

[P@Tice, plateforme de travail collaboratif](#)

DOCUMENT EN COURS DE CONSTRUCTION

Dernière mise à jour : 17 janvier 2009

TRAITE SCIENTIFIQUE – ARTISTIQUE & PEDAGOGIQUE

**LES NOUVELLES INFLUENCES DE LA
PATISSERIE ET DE LA CUISINE**

ou comment

la CUISINE MOLECULAIRE

& le DESIGN CULINAIRE

redessinent une nouvelle histoire

de la Gastronomie française...

et de son enseignement !

Denis HERRERO

*« Alors que tout se modifie et se transforme,
il serait absurde de prétendre fixer les destinées d'un art qui se relève
par tant de côtés de la mode et qui est instable comme elle.
En destinant mon « guide culinaire » aux jeunes qui,
dans vingt ans seront à la tête de notre métier,
c'est un devoir pour moi de leur recommander l'étude attentive
des immortels ouvrages de nos grands maîtres,
ainsi d'ailleurs que toutes les publications culinaires.
Ainsi que l'exprime si bien le dicton populaire
« On n'en sait jamais trop »,
plus on apprend, plus on s'aperçoit qu'on a besoin d'apprendre encore.
L'étude ouvre l'esprit et fournit le moyen de se perfectionner
dans la pratique de son métier ».*

*« Souvenirs inédits. 75 ans au service de l'Art culinaire »
Auguste Escoffier, Editions Jeanne Laffitte, Marseille page 128*

SOMMAIRE

BIBLIOGRAPHIE :	7
Propos liminaire	11
INTRODUCTION	12
1 TRAITÉ « scientifique » de Cuisine et de Pâtisserie : étude des constituants de la matière vivante et de leurs interactions :	16
1.1 Etude de l'EAU : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	18
1.1.1 Présentation générale :	18
1.1.2 Les réactions de l'eau à la température ou l'étude des changements d'état de l'eau :	20
1.1.2.1 Les réactions exothermiques :	20
1.1.2.1.1 La liquéfaction :	20
1.1.2.1.2 La solidification :	20
1.1.2.1.3 La condensation :	21
1.1.2.2 Les réactions endothermiques :	22
1.1.2.2.1 La fusion :	22
1.1.2.2.2 La vaporisation :	22
1.1.2.2.3 La sublimation :	22
1.1.2.3 Les facteurs variables des changements d'état de l'EAU :	23
1.1.3 Les réactions de l'eau aux principaux constituants de la matière vivante :	24
1.1.4 Les réactions de l'eau au contact d'un alcool :	24
1.2 Etude des LIPIDES :	25
1.2.1 Présentation générale :	25
1.2.2 Les réactions des lipides :	28
1.2.2.1 Au contact de l'eau : l'insolubilité	28
1.2.2.2 Au contact de l'eau et en présence d'agents tensio-actifs : l'émulsion	29
1.2.2.3 Au contact de l'air : l'oxydation	32
1.2.2.4 Au contact de molécules odorantes : l'enfleurage	32
1.2.2.5 Au contact de la température :	33
1.2.2.5.1 La cristallisation :	33
1.2.2.5.2 La fusion :	35
1.2.2.5.3 La pyrolyse : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	36
1.2.2.6 Sous l'action mécanique :	37
1.3 Etude des PROTIDES :	38
1.3.1 Présentation générale :	38
1.3.2 Les réactions des protéines :	41
1.3.2.1 Avant propos : la question de la dénaturation	41
1.3.2.2 Au contact de l'eau : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	41
1.3.2.3 Au contact de la température :	42
1.3.2.3.1 La fusion :	42
1.3.2.3.2 La gélification thermique : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	42
1.3.2.3.3 Le cas particulier de la gélification thermique au contact de l'azote liquide :	47
1.3.2.4 Au contact d'un milieu acide : la gélification acide MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	48
1.3.2.5 Au contact d'alcool :	49
1.3.2.6 Au contact d'enzymes (protéinases) :	49
1.3.2.7 Le cas particulier des enzymes responsables de fermentation :	50
1.3.2.8 Par l'action mécanique :	51
1.3.2.9 Le foisonnement :	52
1.3.2.9.1 Le foisonnement par action mécanique	52
1.3.2.9.2 Le foisonnement par ajout direct de gaz :	55
1.4 Etude des GLUCIDES :	56
1.4.1 Présentation générale :	56
1.4.2 Les réactions des glucides :	59
1.4.2.1 Au contact de l'eau :	59
1.4.2.1.1 Le cas du saccharose :	59
1.4.2.1.2 Le cas des autres sucres :	59

1.4.2.1.3	Le cas des glucides de réserve :	60
1.4.2.2	Au contact de sel et/ou de sucre :	60
1.4.2.3	Au contact d'un alcool :	61
1.4.2.4	Au contact d'enzymes : MISE A JOUR 25 JUILLET 2008	61
1.4.2.5	Au contact d'un acide : MISE A JOUR 26 AVRIL 2008	61
1.4.2.6	Au contact de l'air : le brunissement enzymatique MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	61
1.4.2.7	Au contact de la température :	62
1.4.2.7.1	Avant propos : les températures de cuisson	62
1.4.2.7.2	La fusion :	62
1.4.2.7.3	La dextrinisation :	62
1.4.2.7.4	La caramélisation :	62
1.4.2.7.5	Les réactions de Maillard :	63
1.4.2.7.6	La gélatinisation :	64
1.4.2.7.7	La gélification par l'amidon :	65
1.4.2.7.8	La gélification par d'autres hydrocolloïdes : MISE A JOUR 13 MAI 2008	65
1.4.2.7.9	La cristallisation : MISE A JOUR SEPTEMBRE 2007	73
1.5	Étude des nutriments non énergétiques :	77
1.5.1	Les sels minéraux :	77
1.5.2	Les fibres :	77
1.5.3	Les vitamines :	77
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 : MISE A JOUR SEPTEMBRE 2007	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	Le contact liquide - liquide : MISE A JOUR 26 AVRIL 2008	85
1.6.2.1.1	La diffusion :	85
1.6.2.2	Le contact solide - solide ou solide - liquide :	87
1.6.3	Les mélanges, et les facteurs de stabilisation des mélanges : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	87
1.6.3.1	Préambule : l'étude des phénomènes de déstabilisation	88
1.6.3.1.1	Les altérations physiques :	88
1.6.3.1.2	Les altérations chimiques et biochimiques :	90
1.6.3.1.3	Les altérations microbiologiques :	91
1.6.3.2	La stabilisation par la maîtrise de l'eau : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	91
1.6.3.2.1	L'activité de l'eau (aw) :	92
1.6.3.2.2	L'humidité relative (HR) et l'humidité relative d'équilibre (HRE) :	95
1.6.3.2.3	Les facteurs agissant sur l'activité de l'eau :	96
1.6.3.2.4	Le cas des ingrédients alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes : MISE A JOUR 18 JUIN 2008	98
1.6.3.2.5	Le cas des additifs alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes : MISE A JOUR 18 JUIN 2008	100
1.6.3.3	La stabilisation par la maîtrise des mélanges et des fabrications : MISE A JOUR 26 AVRIL 2008	108
1.6.3.4	La stabilisation par la maîtrise des micro-organismes : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	112
1.6.3.4.1	L'action directe sur les micro-organismes responsables d'altération :	112
1.6.3.4.2	L'action par les micro-organismes :	113
1.6.3.5	La stabilisation par la maîtrise des températures ; MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	113
1.6.3.5.1	Le traitement thermique par le froid ;	113
1.6.3.5.2	Le traitement thermique par la chaleur ;	116
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) :	118
1.6.3.6	La stabilisation par la maîtrise du pH : MISE A JOUR 9 AOUT 2008	119
1.6.3.7	La stabilisation par la maîtrise de l'oxygène de l'air : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	122
1.6.3.8	L'exemple de la table analytique comme outil de stabilisation physique et microbiologique d'une fabrication :	123
1.6.3.8.1	La table analytique appliquée en Glacerie : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	123
1.6.3.8.2	La table analytique appliquée en Chocolaterie - Confiserie :	132
2	TRAITÉ « artistique » de Cuisine et de Pâtisserie :	135
2.1	La naissance du design culinaire :	135

