de pâtes friables en Traiteur : procéder en remplaçant la moitié de la matière grasse par de l'huile : soit neutre (huile de pépins de raisins par exemple), soit parfumée (huile d'olive par exemple).</i></p> <p><i>Cas des appareils pour glaçage chocolat</i></p> <p><i>Technique d'infusion à froid des composés aromatiques dans une huile (zestes d'agrumes, herbes séchées, épices, ...)</i></p> <p><i>Recours à des huiles fluides non raffinées pour conférer une couleur caractéristique de la graine oléagineuse utilisée : exemple de l'huile d'olive première pression à froid, huile de noix, ...</i></p>
SOUS L'ACTION DE L'AIR		
<p>+ AIR (notamment oxygène)</p>	<p>OXYDATION, correspondant au phénomène de dégradation chimique résultant de l'action de l'air (l'oxygène en l'occurrence) sur des composés, notamment de type acide gras (notamment les acides gras polyinsaturés).</p> <p>L'oxydation a pour effet de diminuer la valeur nutritionnelle du produit (diminution de la teneur en acides gras polyinsaturés ou de vitamines antioxydantes), ainsi que sa valeur organoleptique (dont un dégagement de composés volatils à odeur de rance), et par conséquent sa durée de conservation.</p> <p>En outre, il convient de noter que les réactions d'oxydation des lipides conduisent à la formation de substances qui sont mis en cause dans le processus de vieillissement dégénératif de l'organisme ou dans des pathologies graves (cancer, maladies cardiovasculaires, diabète, ...) ¹⁴³</p> <p>A noter aussi que les vitesses d'oxydation sont fonction des conditions du milieu, notamment la teneur en oxygène, le pH, la température, et la</p>	<p><i>Rancissement des matières grasses polyinsaturés à la suite d'une conservation prolongée</i></p> <p><i>Oxydation des produits composés de matières grasses, non protégés hermétiquement</i></p> <p><i>Oxydation des bains de friture à usages répétés</i></p> <p><i>Cas de l'huile d'olive naturellement composé en antioxydants (tocophérols).</i></p>

¹⁴³ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 117

	présence ou non d'agents antioxydants	
SOUS L'ACTION THERMIQUE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<p>FUSION des lipides, correspondant d'un changement d'état d'un corps (de l'état solide à l'état liquide), terme valable pour l'eau et les lipides. Ce point de fusion est variable suivant la longueur de la chaîne carbonée, du nombre de liaisons multiples, de la stéréochimie des doubles liaisons.</p> <p>Fusion de la matière grasse, à des températures d'autant plus basse que le point de fusion de la matière grasse est basse</p> <p><u>Spécificité du beurre de cacao</u> : Le beurre de cacao est composé majoritairement de triglycérides : 80% de la masse de beurre de cacao est composé par l'assemblage de 3 acides gras prépondérants (l'acide stéarique, l'acide oléique et l'acide palmitique), formant 5 triglycérides. Les proportions d'acide gras dans le beurre de cacao varient en fonction des origines des cacaos et des époques de récolte des fèves. Le niveau d'insaturation de chaque triglycéride détermine leur point de fusion, et leur point de solidification NB : 75% des triglycérides ont une température de fusion entre 20 et 34°C, 50% entre 30 et 34°C Par conséquent, le beurre de cacao ne possède pas une seule et unique température de fusion, mais une plage de température de fusion. <u>Plage de fusion du beurre de cacao</u> : 30 – 35°C</p> <p>DEBUT DE FUSION d'un des triglycérides composant le beurre de cacao à partir de 16°C,</p> <p>DECOMPOSITION de la matière grasse, s'opérant à une température propre à chaque matière grasse (le point de fumée) au-delà de laquelle le corps gras se décompose, au risque de former des composés dangereux pour la santé, les HAP Hydrocarbure Aromatique Polycyclique</p> <p>FLUIDITE de la matière grasse à la chaleur, entraînant une perte de viscosité (et une souplesse) d'une masse contenant de la matière grasse</p> <p>GRAISSAGE des matériels et/ou des fabrications</p> <p>CONDUCTEUR DE CHALEUR L'huile est un fluide caloporteur</p>	<p><i>Fonte des matières grasses concrètes à la température dans la phase préalable à la friture de pâtes à beignets (pets de none, oreillettes, ...)</i></p> <p><i>Les mauvaises conditions de conservation, et dans certains cas le non respect des étapes de pré cristallisation (avec la formation de cristaux non stables dans la masse de chocolat) confèrent au chocolat, notamment le défaut de « blanchiment gras ». Il correspond à l'apparition de traces blanchâtres à la surface du chocolat (migration de certains constituants, notamment des composés de beurre de cacao, venant cristalliser en surface et prenant une couleur blanche caractéristique), consécutif à un travail du chocolat à des températures plus élevées que celles préconisées, et/ou une conservation à température élevée et en atmosphère humide</i></p> <p><i>Limitation de la conservation des produits chocolatés (décors en chocolat, bonbons de chocolat, ...) dans des environnements à des températures de 15°C maximum.</i></p> <p><i>Contrôle des bains de friture (pour la cuisson des pâtes à beignets par exemple) et de leur innocuité sur le plan de la santé</i></p> <p><i>Emploi d'huile dans le travail de la nougatine, dans les appareils à glaçage chocolat (apport de fluidité et de brillance)</i></p> <p><i>Technique d'incorporer de l'huile dans la base de l'appareil liquide type appareil à crêpes, pour faciliter les opérations de cuisson.</i></p> <p><i>Principe du chemisage à l'huile des moules pour faciliter le démoulage des appareils à base de féculents (type riz au lait, ...), du graissage des moules type moules à gauffres, ...</i></p> <p><i>Cas des bains de friture, des cuissons sauter à l'huile, ...</i></p>
ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE	<p>CRISTALLISATION de la matière grasse au froid (propriété des acides gras de former des cristaux par refroidissement), fonction de leur composition en acides gras (en nature et en quantité)</p> <p>Le beurre de cacao est composé majoritairement</p>	<p><i>Dans la fabrication des appareils pour glaçage (cacao, ...), utilisation d'huiles végétales fluides, à forte teneur en acides gras polyinsaturés qui ne figent pas au froid ou pendant le stockage au froid (exemple : l'huile de maïs, dont la température de solidification au froid est entre -10 et -20°C).</i></p> <p><i>Exemple de la cristallisation du beurre de cacao :</i></p>

	<p>de triglycérides : 80% de la masse de beurre de cacao est composé par l'assemblage de 3 acides gras prépondérants (l'acide stéarique, l'acide oléique et l'acide palmitique), formant 5 triglycérides. Les proportions d'acide gras dans le beurre de cacao varient en fonction des origines des cacaos et des époques de récolte des fèves. Le niveau d'insaturation de chaque triglycéride détermine leur point de fusion, et leur point de solidification</p> <p>Par conséquent, la cristallisation du beurre de cacao ne s'opère pas en une seule température, mais dans une plage de température comprise entre 20 et 27°C (on parle de « plage de cristallisation »).</p> <p>Particularité du chocolat d'être « monotropique », c'est-à-dire que ses cristaux de matière grasse ne se transforment que dans un sens (du plus bas point de fusion au plus haut point de fusion, ce qui explique les étapes de refroidissement et de remontée en température</p> <p>Cristallisation de la matière grasse au froid (notamment du beurre de cacao) intervenant dans un <u>décali relativement long</u></p> <p>Pour des questions de praticité, il est d'usage dans certaines fabrications de procéder à l'utilisation de types d'acides gras semblables, pour simplifier les phases de cristallisation</p> <p>VISCOSANT au froid (épaississement), et susceptible d'avoir le même rôle que la gélatine dans les fabrications</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Cristallisation désirée</u> : procédé de mise au point de la couverture de chocolat (l'opération de « pré-cristallisation » de la couverture de chocolat a pour but d'orienter la cristallisation du beurre de cacao vers la forme cristalline la plus stable β, laquelle limitant les défauts de brillance et de texture pouvant survenir au cours du stockage), mode de réalisation d'une ganache (de préférence utiliser un chocolat entre 35 et 40°C, t° supérieure au point de fusion du beurre de cacao 35°C). <p><u>NB</u> : si le cristal β est recherché massivement en chocolaterie, pour les propriétés qu'il confère au chocolat (« casse sèche et sonore entre les doigts et résistance à l'écrasement sous la dent »), c'est le cristal β' qui est préféré pour d'autres applications type viennoiserie ou crème glacée, lequel « favorise l'aération et améliore l'onctuosité et le fondant en bouche »</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Cristallisation accidentelle</u> : phénomène de blanchiment gras survenant sur des bonbons chocolat par exemple après un pré cristallisation d'un chocolat de couverture mal conduite. <ol style="list-style-type: none"> 1. <u>Autre application</u> : cas de la fabrication de la mousse au chocolat (nécessité de gérer la température des mélanges afin de se situer toujours au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao). Dans l'idéal, la t° de travail se situe entre 29 et 32°C, 29°C pour être au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao, et inférieure à 34°C pour éviter la fonte de la crème fouettée et la perte de son foisonnement <p><i>Temps minimum de stockage au froid 4h à +3°C pour obtenir une cristallisation homogène du beurre de cacao contenu dans le chocolat, mais généralement conserver 12 h minimum à 24 h les pièces pré-cristallisées (bonbons chocolat, décors chocolat, ...) pour s'assurer de leur cristallisation complète et homogène.</i></p> <p><i>Exemple de la pâte à glacer, mélange de cacao sous forme de poudre et de matières grasses végétales autres que le beurre de cacao pour apporter une brillance aux fabrications, prologer leur durée de conservation en congélation, et pour sa facilité d'emploi (en raison de l'inutilité de la phase de pré-cristallisation).</i></p> <p><i>Exemple du beurre MYCRIO utilisé en remplacement de la gélatine, dans des préparations de type crèmes de fruits, tarte au citron, intérieurs chocolat pour bonbons, ...</i></p> <p><u>Application</u> : recette Bavaois Vanille (Cacao Barry) <i>Pocher à 85°C la crème anglaise (Lait entier 0,340 kg, Sucre 0,200 kg, Jaunes d'œuf 0,060 kg, Vanille 2 gousses). Chinoiser, et ajouter le beurre Mycryo 0,080 kg et le jus de citron 0,050 kg. Refroidir à 18°C et ajouter la crème fouettée bien montée 0,750 kg.</i></p>
--	--	---

2.10 La fiche memento « œuf » :

REPERES A L'ACHAT		
FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
ŒUF COQUILLE	Dénomination « Œuf » sans indication de l'espèce animale de provenance réservée exclusivement aux œufs de poule <u>Réglementation :</u> - Note de service DGAL/SDSSA/N2006-8268 (du 27 Novembre 2006) : focus sur les dispositions incontournables de la commercialisation des œufs et leurs contrôles - Règlement (CE) n°557 / 2007 de la commission du 23 mai 2007 portant modalités d'application du règlement (CE) n°1028 / 2006 du Conseil concernant les normes de commercialisation applicables aux œufs - Note de service DGAL/SDSSA/N2006-8200 (du 7 Août 2006) : recommandations en matière d'utilisation des œufs coquille au stade de la restauration collective et de la remise directe (restauration commerciale, traiteurs, pâtisseries, ...)	- CRITERES DE FRAICHEUR : notamment dans le cas des œufs coquille (extra – frais à privilégier, contrôle de la DDM Date de durabilité minimale), la DLC Date limite de Consommation apposée sur les ovoproduits pasteurisés - PRESENTATION / CONDITIONNEMENT qui déterminent le volume de stockage et la durée de conservation - RAPIDITE et PRATICITE D'EMPLOI, notamment dans le cas de l'utilisation des ovoproduits (Equivalence : pour un œuf de 60g, jaune 18 g – blanc 36g) - ADAPTATION aux techniques de fabrication : Exemple de la crème au beurre, et l'utilisation :
OVOPRODUIT OVOPRODUIT MODIFIE	Produit obtenu à partir de l'œuf, de ses différents composants ou de leur mélange après élimination de la coquille et de ses membranes, , et destinés à la consommation humaine ; ils peuvent être partiellement complétés par d'autres denrées alimentaires ou additifs ; ils peuvent être soit liquides, soit concentrés, séchés, cristallisés, congelés, surgelés ou coagulés » (arrêté du 15 avril 1992) Ovoproduit modifié, c'est-à-dire modifié selon le cas dans les proportions naturelles du jaune et du blanc dans l'œuf, avec ou non ajout d'autres ingrédients (additifs autorisés), et élimination partielle possible de l'eau de constitution.	soit de jaunes d'œufs pour la crème au beurre sur base crème anglaise ; soit de blancs d'œufs pour la crème au beurre sur base meringue italienne ; soit d'œufs entiers pour la crème au beurre sur base pâte à bombe. - APTITUDE AU FOISONNEMENT, notamment dans le cas de l'utilisaton des ovoproduits modifiés liquides congelés (renforcés en additifs de la famille des épaississants - E 415, E412) et déshydratés (en raison de leur teneur en extrait sec).
Ovoproduit modifié liquide (jaune, blanc, œuf entier)	<i>Soumis à pasteurisation</i> <i>Qualités fonctionnelles identiques aux œufs coquilles</i>	- SECURITE BACTERIOLOGIQUE - RISQUES ALIMENTAIRES, notamment allergies dans la manipulation des œufs et leur consommation
Ovoproduit modifié liquide congelé (jaune, blanc, œuf entier)	<i>Soumis à pasteurisation et surgélation – congélation</i> <i>Ajoût possible d'éléments conservateurs naturels (sel / sucre)</i>	- RICHESSE NUTRITIONNELLE : très haute qualité nutritionnelle de ses protéines et de ses lipides (richesse naturelle en acides gras insaturés), source en phosphore, fer et en nombreuses vitamines
Ovoproduit modifié concentré (jaune)	<i>Elimination de la quasi-totalité de l'eau de constitution –</i> <i>Ajoût d'éléments conservateurs naturels (sel / sucre)</i>	- COUT étude comparative nécessaire
Ovoproduit modifié déshydraté (poudre, paillette ou granulé) – jaune, blanc, œuf entier	<i>Soumis à une dessiccation, soit par méthode « spray », soit par lyophilisation</i> <i>Extrait sec : 92% (blanc), 95% (œuf entier et jaune)</i>	

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
Œuf coquille	<p>Conservation des œufs à une température supérieure à + 5°C, et dans la mesure du possible stable, dans des locaux propres, secs et exempts d'odeurs étrangères, protégés contre les chocs et les effets de la lumière.</p> <p><i>Nb (extrait du GBPH) : pour limiter les risques de contamination microbienne : « lors de la conservation en enceinte réfrigérée sortir seulement la quantité conservation optimale nécessaire à la fabrication , sinon les garder à température ambiante. La température de conservation optimale se situant à 15°C » ; pour limiter les risques de multiplication microbienne : « conserver les œufs en réfrigération (< + 4 °c) ou à température ambiante inférieure à 15°C ».</i></p> <p>Stockage organisé par date de début de stockage (selon le principe « first in, first out » ou « premier entré, premier sortie »)</p> <p><i>NB : la réfrigération des œufs est déconseillée, dans la mesure où les œufs réfrigérés puis maintenus à température ambiante peuvent se couvrir de liquéfaction, facteur de risques de prolifération microbienne et de contamination croisée.</i></p>
Ovoproduit modifié liquide	<p>Stockage en enceinte réfrigérée positive T +3°C (de 7 à 28 jours) DLC après ouverture limitée à 48 heures (conservation à +3°C)</p>
Ovoproduit modifié liquide congelé	<p>Stockage en enceinte réfrigère négative T -20°C (de 12 à 24 mois) DLC après ouverture limitée à 48 heures (conservation à +3°C)</p>
Ovoproduit modifié concentré	<p>Stockage en réserve sèche, à température ambiante, dans un conditionnement fermé hermétiquement (12 mois environ)</p>
Ovoproduit modifié déshydraté	<p>Stockage en réserve sèche, à température ambiante, dans un conditionnement fermé hermétiquement (12 mois pour les jaunes et œufs entiers, 24 mois pour les blancs)</p>

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
ŒUF COQUILLE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ lavage des œufs rigoureusement proscrit, ▪ élimination systématique des œufs souillés et douteux ▪ utilisation déconseillée d'œuf coquille dans le cas de préparations crues (type mayonnaise, mousse au chocolat, ...) destinées à des personnes dites « sensibles » (personnes âgées, malades, jeunes enfants, ...) ▪ fabrication des préparations crues à base d'œufs coquille le plus près possible du moment de leur consommation, et conservées au froid ainsi que les préparations destinées à y être incorporées ▪ nettoyage – désinfection du plan de travail et des mains systématique après chaque opération ▪ contrôle des températures de pasteurisation de toutes les denrées à base d'œufs cuites (pour éliminer les risques pathogènes, notamment les risques liés à la bactérie <i>Salmonella</i>) ▪ maintien des denrées à base d'œufs à des températures réglementaires : les préparations destinées à être consommées froides ou conservées par réfrigération doivent être refroidies rapidement puis stockées entre 0 et +3°C ; les fabrications chaudes doivent être maintenues à +63°C jusqu'au service ▪ élimination systématique de tous les restes ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage des emballages d'œufs (traçabilité) ▪ peser soigneusement la quantité d'œuf nécessaire pour une régularité dans le travail (prendre la précaution d'indiquer le poids des œufs dans les proportions de base des recettes).
OVOPRODUIT	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dans le cas d'ovoproduits congelés, procéder à une décongélation rapide ou une décongélation lente au froid positif (température inférieure à +3°C) ▪ Fermer hermétiquement les récipients après utilisation et utiliser rapidement (dans les 48 h après ouverture) ▪ Dans la mesure du possible, adapter les recettes à la quantité de chaque conditionnement pour éviter tout reste d'ovoproduit ▪ Peser soigneusement la quantité d'ovoproduit nécessaire.

COMPOSITION ŒUF ENTIER

PHASE ACQUEUSE	EAU 76%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 12,5 %	LIPIDES 10,5%	GLUCIDES 0,5%
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX Phosphore, soufre, potassium 0,5%		VITAMINES A, B1, B2, D, E, K, PP

COMPOSITION BLANC D'OEUF			
PHASE ACQUEUSE	EAU 88%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 10,6%		GLUCIDES 0,8%
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX 0,6%		VITAMINES B1, B, PP

COMPOSITION JAUNE D'OEUF			
PHASE ACQUEUSE	EAU 50%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 16%	LIPIDES 33%	GLUCIDES 0,5%
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	SELS MINERAUX 0,5%		VITAMINES A, D, E, K