2.2	Le design culinaire : nouvel art culinaire ? ... mutation temporaire ?... mélange des genres ou transfert de technologies ?...	136
3	TRAITÉ « <i>pédagogique</i> » de Cuisine et de Pâtisserie : de l'évolution des métiers à l'évolution des enseignements MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	137
3.1	La nécessaire évolution de l'enseignement professionnel :	137
3.2	L'innovation en question dans l'enseignement professionnel :	138
3.2.1	Le concept théorique de l'innovation :	138
3.2.2	Le pari de l'innovation dans nos enseignements	139
3.2.3	L'innovation dans nos enseignements : méthodologie	140
3.2.4	Les orientations a envisager :	142
3.2.5	Un dernier préalable : le travail collaboratif comme pièce maîtresse dans l'échiquier de la formation	142
4	Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche expérimentale MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	144
4.1	La démarche expérimentale : état des lieux	144
4.1.1	La démarche expérimentale dans l'enseignement primaire :	144
4.1.2	La nouvelle approche : le PRESTE	146
4.1.3	La démarche expérimentale dans l'enseignement secondaire :	146
4.2	La démarche expérimentale : approche d'une méthodologie ... :	147
4.2.1	Le positionnement dans l'articulation de la formation :	147
4.2.2	La durée :	147
4.2.3	La méthode : MISE A JOUR 18 JUIN 2008	147
4.2.4	Les capacités développées :	149
4.2.5	Les objectifs :	150
4.2.6	Les supports :	150
4.2.7	Les savoirs :	150
4.2.8	Les savoir être :	151
4.2.9	Les canaux de communication :	151
4.3	Actions : de la théorie à la pratique	152
4.3.1	La démarche expérimentale, séquence d'enseignement à part entière dans l'échiquier de la formation	152
4.3.2	L'Analyse de l'existant :	152
4.3.3	Etude prospective de la technologie appliquée :	153
4.4	De la démarche expérimentale à la démarche créative	154
5	Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche créative MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	155
5.1	La créativité en action : repères théoriques	155
5.1.1	Les groupes de créativité :	155
5.1.2	La mécanique créative :	156
5.1.3	Les techniques de créativité :	156
5.1.3.1	la technique par détour :	156
5.1.3.1.1	L'imprégnation :	157
5.1.3.1.2	L'éloignement :	157
5.1.3.1.3	Le croisement :	159
5.1.3.2	Les techniques analogiques	159
5.1.3.3	Le brainstorming	160
5.1.3.4	La technique de « la pensée latérale » :	160
5.1.3.5	La collecte d'idées :	161
5.1.3.6	La théorie « Triz », ou méthodologie rationnelle d'invention ...	161
5.1.4	La dynamique de l'atelier de recherche créative :	162
5.1.5	La sélection des idées :	162
5.2	La créativité en action : repères emblématiques	163
5.2.1	La créativité : 3 exemples atypiques	163
5.2.1.1	Le cas Ferran Adrià :	163
5.2.1.2	Le cas Michel Bras ou Olivier Roellinger :	164
5.2.1.3	Le cas Pierre Hermé :	164
5.2.2	Focus sur Ferran Adrià, ou l'art culinaire provocateur ...	166
5.2.3	Points communs à l'acte créatif	170
5.2.3.1	L'attitude créative :	170
5.2.3.2	Les buts poursuivis par la créativité :	171

5.2.3.3	Le poids de la créativité :	172
5.2.3.4	Les limites de la créativité :	172
5.2.3.5	Les champs d'exploration de la créativité :	173
5.2.3.6	Les méthodologies ? :	174
5.3	La créativité en action : repères expérimentaux.....	175
6	Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche d'analyse MISE A JOUR 25 AVRIL 2008	177
6.1	Préambule : de l'intérêt de développer l'analyse sensorielle dans nos enseignements	177
6.2	Physiologie sensorielle & analyse sensorielle :	178
6.2.1	Essai de définition :	178
6.2.2	Un point d'histoire, ou comment relativiser les connaissances que nous avons sur les mécanismes du goût et leurs perceptions	178
6.2.3	Plusieurs autres actualités : MISE A JOUR OCTOBRE 2007	180
6.2.4	Les objectifs de l'analyse sensorielle :	182
6.2.5	Les techniques de mise en œuvre de l'analyse sensorielle :	183
6.2.6	Les catégories de public en analyse sensorielle :	183
6.3	La didactique de l'analyse sensorielle, ou comment « muscler » les sens des élèves	184
6.3.1	Vers une démarche méthodologique et methodique	184
6.3.2	Vers la mise en place de descripteurs	184
6.3.3	La fameuse liste de descripteurs :	186
6.3.4	Vers une logique de formation	189
6.4	L'analyse sensorielle : la quête de sens.....	192
	CONCLUSION :	193

BIBLIOGRAPHIE :

OUVRAGES :

- « 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
- « Enseigner l'Hôtellerie-Restauration », de D. Douillach – Y. Cinotti & Y. Masson, Editions Jacques Lanore, Juin 2002
- « 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 : MISE A JOUR 25 JUILLET 2008

- 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 – Glaceries 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 : MISE A JOUR 18 JUIN 2008

- 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
 - o 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
 - o « La complémentarité enseignement / vulgarisation », Jean-Michel Lefour et Gilberte Chambaud
 - o "Les pièges de la médiation scientifique – Proposition de bonnes pratiques", de Richard – Emmanuel Eastes
 - o "Des chercheurs dans les classes !", de Richard – Emmanuel Eastes
 - o « 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
- Extrait 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 Pâtisserie :

- **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 :

- **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

La Pâtisserie, la Cuisine, 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 de la Pâtisserie et de la Cuisine. 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 des métiers de bouche. C'est aussi ces nouvelles expériences du rapprochement entre des stylistes, des créateurs de mode et les pâtisseries, dans ce que certains nomment « la cake couture ».

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 **Pâtisserie ou d'une Cuisine 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) que nous serons appelés à reprendre prochainement. 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 amènent Pâtisseries et Cuisiniers 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 de la Gastronomie : **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'envoies 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, 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.

Élevé 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 nouvelles disciplines 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 quelquefois hermétique au changement...

Il revendique dans son dernier 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 notre discipline, et son regard méthodologique sur nos gestes participe d'une prise de recul pédagogique et nécessaire. Son oeil 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 fautive tant que nous n'avons pas démontré le contraire* ») pousse le professionnel et le pédagogue que nous sommes dans ses retranchements, au risque parfois de nous couper de l'essence même de cette démarche : **celle de nous faire évoluer**.

Mais, sachons d'emblée faire la distinction entre la cuisine d'influence scientifique (modèle d'aujourd'hui), et ce qu'est la cuisine 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 Gastronomie 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 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

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

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

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 Pâtissier, comme dans celui du Chocolatier – Confiseur, et plus encore du Glacier, 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 : boulanger – pâtissier, pâtissier boutique, pâtissier de restauration, glacier – fabricant, pâtissier – glacier – chocolatier – confiseur, ... de la petite structure familiale artisanale aux équipes de production industrielle, aux grandes brigades hiérarchisées, ...

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 technologies, 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.

Rares sont pourtant les artisans à oser explorer le monde industriel, et à adapter certains process, certaines matières premières, certains matériels ... à leurs spécificités, pour ne pas trahir leur prétendu statut d'artisan. Et pourtant, aux artisans qui ont goûté aux chaînes de production, aux recherches et expérimentations, à la force de vente du monde industriel, il faut reconnaître aujourd'hui leurs avancées, les transferts qu'ils ont su tirer de ces expériences riches et déroutantes.

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)

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 » ???

Dans cet imbroglio littéraire et littéral, il convient de raison garder, et de donner à l'artisan et au professionnel d'aujourd'hui et de demain les moyens de pouvoir rester concurrentiel et d'innover.

Cela passe sans nul doute par la maîtrise toujours et encore des bases de la profession, mais nourries des nouvelles connaissances scientifiques et technologiques, et le développement de nouvelles compétences pour s'adapter, pour créer, somme toute pour innover ; à l'artisan de relever ce challenge ...aux enseignants aussi !

La Pâtisserie, la Cuisine sans être des domaines hermétiques, nécessitent des compétences professionnelles – technique, 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 culinaires : procurer du sens et donner de l'intelligibilité.

Toute notre réflexion sera par contre de mesurer comment dans notre enseignement, transmettre cette rigueur (qui va de pair avec les Métiers de Bouche d'ailleurs), cette démarche, 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 ».

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>

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

Invitation

Nous invitons les lecteurs à compléter leur lecture par des modules d'auto-formation, portant sur les démarches expérimentales et créatives qui soutiennent cette proposition de Traité scientifique, artistique et pédagogique de Cuisine et de Pâtisserie (approche théorique et appliquée aux métiers de la Restauration et de l'Alimentation).

Dispositif sur l'Internet :

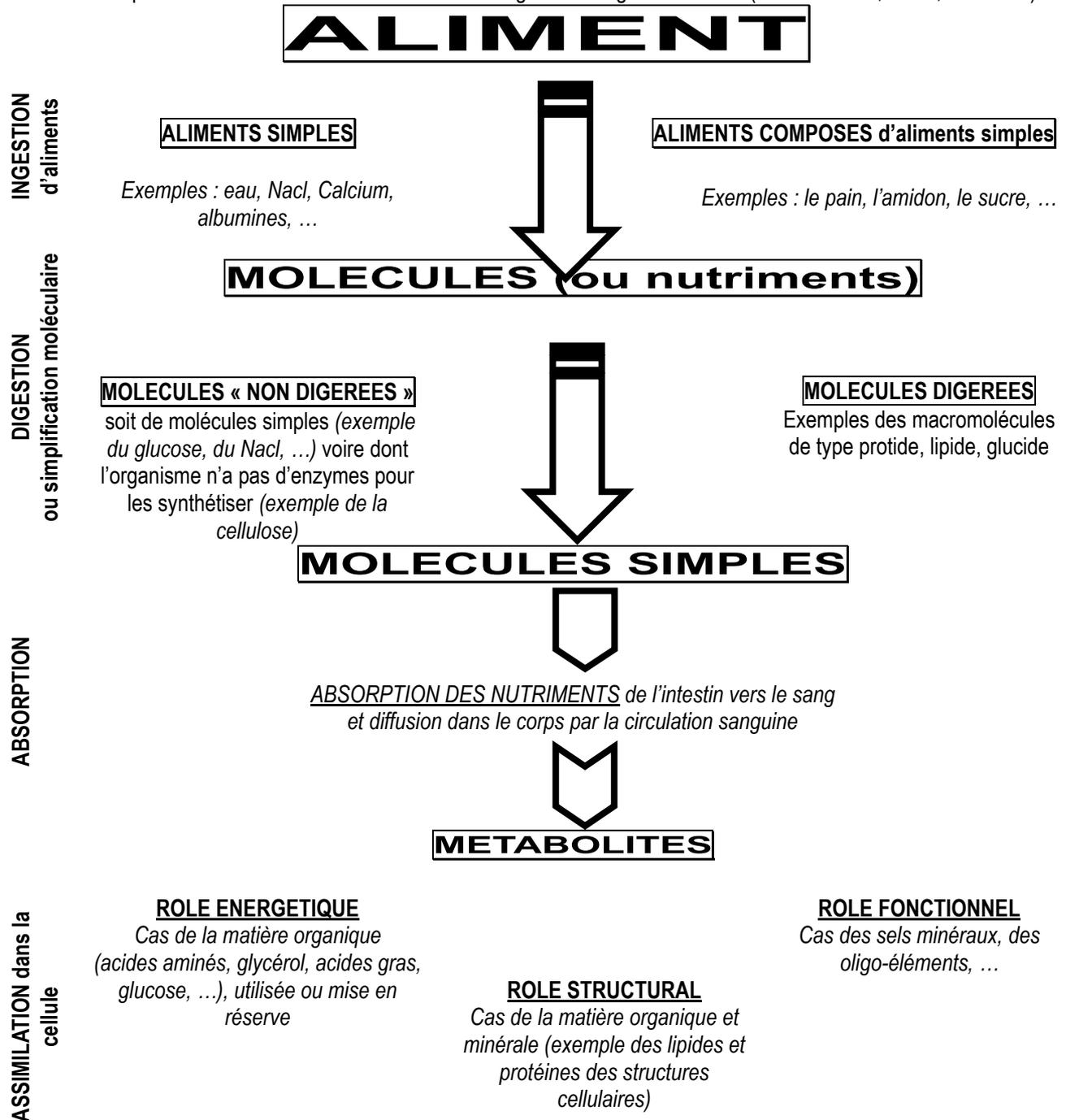
[Pairform@nce et Moodle](#)

**Accès à la page de présentation des modules sur le
Centre de ressources nationales de l'Hôtellerie et de la Restauration
CRN HR**

1 TRAITÉ « scientifique » de Cuisine et de Pâtisserie : 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 : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008**

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)

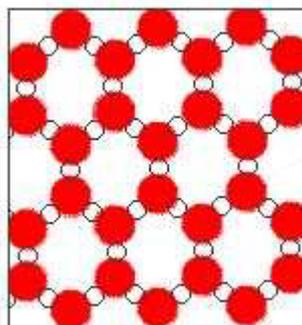
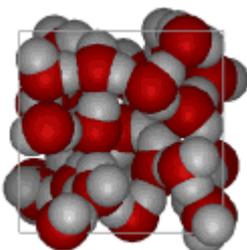
NB : à noter la teneur moyenne en eau du corps humain (65 à 70%), de la méduse (95 à 97%).

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, ...)

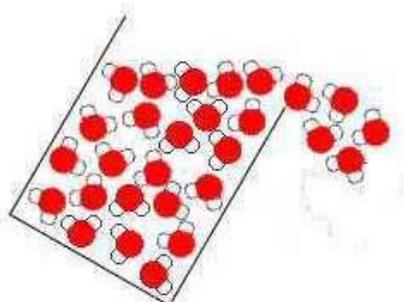
Représentation schématique⁸



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

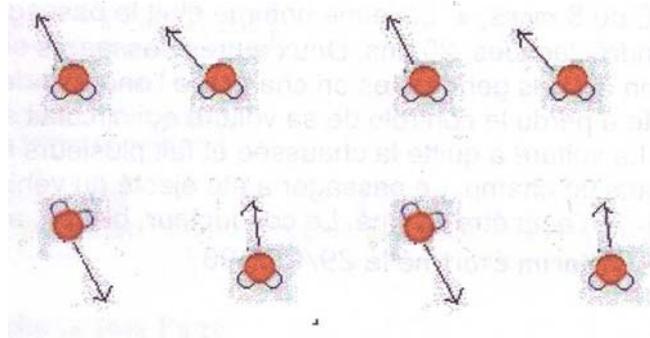
Représentation schématique



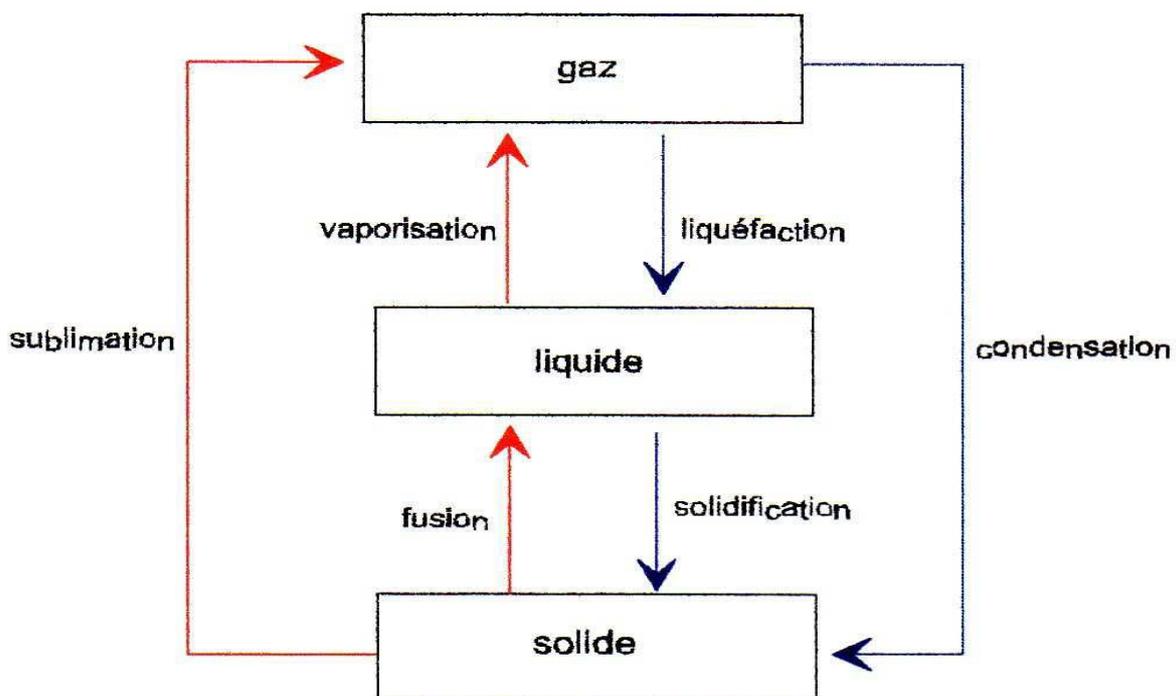
⁸ Représentations schématiques extraits du dossier « Les changements d'état de l'eau et leurs applications en cuisine », de Nicolas Barelli (Pâtisserie) – Xavier Fagès (Cuisine) – Vivian Grosset (Biotechnologies) & Cynthia Tallon (Physique – Chimie), module Art et Culture IUFM de Midi-Pyrénées 2003 –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

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.

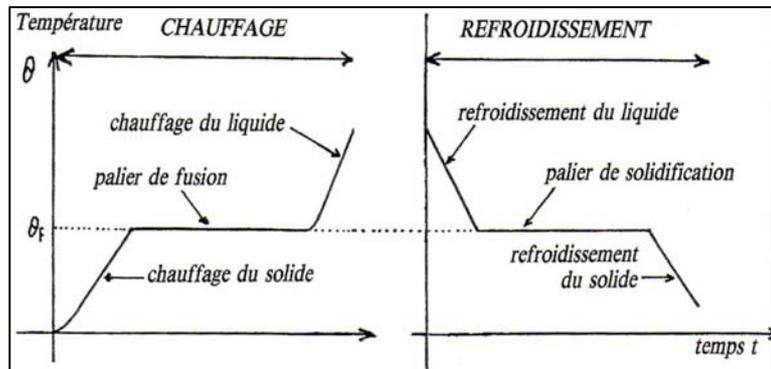
La taille et la configuration des cristaux dépendent principalement de la durée et de la puissance du refroidissement :

- 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.