LES INTERACTIONS DE L'OEUF, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
+ EAU	<p>HYDRATATION des œufs, permettant de diminuer la viscosité naturelle des œufs :</p> <p>- <u>Viscosité du blanc d'œuf</u> :</p> <p>Echelle de viscosité fonction de facteurs zootechniques tels que âge de la poule et alimentation, durée du stockage, conditions de mesure tels que température, pH, concentration protéique, ...</p> <p>- <u>Viscosité du jaune</u> :</p> <p>Echelle de viscosité supérieure au blanc en raison de sa forte teneur en extrait sec (50%) répartie en 1/3 protéine et 2/3 lipide. Niveau de viscosité fonction de : pH, quantité de sel et sucre ajoutée</p> <p>DISSOLUTION du pigment la xanthophylle contenue dans le jaune</p>	<p><i>Principe de fabrication de la dorure, des pâtes liquides et semi-liquides (Exemple de la pâte à crêpes : hydratation de la pâte constituée de farine et d'œufs entiers avec un liquide, notamment du lait).</i></p> <p><i>Exemple des pâtes fraîches hydratée uniquement aux jaunes d'œufs, caractérisées par leur couleur (très jaune) et leur texture (très fondante).</i></p>
+ AUTRES	<p>DISSOLUTION des sucres, du sel</p> <p>LIQUEFACTION partielle du jaune et du blanc d'œuf par ajout de sel ou de saccharose</p> <p>DENATURATION des protéines résultant de l'action du sucre et/ou du sel sur les protéines Coction : terme proposé par Hervé This pour désigner l'action chimique résultant de l'acide, de l'alcool, du sucre, du sel, des enzymes et de la pression sur les protéines conduisant à des résultats proches d'une dénaturation par la température.</p> <p>SUBSTRAT :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de la fermentation, par son apport en eau dans les fabrications contenant de la levure biologique - des réactions biochimiques de dégradation de la poudre à lever sous l'action de la température <p>HYDRATATION :</p> <ul style="list-style-type: none"> - de certaines fabrications, facilitant notamment les opérations de dressage 	<p><i>Solvant du sucre dans la réalisation de meringue et appareil meringué, de la crème d'amandes, des appareils à crème prise, ...</i></p> <p><i>Etape de blanchiment des jaunes d'œufs avec le sucre dans la fabrication de la crème anglaise, des jaunes d'œufs avec sucre et amidon dans la fabrication de la crème pâtissière, ...</i></p> <p><i>Ajout de sel et/ou de sucre dans la dorure selon ses utilisations</i></p> <p><i>Cas des pâtes levées fermentées, des pâtes levées feuilletées</i></p> <p><i>Cas des pâtes levées non fermentées (hydratation de la poudre à lever par l'eau contenue dans les œufs)</i></p> <p><i>Cas de la pâte à choux : incorporation d'œufs entiers dans la panade, facilitant le dressage de la pâte à choux, et favorisant son gonflement en cuisson en se vaporisant</i></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - partielle des grains d'amidon (empesage des grains d'amidon) - des protéines insolubles de la farine (dont la gliadine et la gluténine), responsable de la formation d'un réseau viscoélastique de gluten. <p>TEXTURANT sous sa forme cuite (jaune d'œuf cuit et tamisé) : participation à la séparation des grains d'amidon et apport de friabilité aux pâtes</p> <p>DENATURATION des protéines en présence d'enzymes protéolytiques (enzymes ayant la particularité d'agir sur les liaisons peptidiques, en les décomposant) <i>Exemples d'enzymes protéolytiques : broméline dans l'ananas, ficine dans la figue, papaine dans la papaye ...</i></p>	<p><i>Pâtisserie : pâtes friables méthode par sablage / par crémage, pâtes liquides et semi-liquides (pâte à crêpes, pâtes levées non fermentées (type cakes), ...</i></p> <p><i>Exemple des pâtes levées fermentées, type brioche, pâte riche, hydratée à 60 – 65% (suivant la qualité de la farine) principalement par les œufs entiers</i></p> <p><i>Cas des pâtes friables avec ajout de jaunes d'œufs durs tamisés</i></p> <p><i>En pratique, il est d'usage de maintenir à ébullition au moins 5 mn les jus de fruits type ananas, figue ... pour dénaturer les enzymes et limiter leur action néfaste au contact des protéines.</i></p>
AU CONTACT D'UN ACIDE		
	<p>DENATURATION des protéines résultant de l'action d'un acide sur les protéines</p> <p>Coction (de même racine indo-européenne que le mot « cuisson » pour décrire les « cuissons sans chauffer ») : terme proposé par Hervé This pour désigner l'action chimique résultant de l'acide, de l'alcool, du sucre, du sel, des enzymes et de la pression sur les protéines conduisant à des résultats proches d'une dénaturation par la température.</p>	
AU CONTACT D'UN ALCOOL		
	<p>DENATURATION (COCTION) des protéines résultant de l'action chimique de l'alcool sur les protéines (interaction de l'alcool avec l'eau de constitution, avec modification de la dispersibilité et de la solubilité des protéines)</p>	
SOUS L'ACTION D' UN AGENT THERMIQUE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<p>DENATURATION des protéines de l'œuf sous l'action de la température (la dénaturation correspond à une modification de la conformation de la macromolécule PROTEINE, sans pour autant être accompagnée de la rupture des liaisons peptidiques (c'est-à-dire des liaisons entre les acides aminés) Elle est une désorganisation plus ou moins importante de la structure interne des édifices protéiques, notamment la structure tertiaire, et réorganisation réversible (dénaturation sans rupture des liaisons peptidiques) ou irréversible (dénaturation avec rupture des liaisons peptidiques).</p> <p>Elle a lieu sous l'action de la température, mais aussi sous l'action mécanique, au contact d'acide, ou encore au contact d'un alcool</p> <p>Selon la nature de l'agent, les effets de la dénaturation protéique sont nombreux et celle-ci peut atteindre :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit un stade irréversible ou perte définitive de la structure native, donc perte des propriétés fonctionnelles de la protéine (surtout propriétés de solubilité et d'hydratation). - soit un stade réversible avec la possibilité de retour à la structure native et la restauration de ses propriétés fonctionnelles. <p>GELIFICATION des protéines de l'œuf, correspond à la dénaturation des protéines sous l'action de la température et/ou de l'acide et/ou de l'alcool.</p> <p><i>NB : gel défini par les physiciens comme une dispersion d'un solide dans un liquide</i></p> <p>Dans le cas des protéines de l'œuf, il s'agit d'un gel irréversible (au même titre que des gels à partir de protéines type protéines du poisson ou de la viande, ... gel à partir de glucides type</p>	<p><i>Cas de la technique de la pâte à bombe, de la pâte à génoise, des sauces sabayon, ... correspondant à une dénaturation partielle des protéines de l'œuf, et leur aptitude à fixer des bulles d'air sous l'action mécanique (un excès de température inhibe les propriétés fonctionnelles des protéines, et réduit considérablement le foisonnement des fabrications, conduisant à des fabrications plates, non aérées, ... avec une saveur prononcée en œufs cuits).</i></p> <p><i>Dans le cas de la fabrication de la crème anglaise, des appareils à crème prise, ... il est recommandé de verser le lait chaud petit à petit sur le mélange jaunes d'œufs + sucre pour élever progressivement la température de l'appareil au risque d'une floculation voire d'une coagulation brusque des protéines de l'œuf au contact d'une température élevée. Cette dénaturation réversible ou irréversible peut avoir comme conséquence par ailleurs de limiter la tenue de l'appareil après cuisson.</i></p> <p><i>Dans le cas de la crème anglaise, il est recommandé en raison de sa teneur en sucre de pasteuriser le mélange soit 1 mn à 83°C ou d'atteindre la température de</i></p>

	<p>après cuisson Dénaturation des protéines en cuisson piégeant les bulles de gaz et formant une structure alvéolée et souple.</p> <p>IMPERMEABILISATION par la cuisson des protéines Sous l'action de la température, les protéines peuvent jouer le rôle d'isolant dans certaines fabrications.</p> <p>SUBSTRAT des REACTIONS DE MAILLARD : Ensemble complexe de réactions résultant d'une interaction entre les glucides (les sucres réducteurs, notamment le glucose et le fructose) et les protéines (les acides aminés), provoquant la formation de pigments bruns ou noirs (mélanoides), et de substances volatiles et sapides influençant fortement les qualités sensorielles d'un produit. Les réactions de Maillard sont des <u>réactions de brunissement non enzymatique.</u></p> <p>EFFET PROTECTEUR des protéines dénaturées, piégeant notamment l'amidon et limitant la diffusion de ses composés (dont l'amylose).</p> <p>VAPORISATION de l'eau contenue dans les œufs, provoquant par la dilatation de ses bulles de gaz (vapeur d'eau) le développement de certaines fabrications</p> <p>PARTICIPATION à l'étalement des fabrications</p>	<p><i>soufflé, des biscuits, des pâtes levées non fermentées (type cakes)...</i></p> <p><i>Cas de l'utilisation de dorure sur les fonds de tarte cuits à blanc pour imperméabiliser les fonds à leur surface, limitant leur ramollissement lors de leur contact avec un appareil liquide (type appareil à crème prise : exemple des quiches) Par contre, dorer des pièces aptes à se développer en cuisson est plus délicat : dorer sans excès sur les côtés (découpes) pour limiter les traces de coulure et le risque de coagulation de la dorure en cuisson gênant ainsi le développement régulier de la pâte (cas des découpes de pâte feuilletée).</i></p> <p><i>Exemples de la coloration des pâtes en cuisson, principe d'utilisation de la dorure sur les fabrications destinées à être cuites (dorer des feuilletées, des pièces de viennoiseries, ...), coloration des sabayons à gratiner, ...</i></p> <p><i>Exemple des pâtes à nouilles aux œufs, moins collantes que des pâtes hydratées uniquement à l'eau.</i></p> <p><i>Principe pour partie (avec l'expansion des bulles de gaz : air, dioxyde de carbone selon le cas) de développement en cuisson des blancs d'œufs montés et dérivés (biscuit, génoise, appareils à soufflé, ...), meringues et appareils meringués, de la pâte à choux, des pâtes levées fermentées</i></p> <p><i>Cas des appareils à petits fours secs en cuisson</i></p>
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p>VISCOSITE : action directe de la température sur la viscosité de l'œuf, en raison :</p> <p>- du RAFFERMISSEMENT des protéines au froid :</p> <p>Ce raffermissement provoque l'augmentation de la prise en gel des protéines après cuisson sous l'action du froid positif et du temps. A quantité égale, la tenue du gel à base de protéines du blanc d'œuf est plus ferme que le gel à base de jaune d'œuf.</p>	<p><i>Pratique de « casser » les blancs pour diminuer sa viscosité, et faciliter le déroulement des protéines responsables du foisonnement, ou d'utiliser des blancs tempérés.</i></p> <p><i>Cas des appareils à crème prise, dont la texture recherchée après cuisson et refroidissement est fonction de la partie d'œuf utilisée :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - utilisation uniquement de jaune d'œuf pour une texture crémeuse et sans tenue (exemple : pots de crème, crème brûlée, ...) - utilisation uniquement de blanc d'œuf pour une texture gélifiée et une saveur neutre (exemple : Latte cotto, ...) - utilisation d'œufs entiers pour une texture crémeuse et une tenue de l'appareil dans le

<p>+ PRESSION</p>	<p>Dans certains cas, le raffermissement des protéines permet de stabiliser les bulles d'air dans des mélanges, notamment des fabrications foisonnées.</p> <p>- de la CRISTALLISATION des matières grasses présentes dans le jaune d'œuf, agissant sur l'échelle de viscosité des fabrications dans lesquelles il est ajouté (degré de viscosité fonction de la quantité d'œuf et/ou de jaune d'œuf utilisée, du temps de maturation et de la température de refroidissement)</p> <p>LYOPHILISATION : procédé de conservation permettant la déshydratation sous vide et à basse température d'un produit préalablement congelé.</p>	<p><i>cas d'un démoulage (exemple : crème renversée, ...)</i></p> <p><i>Principe de stabilisation des bulles d'air dans une pâte à bombe, pendant sa phase de refroidissement</i></p> <p><i>Le degré de viscosité de la crème anglaise est fonction de la quantité de jaune d'œuf utilisée, du temps de maturation et de la température de refroidissement.</i></p> <p><i>Le dosage des jaunes d'œufs dans la fabrication de la crème pâtissière varie de 100 à 250 g par litre de lait, suivant la texture et la finesse recherchées.</i></p> <p><i>Cas des œufs lyophilisés</i></p>
SOUS L'ACTION MECANIQUE		
<p>MELANGE</p>	<p>POUVOIR EMULSIFIANT du jaune d'œuf</p> <p>Le jaune d'œuf est composé d'agents émulsifiants : des phospholipides de type lécithine (c'est-à-dire un composé de lécithine et de protéines).</p> <p>L'agent émulsifiant permet le mélange d'une phase aqueuse avec une phase grasse ; il contribue à stabiliser les mélanges de certaines fabrications en permettant une dispersion homogène de la matière grasse dans la masse.</p> <p>Ce pouvoir émulsifiant permet d'apporter une stabilité au mélange, une texture aux fabrications.</p>	<p><i>Cas des crèmes (type crème d'amandes, la crème au beurre, ...), des appareils à pâte à bombe, ..., des pâtes comme la pâte levée non fermentée (la pâte à cakes) : l'émulsifiant contenu dans le jaune d'œuf lie l'eau apportée par les œufs entiers et le beurre, et la matière grasse</i></p>
<p>BATTAGE</p>	<p>DENATURATION des protéines sous l'action mécanique:</p> <p>L'action mécanique cisaille les protéines (rupture des liaisons d'une partie de la structure tertiaire), et participe à leur déroulement progressif en mettant en contact leurs parties hydrophobes avec l'air, à l'intérieur des bulles et leurs parties hydrophiles avec l'eau circulant entre les bulles.</p> <p>Les protéines s'associent alors en une nouvelle configuration (réseau tridimensionnelle), apte à retenir des bulles d'air dans leur masse (pouvoir moussant) même après un traitement thermique en formant un réseau alvéolé après cuisson</p> <p>La spécificité d'une partie des protéines de l'œuf (propriétés tensio-actives) permet de fixer et de stabiliser les bulles d'air dans l'ensemble de la masse (inhibant le phénomène naturel de coalescence entre les bulles d'air). Précisément, les bulles d'air sont stabilisées grâce aux forces de tension superficielle de l'eau entourant chacune de ces bulles ; Les tensioactifs agissent en diminuant la tension superficielle à l'interface eau / air : en se positionnant à l'interface eau / air (une partie hydrophile en contact avec l'eau et une partie hydrophobe en contact avec l'air), ils forment un film rigide interfacial ce qui permet d'incorporer et de stabiliser au fur et à mesure les bulles d'air dans leur masse.</p> <p>Paramètres de variation agissant sur le foisonnement :</p> <p>- facteurs agissant sur la viscosité :</p> <p>La température agit directement sur la viscosité du milieu : Dans le cas des blancs d'œufs : à froid, la viscosité des blancs est forte. La fermeté du gel freine le foisonnement. Des blancs tempérés ou un battage à vitesse progressive conduisent à faciliter l'incorporation des bulles d'air.</p> <p>La nature et la concentration en protéines agissent en outre sur le foisonnement : en règle générale, le foisonnement d'une</p>	<p><i>Principe d'augmentation de volume de la pâte à génoise, de la pâte à bombe, des sabayons, ...</i></p> <p><i>Cas de la pâte à bombe dure : battre les œufs jusqu'à obtenir une mousse pour faciliter l'incorporation du sirop de sucre et limiter les risques de coagulation brusque des protéines de l'œuf au contact du sucre cuit</i></p> <p><i>Pratique de « casser » les blancs pour diminuer sa viscosité, et faciliter le déroulement des protéines responsables du foisonnement, ou d'utiliser des blancs tempérés.</i></p>

	<p>préparation est conditionné par une teneur en protéines de l'ordre de 2 à 8% (une forte concentration en protéines peut inhiber le foisonnement, et augmenter les risques de grainage des blancs d'œufs).</p> <p>De même, la teneur en eau d'une fabrication participe à son foisonnement : c'est le cas de l'utilisation d'œufs entiers dans des fabrications foisonnées.</p> <p><u>- facteurs agissant sur les charges électrostatiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ le niveau de pH : l'ajout d'acide dans les blancs d'œufs sous la forme de crème de tarte abaisse le ph, ce qui a pour effet de diminuer les répulsions entre les chaînes (l'acide ayant une action directe sur les charges électrostatiques) et de favoriser la formation de gel et la stabilité de la mousse ○ la présence de sel (et notamment des ions sodium et chlorure agissant sur les chaînes en favorisant leur rapprochement) ○ la présence d'ions complexants, notamment dans le cas de l'utilisation de cuivre ○ la nature du milieu : la présence dans les jaunes d'œufs de matière grasse dite « phosphorée », jouant un rôle tensio-actif et freinant l'absorption d'air par les protéines (et le foisonnement) en formant une pellicule autour d'elles. <p><u>- facteurs agissant directement sur le taux de foisonnement :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ la nature de l'action mécanique : la vitesse et l'amplitude d'incorporation d'air sont responsables du taux de foisonnement <ul style="list-style-type: none"> ○ la teneur en eau des fabrications <p>La teneur en eau augmente le taux de foisonnement des fabrications</p>	<p><i>L'ajout en quantité minime de blancs d'œufs sous la forme déshydratée dans des blancs élève la concentration en protéines, et facilite le foisonnement : exemple de l'ajout de 2 à 3% de blancs d'œufs déshydratés dans la réalisation d'appareils à meringue</i></p> <p><i>Technique de fabrication d'appareils à pâte à bombe à base d'œufs entiers (pour crème au beurre, ...)</i></p> <p><i>Exemple de l'emploi de crème de tartre (additif) dans la fabrication de blancs montés, de meringue, d'appareils meringués, ...</i></p> <p><i><u>Attention</u> : ne pas remplacer la crème de tarte par de l'acide tartrique, en raison de son pH acide plus fort.</i></p> <p><i>Application : justification de la pincée de sel dans l'usage classique de montage des blancs manuellement.</i></p> <p><i>Application : stabilisation accrue de la mousse dans un bassin en cuivre (ce qui explique la pratique ancestrale de monter les blancs d'œufs dans des bassines en cuivre)</i></p> <p><i>Principe d'éliminer toute trace de jaune d'œuf dans des blancs clarifiés avant de les battre</i></p> <p><i>A privilégier les fouets à blancs pour le volume de leurs branches dans le cas d'une action mécanique manuelle, l'utilisation de batteur mélangeur mécanique, ...</i></p> <p><i>Dans le cas des appareils à soufflé chaud : il était d'usage de serrer fortement les blancs d'œufs pour les avoir très fermes , mais cette pratique se révèle inefficace pour deux raisons :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - le mélange entre l'appareil et les blancs est difficile, obligeant à prolonger cette opération au risque de perdre une quantité de bulles d'air dans la masse et limiter le développement du soufflé en cuisson - poursuivre le battage présente le risque de grainer les blancs <p><i>Il est par contre recommandé de tenir les blancs d'œufs lisses et souples pour optimiser le gonflement de l'appareil en cuisson.</i></p> <p><i>Exemple de la crème au beurre fabriquée à partir d'œufs entiers, de texture plus crémeuse, plus légère (comparativement à une crème au beurre fabriquée à partir de</i></p>
--	--	---

	<p>La stabilisation d'une mousse alimentaire est principalement due :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à l'ajout de composés hydrosolubles (exemple le sucre), lesquels en se liant à l'eau circulant entre les bulles d'air agissent sur la viscosité de la masse (en l'augmentant) et par conséquent, sur la fermeté de la mousse ; - à l'action de la température : Les protéines du blanc d'œuf (et notamment l'ovalbumine) et du jaune d'œuf (notamment les lipoprotéines du plasma et des granules) ont la particularité de retenir et de stabiliser des bulles d'air en formant un réseau structuré par la cuisson, par dénaturation des protéines <p>La température du liquide ajouté dans les blancs montés, participe aussi à la stabilité de la mousse dans l'exemple caractéristique de la meringue Italienne. Des études menées par Hervé This¹⁴⁴ ont prouvé qu'une température du sirop inférieure à 117°C provoque l'instabilité de la mousse en raison de la viscosité faible du liquide circulant entre les bulles d'air. En revanche, une température supérieure à 127°C du sirop le rend très visqueux, et par conséquent, très difficile à s'immiscer entre les bulles d'air (il se forme des blocs durs et cassants qui alourdissent la masse et nuit à la formation de la mousse).</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la nature de l'action mécanique : Un battage prolongé peut causer une déstabilisation de la mousse, et une rupture du foisonnement. <p><i>NB : une mousse alimentaire est une dispersion de bulles de gaz dans une phase continue liquide ou semi – liquide, stabilisées grâce à l'ajout de molécules tensioactives Dans la formation d'une mousse, les protéines diffèrent entre elles par la nature de leurs tensio-actifs :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - une protéine moussante est fonction de sa capacité à être soluble dans la phase liquide, migrer et se déplisser rapidement et facilement pour pouvoir s'absorber à l'interface EAU – AIR ; - une protéine stabilisante est fonction de sa capacité à former un film résistant, flexible et cohésif afin de réduire la perméabilité aux gaz et inhiber le phénomène de coalescence des bulles A noter que la capacité et la stabilité moussante ne sont pas deux aptitudes systématiques des protéines. 	<p><i>jaunes d'œufs). Exemple des sauces sabayon, pour lesquelles la quantité de liquide (vin, infusion, ...) est adaptée en fonction de la légèreté recherchée.</i></p> <p><i>Il est préconisé d'ajouter le sucre en trois fois dans le montage de blancs d'œufs (au début – au milieu – en fin d'opération) pour faciliter l'incorporation de l'air dans la masse et la stabilisation de la mousse. Exemple : un ajout de la quantité totale du sucre au départ freinerait l'incorporation de bulles d'air dans la masse (le sucre se lierait à l'eau, limitant sa liaison à des bulles d'air par les molécules tensio-actives).</i></p> <p><i>Applications : action de la température sur les blancs d'œuf montés piégeant les bulles d'air (cas des meringues, des soufflés dont la tenue est due à l'ovalbumine du blanc d'œuf (50% du blanc) qui n'est pas dénaturée lors du brassage et qui coagule à la cuisson, limitant ainsi la croissance des bulles d'air qui finiraient par exploser), sur les jaunes d'œuf (cas des sabayons), principe d'augmentation de volume de la pâte à génoise, de la pâte à bombe, ... NB : à noter l'action inhibitrice d'une température prolongée sur le foisonnement d'une préparation (exemple de la pâte à génoise dépassant une t° de 60°C avant l'opération de battage, d'une t° dépassant les 68°C dans la réalisation d'un sabayon, ...</i></p> <p><i>Application : grainage des blancs d'œufs (correspondant à une précipitation des protéines et un rejet de leur eau de constitution), phénomène accentué avec l'utilisation de blancs d'œufs très frais</i></p>
--	--	--

¹⁴⁴ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 125

2.11 La fiche memento « saccharose » :

REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
Sucre cristallisé blanc	Recueilli dans les turbines après concentration sous vide et cristallisation des sirops.	<p>- CRITERES DE FRAICHEUR : notamment le contrôle de la DDM Date de Durabilité minimale</p> <p>- ORIGINE : canne à sucre / betterave sucrière</p> <p>- CONDITIONS DE CULTURE : méthode artisanale / industrielle, produit bio ou non ...</p> <p>- PUISSANCE AROMATIQUE : d'un sucre roux, d'un sucre cassonade, d'un sucre Moscovato par rapport à un sucre blanc</p> <p>- GRANULATION des cristaux de sucre en fonction du mode d'utilisation (sucre cristallisé dans un liquide, sucre semoule fin dans une pâte, ...) ou en fonction de l'effet recherché (sucre casson pour apporter du croquant aux fabrications)</p> <p>- POUVOIR SUCRANT : le pouvoir sucrant du saccharose est par convention fixé à 100.</p> <p>- COÛT : étude comparative nécessaire</p>
Sucre en poudre	Produit obtenu par tamisage et broyage du sucre cristallisé blanc.	
Sucre glace	Produit obtenu par broyage très fin de sucre cristallisé blanc et additionnée d'amidon (3% en moyenne) pour éviter sa prise en bloc.	
Sucre moulu en morceaux	cristaux de sucre blanc ou roux, encore chauds et humide, provenant des turbines compressés automatiquement dans des moules et agglomérés entre eux par séchage	
Le sucre pour confitures	Sucre blanc additionné de pectine naturelle de fruits (0,4 à 1 %), d'acide citrique alimentaire (0, 6 à 0,9%) et quelquefois d'acide tartrique	
Le sucre vanillé	Sucre aromatisé à la vanille naturelle (à l'extrait ou à l'essence de vanille)	
La vergeoise	Provenant d'un sirop de betterave coloré et parfumé par les composants naturels de sa matière première.	
La cassonade	Sucre cristallisé brut roux extrait directement du jus de canne à sucre et recueilli dans des turbines après concentration sous vide et cristallisation des sirops	
Sucre candi brun ou blanc	Cristaux roux ou blancs plus ou moins gros, obtenus par cristallisation lente sur un fil de lin ou de coton d'un sirop de sucre concentré et chaud.	
Sucre liquide	Solution de sucre de betterave ou de canne, incolore ou ambrée, obtenu par fonte du sucre sec : par réhydratation en eau déminéralisée et « flash-pasteurisation », soit par échange d'ions à partir du sirop d'évaporation pour fixer les impuretés.	
Sucre inversé	Produit liquide obtenu par inversion non complète ou « hydrolyse » du saccharose en glucose et fructose, sous l'action de deux agents : (l'acidité le PH) et la température, voire l'action combinée avec des enzymes.	
Fondant	Masse blanche, souple et collante, de consistance épaisse, provenant de la semi-cristallisation du saccharose	

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
ETAT VITREUX (cristallisé)	Stockage en réserve sèche, à température ambiante, Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement, film au contact, ...) pour éviter tout risque de mottage par reprise d'humidité (aptitude de tout produit déshydraté ou à faible niveau d'aw à attirer l'eau environnant), hors sol.