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.

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.*

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 et développement de la pâte feuilletée, de la pâte à choux,
--------------------------	---------------------	------------------------	--

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.

1.1.2.2.3 La sublimation :

de l'ETAT SOLIDE...	SUBLIMATION	... à l'ETAT GAZEUX	Lyophilisation : 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)	
<i>Exemple⁹ :</i>		
	°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
3- Augmentation de la pression	<u>Augmentation de la température d'ébullition</u> de l'eau	
<i>Application : incidence de la pression sur la température d'ébullition</i>		
	Pression (mbar)	T° d'ébullition (°C)
	1,5 à 2 fois la pression atmosphérique normale (cas de la cocotte minute)	110 – 120°C
	1015	100
	700	90
	480	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>

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

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>																																										
<i>Exemple : Cas du saccharose</i>																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>°Brix d'une solution</th> <th>Abaissement du point de congélation en °C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>0,61</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>1,01</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>2,6</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>4,5</td> </tr> </tbody> </table>	°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																														
°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																																										
<i>Autre exemple : Cas des autres sucres</i> - 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 :																																											
<ul style="list-style-type: none"> - 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 																																											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CONCENTRATION EN %</th> </tr> <tr> <th>10</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">Sirop de glucose 5DE</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">Sirop de glucose 40DE</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">Saccharose</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">Dextrose, Fructose</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: right;">Sorbitol</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">-5°C</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">-10°C</td> </tr> </tbody> </table>	CONCENTRATION EN %		10	20	30	40	50	Sirop de glucose 5DE					Sirop de glucose 40DE					Saccharose					Dextrose, Fructose					Sorbitol					-5°C					-10°C				
CONCENTRATION EN %																																											
10	20	30	40	50																																							
Sirop de glucose 5DE																																											
Sirop de glucose 40DE																																											
Saccharose																																											
Dextrose, Fructose																																											
Sorbitol																																											
-5°C																																											
-10°C																																											
<i>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 ».</i>																																											

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 :

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, ...).

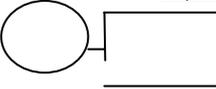
Les lipides ont un double rôle dans l'organisme :

- 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">o 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 – Stéariqueo 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>  Pôle hydrophile Pôle hydrophobe

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	<ul style="list-style-type: none"> - 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.

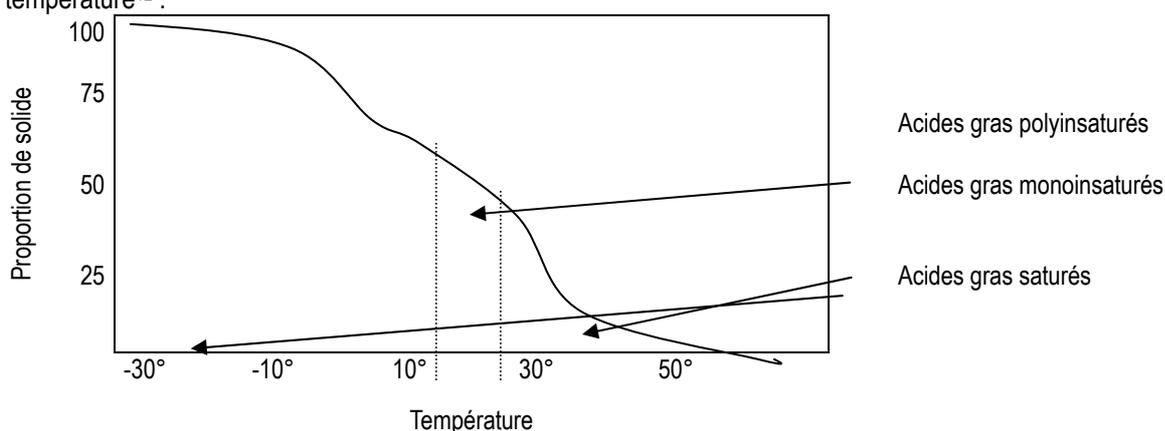
CLASSIFICATION DES HUILES	RICHE EN ACIDE GRAS SATURES	RICHE EN ACIDE GRAS MONOINSATURES	RICHE EN ACIDES GRAS POLYINSATURES
		<i>Exemple : Acide arachidonique, butyrique</i>	<i>Exemple : acide oléique</i>
HUILE POUR FRITURE	COPRAH PALME PALMISTE		
HUILE POUR FRITURE ET ASSAISONNEMENT		ARACHIDE OLIVE	TOURNESOL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

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

APPLICATIONS EN PATISSERIE	AGENT DE FRITURE <u>Applications</u> : Pêches de nonne, beignets divers, ...	AGENT GRAISSANT <u>Applications</u> : Moules à gauffre, poêle à crêpes, ... AGENT DE TEXTURE de certaines pâtes <u>Applications</u> : pâte à pastis, pâte à pizza, ...	AGENT FLUIDIFIANT & BRILLANT dans l'utilisation de corps gras avec une t° de fusion négative (comme le tournesol et maïs) <u>Applications</u> : Glaçage chocolat pour stockage froid, ...
----------------------------	--	---	---

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 »).

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 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.

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

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



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 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) :

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

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.texturasebulli.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	A pH neutre : solubilité limitée des protéines, ce qui réduit les possibilités d'émulsion A pH acide : 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 ¹⁶	
	MATIERES GRASSES	PHOSPHOLIPIDES		LECITHINE E322, majoritairement extraite de l'huile de soja (teneur 2 à 3%). <i>Exemples d'utilisation</i> : produits de boulangerie, chocolaterie, margarinerie, ...
		PHOSPHOLIPIDES dans les cellules animales et végétales ¹⁷		Végétaux (famille des liliacées) de type ail, oignon, échalote
		GLYCERIDES <i>Principale catégorie d'agents émulsifiants à usage alimentaire</i>		MONOGLYCERIDES E471 et dérivés des monoglycérides E472 <i>Exemples d'utilisation</i> : 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) <i>Exemples d'utilisation</i> : crèmes glacées, produits de cuisson, margarinerie, ... ESTERS du sorbitol (E491-5) commercialisés sous le nom de « SPAN » <i>Exemple d'utilisation</i> : 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 /colza	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 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

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.

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.

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

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

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 :

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.

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

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 :

<i>Symbole</i>	<i>Nom usuel</i>	<i>Etat physique à 25°C</i>	<i>Tfusion</i>
4 : 0	Acide butyrique	Liquide	-8°C
16 : 0	Acide palmitique	Liquide	+62°C
18 : 0	Acide stéarique	Solide	+ 70°C
18 : 1 Δ9	Acide oléique	Liquide – Solide	+ 10°C
18 : 2 Δ9□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

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.

1.2.2.5.3 La pyrolyse : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

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, l'acroléine).

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).

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

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 des Texturas, 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 :

- o **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, ...

- o **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** :

- o **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.

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

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

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 gagnant 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.

o origine VÉGÉTALE :

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>

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

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 <i>1. NB : Gliadine, nom particulier des prolamines dans le blé</i>	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) Utilisées en partie comme nutriment par les levures, et comme agent de la réaction de Maillard
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	
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 : 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.</i>
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 : 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 lipoxigénase dans la farine de fève comparée à la farine de blé (20 fois plus) ³³</i>

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

³³ Op. cité, page 226

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 : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

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 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 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 crèmeux, ...

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'alose), une cuisson en bocaux 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.

1.3.2.3.2 La gélification thermique : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

Un gel est défini par les physiciens comme une dispersion d'un solide dans un liquide³⁶.

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** (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.

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

³⁷ *Op. cité*, page 63

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

- 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

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

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	
« 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 « flocculation » est parfois utilisé.

La flocculation est due à des réactions d'agrégation à la chaleur des protéines non ordonnée quand la dénaturation est réversible. (Exemple : rémediation possible par agitation d'une crème anglaise flocculée 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.

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

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

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

- dans le cas de la gélatine :

<p>LE DEGRE BLOOM ou force en gelée</p>	<p>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).</p> <p><u>Principe général</u> : 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</p> <p><u>Application</u> : 12 g de gélatine à 200 bloom équivalent à 13 à 14 g de gélatine à 130 bloom</p> <p><u>NB</u> : « 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 % mûri pendant 18 heures à 10°C dans un flacon spécifique »⁴³.</p>
<p>LE TEMPS et/ou LA TEMPERATURE</p>	<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><u>NB</u> : le temps augmente la force en gelée (on parle de « mûrissement du gel »)</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"> ○ Refroidissement rapide = mouvement moléculaire limité – liaisons entre molécules aléatoires – réseau non homogène ⁴⁴ ○ Refroidissement lent = mouvement moléculaire maximum – liaisons entre molécules structurées – réseau homogène <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>
<p>CONCENTRATION en gélatine</p>	<p>La prise d'une solution démarre en moyenne à partir de 0,8% de gélatine</p>
<p>LE pH et LA TEMPERATURE avant prise</p>	<p>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).</p>
<p>PRESENCE d'enzymes protéolytiques (action directe sur les protéines)</p>	<p>Les enzymes protéolytiques ont la particularité d'hydrolyser les liaisons peptidiques, ce qui a pour conséquence de réduire la prise en gel.</p> <p>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</p>
<p>ACTION MECANIQUE</p>	<p>La force en gel diminue sous l'action mécanique, par cisaillement et rupture des liaisons.</p>
<p>NATURE et QUANTITE de substances dissoutes</p>	<p>A noter l'action négative du sel sur la force du gel, l'action positive du sucre sur la force du gel.</p>

⁴³ Christine Chède, société Adrianor

⁴⁴ « Révélations 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 de l'oeuf :

QUANTITE de sucre	La quantité de sucre au contact des protéines augmente sensiblement la tolérance des protéines de l'œuf 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).
--------------------------	---

- 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.
--------------------------	---

1.3.2.3.3 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** MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

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.

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

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

- o 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.

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

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

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 <i>Saccharomyces</i>) 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 <i>Oenococcus</i>) 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 « verdeur » indésirable)
FERMENTATION PROPIONIQUE	Action de certaines bactéries (genre <i>Propionibacterium</i>) 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 <i>Clostridium</i>) avec production d'acide butyrique et de CO ₂	Cas des boîtes de conserves avariées, choucroutes « sur-fermentées », ...
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

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

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

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

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 : déplissement, 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
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

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

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 %

$$\text{Taux de foisonnement} = \text{Poids du volume initial} / \text{Poids du même volume final} \times 100$$

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 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

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

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 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 :**

- o **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.

- o 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.

- o 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.

- o 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 :**

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

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, ...).

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

<i>Autres applications : Réalisation de guimauves base gélatine (sans blanc d'œuf) Recette extraite des Repères techniques⁵⁹ – FT Guimauve, de Germain Etienne</i>		
<p>CUIRE : à 110°C l'eau, le sucre, le sucre inverti DECUIRE : 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 VERSER : sur le sucre inverti dans une cuve MONTER : en 3^{ème} vitesse à l'aide d'un fouet PARFUMER : avec un arôme choisi COLORER : couleur pastel INCORPORER : l'acide citrique (facultatif) COULER : en cadre sur feuille guitare APPLIQUER : une feuille guitare dessus LAISSER GELIFIER : 12 heures à 24 heures DECADRER : ENLEVER : les feuilles guitare (utiliser un décapeur thermique) SAUPOUDRER : du mélange amidon sucre glace à 50% DETAILLER : à la guitare 2x2 cm ROULER : 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.

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 - 2002

Application : Espumas de coco

600 g de lait de coco, 250 g d'eau, ¼ 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

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

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 <i>Exemples : Cellulose (polymère de glucose), Alginate (polymère du galactose)</i>	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 polysides 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

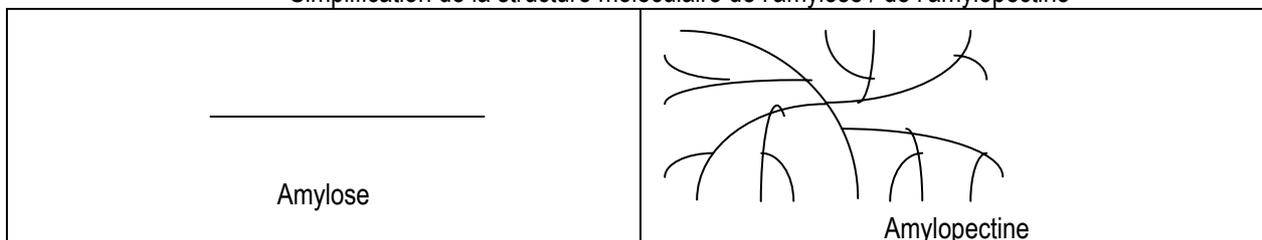
Enfin, ils ont un **rôle technologique** par leur contribution à la réduction des disponibilités en eau agissant sur la durée de conservation.

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 protéidique 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, 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 très 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

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

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 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, dégorgeage des légumes (concombre, ...), ...

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

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 :** MISE A JOUR 25 JUILLET 2008

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 :** MISE A JOUR 26 AVRIL 2008

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.

1.4.2.6 **Au contact de l'air : le brunissement enzymatique** MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

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 pyrocatéchol, 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

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

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

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

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

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

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

– 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.

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 du cacao, 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.

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

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

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 torrification 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 catégorie 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 antinutritionnelles voire potentiellement toxiques comme les mélanoïdines⁷⁵ ; par ailleurs, il est aussi reconnu qu'elles peuvent entraîner la formation de molécules antioxydantes, bénéfiques pour l'organisme.

1.4.2.7. □ 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 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, 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'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

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

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

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 féculé, translucide pour la crème de riz et la maïzena

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 floculées, 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 : MISE A JOUR

13 MAI 2008

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 ;

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

- 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 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 fruits*⁸¹)

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

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

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

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
- origine synthétique :
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

Quelques précisions sur les agents épaississants et gélifiants :

	CARACTERISTIQUES	MODE D'EMPLOI	APPLICATIONS
<p>ALGINATES DE SODIUM (E401)</p> <p><i>Exemples : Algin (Gamme Texturas), Alginate de sodium (Kalys)</i></p> <p><i>Réactifs : Sel de calcium type Calcic (Gamme Texturas), Lactate de sodium (Kalys Gastronomie)</i></p> <p><i>Correcteur d'acidité : Citras (Gamme Texturas)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Origine</u> : algues brunes de la famille des Phaeophycées - <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre blanche - <u>Propriétés</u> : Hydratation - solubilisation à froid dans une eau pauvre en calcium 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) <i>NB : 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</i> Gel non thermoréversible Insensible à la présence d'enzymes protéolytiques, 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 ») Gel stable à chaud et à froid - <u>Caractéristiques organoleptiques</u> : Saveur et odeur neutres Gel clair ferme, cassant et opaque 	<p><u>Dosage recommandé pour l'alginate</u> : 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 Verser en pluie et sous agitation, dans la préparation à texturer, à température ambiante ou élevée. Mixer. Réserver environ 1h (pour éliminer l'air pouvant avoir été incorporé) 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>SPHERIFICATION (création de sphères au cœur liquide)</p> <p><u>Méthode de fabrication</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, perles, ravioles 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 (liquide, purée, ...) pour une prise en gel dans la masse (méthode de réalisation de fruits reconstitués, de gelées de vin, de thé, ..). - soit par trempage d'un produit laitier contenant des sels de calcium dans un bain d'alginate de sodium (méthode de « sphérification inversée ») <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>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.</p> <p><u>ruits reconstitués (méthode de prise dans la masse) :</u></p> <p>Alginate : 2 g / Nectar(s) de fruits : 300 ml / Sucre : 20 g / Citron : ½ jus / Lactate de calcium : 6 g</p> <p>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.</p>		
<p>AGAR-AGAR E406</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Origine</u> : algues rouges de la famille des Rhodophycées 	<p>Utilisation à des doses très faibles : de 2 à 10 g par kg</p>	<p>RÉALISATION DE :</p>

<p>Exemples : Agar (Gamme Texturas), Agar (Kalys)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre - Propriétés : 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>de préparation finale</p> <p><u>Dosage recommandé</u> : 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>	<ul style="list-style-type: none"> - Crèmes, mousses (Chantilly, ...) chaudes ou froides - Gelées chaudes (de fruits, de vin, ...) - Coulis et confitures
<p>KAPPA CARRAGHNENANE Carraghénane E407</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, 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) - <u>Caractéristiques organoleptiques</u> : saveur et odeur neutre gélification avec gel ferme, de élastique à cassant (suivant la concentration en carraghénane), transparent, neutre, thermoréversible 	<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 style="text-align: center;">REALISATION DE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Flan - Aspïc - Mousse et Crème Chantilly - Gelée <p><i>Exemple de recette proposée par Kalys Gastronomie :</i> <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 et sucre. Porter à ébullition 2 mn. Débarrasser dans une calotte,, battre pour homogénéiser</i> <i>Laisser prendre pendant environ 2 heures (au froid ou à t° ambiante). Foissonner (au mixeur, au batteur mélangeur, au siphon ...).</i></p>
<p>GOMME DE GUAR E412</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Origine</u> : farine extraite industriellement de l' albumen de graines de légumineuses (Cyamopsis tetragonolobus), contenant un épaississant : le « guaran » - <u>Propriétés</u> : Acalorique Gélifiant (à chaud et à froid) Hydrocolloïde (apport de viscosité améliore la rétention d' eau en glacerie) - <u>Caractéristiques organoleptiques</u> : Epaississant, apport de moelleux aux fabrications (notamment aux préparations 	<p><u>Dosage recommandé</u> : 2 g pour 200 g 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 fine et sous agitation, dans la préparation à texturer, à froid ou à chaud, de</p>	<p style="text-align: center;">REALISATION DE :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sauces, gelées - Soupes - Pâte : à pain, biscuit, ... - Fabrications surgelées <p><i>Exemple de recette proposée par Kalys Gastronomie :</i> <i>Coulis rapides</i> <i>Gomme de guar : 2 g</i> <i>Jus de fruit : 200 ml</i> <i>Disperser la gomme de guar dans le jus, mixer. Servir le</i></p>