REPERES EN FABRICATION

COMPOSITION			
PHASE ACQUEUSE			
CONSTITUANTS CHIMIQUES			GLUCIDES Saccharose : glucose + fructose
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES			

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	- Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) - Conserver rigoureusement les étiquetages (traçabilité)

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Peser soigneusement la quantité de sucre nécessaire - Prendre la précaution de dissoudre le sucre dans tout élément liquide avant de procéder au mélange, ou dissoudre le sucre dans un élément aqueux (œuf par exemple) en fouettant vigoureusement. |
|--|--|

LES INTERACTIONS DU SACCHAROSE, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)

AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante

+ EAU

CONSERVATEUR :

effet dépresseur de l'aw d'un produit par sa capacité à se lier à l'eau, diminuant la quantité d'eau libre, ce qui a pour effet d'augmenter la durée de conservation du produit
A noter le rôle du sucre dans la conservation en agissant sur la réduction des risques de rancissement des matières grasses, et les phénomènes de dégradation oxydative des arômes des fruits (rôle anti-oxydant)

*Agent conservateur dans le cas des confitures, des gelées ...
 Exemple de la durée de conservation plus longue d'un lait concentré sucré comparativement à un lait concentré non sucré*

HYGROSCOPICITE du sucre :

propension à capter et fixer l'eau environnant, notamment :

- l'eau circulant à l'interface des bulles d'air, provoquant par leur resserrement, le raffermissement et la stabilité de la mousse
- l'eau de constitution des matières premières usuelles (œuf, lait ...), ce qui freine l'hydratation des grains d'amidon et des protéines (dont la gliadine et la gluténine) constitutives de la farine, et réduit le risque de formation de corps à la pâte (réseau viscoélastique de gluten)
- l'eau de cuisson de certains féculents, ce qui explique le fait de ne pas sucrer les liquides de cuisson pour éviter de réduire l'hydratation des féculents et nuire à leur cuisson
- l'eau de constitution d'un composé protidique ou lipidique, ce qui a pour effet de provoquer de manière irréversible si le temps de contact est prolongé notamment, leur dessèchement en surface

Dans le cas des blancs montés, de la crème fouettée, ... le sucre stabilise les mousses formées (rapprochement des bulles d'air entre-elles en captant l'eau résiduelle circulant à leur interface, agissant sur la mousse en la raffermissant)

Cas des pâtes friables méthode par crémage

Dans le cas de la cuisson des appareils à base de féculents (exemple : cuisson d'un riz au lait), il est recommandé de ne pas sucrer le lait pour permettre aux grains de riz d'absorber tout le liquide de cuisson.

*Dans le cas des fabrications dans lesquelles des jaunes d'œufs sont mélangés à du sucre, il est conseillé de mélanger vigoureusement l'ensemble de manière à éviter un contact prolongé du sucre sur les jaunes et leur dessèchement en surface (cas du blanchiment des jaunes d'œufs avec le sucre dans la fabrication de la crème anglaise, des appareils à crème prise, ...
 Il est de même conseillé de ne pas placer en contact direct le sucre avec la levure biologique pour éviter de la déshydrater au risque de nuire à ses propriétés fermentescibles.*

NB : propriété d'hygroscopicité fonction de la taille des molécules de sucre (principe : plus la taille est petite, plus grande est sa capacité de rétention en eau)

SOLUBILISATION à froid très limitée du sucre :

dissolution du sucre limite à froid, exception faite en présence de sucre à très fine granulométrie et par action mécanique forte

Exemple du matériel nommé « sirogène » composé d'une cuve et d'un malaxeur, utilisé pour fabriquer en continu un sirop à froid sursaturé sucre pour limiter les risques de prolifération microbienne.

TEXTURANT des fabrications :

le sucre apporte une charge qui participe au corps de certaines fabrications

*Le sucre apporte du corps aux fabrications type pâtes battues (biscuit, ...), crèmes (la crème d'amandes, la crème au beurre, ...), ...
 Le sucre apporte de la souplesse, de la plasticité à la crème ganache.*

d'une source de chaleur importante (dissociation du saccharose en glucose et fructose lors de la réaction de caramélisation avec formation d'oligosaccharides par recombinaisons multiples : glucose – glucose, glucose – fructose, ...).

La caramélisation contribue en outre à un apport de brillance aux fabrications.

La caramélisation constitue une réaction de brunissement non enzymatique.

La technique consiste à ajouter le sucre progressivement dans le récipient de cuisson, de manière à limiter les agglomérats de sucre et un excès de cuisson sur le fond du récipient. Remuer avec une spatule exoglass pour homogénéiser la fusion du sucre.

A noter que le pH d'un sucre cuit au caramel est acide

- **PYROLYSE :**

Réaction de dégradation du sucre avec formation de pigments de couleur très bruns à noirs

Le brunissement important du saccharose en cuisson apporte une saveur amère caractéristique

A noter les risques de projection d'eau consécutifs à une vaporisation instantanée au contact du sucre en cuisson

SUBSTRAT des REACTIONS DE MAILLARD :

Ensemble complexe de réactions résultant d'une interaction entre les glucides (les sucres réducteurs, notamment le glucose et le fructose pouvant résulter de l'hydrolyse du saccharose) et les protéines (les acides aminés), provoquant la formation de pigments bruns ou noirs (mélanoides), et de substances volatiles et sapides influençant fortement les qualités sensorielles d'un produit.

Les réactions de Maillard sont des réactions de brunissement non enzymatique.

Les facteurs influençant les réactions de Maillard sont notamment :

- la nature des substrats : la présence de sucres réducteurs (comme les monosaccharides type glucose, fructose, galactose), certains diholosides réducteurs comme le lactose ou le maltose

NB : à noter que le saccharose est un diholoside non réducteur, donc ne participant pas à la réaction de Maillard sauf si il est au préalable hydrolysé (sucre inverti).

- la température et le temps (intensité du brunissement d'autant plus importante que le temps et la température sont élevés) ;

- la teneur en eau (effet inhibiteur de l'eau dans les réactions de Maillard) ;

- d'autres facteurs jouent un rôle dans les réactions de Maillard : la valeur du pH, la nature des acides aminés et des sucres réducteurs, la présence d'activateurs ou d'inhibiteurs...

NB : à noter que les réactions de Maillard conduisent à la formation de substances antinutritionnelles voir potentiellement toxiques comme les mélanoidines¹⁴⁷ ; par ailleurs, il est aussi

jaune), à partir de 200°C (caramel brun foncé), au-delà de 300°C (carbonisation)¹⁴⁸

Technique de cuisson de la nougatine

Caramélisation des appareils à croustillants, du sucre glace saupoudré sur un soufflé avant la cuisson, d'un sucre semoule saupoudré sur une crème brûlée avant leur caramélisation sous l'action d'une flamme vive, ...

Caramélisation des bords du soufflé en cuisson, favorisant sa tenue et son développement

Dans le cas d'une mauvaise dissolution du sucre dans l'élément liquide dans la fabrication de pâtes, le risque est l'apparition de points fortement colorés correspondant à la coloration des grains de sucre non dissous dans la pâte.

Pour limiter le risque de dénaturation des protéines de la crème au contact du caramel dans la fabrication de la sauce caramel, il est conseillé de décuire le caramel avec de l'eau. Dans le cas de recettes comportant du beurre, décuire le sucre au caramel avec le beurre puis la crème.

Carbonisation du saccharose à partir de 190°C (« sucre noir »)

Prendre soin de stopper la cuisson du caramel dès l'atteinte d'une coloration claire (caramel blond) pour limiter le risque d'amertume communiqué par le sucre aux fabrications de type : sauces sur base caramel, nougatine, ...

Prendre la précaution de chauffer au préalable tout liquide (jus, crème, ...) avant de décuire le sucre en cuisson.

Cas de la coloration des pâtes (pâte à choux, pâte friable, pâte crémée, ..., torréfaction des fèves de cacao, ...)

...

Dans la fabrication des pâtes liquides (type pâte à crêpes), une quantité importante de sucre dans l'appareil risque d'accentuer la coloration de la pâte et de provoquer des points d'accrocs sur le récipient de cuisson.

¹⁴⁷ « Science des aliments – Biochimie, Microbiologie, Procédés, Produits », Volume 1 (Stabilisation biologique et physico-chimique), de Romain Jeantet / Thomas Croguennec / Pierre Schuck / Gérard Brulé, Editions Tec & Doc, Février 2006 – page 137

reconnu qu'elles peuvent entraîner la formation de molécules antioxydantes, bénéfiques pour l'organisme.

DISSOLUTION des sucres dans l'eau fonction de la nature des sucres et de la température :
propriété de solubilité du sucre d'autant plus importante que la température est élevée, conférant à la solution de sucre une viscosité (le niveau de viscosité est fonction notamment de la concentration en sucre dans la solution)

NB : Degré Brix, échelle mesurant la teneur en sucre d'une solution

ELEVATION EBULLIOSCOPIQUE :

propriété des sucres en solution d'élever la température d'ébullition de la solution au delà de 100°C

EFFET PROTECTEUR du sucre sur les protéines :

Augmentation de la tolérance des protéines de l'œuf au traitement thermique, par l'action « protectrice » du sucre sur le réseau protéique des dégradations dues par la chaleur (élévation de 3 à 6°C des températures de gélification des protéines)

Cette action a pour conséquence de favoriser l'étalement et/ou le développement de l'appareil durant la cuisson, puis pour certaines fabrications le façonnage avant leur complet refroidissement.

EFFET PROTECTEUR du sucre sur l'amidon :

Augmentation de la tolérance de l'amidon au traitement thermique, par l'action « protectrice » du sucre sur le réseau amylic des dégradations dues par la chaleur (élévation sensible des températures de gélification de l'amidon).

TEXTURANT :

- apport de fluidité aux masses contenant du sucre en cuisson, permettant leur étalement, leur façonnage (plus la concentration en sucre est élevée, plus l'étalement des masses est important)

- apport de souplesse aux pâtes, conférant à certaines pâtes dans lesquelles il est ajouté une texture plus molle (en raison de sa dissolution au contact de l'élément d'hydratation)

- augmentation de la viscosité :

Dans le cas des sucres cuits, leur faible humidité résiduelle élève la viscosité de la masse, ce qui contribue à stabiliser la structure amorphe (c'est-à-dire non cristalline) obtenue à l'issue de la cuisson.

En raison de leur état (sursaturé en saccharose), et sa

*Principe de réalisation des sirops de sucre
Exemple en glacerie avec la mesure du degré Brix d'un appareil à sorbet pour évaluer son extrait sec (principalement sa teneur en sucre)*

Principe de cuisson d'un sirop de sucre, d'un sucre cuit

Pasteurisation de la crème anglaise à 85°C, cuisson d'un appareil à crème prise (crème brûlée, ..), de la pâte à bombe, appareil à soufflé chaud ...

Exemple de la liaison finale d'un appareil à riz au lait à base de jaunes d'œufs et de sucre blanchis (le sucre réduit le risque de leur coagulation instantanée au contact du riz cuit et chaud), de la cuisson de la crème d'amandes, ...

Exemple de la pâte à bombe au lait, crème anglaise très riche en jaune et en sucre, pouvant supporter facilement l'ébullition sans risque de floculation des protéines du jaune d'œuf.

Dans le cas de la crème pâtissière, le sucre et l'amidon protègent les protéines de l'œuf d'une coagulation sous l'action de la température.

*Etalement et développement de la pâte à génoise en cuisson, des biscuits, du développement des soufflés, des pâtes levées non fermentées (type cakes) avant la gélification des protéines
Etalement et façonnage des appareils à petits fours secs*

Effet du sucre dans la fabrication des pâtes battues (biscuit, génoise, ...) en favorisant leur étalement et leur développement durant la cuisson

Etalement au four des appareils à croustillants très riches en sucre, façonnage des croustillants avant leur refroidissement

Principe de la mesure de la viscosité de la solution de sucre « aux doigts » (sucre au petit filet, ... au petit boulé, ...)

Cas du caramel dans la fabrication de la crème renversée au caramel : décuire le caramel à

¹⁴⁸ « Les propriétés physiques et chimiques du saccharose », Dossier CEDUS avec la collaboration de l'Université de Reims (professeur : M. Mathlouthi)

**ENERGIE
THERMIQUE
EXTRAITE**

tendance à recristalliser, un apport d'agents anti-cristallisants est nécessaire pour fixer l'état amorphe instable.

FIXATEUR de particules :

aptitude du sucre à se lier à des protéines solubles du lait (protéines solubles du lactosérum, notamment la lactoglobuline, la lactalbumine, l'immunoglobuline...), permettant de limiter leur agglomération sur le fond du récipient en cuisson

PERTE DU POUVOIR SUCRANT du saccharose sous l'action de la température : certaines fabrications à base de sucre cuit au caramel requiert l'emploi de sucre en grande quantité

TEXTURANT à froid :

propriété du saccharose en solution d'abaisser le point de durcissement (ou point de congélation) de la solution en dessous de 0°C, apportant une texture caractéristique aux préparations (notamment une malléabilité ou « cuillérabilité ») Propriété fonction notamment de la quantité de sucre en solution et de la nature des éléments en suspension

CRISTALLISATION à froid :

propriété des glucides sucre de former des cristaux au repos et par refroidissement.

NB : le terme s'applique de même pour les glucides amidon, les acides gras et l'eau

La cristallisation permet de :

- conserver aux fabrications certaines formes
- conférer aux fabrications une texture cassanet, croustillante, friable après refroidissement

En situation pratique, la cristallisation peut être désirée ou accidentelle (dépendant fortement de : la maîtrise des techniques, de la température, de l'humidité dans l'air). Comme pour les lipides, le procédé de cristallisation des glucides saccharose s'opère en deux temps :

- une première étape de nucléation (consistant en la formation de germes cristallins)
- une deuxième étape de croissance des cristaux.

La cristallisation peut être évitée par l'adjonction de matières anti-cristallisantes (exemple du sirop de glucose, du sucre inverti, du sorbitol...). Les agents anti-cristallisants agissent dans les fabrications en limitant le phénomène de cristallisation des molécules de saccharose. Ils agissent :

- sur le saccharose (réduction voire suppression de la formation de cristaux de saccharose par : augmentation de la viscosité du milieu, localisation des agents anti-cristallisants entre les molécules de saccharose, grande solubilité des agents anti-cristallisants)
- sur l'eau (limitation de la cristallisation de l'eau)

En pratique, il est courant de combiner les agents anti-cristallisants pour :

- réduire le risque de cristallisation sans augmenter notablement la viscosité du milieu : préférer dans ce cas un mélange de sorbitol et de sucre inverti (volume réduit de ces molécules) au lieu du sirop de glucose
- conserver des fabrications en limitant l'adsorption d'eau : éviter le sorbitol et le sucre inverti au pouvoir hygroscopique notable
- limiter le pouvoir sucrant d'une fabrication (Pouvoir sucrant du sorbitol et du sirop de glucose moins intense que celui du sucre inverti)

l'eau pour obtenir un caramel liquide au démoulage, nappant entièrement l'appareil. Cas de l'utilisation des sirops de glucose, du sucre inverti dans la fabrication des sucres cuits, des confiseries, ...

Pratique de sucrer le lait pour éviter les points d'accrocs au fond du récipient de cuisson

Les sauces caramel se caractérisent par une quantité importante de sucre, en raison de la perte substantielle du pouvoir sucrant du sucre cuit au caramel.

Pâtisserie – Glacerie : cas de la pâte à bombes pour préparations glacées hors classification (parfait, bombe glacée, ...).

Technique de façonnage et de réalisation des appareils à croustillants

Applications :- Cristallisation désirée :

Fabrication du saccharose (par ensemencement)

Fabrication des intérieurs liqueurs (cristallisation de l'enveloppe du bonbon liqueur à son contact avec l'amidon, déclenchement du phénomène de cristallisation).

Fabrication du fondant (sucre à l'état semi cristallisé)

Cristallisation des fruits candi

- Cristallisation accidentelle :

Cas du sucre « massé » (intervenant à la suite d'un refroidissement d'un sirop de sucre au contact d'impuretés, d'agrégats de sucre formés sur les parois du récipient de cuisson risquant d'ensemencer le sirop au refroidissement, ...)

Cristallisation des bonbons de sucre cuit (berlingot, ...) pendant leur stockage (à la suite d'une t° élevée entraînant une évaporation de l'eau des produits, ou dans le cas d'une humidité importante dans l'air ambiant Cas du fondant dont la t° à ne pas dépasser dans sa mise au point est de 37°C (le dépassement de cette t° plafond entraîne la fonte des petits cristaux de saccharose, ce qui conduit au refroidissement à une augmentation de la formation de gros cristaux rendant le glaçage mat).

Autre application en Glacerie :

La teneur en extraits secs dans un mix à glace détermine en partie son équilibre : en présence d'un excès de lactose, notamment apporté par des produits riches en extraits secs de type poudre de lait, le risque est la cristallisation du lactose, conférant à la glace une texture sableuse ; une quantité en extraits secs faible provoque le risque d'une cristallisation hydrique dans la glace (et la formation de paillettes).