	de pains et pâtisseries sans gluten)	préférence avec un ingrédient plus abondant dans la recette (farine, amidon). Mixer	<i>coulis froid ou chaud.</i>
GOMME DE XANTHANE E415 <i>Exemple : Xantana (Gamme Texturas), Gomme Xantane (Kalys Gastronomie)</i>	<p>- <u>Origine</u> : farine synthétisée par des micro-organismes (fermentation aérobie de Xanthomonas campestris)</p> <p>- <u>Propriétés</u> : Acalorique Soluble à froid Rétenteur d' eau Limite la recristallisation de l' eau en glacerie, freine le rassissement des pâtes Epaississant 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>Caractéristiques organoleptiques</u> : Substitut de matières grasses et de sucres (apport de viscosité de moelleux et d' onctuosité: cas de la pâte à pain, à brioche) - Substitut d' oeufs</p>	<p><u>Dosage recommandé</u> : 2 g pour 200 g de préparation finale</p> <p><u>Dosage recommandé (glacerie)</u> : 0,2 g / litre de mix</p> <p><u>Mode d' utilisation</u> : 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</p> <p>- Pâte à pain, brioche, ...</p> <p>- Fabrications allégées en graisses et sucres</p> <p>- Fabrications dont la gomme Xanthane est utilisée comme substitut d'oeufs, de produits amylicés (sauces et produits laitiers, ...)</p>
GOMME DE XANTHANE E415 <i>Exemple : Gellan rapide (Gamme Texturas)</i>	<p>- <u>Origine</u> : farine synthétisée par des micro-organismes (fermentation aérobie de Sphingomonas elodea)</p> <p>- <u>Propriétés</u> : 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> : - Gel ferme, découpe nette</p>	<p><u>Mode d' utilisation</u> : 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.</i></p> <p><i>Gélifier dans un plat creux, détailler en bandelettes.</i></p>
METIL <i>(Gélifiant extrait de la cellulose des végétaux) Gamme Texturas</i>	<p>- <u>Commercialisation</u> : sous forme de poudre</p> <p>- <u>Propriétés</u> : Gélification au contact de la chaleur Epaississant à froid</p>	<p><u>Mode d'utilisation</u> : 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>	
CAROUBE (E410)	<p>- <u>Origine</u> : graines de légumineuses (caroubier), arbre du littoral méditerranéen</p> <p>- <u>Propriétés</u> : 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 épaisses 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 : MISE A JOUR SEPTEMBRE 2007

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 « rassissement » 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).

Applications ⁸⁶:

- 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).

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)

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

- 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 :

- o 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, ...
------	--

- o 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 phyloquinone</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

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

1.6.1 Présentation schématique des matières premières : MISE A JOUR SEPTEMBRE 2007

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 crystalliseur 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 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 *perméable* ;
- 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,

⁸⁷ Dictionnaire Le petit Larousse, grand format, Editions 1996

- 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**.

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

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 floclées, ..., 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	<p>Suspension résultat de la dispersion de solide dans un liquide</p> <p><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>Solution résultat de la dispersion de solide dans un liquide, et caractérisé par son aspect liquide</p> <p><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>Emulsion de type H/E résultat de la dispersion de liquide dans un liquide avec lequel il ne peut se mélanger</p> <p><u>Exemple</u> : la dispersion de matière grasse dans l'eau (cas du lait, de la crème liquide)</p> <p>Emulsion concentrée de type H/E résultat de la dispersion de liquide dans un liquide avec lequel il ne peut se mélanger</p> <p><u>Exemple</u> : la dispersion de matière grasse dans l'eau (cas de la crème ganache, de la sauce mayonnaise)</p> <p>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>Mousse liquide résultat de la dispersion de gaz dans un liquide</p> <p><u>Exemple</u> : un blanc en neige</p>
	GAZ	<p>Aérosol solide suspension de solide dans un gaz (<u>Exemple</u> : la fumée)</p>	<p>Aérosol liquide suspension de liquide dans un gaz (<u>Exemple</u> : le brouillard)</p>	<p>Gaz</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 = oeillettes

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 Le contact liquide - liquide : MISE A JOUR 26 AVRIL 2008

1.□2.1.1 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.</i> <i>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),...

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 Le contact solide - solide ou solide – liquide :

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 : MISE A JOUR **25 AVRIL 2008**

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 E/H ou H/E), 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.

⁸⁹ Inspiré d'une recette de Pierre Gagnaire (Gelée d'olives et thon), à l'initiative de Hervé This

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.□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 **cristallisation**. La **cristallisation** 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 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.

⁹² « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 125

1.3.1.2 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 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

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

1.3.1.3 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 : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

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 amylicé, ...) 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

⁹⁶ Règlement 852/2004 ou « règlement hygiène »

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, ...).

1.3.2.1 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

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 :

⁹⁷ Magazine Mesures n°751, Janvier 2003

⁹⁸ D'après Norrish RS, 1967 (Documentation CEDUS)

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>

Valeur Aw	Limites maximales pour les micro-organismes	Produits alimentaires compris dans ces valeurs
1.00...0,95 0,95	Psoudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens, certaines levures	Produits rapidement altérables (frais) aliments et fruits en boites, 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 (baillii) 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 (Aspergillus chevaliers, A. Candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus	Flocons d'avoine avec 10% d'eau, nougats, 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 microbologique 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.

1.3.2.2 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).

1.3.2.3 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 bocaux 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 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.

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 vide à juste température et durée de vie »

- **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).

1.3.2.4 Le cas des ingrédients alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes : MISE A JOUR 18 JUIN 2008

Les ingrédients alimentaires de nature hydrophile (comme le sel ou les sucres) ou hydrocolloïde (comme la gélatine, la pectine présent naturellement dans les fruits, l'amidon) peuvent agir sur l'eau en neutralisant ses parties libres, et permettent d'agir 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
Additif alimentaire	E420 SORBITOL	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 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.

¹⁰⁴ La lettre technologique de l'ENSP, Edition n°16, portant sur l'aw, Pascal Liangeaud

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).

1.3.2.5 Le cas des additifs alimentaires utilisés comme hydrocolloïdes : MISE A JOUR 18 JUIN 2008

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 ») »
- « 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.

¹⁰⁵ Article 10, page 16265, lien : <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=ECOC9700107A>

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

E235 natamycine

E285 tétraborate de sodium

E1105 lysozyme

- ou synthétique :

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 biphényle

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

- **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
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

- **ou synthétique** :

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 stéaroyle
E491 à E495 dérivés de sorbitane

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.

Affichages ¹⁰⁶ :

- « 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 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 thaumatococine

- **origine synthétique :**

E420 sorbitol (pouvoir sucrant : 50 à 70, valeur calorique : 2,6 Kcal/g)

E421 mannitol (pouvoir sucrant : 40 à 70)

E950 acésulfame – 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

¹⁰⁶ Bulletin n°13, Ecole Nationale Supérieure de la Pâtisserie, Confiserie, Glacerie, Chocolaterie, Traiteur – Yssingaux, Sylvia Pétrowsch

E959 néohéspéridine-DC

1. 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 insulinoéminémique (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 »)
2. 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

E120 carmin

E140 chlorophylle, chlorophylline

E141 complexes cuivrés de la chlorophylle et de la chlorophylline

E150a caramel

E153 charbon végétal médicinal

E160a caroténoïdes

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

E175 or

- origine synthétique :

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

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'
E180 litholrubine-BK

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 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 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

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 magnesium
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 ionisable
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
- origine synthétique :
E297 acide fumarique
E353 acide métatartrique
E354 tartrate de calcium
E355 acide adipique
E356, E357 adipate de sodium, de potassium
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

1.6.3.3 La stabilisation par la maîtrise des mélanges et des fabrications : MISE A JOUR 26 AVRIL 2008

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 :

- o une stabilisation des fabrications au froid négatif (surgélation) dans des récipients fermés hermétiquement de petit volume (inférieure à 1 litre) ;
- o 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.