2.12 La fiche memento « autres produits sucrants » :

REPERES A L'ACHAT																														
FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX																												
DEXTROSE ou D-GLUCOSE	Produit obtenu à partir d'un sirop de glucose hydrolysé jusqu'à un DE (Dextrose Equivalent) au moins égal à 90-95 ; produit filtré, purifié, concentré et cristallisé. Forme cristallisée du glucose (poudre blanche composé de fins cristaux)	<p>- CRITERES DE FRAICHEUR : notamment le contrôle de la DDM Date de Durabilité minimale</p> <p>- POUVOIR SUCRANT :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Nature du composé</th> <th style="text-align: center;">Pouvoir sucrant</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Fructose (ou lévulose)</td> <td style="text-align: center;">130 à 150</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Miel</td> <td style="text-align: center;">130</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sucre inverti</td> <td style="text-align: center;">110 à 125</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sirop de glucose riche en fructose</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Saccharose</td> <td style="text-align: center;">100</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Glucose (dextrose)</td> <td style="text-align: center;">70 à 80</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sirop de glucose « sweet » 60DE¹⁴⁹</td> <td style="text-align: center;">60 à 65</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sorbitol</td> <td style="text-align: center;">50 à 70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sirop de glucose « high conversion » (55DE)</td> <td style="text-align: center;">55</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Glucose atomisé</td> <td style="text-align: center;">+/- 50</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Sirop de glucose 40 DE</td> <td style="text-align: center;">40 à 45</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Maltose</td> <td style="text-align: center;">33</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Lactose</td> <td style="text-align: center;">15 à 25</td> </tr> </tbody> </table>	Nature du composé	Pouvoir sucrant	Fructose (ou lévulose)	130 à 150	Miel	130	Sucre inverti	110 à 125	Sirop de glucose riche en fructose	100	Saccharose	100	Glucose (dextrose)	70 à 80	Sirop de glucose « sweet » 60DE ¹⁴⁹	60 à 65	Sorbitol	50 à 70	Sirop de glucose « high conversion » (55DE)	55	Glucose atomisé	+/- 50	Sirop de glucose 40 DE	40 à 45	Maltose	33	Lactose	15 à 25
Nature du composé	Pouvoir sucrant																													
Fructose (ou lévulose)	130 à 150																													
Miel	130																													
Sucre inverti	110 à 125																													
Sirop de glucose riche en fructose	100																													
Saccharose	100																													
Glucose (dextrose)	70 à 80																													
Sirop de glucose « sweet » 60DE ¹⁴⁹	60 à 65																													
Sorbitol	50 à 70																													
Sirop de glucose « high conversion » (55DE)	55																													
Glucose atomisé	+/- 50																													
Sirop de glucose 40 DE	40 à 45																													
Maltose	33																													
Lactose	15 à 25																													
SIROP DE GLUCOSE DESHYDRATE ou GLUCOSE ATOMISE ou ANHYDRE	Sirop de glucose obtenue à partir de l'hydrolyse enzymatique de l'amidon de maïs, dont on a extrait pratiquement toute l'eau (Texture poudre, couleur blanche à crème) DE compris entre 20 et 90-95 Dextrose : Poudre blanche finement cristalline ayant une faible saveur sucrée.																													
SIROP DE GLUCOSE Ou GLUCOSE CRISTAL	Produit issu d'une hydrolyse poussée de l'amidon (maïs, blé et plus rarement féculé de pommes de terre), contenant des chaînes de molécules (appelées saccharides) plus ou moins longues Substance visqueuse et limpide, Saveur sucré plus ou moins prononcé, couleur transparente Glucose DE haut (de l'ordre de 70 à 90) : fluide Glucose DE bas (de l'ordre de 20 à 40) : texture visqueuse, pâteuse et collante (exemple du glucose confiseur)																													
SUCRE INVERTI	Sucre issu de la betterave sucrière, produit de l'hydrolyse du saccharose par chauffage en milieu acide ou action d'enzymes (invertase) Obtention d'un mélange équimoléculaire (égale proportion moléculaire) de glucose et de fructose, sous forme de sucre liquide inverti ou de sirop de sucre inverti selon l'importance de l'hydrolyse et de la matière sèche (texture plus ou moins visqueuse)	<p>- ETAT : visqueux / pâteux, déterminant son mode d'incorporation</p> <p>- NIVEAU DE D.E. : dans le cas du glucose, déterminant sa puissance hygroscopique, son aptitude à fermenter</p>																												
MIEL	Sucre inverti naturel, produit à partir du nectar des fleurs ou de sécrétions provenant des plantes que les abeilles mellifiques butinent. Transformation partielle du saccharose par voie enzymatique (invertases contenues dans le jabot des abeilles), Substance visqueuse, de couleur jaune de référence	<p>- ORIGINE : saccharose ou amidon, naturelle ou industrielle</p> <p>- SIGNES OFFICIELS DE QUALITE : exemple des AOC Miel de Corse – Mele di Corsica, Miel de Sapin des Vosges</p> <p>- COUT : étude comparative nécessaire</p>																												

1. 149 DE : Dextrose équivalent (Voir Fiche Précis Technologique Le Glucose)

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
AUTRES PRODUITS SUCRÉS	Protection hermétique (récipient fermé hermétiquement, film au contact, ...), notamment pour éviter tout risque de mottage par reprise d'humidité (dans le cas du glucose atomisé) Stockage dans un local sec, à température ambiante DCR de 1 à 2ans minimum en conditionnement d'origine Dans le cas du sorbitol : pour empêcher la cristallisation du sorbitol, la température doit être supérieure à 5°C.

REPERES EN FABRICATION

COMPOSITION exemple du miel			
PHASE ACQUEUSE	EAU Environ 17%		
CONSTITUANTS CHIMIQUES			GLUCIDES 80 à 85% (essentiellement de sucres réducteurs : glucose et fructose à raison de 85 à 95%, maltose (7,5%), saccharose (1,5%) et autres sucres à l'état de traces)
AUTRES	Divers : 3,5% Présence d'enzymes (invertase, amylase, catalase, phosphatase...)		

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
DEXTROSE	Dosages indicatifs : - biscuiterie, pâtisserie, confiserie : 5% de la masse - crèmes glacées et sorbets : de 3 à 5% de la masse
GLUCOSE	Chauffer légèrement pour fluidifier le sirop de glucose et faciliter son incorporation dans les mélanges Ajouter le sirop de glucose dans un sirop après ébullition pour obtenir une parfaite dissolution des cristaux de sucre dans l'eau du sirop

LES INTERACTIONS DES AUTRES PRODUITS SUCRANTS, et de leurs principaux constituants :**INTERACTION(S)****AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante**

+ EAU

HYGROSCOPICITE :

Aptitude des autres matières édulcorantes à absorber et à fixer l'eau (produit hydrophile), notamment l'eau de constitution des fabrications, permettant :

- une augmentation de leur viscosité
- une rétention d'eau plus longue, limitant le dessèchement prématuré des fabrications et permettant de conserver leur moelleux
- une augmentation de la durée de conservation des fabrications (effet dépresseur d'aw), limitant le développement des moisissures,

notamment dans le cas de :

- sirop de glucose :

DE bas : faible hygroscopie

DE haut : forte hygroscopie

- du sucre inverti

Utilisation de sucre à forte hygroscopie pour augmenter les durées de conservation des produits (exemple du sucre inverti, du glucose, du sirop de glucose)

Utilisation :

- de sirop de glucose à bas DE dans les fabrications ayant tendance « à remouiller » rapidement (exemple d'un appareil à croustillants) et dans les confiseries dures ;
- de sirop de glucose à haut DE dans les fabrications propice au dessèchement (exemple des pâtes levées fermentées, pâtes battues...), dans les confiseries tendres, dans les ganaches bonbons ...

Cas des appareils à pâte à bombe, des pâtes levées non fermentées type pâte à cakes (le dosage de sucre inverti conseillé est de 5 à 10

	<ul style="list-style-type: none"> - <u>du glucose atomisé</u> - <u>du dextrose</u> 	<p><i>% en remplacement dans les mêmes proportions du saccharose), ou des fabrications destinées à une conservation au froid négatif</i></p> <p><i>Cas de la meringue et des appareils meringués (meringue pour décor (tarte citron meringuée, ...) ou meringue comme élément de composition d'une mousse (mousse aux fruits, au chocolat, ...)</i></p> <p><i>Confiseries : rétenteur d'humidité dans certains produits</i> <i>Pâtisserie industrielle : prolonge dans le temps la qualité de fraîcheur des produits finis</i> <i>Utilisation de sirop de glucose dans la fabrication des appareils à croustillants</i> <i>Cas de l'utilisation du glucose confiseur dans la fabrication des sucres cuits, des caramels, des confiseries gélifiées, du fondant</i></p> <p><i>Exemple du glucose (sous forme de sirop de glucose à bas DE, glucose atomisé, ...) dans la réalisation de meringues pour décor ou pour élément de composition de mousses, ..., l'utilisation de sucre inverti à des quantités plus faibles en raison de son pouvoir sucrant supérieur à celui du saccharose</i></p>
<p>+ AUTRES</p>	<p><u>POUVOIR ANTI CRISTALLISANT</u> du sirop de glucose : Aptitude du sirop de glucose de se placer à l'interface des molécules de sucre, limitant la formation de cristaux de saccharose.</p> <p><u>REGULATEUR DE SAVEUR</u> sucrée : diminution du pouvoir sucrant des fabrications par sélection de sucres à plus faible pouvoir sucrant</p> <p><u>REGULATEUR DE FERMENTATION :</u> Cas du sucre inverti : substrat particulièrement efficace de la fermentation, en raison de sa composition en sucres réducteurs directement fermentescibles</p>	<p><i>Cas des recettes de pâtes levées fermentées incluant du sucre inverti</i></p>
<p>SOUS L'ACTION THERMIQUE ENERGIE THERMIQUE FOURNIE</p>	<p><u>DISSOLUTION</u> du dextrose dans son poids d'eau à 20°C ; augmentation de la solubilité du dextrose avec la température (solubilité égale à celle du saccharose dès 55°C)</p> <p><u>BRUNISSEMENT</u> non enzymatique des sucres en fonction de leur niveau de DE : plus le DE est important, plus la caramélisation est forte.</p> <p>Exemple de la caramélisation du dextrose sous l'action de la température (le dextrose est le plus fort pouvoir réducteur de tous les sucres)</p>	<p><i>Dans le cas de l'utilisation de sucre inverti dans les pâtes : battues (génoise, biscuit), les pâtes levées non fermentées (type pâte à cakes), ..., il est conseillé de baisser sensiblement la température de cuisson et de surveiller attentivement la cuisson, en raison de la coloration plus prononcée du sucre inverti en cuisson.</i></p> <p><u>Dans le cas de l'utilisation du dextrose :</u> <i>- Biscuiterie : régulateur de la coloration des biscuits</i> <i>- Biscotterie, viennoiserie, produits de panification : apport d'une source de sucres directement fermentescibles, et contribue à la levée, la coloration extérieure et la durée de conservation des produits.</i> <i>- Pâtisserie industrielle : effet sur la coloration de la croûte</i></p>
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p><u>TEXTURANT à froid :</u> propriété des sucres en solution d'abaisser le point de durcissement (ou point de congélation) de la solution en dessous de 0°C, apportant une texture caractéristique aux préparations (notamment une malléabilité ou «cuillérabilité ») Propriété fonction notamment de la quantité de sucre en solution et de la nature des éléments en suspension principalement le pouvoir de rétention d'eau des composés hygroscopiques</p>	<p><i>Cas des préparations glacées dans lesquelles du sucre inverti, du miel est ajouté (exemple : nougat au miel)</i></p> <p><i>Crèmes glacées, glaces et sorbets : action du dextrose sur le point de congélation, ce qui améliore la texture tout en évitant les problèmes de cristallisation</i></p>

2.13 La fiche memento « chocolat » :

Produit issu de fèves de cacao, graines fermentées et séchées prélevées des cabosses de cacaoyer, de trois principales variétés :

- criollo, donnant des chocolats très aromatiques, peu amer
- forastéro, donnant des chocolats à la saveur amère, aux arômes forts avec une pointe d'acidité
- trinitario, donnant des chocolats fins et riches en matière grasse

Obtenu à partir de cacao en grains, de cacao en pâte, de cacao en poudre ou de cacao maigre en poudre et de saccharose, avec ou sans addition de beurre de cacao ; teneur minimale : matière sèche totale (35%), cacao sec dégraissé (14%), beurre de cacao (18%).

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
CHOCOLAT COUVERTURE ou NE (NOIR ENROBAGE)	Appellation couverture réservée aux chocolats contenant au moins 31% de beurre de cacao Teneur minimale de cacao sec dégraissé : - chocolat de couverture : 2,5% - chocolat de couverture de couleur foncée : 16% - chocolat de couverture blanc : néant Applications : pour enrober, tremper, mouler des intérieurs (confiserie de chocolat),	ORIGINE : les crus de chocolat, déterminant leur richesse aromatique et leurs saveurs caractéristiques MODE DE FABRICATION : artisanale / industrielle ou industrielle selon des procédés artisanaux (exemple de la possibilité pour les professionnels de mettre au point les caractéristiques de leur masse de chocolat par les fabricants de chocolat)
CHOCOLAT DE COUVERTURE « extra fluide »	ou couverture « glacier », dont la spécificité est sa teneur très riche en beurre de cacao (60% ou plus) <i>Applications : en glacerie, en pâtisserie (glaçage d'entremets, ...), en confiserie (petits fours, ...)</i>	Autorisation de la mention « chocolat pur beurre de cacao » ou « chocolat traditionnel » pour tout chocolat ne contenant aucune matière grasse végétale d'ajout (à l'exception de la lécithine de soja considérée comme un additif).
CHOCOLAT DE LABORATOIRE ou NI (NOIR INTERIEUR) ou GANACHE	Produit chocolat conforme à la législation, excepté sa teneur faible en beurre de cacao (teneur minimale 26 à 27%) <i>Applications : mise au point de pâte chocolatée de type fourrage, ganache, mousse chocolat, crème bavaroise, chantilly chocolat, parfumer toutes préparations diverses (crème pâtissière, anglaise...) ...</i>	COMPOSITION : déterminant ses caractéristiques : couleur (noir, lacté, blanc) saveurs, notamment liés à sa teneur en cacao Exemple pour le chocolat noir (cacao, sucre / amer, acide, fruité...), pour le chocolat au lait (lacté, miel / caramel, noisette, ...), pour le chocolat blanc (vanille, fruité, ...).
CHOCOLAT AU LAIT ou LACTE	Produit obtenu à partir de cacao en grains et/ou de cacao en pâte, de cacao en poudre et de cacao maigre en poudre, de saccharose (teneur max. 55%), de lait ou de matière provenant de la deshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé (éventuellement crème, partiellement ou entièrement deshydratée), de beurre ou graisse butyrique avec ou sans addition de de beurre de cacao Teneur minimale : - matière sèche totale : 25% - cacao sec dégraissé : 2,5% - matière grasse : d'origine lactique 14%, graisse butyrique 3,5%, matières grasses totales 25%	texture : cassant, croquant, fondant, long en bouche emploi, dépendant notamment de sa teneur en beurre de cacao (distinction entre un chocolat couverture et chocolat de laboratoire)
CHOCOLAT BLANC	Produit obtenu à partir de beurre de cacao, de saccharose à teneur maximale de 55%, de lait ou matières provenant de la deshydratation partielle ou entière du lait entier ou du lait partiellement ou entièrement écrémé, et éventuellement crème partiellement ou entièrement deshydratée, de beurre ou graisse butyrique (produit exempt de toute matière colorante) Teneur minimale : - matière sèche totale : 14% (d'origine lactique) - beurre de cacao : 20% - graisse butyrique : 3,5%	TENEUR ENERGETIQUE : recours à des produits maigres ou à faible teneur en matière grasse et/ou en sucre dans le cas de fabrications « à faible teneur en ... » RISQUES HYGIENE : exemple du cacao en poudre, de préférence à utiliser dans des fabrications à cuire (en raison du risque microbiologique) – préférer l'utilisation de chocolat couverture

		ou de pâte de cacao COUT : étude comparative nécessaire
--	--	---

PRODUITS DERIVES	
GRUE DE CACAO	Amande de la fève de cacao, concassée et torréfiée <i>Utilisations : décor, apport de croustillant aux fabrications</i>
PATE DE CACAO ou liqueur de cacao	Produit de broyage mécanique et d'affinage des fèves de cacao, avant l'étape du conchage Caractéristiques : amertume marquée, âcreté prononcé, absence de sucre, teneur moyenne en beurre de cacao de l'ordre de 54% <i>Utilisations : chocolaterie, pâtisserie (aromatisation des crèmes, mousses et appareils divers, ...)</i>
CACAO EN POWDRE	Produit issu du blutage du tourteau, matière sèche obtenu après la presse de la pâte de cacao <i>Caractéristiques :</i> composition d'au moins 20 % de beurre de cacao (taux calculé d'après le poids de la matière sèche) et au plus 9 % d'eau. <i>Utilisations : décor, texture et arôme (glaces et sorbets, sauces, confiserie, biscuit ...)</i> Cacao maigre en poudre : produit issu du blutage du tourteau, après dégraissage partiel en beurre de cacao (teneur minimale en beurre de cacao de 8%)
GIANDUJA	Produit obtenu à partir de chocolat et de noisettes finement broyées (entre 20 et 40% du produit fini), avec ajout possible d'amandes, noisettes entières ou en morceaux limité à un total de 60% du poids du produit fini.

REPÈRES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
CHOCOLAT Couverture noire, lactée, ivoire plaques, pistoles, ...	Stockage dans un conditionnement parfaitement hermétique (contre toute contamination (microbienne, oxydation ou rancissement...), ou pollution (odeurs indésirables, ...), poussières, ... et à l'abri de la lumière), à une température de 15 à 17°C, humidité proche de 60%. Matière par nature extrêmement sensible à l'humidité et à la température ; de mauvaises conditions de conservation, et dans certains cas le non respect des étapes de pré cristallisation (avec la formation de cristaux non stables dans la masse de chocolat) peuvent conférer au chocolat deux principaux défauts : - <u>un blanchiment gras</u> , correspondant à l'apparition de traces blanchâtres à la surface du chocolat (migration de certains constituants, notamment des composés de beurre de cacao, venant cristalliser en surface et prenant une couleur blanche caractéristique), consécutif à un travail du chocolat à des températures plus élevées que celles préconisées, et/ou une conservation à température élevée et en atmosphère humide - <u>un blanchiment cristallin</u> , correspondant à la migration en surface des cristaux de sucre, liée à une conservation en atmosphère humide et/ou un travail du chocolat à des températures plus basses que celles préconisées.

REPÈRES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Pour des fabrications sensibles (exemple de la poudre de cacao, susceptible d'être porteur de germes), ou destinées à une conservation, procéder à une pasteurisation complète ▪ Peser soigneusement la quantité de chocolat nécessaire

COMPOSITION

Réglementation : Décret d'application : Décret du 29 Juillet 2003 (Publication au JO le 3 août 2000) modifiant le décret du 13 Juillet 1976) portant sur l'ajout de matières grasses végétales dans le chocolat.

Le chocolat est une dispersion de particules solides non grasses (cristaux de sucre et de poudre de cacao) dans une phase grasse solide (le beurre de cacao). La stabilisation du mélange est assurée par l'ajout de molécules dites tensio-actives de type

<p>lécithine – lécithine de soja, limitée à 0,7% maximum (la lécithine se place à l'interface des cristaux de sucre, hydrophile et du beurre de cacao, hydrophobe) ; cet émulsifiant, réservé à la fabrication industrielle en chocolaterie, est incorporé à la fin du conchage (processus de malaxage à chaud de la pâte et à basse température, permettant le développement de l'arôme et de la texture du chocolat), et a pour effet secondaire d'augmenter sensiblement la fluidité de la masse de chocolat.</p>			
CONSTITUANTS CHIMIQUES		<p>LIPIDES</p> <p>dans le cas de matières grasses végétales ajoutées en plus du beurre de cacao (limitée à 5% de la partie de chocolat, et issues de plantes tropicales suivantes : karité, illipé, sal, palme, noyau de mangue, kogum gurgi)</p>	GLUCIDES
NUTRIMENTS non ENERGETIQUES	<p>SELS MINERAUX</p> <p>Potassium en forte majorité (62%) Phosphore (20%) Magnésium (14%) Calcium (4%)</p>		VITAMINES
AUTRES	<p>Traces d'éléments « psychopharmacologiques actifs » : théobromine (diurétique, stimulant du système nerveux et cardiotonique), dérivés de la 2-phényléthylamine (euphorisante)</p>		

CHOCOLAT DE COUVERTURE NOIRE						
TYPES DE CHOCOLAT	COMPOSITION en %				CARACTERISTIQUES	UTILISATIONS
PATE DE CACAO	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Amertume violente	Aromatisation des crèmes, pâtes et appareils divers
	100	54,05				
	Cacao sec au kg : 54,95%					
POUDRE DE CACAO	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Amertume violente	En glacerie, ganache, décor, boisson chocolatée
	100	18				
	Cacao sec au kg : 82 %					
COUVERTURE 70%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût amer intense Couleur chaude	Mousse, ganache, sauce
	70	42,5	30			
	Cacao sec au kg : 27,5%					
COUVERTURE 67%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût fruit sec, très rond Couleur chaude	Ganache bonbon, moulage, ganache pâtisserie, mousse, sauce, boisson chocolat
	67	37,1	33			
	Cacao sec au kg : 29,5 %					
COUVERTURE 64%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût fruité et acidulé Couleur chaude	Ganache bonbon, enrobage, moulage, Ganache pâtisserie, mousse
	64	35	40			
	Cacao sec au kg : 24 %					
COUVERTURE 61%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût de fruit Couleur claire	Ganache bonbon, enrobage, moulage, Ganache pâtisserie, mousse
	61	34,2	39			
	Cacao sec au kg : 26,8 %					
• COUVERTURE 58,3%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT		Ganache bonbon, enrobage, moulage, Ganache pâtisserie, mousse, boisson chocolat
	58,3	38,7	41,1			
	Cacao sec au kg : 19,8 %					
COUVERTURE 56%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût chocolat très pur	Ganache bonbon, enrobage, moulage, Ganache pâtisserie, mousse, sauce, boisson chocolat
	56	37,1	44			
	Cacao sec au kg : 18,9 %					
COUVERTURE 55%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût équilibré	Ganache bonbon, enrobage, moulage, Ganache pâtisserie, mousse, sauce, boisson chocolat
	55	36	44,5			
	Cacao sec au kg : 19 %					
COUVERTURE CAFE	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Contient un peu moins de 5% de café	Ganache bonbon et pâtisserie, mousse, sauce
	53,2	38,5	41,9			
	Cacao sec au kg : 14,7 %					
COUVERTURE ORANGE	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût orange Couleur orange saumon	Décor chocolat Décor d'assiette
	50,7	34,4	48,7			
	Cacao sec au kg : 16,3 %					

CHOCOLAT DE LABORATOIRE						
TYPES DE CHOCOLAT	COMPOSITION en %				CARACTERISTIQUES	UTILISATIONS
EXTRA-AMER 67%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût très amer et chocolat	Ganache bonbon et pâtisserie, mousse, sauce, glacerie
	67,5	37,9	32			
	Cacao sec au kg : 29,6 %					
EXTRA-NOIR	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût chocolat très prononcé	Ganache bonbon et pâtisserie, mousse, sauce, glacerie
	53	29,8	46,5			
	Cacao sec au kg : 23,2 %					
CHOCOLAT 50%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût chocolat très prononcé et sucré	Ganache bonbon et pâtisserie, mousse, sauce, glacerie
	50	27,3	49,4			
	Cacao sec au kg : 22,7 %					

COUVERTURES LACTEES						
TYPES DE CHOCOLAT	COMPOSITION en %				CARACTERISTIQUES	UTILISATIONS
COUVERTURE LAIT 40%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût vanille caramel	Ganache bonbon et pâtisserie, moulage, mousse, glacerie
	40,5	40,4	34	23,5		
	Cacao sec au kg :					
COUVERTURE LAIT 35%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût doux et lacté	Ganache bonbon, enrobage, moulage, mousse, glacerie
	35	37	44,5	20		
	Cacao sec au kg :					
COUVERTURE LACTEE 41%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT		
	41,2	41,5	34	25		
	Cacao sec au kg :					
COUVERTURE LACTEE 33%	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT		
	33	35,5	38	28		
	Cacao sec au kg :					
CHOCOLAT BLANC IVOIRE	CACAO	M.G.	SUCRE	LAIT	Goût harmonieux et texture très fine	Ganache bonbon, enrobage, moulage, mousse, glacerie
	Beurre					
	35	40,5	43	22		
Cacao sec au kg :						

LES INTERACTIONS DU CHOCOLAT, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)		
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante		
+ EAU	<p>EPAISSISSEMENT instantané de la masse de chocolat au contact d'eau : résultant d'une dispersion d'eau dans la matière grasse (majoritaire dans le chocolat), un début d'émulsion et une augmentation brutale de la viscosité.</p> <p>REHYDRATATION de la poudre de cacao dans tout liquide</p>	<p><i>Processus pouvant intervenir lors d'erreurs de manipulation dans les phases de pré-cristallisation du chocolat de couverture (au bain-marie par exemple)</i></p> <p><i>Principe de fabrication des sauces chocolat base cacao poudre</i></p>
+ AUTRES	<p>REGULATEUR DE SAVEURS : Chaque chocolat de couverture apporte des saveurs spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - lactée et sucrée pour le chocolat de couverture ivoire - vanille caramel pour le chocolat de couverture lactée - cacao, sucre ou amertume plus ou moins prononcé pour le chocolat de couverture noire (en fonction de sa teneur en cacao). 	
SOUS L'ACTION DE L'AIR		
+ AIR (notamment oxygène)	<p>OXYDATION, correspondant au phénomène de dégradation chimique résultant de l'action de l'air (l'oxygène en l'occurrence) sur des composés, notamment de type acide gras (notamment les acides gras polyinsaturés).</p>	<p><i>Stockage du chocolat dans des</i></p>
AVEC UN AGENT THERMIQUE		
ENERGIE THERMIQUE FOURNIE	<p>FUSION de la matière grasse (beurre de cacao), fusion d'autant plus rapide que le produit est sous forme déshydratée (exemple du beurre de caca Mycrio)</p> <p>PROCESSUS DE PRE-CRISTALLISATION du chocolat : procédé thermique et mécanique, touchant principalement le beurre de cacao (quelle que soit la température du chocolat, les particules de sucre, de cacao, et selon le cas de lait sont toujours solides ; seul l'état de l'état de la matière grasse du chocolat (le beurre de cacao) se modifie sous l'action de la variation des températures) permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la fonte du chocolat : une fusion de toutes les molécules de matière grasse (état liquide du chocolat) et une élimination de tous les cristaux ; - au refroidissement : une cristallisation orientée de manière simultanée : <ul style="list-style-type: none"> ▪ des triglycérides du beurre de cacao, notamment sous 	<p><i>Apport de fluidité aux fabrications (exemple des appareils pour pulvérisation)</i></p> <p><i>L'utilisation de chocolat de couverture à fort pourcentage en cacao donne des crèmes ganache fluides à la chaleur en raison de leur teneur élevée en beurre de cacao, et leur fusion à chaud. .</i></p> <p><i>Dans le cas de la fabrication de la sauce chocolat, ..., la matière grasse apportée à chaud une fluidité aux fabrications (maintenir au bain- marie la fabrication pour une utilisation pendant un service de restauration).</i></p>

	<p>forme de cristaux beta prime et beta (le cristal beta est le seul cristal conférant des propriétés intéressantes pour le chocolat dont : sa stabilité en conservation, un point de fusion supérieure à la température ambiante, une brillance, une structure cassante et résistante, une résistance à la rétraction au froid).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ mais aussi des éléments secs (cacao et sucre) <p>- à la remontée en température du chocolat, une destruction des cristaux autres que les cristaux beta, donnant au chocolat sa stabilité.</p> <p><i>NB : il s'agit d'une opération de « pré cristallisation dirigée » du beurre de cacao, assurant la stabilisation de la masse de chocolat (se reporter à la fiche Matière grasse – Beurre de cacao).</i></p>	
<p>ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE</p>	<p>CRISTALLISATION de la matière grasse au froid (propriété des acides gras de former des cristaux par refroidissement), fonction de leur composition en acides gras (en nature et en quantité)</p> <p><u>Au refroidissement</u> : cristallisation orientée de manière simultanée :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ des triglycérides du beurre de cacao, notamment sous forme de cristaux beta prime et beta (le cristal beta est le seul cristal conférant des propriétés intéressantes pour le chocolat dont : sa stabilité en conservation, un point de fusion supérieure à la température ambiante, une brillance, une structure cassante et résistante, une résistance à la rétraction au froid). ▪ mais aussi des éléments secs (cacao et sucre) <p>Particularité du chocolat d'être « monotropique », c'est-à-dire que ses cristaux de matière grasse ne se transforment que dans un sens (du plus bas point de fusion au plus haut point de fusion, ce qui explique les étapes de refroidissement et de remontée en température</p> <p>Cristallisation de la matière grasse au froid (notamment du beurre de cacao) intervenant dans un <u>délai relativement long</u></p>	<p><u>Exemple de la cristallisation du beurre de cacao</u> :</p> <p>Dans le cas du beurre de cacao, en raison de sa composition en différents types d'acide gras, sa cristallisation ne s'opère pas en une seule température, mais dans une plage de température comprise entre 27 et 29°C (on parle de « plage de cristallisation »).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Cristallisation désirée</u> : procédé de mise au point de la couverture de chocolat (l'opération de « pré-cristallisation » de la couverture de chocolat a pour but d'orienter la cristallisation du beurre de cacao vers la forme cristalline la plus stable β, laquelle limitant les défauts de brillance et de texture pouvant survenir au cours du stockage), mode de réalisation d'une ganache (de préférence utiliser un chocolat entre 35 et 40°C, t° supérieure au point de fusion du beurre de cacao 35°C). <p><i>NB : si le cristal β est recherché massivement en chocolaterie, pour les propriétés qu'il confère au chocolat (« casse sèche et sonore entre les doigts et résistance à l'écrasement sous la dent »), c'est le cristal β' qui est préféré pour d'autres applications type viennoiserie ou crème glacée, lequel « favorise l'aération et améliore l'onctuosité et le fondant en bouche »</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <u>Cristallisation accidentelle</u> : phénomène de blanchiment gras survenant sur des bonbons chocolat par exemple après un pré cristallisation d'un chocolat de couverture mal conduite. <p><u>Autre application</u> : cas de la fabrication de la mousse au chocolat (nécessité de gérer la température des mélanges afin de se situer toujours au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao). Dans l'idéal, la t° de travail se situe entre 29 et 32°C, 29°C pour être au dessus de la t° de cristallisation du beurre de cacao, et inférieur à 34°C pour éviter la fonte de la crème fouettée et la perte de son foisonnement</p> <p>Temps minimum de stockage au froid 4h à +3°C pour obtenir une cristallisation homogène du beurre de cacao contenu dans le chocolat, mais généralement</p>

2.14 La fiche memento « gélatine » :

Protéine fibreuse très largement répandue dans le règne animal, obtenue par hydrolyse acide partielle d'un composé (le collagène) contenu dans la peau, le tissu conjonctif de bovins et de porcins et/ou d'os de bovins (osséine)

REPERES A L'ACHAT

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
GELATINE FEUILLE	Feuille transparente, de poids variable 2 à 5 g (valeur moyenne usuelle : 2 / 2,5 g), de Bloom de 50 à 300 (valeur moyenne usuelle : 160), de saveur neutre Origine généralement porcine Appellations OR – ARGENT – BRONZE non fondées sur des différences en matière de poids de feuille de gélatine ou des qualités de feuilles de gélatine (appellations variables suivant les fournisseurs)	- DEGRE BLOOM : déterminant la force en gelée d'une gélatine (en règle générale de 50 à 300 bloom) - POIDS : notamment dans le cas des gélatines en feuille - RAPIDITE et PRATICITE
GELATINE POUDRE	Poudre (apparence de grains) de granulométrie et de Bloom variable suivant fournisseurs (130, 250 Bloom), de couleur blanche à jaune sable, de saveur neutre, odeur caractéristique Origine généralement bovine	D'EMPLOI : en fonction de son état (feuille, poudre), du mode d'incorporation et/ou du temps de réalisation
GELIFIANT pour Chantilly	Poudre à base de gélatine, à usage réservé à la stabilisation de la crème Chantilly Gélatine généralement à 200 bloom	- REGLEMENTATION : utilisation possible de la gélatine comme stabilisateur dans la fabrication de mix à glaces et à sorbets, voire dans la crème Chantilly
GELEE DESSERT	Fine poudre de couleur blanche, de saveur neutre Mix industriel, composé notamment de saccharose, dextrose (base blé), gélatine, amidon <u>Correspondance moyenne</u> : poids de gélatine = 3,5 à 5 x Poids de gelée dessert	
GELEE BAVAROISE	Fine poudre de couleur blanche Mix industriel, composé notamment de sucre, dextrose, gélatine, amidon modifié, arômes artificiels, éventuellement de produits laitiers	- NATURE DE LA FABRICATION : existence de produits pour des fabrications spécifiques (exemple de la gelée bavaroise, aromatisé ou de la gelée dessert, neutre).
GEL VEGETAL	Produit gélifiant d'origine végétale (composition en glucides)	- COUT : analyse comparative nécessaire

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
GELATINE feuille / poudre	Stockage en local sec , dans des récipients <u>hermétiquement fermés</u> , à température ambiante

REPERES EN FABRICATION

PRECAUTIONS D'EMPLOI	POINTS CLEFS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérifier l'intégrité du conditionnement (pour éviter tout risque de contamination par des nuisibles) ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation et utiliser rapidement ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Contrôler le degré bloom de la gélatine, et peser soigneusement la quantité de gélatine nécessaire ▪ Réhydrater la gélatine dans 5 fois son poids en eau, pendant un minimum de 10 minutes pour la gélatine en poudre et de 30 mn pour la gélatine en feuille ▪ Eviter le contact de la gélatine avec les mains pour éviter tout risque de contamination croisée ▪ Fondre la gélatine soit à 40°C, ou 20 secondes à puissance maximale voire lentement au bain marie.

COMPOSITION gélatine (origine animale) NB : il n'existe pas de gélatine d'origine végétale			
CONSTITUANTS CHIMIQUES	PROTIDES 84 à 90% protéines	1-2% de sels minéraux	eau

LES INTERACTIONS DE LA GELATINE, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)	
AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
+ EAU	<p>HYDRATATION de la gélatine : optimisation de l'action de la gélatine après un trempage dans une quantité d'eau mesurée et en un temps déterminé (un temps de trempage incomplet rend la gélatine apte à capter une partie de l'eau dans le produit fini, causant de possibles rétractions de la fabrication pendant le refroidissement.) <u>Processus :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - gélatine feuille : Gonflement à l'eau froide dans 5 à 6 fois son poids en eau (pendant au minimum 30 minutes, temps nécessaire et suffisant pour permettre une hydratation complète de la gélatine (en raison de la diffusion lente de l'eau dans la gélatine) <p><i>Autre possibilité : Gonflement à l'eau froide dans une grande quantité d'eau, suivie d'une dissolution directe dans d'autres matières premières</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - gélatine poudre : hydratation dans 5 à 6 fois son poids en eau et pendant 10 mn environ - autres suivant fournisseur : <p>soit un mélange direct dans purée ou jus de fruits ou en cours de refroidissement d'un sirop alcool ou crème anglaise par exemple soit une hydratation préalable dans un peu de liquide de la fabrication (lait, crème, purée de fruits, ...) pendant quelques minutes <i>Autre possibilité : Dissolution de la gélatine aux autres ingrédients (durant les phases de pasteurisation ou stérilisation du produit fini)</i></p>
+ ENZYME	<p>GELIFICATION limitée en présence d'enzymes protéolytiques (enzymes ayant la particularité d'agir sur les liaisons peptidiques, en les décomposant) : inhibition de la prise en gel <i>Exemples d'enzymes protéolytiques : broméline dans l'ananas, ficine dans la figue, papaïne dans la papaye ...</i></p> <p><i>Prendre la précaution de porter à ébullition et cuire le jus d'ananas ou de kiwi par exemple au minimum 5 mn avant de le coller à la gélatine (dénaturation des enzymes protéolytiques sous l'action de la t°, limitant leurs actions à l'interface des protéines).</i></p>
AVEC UN AGENT MECANIQUE	
+ ACTION MECANIQUE	<p>DESTABILISATION du gel sous l'action mécanique (par cisaillement et rupture des liaisons)</p> <p><i>Pâtisserie : Dans le cas où le gel est pris, possibilité de liquéfier légèrement le gel par une action au fouet avant d'incorporer par exemple une crème fouettée (appareil à bavarois)</i></p> <p>EMULSIFIANT au contact d'eau et de matière grasse : aptitude de la gélatine de lier des molécules d'eau et de matière grasse entre elles (adsorption à l'interface eau / huile) A noter le pouvoir émulsifiant de la gélatine moindre que d'autres</p>

protéines de type caséine

MOUSSANT :

Dénaturation des protéines sous l'action mécanique (déroulement progressif des protéines sous l'action mécanique, notamment par rupture des liaisons d'une partie de la structure tertiaire), leur permettant de s'associer en une nouvelle configuration (réseau tridimensionnelle), apte à retenir des bulles d'air dans leur masse (pouvoir moussant), et de les stabiliser après refroidissement.

La spécificité des protéines de la gélatine (propriétés tensioactives) permet de fixer et de stabiliser les bulles d'air dans l'ensemble de la masse (inhibant le phénomène naturel de coalescence entre les bulles d'air). Précisément, les bulles d'air sont stabilisées grâce aux forces de tension superficielle de l'eau entourant chacune de ces bulles ; Les tensioactifs agissent en diminuant la tension superficielle à l'interface eau / air : en se positionnant à l'interface eau / air (une partie hydrophile en contact avec l'eau et une partie hydrophobe en contact avec l'air), ils forment un film rigide interfacial ce qui permet d'incorporer et de stabiliser au fur et à mesure les bulles d'air dans leur masse.

*Une action mécanique provoque le foisonnement de la gélatine et la formation d'une **mousse alimentaire** est une dispersion de bulles de gaz dans une phase continue liquide ou semi – liquide, stabilisées grâce à la présence de molécules tensioactives (protéines de gélatine).*

Exemple : recette de Guimauve sans blanc d'œuf (tome II)

PAR INJECTION DE GAZ

+ GAZ

MOUSSANT :

L'introduction directe de bulles de gaz dans une préparation collée à la gélatine mais non prise produit une mousse par foisonnement.

Application moderne :

Ferran Adrià qualifie « d'Espumas » les mousses légères réalisées avec un siphon à chantilly et une ou plusieurs cartouches de gaz (N2O).

Exemple : Espumas de coco (extrait de la documentation commerciale de la Gamme Texturas, Ferran Adria)

*600 g de lait de coco, 250 g d'eau, ¾ feuille de gélatine, 1 siphon, 1cartouche N2O
Chauffer la moitié de l'eau, dissoudre la gélatine réhydratée, ajouter le lait de coco et le restant de l'eau. Mélanger, chinoiser. Verser dans le siphon, charger. Refroidir 2h.*

AVEC UN AGENT THERMIQUE

**ENERGIE
THERMIQUE
FOURNIE**

FUSION : passage d'un état solide à un état liquide des

protéines de la gélatine à une température comprise entre 27 à 35°C et dispersion dans la masse dans laquelle elle est ajoutée

Fusion - dispersion de la gélatine dans une partie de la pulpe de fruits tiédie dans le cas de la fabrication d'une crème bavaroise aux fruits, dans la crème anglaise tiède dans le cas de la fabrication de la crème bavaroise, fonte préalable de la gélatine réhydratée, par exemple au micro-ondes, avant son incorporation dans une crème fouettée pour décor, ...

Quantité de gélatine à adapter rigoureusement pour assurer la juste tenue de la fabrication et sa fonte rapide en bouche.

Limiter tout contact de la gélatine réhydratée à des températures supérieures à son point de fusion

Plage de fusion à la température de la bouche (T° entre 27 et 35°C), permettant de libérer un maximum de saveurs à la dégustation

Dans le cas de nappages transparents (exemple au citron, ...), réalisés à base de

A NOTER :

- Perte du pouvoir de gélification de la gélatine sous l'action prolongée d'une température supérieure à son point de fusion

NB : cette perte du pouvoir de gélification est d'autant plus importante en ph acide

- Brunissement de l'appareil suite à des chauffages prolongés et répétés

- Hydrolysatation du collagène, protéine du tissu conjonctif (présente dans les tendons, ligaments, os, et en proportion variable dans les muscles des animaux), dans un milieu humide en formant de la gélatine :

- o à partir de 55°C dans le cas de la viande,

NB : une cuisson longue (minimum 1h) à une température supérieure à 80°C provoque une solubilisation significative du collagène

- o et à des températures plus basses (de l'ordre de 30 à 45°C, fonction de l'espèce) dans le cas du poisson

ENERGIE THERMIQUE EXTRAITE

GELIFICATION ou prise, élevant la viscosité d'une solution : processus de formation d'un gel (par définition, une dispersion d'un solide dans un liquide), de couleur claire, transparent, thermo-réversible dans le cas de la gélatine (comme dans celui d'autres hydrocolloïdes tels : la pectine thermoréversible, l'agar-agar)

Caractéristique du gel : gel colloïdal semi solide

NB : cette thermoréversibilité est due à la capacité de ses composants de se lier ou de se délier selon la température en raison de leur type de liaison assuré par des forces physiques faibles

Température de début de gélification (des gélatines de bœuf ou de porc) : à partir de 24 à 26°C.

Prise en gel :

- maximale au bout de 16 h

NB : le « mûrissement du gel » correspond à l'augmentation de la force en gelée d'une solution

- à partir de 0,8% de gélatine

TEXTURANT : tenue du gel fonction de :

- la quantité de gélatine utilisée et de son degré bloom : plus le degré Bloom est élevé, plus forte sera la prise en gel

Le terme « Bloom » du nom de l'inventeur américain du « Bloom Gelometer » (Gelmètre), Oscar T. Bloom, désigne la force en gelée d'une gélatine. Elle est exprimée de 50 à 300 Bloom par tranche de 20 (indication de la valeur du Bloom d'une gélatine à plus ou moins 10 Bloom près).

Principe général : Plus le Bloom d'une gélatine est élevé, plus la quantité d'eau utilisée doit être grande ou le poids de gélatine doit être minimisé, à quantité de gélatine égale.

Pour un écart de bloom supérieur à 50, nécessité de rajouter ¼ à 1/3 de la gélatine au bloom le plus faible

- la température et du temps de refroidissement

La tenue du gel se détermine selon le type de refroidissement (rapide ou lent), donc selon la température à laquelle la gélatine est soumise. Lors d'un refroidissement rapide, les mouvements moléculaires sont limités, les liaisons entre les molécules sont aléatoires ce qui favorise la formation d'un réseau gélifié non

gélatine, un traitement thermique répété peut brunir le mélange ; il est alors recommandé dans le cas de mise en place, d'avoir recours à des pectines thermoréversibles en remplacement de la gélatine.