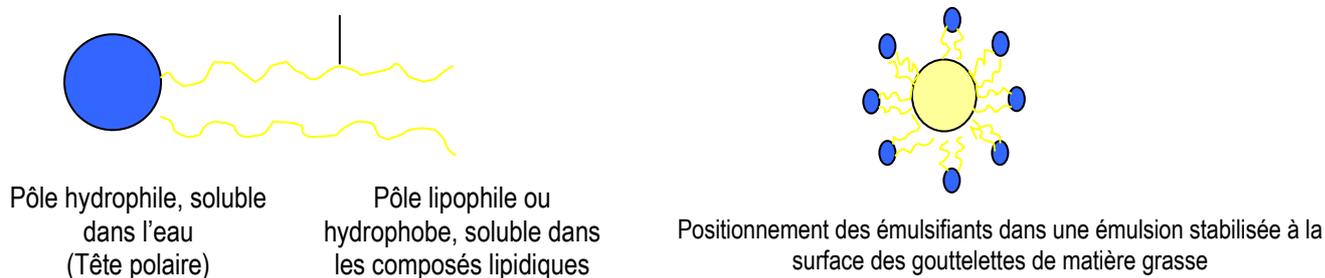
Ce matériel, utilisé par exemple dans la fabrication de la crème anglaise, de mix à glaces, de la crème pâtissière, permet d'associer une pasteurisation, à une maturation (dans le cas de la crème anglaise et des mix à glaces par exemple) et/ou un refroidissement conforme à la réglementation en vigueur.

- **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



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).

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

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

- **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
MATERES GRASSES	PHOSPHOLIPIDES		LECITHINE E322, majoritairement extraite de l'huile de soja (teneur 2 à 3%). <i>Exemples d'utilisation</i> : produits de boulangerie, chocolaterie, margarinerie, ...
	PHOSPHOLIPIDES dans les cellules animales et végétales ¹⁰⁹		Végétaux (famille des liliacées) de type ail, oignon, échalote
	GLYCERIDES <i>Principale catégorie d'agents émulsifiants à usage alimentaire</i>		MONOGLYCERIDES E471 et dérivés des monoglycérides E472 <i>Exemples d'utilisation</i> : 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) <i>Exemples d'utilisation</i> : crèmes glacées, produits de cuisson, margarinerie, ... ESTERS du sorbitol (E491-5) commercialisés sous le nom de « SPAN » <i>Exemple d'utilisation</i> : 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 /colza	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 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

1.6.3.4 La stabilisation par la maîtrise des micro-organismes : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

1.3.4.1 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 flashs de lumière de très haute intensité) - Microfiltration du lait et élimination des micro-organismes ¹¹¹ 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, figues), ... - 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 -	<ul style="list-style-type: none"> - Techniques de conservation limitées à certaines matières premières - Transformation irréversible des matières premières
APPLICATIONS	<ul style="list-style-type: none"> - DOA (viandes, volailles, poissons, ...) : poisson – viande salé / fumé, ... - DOV (fruits à l'alcool, ...)

¹¹⁰ Mention obligatoire sur étiquetage : « Traité par rayonnements ionisants » ou « Traité par oinisation »

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

1.3.4.2 L'action par les micro-organismes :

<i>TECHNIQUES DE CONSERVATION PAR ACTION DE MICRO-ORGANISMES</i>	
<i>PRINCIPE</i>	<p>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.</p> <p><u>Procédé particulier</u> : la Biopréservation¹¹²</p> <p>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).</p>
<i>EXEMPLES</i>	Processus de fermentation alcoolique, lactique, propionique (voir Fiche Précis Levures)
<i>POINTS +</i>	- Amélioration des qualités nutritionnelles et organoleptiques
<i>POINTS -</i>	- Procédé non adaptable à tous les aliments - Modification des qualités organoleptiques de l'aliment
<i>APPLICATIONS</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 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 : MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

Les traitements thermiques agissent directement sur les micro-organismes ou sur les agents responsables des dégradations enzymatiques.

1.3.5.1 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 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 :

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 »

« 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 :

- o **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

- o **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.

- o **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 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 $+10^{\circ}\text{C}$ 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

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.

cas des glaces, crèmes glacées, sorbets ; à -18°C dans le cas de tout aliment surgelé (purées ou pulpes de fruits surgelés, 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 clefs 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

1.3.5.2 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, papaine 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), ...

1.3.5.3 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 « tempéage » 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 : MISE A JOUR 9 AOÛT 2008**

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

Gamme de pH	Echelle de pH	Exemple de produit
	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'œuf
	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

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

E620 acide glutamique

E630 acide ionisique

E631 à E633 inosinates

E650 acétate de zinc

E912 esters de l'acide montanique

- ou synthétique :

E297 acide fumarique

E353 acide métatartrique

E354 tartrate de calcium

E355 acide adipique

E356, E357 adipate de sodium, de potassium

E363 acide succinique

E380 citrate de triammonium

E385 calcium disodium EDTA

E500, E501, E503, E504 carbonates de sodium, potassium, d'ammonium, de magnésium

E507 acide chlorhydrique

E513 acide sulfurique

E574 acide gluconique

E626 acide guanylique

¹¹⁵ Article « Le vinaigre réduit », Hervé This, La cuisine collective Novembre 2006

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-mètre ¹¹⁶	
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 cuillerée 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.

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 : MISE A** **JOUR 25 AVRIL 2008**

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 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

Il existe des agents antioxygènes naturels, comme l'acide ascorbique présent dans le jus de citron. D'autres agents

¹¹⁷ « La nouvelle cuisine des desserts », Oriol Balaguer, Montagud Editores, Septembre 2005 – page 78 à 83

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

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 butylhydroxyanisole

E321 butylhydroxytoluène

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.

1.3.8.1 La table analytique appliquée en Glacerie : MISE A JOUR 25

AVRIL 2008

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

¹¹⁸ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin *Pour la science*, mai 2007, page 39

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,...).

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 <u>Poids minimal par litre</u> : 450 g	Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » , et contenant : - un EST (Extrait sec total) au moins égal à 12%
Glace <u>Poids minimal par litre</u> : 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>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</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>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</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>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire », et contenant :</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>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » et « glace à l'eau, glaçon », et contenant :</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><i>Sorbets à « nom de l'alcool » - « nom de la préparation aromatisante » - « nom de l'épice » - « nom de la plante »</i></p>	<p>Produit conforme à la définition générale « glace alimentaire » et « glace à l'eau, glaçon », 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"> - dans le cas des sorbets aux fruits : au moins 25% de fruits. En cas de mélange de fruits, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des fruits mis en œuvre. - dans le cas des sorbets aux légumes : au moins 25% de légumes. En cas de mélange de légumes, ce taux minimum s'applique à l'ensemble des légumes mis en œuvre. <p>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</p>

	<p>toute autre préparation sont employés soit à l'état frais, soit sous forme de tous produits convenablement conservés par toutes techniques appropriées.</p> <p>- <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> :</p> <p>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>
<p>Sorbet plein fruits Poids minimal par litre : 650 g</p>	<p>Produit conforme à la définition générale des sorbets, et contenant :</p> <p>- 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.</p>

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'œufs	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			
	% 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 ŒUFS - 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% Entre 16 et 22%	Inférieur à 10%	à 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)									
Saccharose	2030			2030					(99,9% x 2030) 2028
Glucose atomisé	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		3% maximum		Saccharose : entre 25 et 33% 5% max de glucose atomisé		1 % max	0,1 %	3% max	Entre 28 et 33%

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.

1.3.8.2 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%

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE

2 **TRAITÉ « artistique » de Cuisine et de Pâtisserie :**

Le design culinaire constitue une pratique purement artistique du domaine culinaire. Il naît par essence de la rencontre entre un professionnel des métiers de Bouche et un artiste, designer.

2.1 **La naissance du design culinaire :**

Stéphanie Sagot¹³² pose l'origine de la naissance du design du projet de synthèse entre la forme et la fonction de l'objet afin **de donner du sens** à une production industrielle rationalisée.

Dans l'espace culinaire, l'influence du design a touché logiquement d'ailleurs, les Arts de la table : vaisselle, coutellerie, verrerie ... et a participé progressivement à créer de nouveaux scénarios de dégustation. Assiette transparente – carrée – hexagonale – triangulaire ..., verre large – haut – avec ou sans pied ...nappage, lumière, ... **l'idée était de changer notre vision du contenu par l'évolution du contenant.**

Le designer trouvait aussi sa juste place dans la réflexion autour de la commercialisation du produit, le packaging, l'idée étant la mise en place d'une démarche mercatique percutante et cohérente.

En parallèle, **le Beau** est prétexte à tous les sacrifices ; de nouveaux métiers : photographe gastronomique, journaliste culinaire, styliste culinaire, ...¹³³ voient le jour, donnant une véritable touche « artistique » à l'aliment par la construction d'une véritable mise en scène photographique.

Les endroits prétexte à consommation se muent progressivement en de véritables unités, pensées, modelées pour une clientèle avide de nouveautés, d'émerveillements et toujours autant sensible à une cohérence de temps et de lieu. Exemple dans l'actualité avec le Comptoir Boulanger, concept associant vente à emporter, boulangerie et restauration rapide (à Neuilly) imaginé par une styliste – décoratrice, appliquée à construire dans un design d'espace, une méthodologie créative s'appuyant sur : « une identité globale de marque, une vision projective et une communication graphique »¹³⁴

Du Beau, le travail collaboratif entre le cuisinier et le designer passe lentement vers le Bon ...