Applications en Traiteur : cas des cuissons sans brunissement (type pocher), des cuissons combinées (type braiser, ..).

Prise au froid des préparations collées à la gélatine de préférence à une t° positive pour assurer une gélification homogène de l'ensemble de la masse, et au minimum 24 h à l'avance

homogène. Par contre, en refroidissement lent, les mouvements moléculaires sont maximum, les liaisons entre les molécules s'organisent progressivement et conduit à la formation d'un réseau structuré et homogène.

- du couple temps / température :

la gélatine perd une partie de son pouvoir de gélification sous l'action prolongée d'une température supérieure à son point de fusion

- de la quantité de sel utilisée :

Action inhibitrice du sel sur la force du gel

- de la quantité de sucre utilisée :

Action favorisant du sucre sur la force du gel

- de la présence ou non d'enzymes protéolytiques

FIXATEUR d'eau (fonction stabilisante) : propriété de rétention d'eau, ayant une action directe sur :

- la conservation (en limitant la présence d'eau libre, effet dépresseur d'aw),

- la texture de la fabrication : elle réduit la formation de cristaux de glace (influence notable sur le point de congélation) et elle participe au foisonnement des fabrications en augmentant leur viscosité

- la stabilité de la fabrication :

elle limite la formation et la croissance des cristaux hydriques (action en tant qu'agent anti – cristallisant), ce qui permet de régulariser les propriétés de fonte de la fabrication en retardant la fusion des fabrications glacées

elle maintient les mélanges dans leur état : foisonné, ...

Dans le cas de la crème Chantilly : il est recommandé d'utiliser de la gélatine (sous forme de gélifiant pour Chantilly) en saison chaude pour stabiliser la crème utilisée dans les décors, dans les fabrications fragiles, ...

Pour un écart de bloom supérieur à 50, nécessité de rajouter 1/3 à 1/4 de la gélatine au bloom le plus faible
Application : 12 g de gélatine à 200 bloom équivalent à 15 à 16 g de gélatine à 130 bloom

Technique d'incorporation de gélatine dans une crème fouettée adaptée en saison chaude pour conserver la tenue de la crème, utilisée par exemple en décor.

Dosage : de 6 à 8 g au litre de crème (gélatine à 200 bloom).

Technique de réalisation des gratins soufflés (les gratins soufflés) pour stabiliser le mélange et faciliter les manipulations (démoulage, congélation, mise en cuisson...)

Traiteur : augmenter sensiblement la quantité de gélatine dans le cas de prise en gel d'éléments salés (aspic, ...)

Toutes préparations gélifiées : crèmes bavaroises,

Utilisation de la gélatine comme agent stabilisant dans la fabrication des mix à glaces et à sorbets

Dans le cas de la crème Chantilly, la gélatine (sous forme généralement de gélifiant à Chantilly) stabilise au refroidissement les bulles d'air dans la mousse.

2.15 La fiche memento « additif alimentaire » :

Selon la législation européenne : l'additif alimentaire est une substance habituellement non consommée comme aliment en soi, et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle dans un but technologique, organoleptique ou nutritionnel a pour effet qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement un composant de ces denrées alimentaires.

Les additifs alimentaires servent à prolonger la durée de conservation d'une denrée, et/ou à améliorer ses qualités organoleptiques ou nutritionnelles.

Affichage explicite des additifs utilisés : réglementés par la lettre « E » suivie de trois ou quatre chiffres.

Ils peuvent être :

- soit d'**origine naturelle**, c'est-à-dire dérivés des produits naturels pouvant être synthétisés de manière chimique ou fabriqués par génie génétique
- soit d'**origine synthétique**, c'est-à-dire pouvant exister dans la nature et synthétisés chimiquement

Selon l'AM du 2.10.97 (article 10, page 16265) source

<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9700107A>

Ne sont pas des additifs ...

- « les PRODUITS CONTENANT de la pectine et obtenus à partir de résidus séchés de pommes ou de zestes d'agrumes, ou d'un mélange des deux, par l'action d'un acide dilué suivie d'une neutralisation partielle au moyen de sels de sodium ou de potassium (« pectine liquide ») »
- « la DEXTRINE blanche ou jaune, l'AMIDON torréfié ou dextrinisé, l'amidon modifié par traitement acide ou alcalin, l'amidon blanchi, l'amidon physiquement modifié et l'amidon traité au moyen d'enzymes amylolytiques »

Ces amidons sont exclus du champ d'application de la Directive CE 95-2 du 20 Février 1995 relative aux additifs alimentaires et sont désormais considérés comme des ingrédients alimentaires, c'est à dire qu'ils peuvent continuer à être utilisés dans la fabrication de denrées alimentaires dans les mêmes conditions que l'amidon.

Les Amidons modifiés* sont des « substances obtenues au moyen d'un ou plusieurs traitements chimiques d'amidons alimentaires, qui peuvent avoir été soumis à un traitement physique ou enzymatique, et peuvent être fluidifiés par traitement acide ou alcalin ou blanchis ».

L'indication du nom spécifique ou du numéro CE n'est pas requise.

Suite à la mise sur le marché d'organismes génétiquement modifiés, (ex avec les Maïs) le terme « modifié* » pour l'amidon a pu créer une confusion. Celui de « transformé » est utilisé de plus en plus.

- « la GELATINE alimentaire, l'ALBUMINE du lait et le GLUTEN par exemples »

Remarque : sachant qu' même additif peut avoir des rôles technologiques différents, des confusions persistent et suivant le secteur professionnel, d'autres termes subsistent (stabilisant-stabilisateurs, émulseurs, etc)

ADDITIFS ALIMENTAIRES autorisés en Europe au nombre de 316 (août 2007)

Liste des additifs alimentaires fortement évolutive, en raison des recherches scientifiques périodiques sur la toxicité relative de ces substances, et des demandes faites par les industries agro-alimentaires

REPERES AU STOCKAGE

NATURE des produits	POINTS CLEFS
ADDITIFS ALIMENTAIRES	Stockage dans un local sec, à une température comprise entre 15 et 18°C, protégé hermétiquement : <ul style="list-style-type: none"> - de l'humidité (exemple dans le cas de la poudre à lever, pour éviter tout risque de décomposition du bicarbonate de sodium et une libération de dioxyde de carbone) - de la chaleur et de la lumière dans un emballage fermé. DCR de 1 à 2ans minimum en conditionnement d'origine, de près de 3 ans dans le cas d'édulcorants de type isomalt

REPERES A L'ACHAT (colorants)

FORMES DE COMMERCIALISATION	POINTS CLEFS	CRITERES DE CHOIX
ADDITIFS : - Colorants : 44 substances autorisées en Europe (mars 2007)	Substances utilisées pour améliorer la présentation des denrées alimentaires, en ajoutant ou renforçant la couleur dans les fabrications suivantes : produits de la biscuiterie et de la pâtisserie, fruits destinés à être confits au sucre, confiserie, glaces - crèmes glacées – sorbets, fourrages de produits de chocolat <ul style="list-style-type: none"> - <u>origine naturelle :</u> E100 curcumine E101 vitamine B2 E120 carmin E140 chlorophylle, chlorophylline E141 complexes cuivrés de la chlorophylle et de la chlorophylline E150a caramel E153 charbon végétal médicinal E160a caraténoides E160b bixine, norbixine E160c extraits de paprika E160d lycopène E161b lutéine E161g canthaxanthine E162 rouge de betterave E163 anthocyanes E170 carbonate de calcium E171 dioxyde de titane E172 oxydes de fer, hydroxydes de fer E173 aluminium E174 argent et E175 or - <u>origine synthétique :</u> E101 riboflavine – 5'-phosphate E102 tartrazine E104 jaune de quinoléine E110 jaune orange »S « E122 azorubine E123 amarante E124 ponceau 4R, rouge cochenille A E127 érythrosine E128 rouge 2G interdit depuis la directive européenne du 26 juillet 2007 règlement n°884/2007 E129 rouge « allura » AC E131 bleu patenté V E132 indigotine E133 bleu brillant FCF E142 vert brillant BS E150b à E150d caramel de sulfite caustique, ammoniacal et au sulfite d'ammonium E151 noir brillant BN E154 brun FK E155 brun HT E160e β-apo-carotenol-8' E160f ester éthylique de l'acide β-apo-carotenol-8' 	ORIGINE : naturelle ou synthétique TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible) CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications ETAT suivant le mode d'utilisation : poudre, liquide, ... MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires COUT : analyse comparative indispensable

	E180 litholrubine-BK - des composés : exemple le spigol composé de piment doux, curcuma, mélange de diverses épices, E102, E124 (20%), sel, safran (3%)	
--	--	--

REPERES EN PRODUCTION

COLORANTS	POINTS CLEFS
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité de colorant nécessaire (colorant en poudre) ou utiliser des compte-gouttes (colorant liquide) ▪ Diluer le colorant dans le solvant adapté : eau pour les colorants hydrophiles, matière grasse pour les colorants lipophiles

LES INTERACTIONS DES COLORANTS, et de ses principaux constituants :

INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
+ EAU	SOLUBILITE des colorants hydrosolubles INSOLUBILITE des colorants hydrosolubles dans la phase grasse	<i>Cas des colorants utilisés dans le travail des sucres décors, hydrosolubles, ajoutés dans le sucre cuit à 140°C.</i>
+ MATIERE GRASSE	SOLUBILITE des colorants liposolubles INSOLUBILITE des colorants liposolubles dans la phase aqueuse	<i>Cas des colorants liposolubles pour chocolat, utilisés pour la coloration des chocolats de couverture blanche dans des moulages, des éléments de décoration, ..., pour renforcer la coloration du chocolat de couverture noire (exemple du colorant rouge utilisé pour accentuer les nuances ocres au chocolat), ...</i>

REPERES A L'ACHAT (conservateurs)

<p>ADDITIFS :</p> <p>- Conservateurs 39 substances autorisées en Europe (mars 2007)</p>	<p>Substances utilisées pour prolonger la durée de conservation d'un produit alimentaire, en les protégeant des altérations dues aux microorganismes par modification de la composition du milieu (diminution du pH, baisse de la teneur en eau).</p> <p>Applications : Biscuiterie - Fruits secs, traiteur : pâté de viande, ..., pâtisserie industrielle (biscuit, génoise, viennoiseries ...)</p> <p>- <u>origine naturelle</u> :</p> <p>E234 nisine E235 natamycine E285 tétraborate de sodium E1105 lysozyme</p> <p>- <u>origine synthétique</u> :</p> <p>E200 acide sorbique E202 sorbate de potassium E203 sorbate de calcium E210 acide benzoïque E211 à E213 benzoate de sodium à benzoate de calcium E214 à E219 PHB d'éthyle à méthyl PHB de sodium E220 dioxyde de soufre E221 à E228 sulfite de sodium, de calcium ou de potassium E230 biphenyle E231 orthophénylphénol E232 orthophénylphénate de sodium E239 hexaméthylènetétramine E242 dicarbonate de diméthyl E249 nitrite de potassium E250 nitrite de sodium E251 nitrate de sodium E252 nitrate de potassium E280 acide propionique E281 à E283 propionate de sodium, calcium ou potassium E284 acide borique</p>	<p>REGLEMENTATION : Additifs autorisés en viennoiserie et en pâtisserie : dans la famille des conservateurs : E280 acide propionique, E281, E282 propionate de sodium, calcium</p> <p>ORIGINE : naturelle ou synthétique</p> <p>TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires</p> <p>DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible)</p> <p>CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications</p> <p>MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme</p> <p>AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires</p>
---	---	---

REPERES EN PRODUCTION

CONSERVATEURS	POINTS CLEFS	
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité d'additifs nécessaire 	
INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
<p>+ EAU</p>	<p>FIXATION de l'eau de constitution</p> <p>ABAISSMENT du niveau du pH</p>	<p>Additifs autorisés en viennoiserie et en pâtisserie :</p> <p>Conservateurs : E280 acide propionique, E281, E282 propionate de sodium, calcium (évitent le développement des moisissures dans les produits de longues conservation)</p>

REPERES A L'ACHAT (émulsifiants, stabilisants, épaississants et gélifiants)

<p>ADDITIFS :</p> <p>- Emulsifiants, stabilisants, épaississants et gélifiants 61 substances autorisées en Europe (mars 2007)</p>	<p>Substances utilisées pour leur rôle technologique apporté lors des procédés de fabrication des aliments.</p> <p>- émulsifiants : rôle dans la réalisation ou le maintien d'un mélange homogène de deux ou plusieurs phases non miscibles entre elles <i>Applications</i> : les glaces, crèmes glacées, sorbets, les produits de pâtisserie à base de pâte battue aux œufs, les produits de la confiserie contenant des matières grasses</p> <p>- stabilisants : rôle dans le maintien d'un état physico-chimique à une fabrication. <i>Les stabilisants comprennent les substances qui permettent de maintenir la dispersion homogène de deux ou plusieurs substances non miscibles dans une denrée alimentaire, les substances qui stabilisent, conservent ou intensifient la couleur d'une denrée alimentaire ainsi que les substances qui augmentent la capacité de liaison des denrées alimentaires, y compris la réticulation entre protéines permettant la liaison de morceaux d'aliments dans les aliments reconstitués</i> <i>Applications</i> : décors, nappages, fourrage des produits de pâtisserie, dans les confiseries et les pâtes de fruits...</p> <p>- épaississants et gélifiants : rôle dans l'augmentation de la viscosité des fabrications, gélification à chaud et/ou à froid. <i>Applications</i> : préparations laitières, stabilisateurs de glaces et sorbets, ... pâtes de fruits (pectine), ...</p> <p>- origine naturelle :</p> <p>E322 lécithines E400 acide alginique E401, E402 alginate de sodium, de potassium E403, E404 alginate d'ammonium, de calcium E406 agar-agar E407 carraghénanes E407a algues eucheuma traitées E410 farine de graines de caroube E412 gomme de guar E413 gomme adragante E414 gomme arabique E415 gomme xanthane E416 gomme karaya E417 gomme tara E418 gomme geliane E425 konjac E426 hémicellulose de soja E440 pectines E445 esters glycériques de résines de bois E460 cellulose E470a sels de sodium, de potassium et de calcium d'acides gras E471 mono et diglycérides d'acides gras E472a à E472f esters d'acides gras E474 sucroglycérides E1103 invertase</p> <p>- origine synthétique :</p> <p>E405 alginate de propanol E432 à E436 polysorbate 20 à 65 E442 phosphatides d'ammonium E444 isobutyrate acétate de saccharose E461, E463, E464 alkyles de cellulose E465 méthyléthylcellulose E466 gomme de cellulose E468 carboxyméthylcellulose de sodium réticulée E469 gomme de cellulose hydrolysée de manière enzymatique E473 sucroesters d'acides gras E475 esters polyglycériques d'acides gras E476 polyricinoléate de polyglycérol E477 esters de propane-1,2-diol d'acides gras E479b huile de soja thermooxydées E481, E482 stéarol-2-lactylate de sodium, de calcium E483 tartrate de stéarole</p>	<p>REGLEMENTATION :</p> <p>Additifs autorisés exclusivement en boulangerie – Additifs autorisés en pâtisserie :</p> <p>dans la famille des émulsifiants : E322Lécithine de soja, E471 Mono et diglycéride d'acides gras Emploi de E300 Acide ascorbique – E322 lécithine interdit pour la panification du pain portant la dénomination "pain de tradition française".</p> <p>Additifs autorisés en viennoiserie et en pâtisserie :</p> <p>dans la famille des émulsifiants, stabilisants, épaississants et gélifiants : E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras, E481, E482 stéarol-2-lactylate de sodium, de calcium, E415 gomme xanthane</p> <p>Additifs autorisés exclusivement en glacierie :</p> <p>dans la famille des émulsifiants : E322 lécithine, E471 mono et diglycérides d'acides gras, E472 esters d'acides gras dans la famille des stabilisateurs : E401 alginate de sodium, E403 alginate d'ammonium, E406 agar-agar, E407 carraghénanes, E410 farine de graines de caroube, E412 gomme de guar, E415 gomme xanthane, E440 pectines, E466 gomme de cellulose</p> <p>Additifs interdits dans les fabrications de confitures : Pectine NH pour nappage, Pectine jaune</p> <p>ORIGINE : naturelle ou synthétique</p> <p>TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires</p> <p>DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible)</p> <p>CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications Exemple : coexistence de produit dit mixte (à utiliser indifféremment pour glaces, crèmes glacées ou sorbets) et de produit dit exclusif (soit pour glaces et crèmes glacées, soit pour sorbets). Il est par conséquent inutile d'utiliser des additifs avec émulsifiants dans le cas de la fabrication de sorbets</p> <p>MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme</p>
--	---	---

	E491 à E495 dérivés de sorbitane	<p>ACHAT de l'additif seul ou d'un mix industriel avec additifs</p> <p>AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires</p> <p>COÛT : analyse comparative indispensable</p>
--	----------------------------------	---

REPERES EN PRODUCTION

EMULSIFIANTS, STABILISANTS, EPAISSISSANTS et GELIFIANTS	POINTS CLEFS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité d'additifs nécessaire 	
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	ADDITIFS SEULS	
	E322 Lécitine Lécite (produit émulsifiant à base de lécithine de soja)	<u>Dosage conseillé dans la réalisation « d'air » ou de « mousse ou écume »</u> : de 3 à 25 g de lécite par litre de solution en fonction de l'effet recherché
	E471 mono et diglycérides d'acides gras	<u>Dosage conseillé pour le mono et diglycérides d'acides gras</u> : de 0,1 à 0,3% par rapport au produit fini Le E471 a un pouvoir émulsifiant supérieur au E322. <i>A forte dose, ils peuvent donner une texture grasse à la mie de pain, une diminution du croustillant de la croûte du pain ainsi que sa dénaturation.</i>
	Emulsifiants sous forme de pâte pour Pâtes battues (type HF ou « sorbex »)	<u>Dosage conseillé</u> : 0,1% à 0,5% du produit fini Spécifiquement réservé au montage des génoises à froid (pour compenser l'effet de la chaleur en fabrication par une liaison plus forte entre les phases, aqueuse et grasse) et des génoises sur base de pâte d'amandes (en raison de sa richesse en matière grasse).
	Améliorants froids « spécial congélation »	Délayer l'améliorant dans de l'eau à quantité égale <u>Exemple</u> : délayer 20 g d'améliorant dans 20 g d'eau
	E406 agar-agar pour un gel ferme, cassant, transparent, neutre, thermoréversible	<u>Mode d'emploi</u> : Mélanger au préalable (si possible) l'agar-agar dans 3 à 5 fois son poids en sucre ; verser en pluie et sous agitation dans le liquide à texturer à une température de 90°C (ajouter de préférence en fin de préparation). <u>Dosage conseillé pour l'agar-agar</u> : <ul style="list-style-type: none"> - sauces diverses, gelées ... de 2 à 5 g par kg de solution - produits de biscuiterie, pâtisserie et glaciers : 5 à 10 g / kg - spécialités laitières et confiseries : 10 à 20 g / kg <u>Paramètre à tenir compte dans le dosage</u> : pH du milieu (et notamment l'acidité) la quantité d'agar-agar sera d'autant plus importante avec l'élévation de l'acidité
	E415 gomme xanthane pour un gel ferme, opaque, plus élastique et caoutchouteux, découpe nette, résistant à une température maximale de 70°C	<u>Mode d'emploi pour la gélification de solutions</u> : dissoudre dans l'élément liquide sous agitation, chauffer à 85°C. Refroidir pour obtenir le gel. <u>Paramètre à tenir compte dans le dosage</u> : la présence ou non de sel dans la solution, insensible au pH <u>Mode d'emploi dans la fabrication de blancs d'œufs montés, meringues, ...</u> : Ajouter la gomme dans les blancs d'œufs avant leur foisonnement (à noter que certains ovoproduits, notamment blancs surgelés contiennent des agents épaississants type E415).
	E401 alginate de sodium	<u>Mode d'emploi</u> : dissoudre dans 1/3 du liquide à gélifier, mixer pour homogénéiser l'ensemble ; ajouter le restant de liquide. Réserver environ 1h (pour éliminer l'air pouvant être incorporé par le mixeur).

	pour un gel ferme, clair et cassant	<p>Dissoudre le sel de calcium dans l'eau, à froid. Préparer un récipient d'eau de rinçage (pour éliminer l'excès de sel de calcium).</p> <p><u>Principe de sphérification :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - soit par trempage de la préparation contenant l'alginate dans une solution de chlorure de Calcium (méthode de réalisation des billes d'alginate), - soit par pulvérisation d'une solution de chlorure de Calcium directement sur la préparation contenant l'alginate, - soit par mélange rapide de la solution de chlorure de Calcium avec la préparation contenant l'alginate pour une prise en gel dans la masse (méthode de réalisation de gelées de vin, de thé, ..). <p>Paramètre à tenir compte : le pH de la solution à gélifier doit être inférieur à 4 (correcteur d'acidité à utiliser si besoin), la solution utilisée pour dissoudre l'alginate ne doit pas être calcaire.</p>
MIX D'ADDITIFS (exemples autorisés en Glacerie)		
		Mode d'emploi : Peser avec précision, Mélanger à 10 fois leur poids en sucre. Dissoudre dans un élément liquide soumis à agitation.
	<u>Exclusivement pour sorbets :</u> Superneutrose (sirop de glucose + E401 + E407+ E410)	<u>Dosage conseillé :</u> Glace parfum usuel (2 à 3 g/l), sorbet aux fruits (4 à 5 g/l), Chantilly (5g/l).
	<u>Exclusivement pour glaces, crèmes glacées et crème chantilly :</u> Stab2000 (sirop de glucose + E401 + E410 + E407+ E471)	<u>Dosage conseillé :</u> glace pauvre en MG (< 7,5%) : de 4 à 5 g par litre / glace riche en MG (10 à 12%) : de 2 à 3 g par litre
	<u>Produits mixtes (indifféremment pour glaces, crèmes glacées ou sorbets) :</u> Pectagel rose (E410 + E412 + E440)	<u>Dosage conseillé pour crèmes glacées ou sorbets :</u> 0,4 à 1%
MIX D'ADDITIFS pour gel thermoréversible		
	<u>Pectine NH pour nappage ou OG505S , pectine X58 ou OG305S :</u> E440 Pectine faiblement estérifiée et amidée + Sels retardateurs de gélification autorisés E341 orthophosphate de sodium + E450 diphosphate de sodium	<u>Dosage conseillé pour produits de fourrage, nappage de pâtisseries aux fruits sans pulpe dit transparent :</u> 0,8 à 1,5% <i>Interdit dans les confitures</i>
	<u>Pectagel 843 ou pectagel OF65</u> E440 Pectine de fruit faiblement estérifiée et amidée + E407carraghénane + E450 polyphosphate de sodium + E341 orthophosphate de calcium	<u>Dosage conseillé pour sauces, nappages à froid, fourrages, glaces à 2 composants (marbrure):</u> 0,3 à 1,5%
MIX D'ADDITIFS pour gel non thermoréversible		
	<u>Pectine jaune ou PG769S :</u> E440 Pectine fortement estérifiée + sels retardateurs de gélification autorisés : E337 tartrates doubles de potassium et de sodium + E452 polyphosphates	<u>Dosage conseillé pour :</u> - pâtes de fruits : 1 à 1,2 % - confiseries gélifiées (<i>interdite dans les confitures</i>) fourrages pour biscuiteries et pâtisseries : 1,6 à 1,8%
	<u>Pectine de pomme, Pectine RS rapid set 150, Pectine MRS 150 (medium rapid set), Pectine MRS :</u> E440 pectine fortement estérifiée	<u>Dosage conseillé pour confitures, gelées et produits de fourrage:</u> 0,25 à 0,5%
	<u>Pectine 325 NH 95 Unipectine OF 605 :</u> E440 Pectine faiblement estérifiée et amidée	<u>Dosage conseillé pour confitures allégées notamment:</u> 0,5 à 1,5 %
	<u>Sucre gélifiant type Vitpris, confisuc, ... :</u> E440 pectine + sucre + acide	<u>Dosage pour une fabrication « familiale » de confitures et gelées:</u> 1,5 à 3%

LES INTERACTIONS DES EMULSIFIANTS, STABILISANTS, EPAISSISSANTS et GELIFIANTS, et de leurs principaux constituants :

INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DE LA MATIERE VIVANTE	
	<p>SOLUBILISATION à froid dans un élément liquide</p> <p>ABSORPTION et fixation de l'eau, permettant de stabiliser certains mélanges</p> <p>GELIFICATION à froid de l'alginate de sodium E401 en présence de chlorure de calcium et en milieu acide Gel non thermoréversible</p>	<p><i>Mode d'emploi de la gomme de xanthane (dissolution à froid dans l'élément liquide).</i></p> <p><i>Exemple du E412 gomme guar ou E415 gomme de xanthane ajoutée aux blancs d'œufs (dans le cas de la fabrication des blancs montés, des meringues et appareils meringués) et permettant sous l'action mécanique de foisonnement la formation et la stabilité de la mousse</i></p> <p><i>Prendre la précaution de dissoudre l'alginate de sodium dans une eau non calcaire, et utiliser un mixeur pour faciliter sa dispersion dans l'ensemble du liquide et limiter la formation de grumeaux.</i></p>
	SOUS L'ACTION DE L'AIR	
	<p>PROTECTION hermétique et limitation des phénomènes d'oxydation des fabrications par l'utilisation des solutions gélifiées</p>	<p><i>Abricoter au nappage des fabrications de type cakes, tarte aux fruits, ... pour prolonger la durée de conservation et améliorer leur présentation.</i></p>
	SOUS L'ACTION DE LA TEMPERATURE	
	<p>ABSORPTION de l'eau Substance de nature hydro-colloïde (macromolécules glucidiques hydrophiles liant l'eau), dont l'effet optimum est obtenu sous l'action de la température (à partir de 60°C) et après un temps de repos</p> <p><u>Mode d'absorption des stabilisateurs :</u> - imbibition et dilatation à 65°C - absorption de l'eau à 80°C - formation du sol à 85°C - gélification au refroidissement à partir de 55°C et poursuite de l'absorption de l'eau - ralentissement de la gélification entre +10 et +4°C</p> <p>AUGMENTATION de la viscosité</p> <p>GELIFICATION à chaud, à pH acide et en présence de sucre dans le cas de la pectine NH pour nappage, de la pectine jaune, de la pectine de pomme Composition de la pectine entre autres en groupes acide carboxylique, chargés électriquement, de nature répulsive : l'acidité du milieu permet de neutraliser les groupes acides par l'ajout d'ions hydrogène, permettant un rapprochement des molécules de pectine entre-elles. <u>A noter :</u> deux paramètres inhibant la gélification de la pectine : la présence de calcaire dans l'eau de cuisson et la faible quantité de sucre, agissant directement en ralentissant l'action de la chaleur sur la pectine (avantages du sucre d'augmenter</p>	<p><i>Hydratation de la pectine (E440) à chaud et augmentation de la viscosité avec formation d'un gel non thermoréversible dans le cas de la fabrication de pâtes de fruits : pré-mélanger la pectine avec d'autres ingrédients secs (généralement 10 fois son poids en sucre) avant de verser progressivement en agitant la préparation dans le liquide à gélifier en maintenant l'agitation jusqu'à dissolution complète. L'incorporation progressive des sucres permet de limiter la descente en température de la fabrication soumis à l'action de la température, afin d'optimiser l'effet de la pectine.</i></p> <p><i>Affinage du corps et de la texture (onctuosité) des mix à glaces et à sorbets lors de la maturation – paramètre déterminant pour favoriser le foisonnement du mix lors du turbinage Dans le cas d'un excès de stabilisateurs, la texture est gommeuse, collante et constitue un frein au foisonnement. Cas de l'agar-agar : solubilisation à des températures élevées (à partir d'une température de 90 à 95°C)</i></p> <p><i>Mode d'emploi des stabilisateurs à glaces et à sorbets : incorporer les stabilisateurs à partir de 45C, température à partir de laquelle les stabilisateurs commencent à s'imbiber et à se dilater.</i></p> <p><i>Le ralentissement de la gélification au froid justifie le temps de maturation minimum au froid (entre 2 à 4 heures) pour une optimisation des effets des stabilisateurs dans le mix.</i></p> <p><i>Cas de la pectine NH pour nappage : gélification en milieu acide (ph 3,6) et sucré (58 à 68%) Cas de la pectine jaune ou PG769S : gélification en milieu acide (ph 3,2 à 3,5) et très sucré Cas de la pectine de pomme, Pectine RS rapid set 150, Pectine MRS 150 (medium rapid set), Pectine MRS : gélification en milieu acide (ph 2,8 à 3,1) et sucré</i></p>

	<p>la t° de cuisson et d'attirer les molécules d'eau concentrant alors les molécules de pectine).</p> <p>GELIFICATION après refroidissement : processus de formation de gel, pouvant être :</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit réversible (exemple de gel à partir de glucides type agar-agar, pectine thermoréversible, ...), se distinguant par la capacité de ses composants de se lier ou de se délier selon la température en raison de leur type de liaison assuré par des forces physiques faibles. Ces gels sont dits thermo-réversibles ; <p>Exemple des gels à base d'agar-agar : gélification à partir de 40 à 50°C, fluidification vers 80°C</p> <ul style="list-style-type: none"> - soit irréversible (exemple de gel à partir de glucides type alginates, pectine non thermoréversible ...), se différenciant des autres gels par la nature de leur liaison chimique forte (le gel à l'alginate ne se décompose pas sous l'effet d'une chaleur intense). 	<p><i>Applications : non formation de gel à moins de 50% de sucre et à un pH >4,5 – 5.</i></p> <p><i>Principe de mise au point des nappages : le gel supporte plusieurs fontes et gélifications successives sans modification de leurs propriétés texturantes (excepté un léger brunissement sous l'action d'une température prolongée).</i></p> <p><i>Principe de réalisation des gelées chaudes à base d'agar-agar : le gel à l'agar-agar est résistant jusqu'à une température de 80°C</i></p>
	<p>FIXATEUR d'eau (fonction stabilisante) : propriété de rétention d'eau des stabilisateurs, ayant une action directe sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la conservation (en limitant la présence d'eau libre, effet dépresseur d'aw), - la texture de la fabrication : ils réduisent la formation de cristaux de glace (influence notable sur le point de congélation) et elle participe au foisonnement des fabrications en augmentant leur viscosité - la stabilité de la fabrication : ils limitent la formation et la croissance des cristaux hydriques (action en tant qu'agent anti – cristallisant), ce qui permet de régulariser les propriétés de fonte de la fabrication en retardant la fusion des fabrications glacées 	<p><i>Exemple de la gomme xanthane autorisée en viennoiserie et en pâtisserie, apportant une stabilité aux fabrications en congélation et en décongélation.</i></p> <p><i>Utilisation des stabilisateurs dans les mix à glaces et à sorbets (utilisation des seuls stabilisateurs autorisés en glacerie suivants : les alginates (E401 – E403), l'agar-agar (E406), les carraghénanes (E407) les graines de Caroube (E410), la gomme de Guar (E412), la gomme de Xanthane (E415), la pectine (E440), la carboxyméthylcellulose (E466), la gélatine et la caséine – caséinate).</i></p>
SOUS L'ACTION MECANIQUE		
	<p>DISPERSION et maintien des matières grasses dans l'ensemble de la fabrication : propriétés tensio-actives des émulsifiants qui permettent de réduire la tension superficielle entre la partie aqueuse et grasse, et de les lier :</p> <ul style="list-style-type: none"> - apport d'une texture moelleuse, fine, souple à la mie des fabrications (par sa capacité à fixer et à maintenir une quantité plus importante de globules de matière grasse dispersées dans la masse, limitant le phénomène naturel de coalescence avec le risque de destabilisation du mélange) - frein au rassissement (consécutif à la rétrogradation de l'amidon) par sa capacité à fixer l'eau de constitution des fabrications - participation au foisonnement des 	<p><i>En glacerie : les émulsifiants apportent une texture lisse, homogène et onctueuse aux mix à glace et à crème glacée ; ils apportent en outre une texture aérée caractéristique en favorisant leur foisonnement.</i></p> <p><i>Cas des mono et diglycérides d'acides gras E471 et des esters d'acides gras E472, du stéarol-2-lactylate de sodium, de calcium E481, E482 utilisés en viennoiserie et en pâtisserie</i></p> <p><i>Utilisation d'agent émulsifiant notamment dans le cas de pâtes riches en matière grasse (exemple des génoises sur base pâte d'amandes, des pâtes levées non fermentées type cakes), et dans le cas d'une production en série de pâte à génoise par exemple (exemple de montage de génoises à froid pour compenser l'effet de la chaleur en fabrication par une liaison plus forte entre les phases aqueuse et grasse)</i></p> <p><i>NB : dans le cas des cakes, le foisonnement est</i></p>

	<p>fabrications (par la texture donnée à la pâte en fabrication, facilitant l'incorporation et la stabilisation de bulles d'air)</p> <p>APPORT de souplesse aux pâtes (notamment d'extensibilité aux pâtes, favorable à leur développement en cuisson sous l'action de la température et/ou de la pression des gaz)</p> <p>OPTIMISATION du foisonnement par la capacité des stabilisateurs et des émulsifiants à fixer les éléments de constitution des fabrications, élevant leur viscosité</p> <p>POUVOIR MOUSSANT des émulsifiants, c'est-à-dire leur capacité sous l'action mécanique de fixer et de stabiliser les bulles d'air dans les fabrications</p>	<p><i>déconseillé au risque d'accélérer les phénomènes de retrogradation de l'amidon et le rassissement des pâtes.</i></p> <p><i>Cas de la lécithine de soja E322 utilisée en boulangerie ou en pâtisserie : ils agissent directement</i> - sur l'amidon, et permettent de conserver plus longtemps la souplesse de la mie (mie fine et homogène), et de retarder le rassissement du pain - sur le gluten, en l'assouplissant (rendant la pâte plus extensible), améliorant ainsi le volume (notamment des pains, de l'ordre de 20%)</p> <p><i>Augmentation du taux de foisonnement :</i> - des mix à glaces et crèmes glacées par l'utilisation de stabilisateurs et d'émulsifiants ou de produits mixtes (stabilisateurs + émulsifiants) - des mix à sorbets par l'utilisation de stabilisateurs</p> <p><i>Exemple de l'utilisation de la lecite :</i> le principe est de dissoudre la lecite dans la solution, et d'utiliser un mixeur maintenu à la surface de la solution (pour faciliter l'incorporation d'air), de stopper dès la formation complète de la mousse, d'attendre environ 1mn pour la stabiliser, de récupérer la mousse à la surface du liquide, et de renouveler l'opération dès que nécessaire.</p>
--	---	--

REPERES A L'ACHAT (antioxydant)

ADDITIFS : - Antioxydants 15 substances autorisées en Europe (mars 2007)	Substances utilisées pour prolonger la durée de conservation d'un produit en le protégeant de l'action de l'oxygène de l'air (phénomènes d'oxydation, notamment de rancissement dans le cas des matières grasses) Applications : Nappage, fourrage, biscuiterie, fruits en conserves, confiseries Exemples dans le cas de l'acide L-ascorbique : - en confiserie : apport d'un goût acidulé de fruit pour exalter les arômes et les caractéristiques organoleptiques des bonbons, des gelées, etc, ... - en pâtisserie : améliore les farines faibles. Utilisé en tant que composant de poudre à lever et acidifiant des pâtes ; - pour le traitement des fruits : acidifiant pour confitures, marmelades, nectars de fruits, fruits confits, et stabilise les couleurs et les vitamines des conserves de fruits. - en glacerie : exhausteur des arômes de fruits dans les glaces. origine naturelle : E300 acide L-ascorbique ou vitamine C E306 extraits riches en tocophérols ou vitamine E origine synthétique : E301 ascorbate de sodium E302 ascorbate de calcium E304 palmitate d'ascorbyle, stéarate d'ascorbyle E307 à E309 alpha-tocophérol à delta-tocophérol E310 gallate de propyle E311 gallate d'octyle E312 gallate de dodécyle E315 acide érythorbique E316 érythorbate de sodium E320 butylhydroxyanisol E321 butylhydroxytoluène	REGLEMENTATION : Additifs autorisés exclusivement en boulangerie – Additifs autorisés en pâtisserie : dans la famille des antioxydants : Acide ascorbique E300 ORIGINE : naturelle ou synthétique TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible) CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires ACHAT de l'additif seul ou d'un mix industriel avec additifs
--	---	--

REPERES EN PRODUCTION

ANTIOXYDANTS	POINTS CLEFS
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité d'additifs nécessaire

LES INTERACTIONS DES ANTIOXYDANTS, et de leurs principaux constituants :

INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DE LA MATIERE VIVANTE	
	ANTIOXYDANT : l'acide L-ascorbique bloque l'action de l'enzyme polyphénol-oxydase sur les polyphénols, et limite le phénomène de brunissement enzymatique	<i>Utilisation de jus de citron ou d'acide ascorbique sur les fruits épluchés de type : banane, pomme, ...</i>
	SOUS L'ACTION MECANIQUE	
	APPORT de souplesse aux pâtes (notamment d'extensibilité et de tenacité aux pâtes en resserrant le gluten, favorable à leur développement en cuisson sous l'action de la température et/ou de la pression des gaz) L'acide L-ascorbique améliore la force boulangère des farines (il permet de corriger la faiblesse de certaines farines en protéines du gluten).	<i>Utilisation du E300 acide L-ascorbique ou vitamine C, seul antioxydant autorisé en boulangerie</i>

REPERES A L'ACHAT (édulcorants)

ADDITIFS : - Edulcorants 14 substances autorisées en	Substances utilisées principalement pour conférer aux denrées alimentaires une saveur plus ou moins sucrée Applications : - <i>Biscuiterie-pâtisserie : conservateur de la fraîcheur des cakes, macarons, madeleines, pains d'épices, pains de gènes, roulés,</i>	REGLEMENTATION : Emploi des édulcorants intenses à des doses strictement réglementés Dosage non limité réglementairement des édulcorants
--	---	---

<p>Europe (mars 2007)</p>	<p>savoie, etc...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confiserie-chocolaterie : conservateur de la fraîcheur et de la plasticité (effet texturant) des pâtes d'amandes, ganaches, pralinés, gommes (chewing-gums dragéifiés ou non), guimauve, pâtes de fruits - Utilisations d'isomalt par les industriels en combinaison avec d'autres édulcorants, dans des préparations de confiseries, chocolats, pâtisseries cuites ... <p>Distinction des édulcorants en fonction de leur pouvoir sucrant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - édulcorants intenses : pouvoir sucrant élevé à très élevé (de 100 à 3000 fois supérieur au saccharose), valeur calorifique très faible par rapport au sucre de référence (le saccharose), absence de masse apportée aux fabrications, non fermentescibles <p>Les principaux sont : l'aspartam, l'acesulfame de potassium, la saccharine, le sucralose.</p> <ul style="list-style-type: none"> - édulcorants de masse ou polyols : pouvoir sucrant assez proche de celui du sucre de référence (de 0,4 à 1,5 environ), valeur calorifique plus faible que le sucre de référence, pouvoir non cariologique <p>Les principaux sont : le sorbitol, le maltitol, l'isomalt, le lactitol, le xylitol, le mannitol, l'érythritol.</p> <p><u>Affichages</u>¹⁵⁰ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - « sans sucres ajoutés » correspondant à l'absence d'adjonction ni de sucre (que ce soit des monosaccharides tels glucose ou fructose, ou des disaccharides tels saccharose ou maltose), ni de toute autre substance édulcorante - « allégé en ... » / « teneur réduite en sucre » correspondant à la réduction de 25% en poids du nutriment utilisé par rapport au produit de référence <p>Affichage (dans le cas d'édulcorants intenses) : denrées alimentaires sans sucres ajoutés ou à valeur énergétique réduite - « à valeur énergétique réduite ... », correspondant à une réduction d'au moins 30% de la valeur énergétique du produit de référence</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>origine naturelle</u> : <p>E953 isomalt (pouvoir sucrant : 45 à 65, valeur calorique : 2 Kcal/g ; commercialisé à des granulations différentes : ST-M : 0,5 à 3,5 mm / ST-F : 0,2 à 0,7 mm ou ST-PF : 0,1 mm) E957 thaumatine</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>origine synthétique</u> : <p>E420 sorbitol (pouvoir sucrant : 50 à 70, valeur calorique : 2,6 Kcal/g) E421 mannitol (pouvoir sucrant : 40 à 70) E950 acésulfam – k (pouvoir sucrant : 100 à 200) E951 aspartam (pouvoir sucrant : 100 à 200) E954 saccharine (édulcorant le plus ancien, découvert par hasard par un chimiste du nom de Fahlberg en 1875 ; étiquetage : « ne convient pas à la femme enceinte » ; pouvoir sucrant : 300 à 400) E955 sucralose E959 néohéspéridine-DC E965 maltitol (produit obtenu par hydrogénation d'un sirop de glucose riche en maltose ; pouvoir sucrant : 80 à 90, produit non cariologique, propriétés du maltitol sensiblement identiques au saccharose ; faible index glycémique et une faible réponse insulinémique (particulièrement adapté aux régimes à apport glucidique contrôlé) : faible valeur calorique (2,4 kcal/g) ; adapté aux produits bénéficiant de l'appellation « sans sucre » ou « sans sucre ajouté ») E966 lactitol (pouvoir sucrant : 30 à 40) E967 xylitol (pouvoir sucrant : 100 ; pouvoir cariologique) E968 érythritol (pouvoir sucrant : 60 à 80)</p>	<p>de masse (pas de dose journalière admissible spécifiée), excepté au-delà de 10% du poids total (affichage obligatoire : « une consommation excessive peut avoir des effets laxatifs »)</p> <p>Sauf indications contraires, utilisation interdite des édulcorants dans les aliments destinés aux nourrissons et enfants en bas âge, y compris les aliments pour les nourrissons et les enfants en bas-âge qui ne sont pas en bonne santé</p> <p>Réglementation de Décembre 2006 portant sur les allégations nutritionnelles et de santé (précisions sur les termes en rapport avec la teneur en glucides – se reporter à la fiche sur les glucides) Additifs autorisés en viennoiserie et en pâtisserie :</p> <p>dans la famille des édulcorants : E420 sorbitol</p> <p>ORIGINE : naturelle ou synthétique</p> <p>TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires</p> <p>DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible)</p> <p>CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications Exemple : les conséquences de leur substitution à un ingrédient alimentaire (le maltitol présente l'avantage d'avoir des propriétés technologiques sensiblement identiques à ceux du saccharose)</p> <p>POUVOIR cariologique ou non / pouvoir sucrant élevé ou non, spécifique aux édulcorants utilisés : exemple du xylitol (au pouvoir cariologique, pouvoir sucrant identique au saccharose) ou du maltitol (au pouvoir non cariologique, PS = 0,8 à 0,9)</p> <p>ETAT suivant le mode d'utilisation : cristallisé, liquide, ...</p> <p>AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires</p> <p>MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme</p> <p>COUT : analyse comparative indispensable</p>
----------------------------------	--	--

¹⁵⁰ Bulletin n°13, Ecole Nationale Supérieure de la Pâtisserie, Confiserie, Glacerie, Chocolaterie, Traiteur – Yssingaux, Sylvia Pétrowsch

REPERES EN PRODUCTION

EDULCORANTS	POINTS CLEFS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité d'additifs nécessaire 	
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	E420 Sorbitol	Incorporation à n'importe quel stade de la fabrication sans modification de la recette ; dans le cas de la dispersion dans un élément liquide, disperser le sorbitol dans le liquide à ébullition pour faciliter sa dissolution. <u>Dosage conseillé</u> : 3 % de la masse (5% en confiserie dans la fabrication de ganache) <i>Autorisation du sorbitol dans les produits de pâtisserie « à des doses strictement nécessaires », de 3 à 15% selon la réglementation nationale en vigueur</i>
	E953 Isomalt	1. Fondre à sec l'isomalt
	E965 Maltitol	
INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
	<p>FORTE SOLUBILITE de certains polyols par rapport au sucre de référence : Exemple de solubilité (mesure à 37°C, données en g/100ml d'eau) : Sorbitol : 334 ou Xylitol : 256 comparativement au saccharose : 229</p> <p>CHALEUR DE DISSOLUTION fortement négative des polyols par rapport au sucre de référence : Exemple de chaleur de dissolution, données en cal/g) : Xylitol : -34,8, Mannitol : -30, Sorbitol : -28, Maltitol : -16,3, comparativement au saccharose : -4,3. Effet rafraichissant maximal pour le xylitol et le maltitol lors de leur dégustation étant donné qu'ils combinent les plus faibles chaleurs de dissolution à des solubilités les plus élevées.</p> <p>FAIBLE DISSOLUTION de l'isomalt dans l'eau (mais soluble dans l'éthanol)</p> <p>INSENSIBILITE du sorbitol en milieu acide</p> <p>HYDROPHILE : capacité du sorbitol d'absorber et de fixer l'eau d'une fabrication (fort pouvoir hygroscopique).</p> <p>TEXTURANT : par sa propriété fortement hygroscopique (hydrophile puissant), le E420 sorbitol favorise la rétention d'eau ce qui permet : - le maintien du moelleux dans les fabrications - la limitation du développement des moisissures en réduisant l'aw (effet dépresseur d'aw) - de stabiliser la fabrication, notamment dans le cas d'une conservation au froid négatif</p> <p>HYGROSCOPICITE faible du maltitol à l'état cristallisé</p>	<p><i>Utilisation massive des polyols en confiseries industrielles</i></p> <p><u>Caractéristiques des pièces décoratives à base d'isomalt</u> :</p> <ul style="list-style-type: none"> - peu de reprise d'humidité - aspect non collant - aspect plus cristalline et transparente <p><u>Applications en biscuiterie – pâtisserie</u> : conservateur de la fraîcheur des cakes, macarons, madeleines, pains d'épices, pains de gènes, roulés, de Savoie, crème ganache, ...</p> <p><u>Application en confiserie</u> : le sorbitol maintient l'humidité dans les ganaches –pâte d'amande – pralinés – gommés – guimauves – pâtes de fruits, ..., et apporte une texture particulière : une élasticité, une longueur en bouche</p>
	NON FERMENTESCIBLE dans les cas des édulcorants intenses	
	SOUS L'ACTION THERMIQUE	
SOLUBILITE du sorbitol croissante avec la température	<i>Mode d'emploi du sorbitol dans le cas de la fabrication de la crème ganache : disperser le sorbitol dans la crème à ébullition pour faciliter sa dissolution.</i>	

	<p>ANTI-CRISTALLISANT : capacité du sorbitol d'agir sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur le saccharose (réduction voire suppression de la formation de cristaux de saccharose par l'augmentation de la viscosité du milieu et la localisation des agents anti-cristallisants entre les molécules de saccharose) ; - sur l'eau (limitation de la cristallisation de l'eau) <p>TEXURANT au froid : action du sorbitol sur le point de congélation d'une fabrication</p> <p>FUSION de l'isomalt à des températures proches de 145 – 150°C</p> <p>ABSENCE DE PARTICIPATION au brunissement non enzymatique (type caramélisation ou réactions de Maillard) sous l'action de la température pour : le sorbitol l'isomalt</p>	<p><i>En pratique, il est courant de combiner les agents anti-cristallisants pour :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - réduire le risque de cristallisation sans augmenter notablement la viscosité du milieu : préférer dans ce cas un mélange de sorbitol et de sucre inverti (volume réduit de ces molécules) au lieu du sirop de glucose - conserver des fabrications en limitant l'adsorption d'eau : éviter le sorbitol et le sucre inverti au pouvoir hygroscopique notable - limiter le pouvoir sucrant d'une fabrication (pouvoir sucrant du sorbitol et du sirop de glucose moins intense que celui du sucre inverti) <p><i>En glacerie : apport de « cuillérabilité » au mix par ajout de sorbitol (abaissement du point de congélation de la préparation glacée)</i></p> <p><u>Mode d'emploi de l'isomalt</u> : fondre à sec l'isomalt</p> <p><i>Absence de coloration des pâtes dans lesquelles le sorbitol ou le maltitol est ajouté : pour compenser cette absence de réaction à la température, les recettes prévoient des sucres réducteurs ou d'autres sources de coloration.</i></p>
--	--	--

REPERES A L'ACHAT (autres additifs alimentaires)

<p>ADDITIFS : - Autres (inclassables) 144 substances autorisées en Europe (mars 2007)</p>	<p>Famille comprenant divers additifs aux fonctions diverses :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poudre à lever et agents levants : substance utilisée pour aérer certaines fabrications, augmenter leur volume (par la production de dioxyde de carbone sous l'action de la température et dans certains cas de l'humidité) ; <p><u>Composition de la poudre à lever :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - un composant actif : E500 bicarbonate de sodium, E501 bicarbonate de potassium, qui provoque en présence d'humidité et de chaleur un dégagement de gaz carbonique - un composant acide : E330 acide citrique, E334 acide tartrique, E331 Citrate de sodium ou E332 citrate de potassium, E450 polyphosphates qui accélère le dégagement de gaz carbonique et supprime le bicarbonate de sodium après cuisson ; - un produit neutralisant (souvent des matières complémentaires comme la fécule, l'amidon, la farine de riz) qui neutralise l'action du bicarbonate de sodium en contact avec l'humidité de l'air, empêchant une réaction chimique prématurée. - Acidifiants et correcteurs d'acidité (exemples : E334 acide tartrique, E336 crème de tartre) : substance utilisée pour conférer une saveur acidulée e/ou rehausser l'acidité d'une denrée alimentaire, et comme anti-cristallisant dans le cas des sucres cuits - Anti-agglomérants (exemple : E551) substance utilisée pour éviter la prise en masse de certaines préparations déshydratées, dans les préparations de type : sucre glace, sucre vanillé, base déshydratée de mousse au chocolat) - Exhausteurs de goûts (exemple : E621) : substance utilisée pour relever le goût et/ou l'odeur d'une denrée alimentaire dans toute préparation (denrées et boissons) de type industriel - Agents d'enrobage (exemple : E901) : substance utilisée pour conférer un aspect brillant aux préparations alimentaires ou constituer une couche protectrice dans les fonds de tarte, de tartelette, ... - Agents moussants (exemple : E942) : substance utilisée pour 	<p>REGLEMENTATION : Additifs interdits en panification : poudre à lever</p> <p>ORIGINE : naturelle ou synthétique</p> <p>TOXICITE, RISQUES ALIMENTAIRES Allergies et intolérances alimentaires</p> <p>DOSAGE, notamment la réglementation fixant la DJA (Dose Journalière Admissible)</p> <p>CONNAISSANCE PRECISE de leurs propriétés et de leurs effets dans les fabrications</p> <p>MATERIELS INDISPENSABLES : Balance microgramme</p> <p>ACHAT de l'additif seul ou d'un mix industriel avec additifs (exemple du backing powder)</p> <p>AFFICHAGE obligatoire de la liste des ingrédients alimentaires, dont les additifs alimentaires</p> <p>COUT : analyse comparative indispensable</p>
--	---	---

	<p>assurer la dispersion homogène d'une phase gazeuse dans une denrée alimentaire liquide ou solide, pour crème ou crème légère sous pression, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agents humectants (exemple : E170) : substance utilisée pour empêcher le dessèchement des denrées alimentaires en compensant les effets d'une faible humidité atmosphérique ou favoriser la dissolution d'une poudre en milieux aqueux - <u>origine naturelle</u> : <ul style="list-style-type: none"> E170 carbonate de calcium E260 acide acétique E261 à E263 acétate de potassium, de sodium, de calcium E270 acide lactique E290 dioxyde de carbone, acide carbonique E296 acide malique E325 à E327 lactate de sodium, de potassium, de calcium E330 acide citrique E331, E332 citrates de sodium, de potassium E333 citrates de calcium E334 acide tartrique E335, E336 tartrates de sodium, de potassium E337 tartrates doubles de potassium et de sodium E338 acide orthophosphorique E339, E340, E341, E343 orthophosphates de sodium, de potassium, de calcium, de magnésium E459 β-cyclodextrine E350 à E352 malates de sodium, de potassium, de calcium E552 silicate de calcium E553a silicate et trisilicate de magnésium E553b talc E554 à E556 silicate aluminosodique, aluminopotassique, aluminocalcique E558 bentonite E559 kaolin E570 acides gras E575 à E578 glucono-delta-lacton à gluconate de calcium E620 acide glutamique E630 acide ionisique E631 à E633 inosinates E634 5'ribonucléotide de calcium E635 5'ribonucléotide disodique E650 acétate de zinc E901 cire d'abeille E902 cire de candelilla E903 cire de carnauba E904 shellac E905 cire microcristalline E912 esters de l'acide montanique E920 L-cystéine E927b carbamide E938 argon E939 hélium E941 azote E942 protoxyde d'azote E948 oxygène E949 hydrogène E999 extraits de quillaia E1404, E1410, E1412 à E1414, E1420, E1422, E1450, E1451 amidons modifiés E1505 citrate de triéthyle E1520 propylène glycol - <u>origine synthétique</u> : <ul style="list-style-type: none"> E297 acide fumarique E353 acide métatartrique E354 tartrate de calcium E355 acide adipique E356, E357 adipate de sodium, de potassium 	
--	---	--

	<p>E363 acide succinique E380 citrate de triammonium E385 calcium disodium EDTA E422 glycérine E431 stéarate de polyoxyéthylène E450 à E452 polyphosphates E500, E501, E503, E504 carbonates de sodium, potassium, d'ammonium, de magnésium E507 acide chlorhydrique E508, E509, E511 chlorure de potassium, de calcium, de magnésium E512 chlorure d'étain II E513 acide sulfurique E514, E515 sulfates de sodium, de potassium E516 sulfates de calcium E517 sulfate d'ammonium E520 à E523 sulfates d'aluminium E524 à E526 hydroxyde de sodium, de potassium, de calcium E527, E528 hydroxyde d'ammonium, de magnésium E529, E530 oxyde de calcium, de magnésium E535, E536, E538 ferrocyanure de sodium, de potassium, de calcium E541 phosphate acide d'aluminium sodique E551 dioxyde de silicium E574 acide gluconique E579 gluconate ferreux E585 lactate ferreux E621 à E625 glutamates E626 acide guanylique E627 à E629 guanylates E640 glycine et son sel de sodium E900 huile de silicone E914 cire de polyéthylène oxydée E943a butane E943b isobutane E944 propane E1200 polydextrose E1201 polyvinylpyrrolidone E1202 polyvinylpolypyrrolidone E1518 triacétine</p>	
--	--	--

REPERES EN PRODUCTION

AUTRES (INCLASSEES)	POINTS CLEFS <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fermer hermétiquement les emballages après utilisation ▪ Conservation rigoureuse de l'ensemble des dispositifs d'étiquetage (traçabilité) ▪ Peser soigneusement la quantité d'additifs nécessaire 	
PRECAUTIONS D'EMPLOI des principaux additifs utilisés	Poudre à lever E500 ou E501 + E330 ou E334 ou E331 ou E332 ou E450, et féculé ou amidon ou farine de riz Backing powder E500 + E334 acide tartrique + E450 + amidon	Tamiser au préalable la poudre à lever avec la farine pour une répartition homogène Dosages conseillés : - sablés , petits beurrés : 15 g par kg de farine - pâte à choux : 20 g par kg de farine - pâtes friables : 20 g par kg de farine au maximum - cakes, madeleines : 25 g par kg de farine <i>NB : un surdosage risque de provoquer un développement exagéré de la pâte en cuisson, une dénaturation de la saveur (résultant notamment de la combinaison entre le bicarbonate de sodium et la matière grasse, et la formation de goût proche du savon) et de réduire le temps de conservation (accroissement du rassissement de la pâte).</i> Utiliser rapidement après mélange pour une optimisation de ses effets en cuisson.
	Agents levants type E503	Mélanger les agents levants dans les produits secs (farine, ...). Dosage conseillé : environ 6 g par kg de farine
	E330 Acide citrique	Dissoudre dans une phase aqueuse (éventuellement dans un alcool), et mélanger. Pour une solution d'acide à 50%, dissoudre 100 gr d'acide avec 100 gr eau, et conserver en flacon. Dosages conseillés : - nappages, fourrages des produits de biscuiterie, pâtisserie, confiserie, Confiserie, Confitures, gelées, marmelades, crèmes de marrons et crèmes d'autres fruits à coque, confits de pétales ou de fruits confits, Raisinés, préparations de fruits : de 2 à 5 g/kg - glaces et crèmes glacées, sorbets : de 5 à 10 g/kg
	E334 Acide tartrique	Dissoudre dans une phase aqueuse (éventuellement dans un alcool), et mélanger. Pour une solution d'acide à 50%, dissoudre 100 gr d'acide avec 100 gr eau, et conserver en flacon. Dosages conseillés : - confitures, gelées, marmelades, crèmes : 3,5 g / kg - décors, nappages, fourrages de produits de biscuiterie, pâtisserie, confiserie : de 2 à 5 g / kg
	E336 Crème de tartre	Dissoudre dans une phase aqueuse BOUILLANTE (dissolution limitée dans l'eau froide) et mélanger. Dans le cas de blancs d'œufs à foisonner, disperser directement dans le produit avant de les soumettre à une action mécanique. Dosages conseillés : - pectines destinées à la fabrication de pâtes de fruits et produits similaires : 3 g/Kg - Décors, nappages, fourrages des produits de biscuiterie, pâtisserie et confiserie : 5 g/Kg
INTERACTION(S)	AVEC LES PRINCIPAUX CONSTITUANTS de la matière vivante	
	DISSOLUTION de l'acide citrique ou tartrique (formation d'une solution limpide et incolore) NB : soluble dans l'alcool à 96% et dans l'éthanol. DISSOLUTION limitée de la crème de tartre dans l'eau froide ANTI-CRISTALLISANT : Aptitude du E336 crème de tartre ou du E334 acide tartrique à se placer à l'interface des molécules de sucre, limitant la formation de cristaux de saccharose.	<i>Mode d'utilisation de l'acide citrique, de l'acide tartrique</i> <i>Mode d'emploi de la crème de tartre dans une solution : dissoudre dans l'eau bouillante</i> <i>Le graissage des sucres correspond à l'ajout d'acide tartrique ou de crème de tartre (ou de glucose) dans la cuisson des sucres pour empêcher leur cristallisation</i>

AVEC UN ALCOOL	
SOLUBILITE de l'acide citrique ou de l'acide tartrique dans l'alcool	<i>Mode d'emploi des acides (citrique, tartrique, crème de tartre)</i>
INSOLUBILITE de la crème de tartre dans l'alcool	
SOUS L'ACTION MECANIQUE	
<p>STABILISATEUR des fabrications :</p> <p>double action de l'acide sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les charges électrostatiques présentes dans la masse, diminuant les répulsions entre les chaînes, stabilisant les protéines autour des bulles d'air - la gélification des protéines : les protéines gélifient en milieu acide 	<p><i>Utilisation du E336 crème de tartre dans les blancs montés (pour meringues, appareils meringués, biscuit, ...) pour limiter leurs risques de grainage, c'est-à-dire de dissociation entre les protéines et leur eau de constitution.</i></p> <p><i><u>Attention</u> : ne pas remplacer la crème de tartre par de l'acide tartrique, en raison de son pH acide plus fort.</i></p>
SOUS L'ACTION THERMIQUE	
<p>DECOMPOSITION :</p> <ul style="list-style-type: none"> - des agents levants sous l'action de la température - des agents constituants la poudre à lever sous l'action combinée de la température et de l'humidité, et production de dioxyde de carbone 	<p><i>Possibilité d'utiliser des agents levants (type carbonate, acide d'ammonium, ...), généralement utilisés par les industriels en agroalimentaire dans les fabrications sèches (agent provoquant le développement des pâtes uniquement au contact de la chaleur).</i></p> <p><i>Utilisation de poudre à lever dans les pâtes levées non fermentées (pâte à cakes, à madeleines, ...).</i></p> <p><i>Utilisation possible de poudre à lever dans les pâtes friable pour apporter plus de légèreté et de friabilité aux pâtes (il est conseillé d'utiliser les pâtes plus rapidement pour limiter une activité de la poudre à lever pendant le stockage)</i></p> <p><i>Possibilité d'utiliser de la poudre à lever dans le cas de la pâte à génoise, biscuit, ... des farines composées (mélange d'amidon avec des additifs de type agent levant, émulsifiant) pour apporter accroître le gonflement des préparations et donner des textures plus aérées, légères (ce gonflement réduit d'autant sa conservation, en raison de son dessèchement accéléré).</i></p> <p><i>Mode d'emploi : en remplacement de la farine à hauteur de 15 à 30% du poids de la farine, voire d'ajouter directement de la poudre levante préalablement tamisée avec la farine.</i></p>
<p>ANTICRISTALLISANT :</p> <p>Les agents anti-cristallisants agissent dans les fabrications en limitant le phénomène de cristallisation des molécules de saccharose. Ils agissent :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sur le saccharose (réduction voire suppression de la formation de cristaux de saccharose par : augmentation de la viscosité du milieu, localisation des agents anti-cristallisants entre les molécules de saccharose, grande solubilité des agents anti-cristallisants) - sur l'eau (limitation de la cristallisation de l'eau) 	<p><i>Le graissage des sucres correspond à l'ajout d'acide tartrique ou de crème de tartre dans la cuisson des sucres pour empêcher leur cristallisation (cas des sucres cuits pour décor).</i></p> <p><i>Un excès de crème de tartre provoque la coloration rapide du sucre en cuisson ; un manque de crème de tartre le risque de cristallisation du sucre.</i></p>

Conclusion

Nous terminerons ce dossier en reprenant tout simplement notre introduction, en espérant avoir respecté nos considérations premières :

« Le dossier ne se pose pas (...) en « faiseur de leçons », mais plutôt en tant que guide, d'accompagnement à la réflexion des équipes enseignantes sur des pratiques nouvelles, techniques et pédagogiques.

*Le dossier poursuit aussi le but de dépasser les paramètres de choix du Pâtissier et du Cuisinier dans l'exercice de son métier, **non dictés par des automatismes techniques mais par des analyses raisonnées.***

Les notions développées dans ce dossier sont parfois polémiques ; toutefois, elles ne peuvent se nourrir d'a priori, de discours arrêtés, d'envolés passionnelles, ; Elles nécessitent au contraire que vous, lecteurs, puissiez accorder du temps à une lecture exhaustive de son contenu, pour en juger de sa pertinence, et des possibles transferts dans vos pratiques d'enseignement.

*Car voilà là un aspect fondamental et implicite que le dossier entend soulever : **INNOVER !***