Parenthèse pour relever dans l'histoire la prégnance de cette notion de goût et de plaisir à table : rappelons nous en effet un bref instant combien les manières de table et le goût français deviennent les modèles internationaux au XIXème siècle, et combien la place donnée au plaisir à table demeure aujourd'hui l'un des fondamentaux dans notre culture typiquement française (Jean-Pierre Poulain).

Une première étape vers « le Bon » s'engage alors sur le matériel ...Le souci du cuisinier de maintenir toutes les qualités de sa création jusqu'à la table de ses clients, le pousse à imaginer avec le designer des matériels d'une autre dimension ; *exemple en est donné d'un plat à tajine individuel en terre cuite conçu par Alain Ducasse et son collaborateur designer Patrick Jouin pour « protéger tous les sucs et fumets » d'un plat du restaurant Spoon Byblos à Saint-Tropez.*

Certes, les échanges cuisine - design s'arrêtait alors au passe, matérialité déjà de la rencontre entre deux mondes qui se sont longtemps ignorés : celui de la cuisine et celui du restaurant.

L'étape ultime vers le produit ...

La présence du designer en cuisine est la grande innovation du moment ... conjugaison des talents, confrontation de pratiques, exploration de champs nouveaux ... dans le but de repenser tant le contenu de l'assiette, que l'acte alimentaire en lui-même sans oublier son décorum : voilà comment se matérialise une partie de l'évolution de l'Art culinaire.

Exemple déjà ancien d'un des premiers travaux aboutis conjugant les talents de Pierre Hermé et d'un designer dans la création de son entremets entré au Panthéon de la Pâtisserie : « La cerise sur le gâteau ».

¹³² Stéphanie Sagot, designer et enseignante en design – stephanie.sagot@wanadoo.fr

¹³³ In L'Express Mag, du 9 Février 2004

¹³⁴ In L'Hôtellerie n°2903, du 16 décembre 2004

2.2 Le design culinaire : nouvel art culinaire ? ... mutation temporaire ?... mélange des genres ou transfert de technologies ?...

Penchons-nous un instant sur l'ouvrage référence immuable de la Grande cuisine française : « Le Guide culinaire », d'Auguste Escoffier, et mesurons combien les préceptes formulés par son illustre auteur sont d'une actualité et d'une moralité déconcertante :

« Nous devons respecter, aimer et étudier ces oeuvres admirables (celles des cuisiniers Dubois et Bernard) ; elles doivent être, avec celles de Carême, la base de nos travaux. Mais au lieu de les copier servilement, nous devons chercher nous-mêmes de nouvelles voies afin de laisser, nous aussi, des méthodes de travail adaptées aux moeurs et aux usages de notre temps (...)

En un mot, la cuisine sans cesser d'être un art, deviendra scientifique et devra soumettre ses formules, empiriques trop souvent encore, à une méthode et à une précision qui ne laisseront rien au hasard (...) la cuisine évoluera (comme évolue la société elle-même) sans cesser d'être un art ».

Il ajoute en outre : *« Alors que tout se modifie et se transforme, il serait absurde de prétendre fixer les destinées d'un art qui relève par tant de côtés de la mode, et est instable comme elle ».*

A l'image de la Haute Couture, la Haute Gastronomie Française draine derrière son sillon des tendances, reflet des modes actuelles voire déclencheur de nouveaux us et coutumes culinaires. Son caractère inaccessible, élitiste lui confère un statut d'icône pour bon nombre de professionnels, image aux yeux du Monde de la part d'inspiration et de créativité des fer-de-lance de notre Gastronomie, et garant de sa suprématie, si suprématie il y a...

Cette Haute Gastronomie Française, par le souffle novateur qu'elle impulse en cuisine, est essentielle pour la vitalité du métier, mais n'en constitue pas forcément un modèle unique à suivre. La marge de manoeuvre est grande, et ce n'est pas renier ses convictions profondes que d'emprunter les chemins parfois discontinus et aventureux pris par certains chefs ...

Le propos n'est pas de poser l'existence d'une alternative à la cuisine déstructurée et « déstructurante » que propose Ferran Adrià (Magazine HTR, Janvier 2005 - « La gastronomie à la recherche d'une nouvelle dimension ») ; le propos n'est pas non plus de jeter l'oprobe sur tous ceux qui ne s'inscrivent pas dans cette ligne de pensée ... ; le propos n'est pas aussi d'encenser une cuisine et masquer « une autre cuisine », plus « simple », plus « naturelle », plus « traditionnelle »...

L'enjeu est ailleurs ... il est en partie dans l'acceptation de l'idée selon laquelle l'art culinaire peut évoluer en dehors de son cadre originel et confiné qu'est la cuisine. Nous vivons une période intense de mutations culinaires.

Chimistes, designers, stylistes ... avancent à petits pas sur ce terrain miné, avec la volonté, de prime abord honnête, d'aider le professionnel dans ses pratiques quotidiennes et l'amener à penser différemment sa vision du métier, son comportement en situation, son infrastructure, son environnement.

Chimistes, designers, stylistes ... ouvrent de nouveaux champs d'investigation pour le cuisinier. Nier cette évidence, sous prétexte de se compromettre, c'est prendre le risque de s'enfermer dans ses pratiques et fermer les yeux sur de nouvelles voies de remise en question.

L'Art Culinaire Français a montré dans son passé des exemples caractéristiques d'hybridation réussie : lorsque Antonin Carême révolutionne l'art de présenter ses buffets, c'est en partie grâce à son approche architecturale de la pâtisserie, fortement influencé par ses études laborieuses au Cabinet d'Étampes ... tout le génie de Carême est alors de considérer les décors de pâtisseries non comme des copies d'ouvrages monumentaux, mais comme des constructions architecturales à part entière, nécessitant l'acquisition de compétences techniques de conception et d'architecture.

Même si Hervé This ¹³⁵a raison de souligner que les travaux de Ferran Adrià constitue plus « un transfert de technologies » qu'un nouvel art culinaire, il en reste pas moins que la gastronomie baignée dans cette mouvance d'expérimentations – transferts – applications gagnent en maîtrise et créations. Hervé This propose d'ailleurs le terme de « constructivisme culinaire », pour désigner cette démarche de construction raisonnée et méthodique du cuisinier dans ses pratiques quotidiennes ; les sciences donnent alors à l'Art culinaire les moyens de son expression.

¹³⁵ In « La gastronomie est-elle soluble dans la science ? », HTR de Janvier 2005

3 **TRAITÉ « *pédagogique* » de Cuisine et de Pâtisserie : de l'évolution des métiers à l'évolution des enseignements** MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

Puisqu'il est entendu que le paysage de l'Alimentation évolue, notamment dans ces mouvances scientifiques et artistiques, il s'agit de penser aujourd'hui l'enseignement de demain, et la place de l'innovation dans les métiers de l'enseignement.

3.1 **La nécessaire évolution de l'enseignement professionnel :**

L'enseignement professionnel n'en finit pas de porter sur lui tout le poids de son histoire, et de véhiculer l'image d'une « voie de garage » pour les élèves en panne dans le circuit de formation

Ce manque de reconnaissance symptomatique porte préjudice et à la formation dispensée dans ces types d'établissements, et aux équipes enseignantes voire aux élèves eux-mêmes.

Pourtant, chiffres à l'appui, l'enseignement professionnel n'a pas à rougir de ses résultats ; à titre d'exemples, une pleine participation à :

- l'épanouissement de ses élèves (revalorisation de l'image de soi, confiance dans ses capacités à réussir¹³⁶),
- leur insertion sociale et professionnelle (l'insertion sur le marché du travail du titulaire d'un CAP ou d'un BEP « est bien mieux assurée que celle du titulaire d'un bac général qui quitte l'enseignement supérieur sans diplôme après une ou deux années d'études »¹³⁷).

Aujourd'hui, le défi de l'enseignement professionnel inscrit dans le bulletin officiel n°23 du 7 juin 2001 :

**« RESPONSABILITE EST DONNEE AUX ACTEURS DE FORMATION
POUR QUE LA VOIE DES METIERS SOIT RECONNUE COMME VOIE D 'EXCELLENCE »**

conserve **toute son authenticité** ;

« *L'enseignement professionnel intégré constitue une voie de l'excellence pédagogique : les lycées professionnels sont capables de dégager une élite de professionnels inscrits dans la cité* »¹³⁸.

Ce défi lancé aux équipes enseignantes trouve un écho tout à fait particulier dans les Métiers de l'Hôtellerie – Restauration et de l'Alimentation. Ces disciplines professionnelles vivent aujourd'hui leur pleine révolution, rattrapées pour ainsi dire par les recherches et les évolutions permanentes des savoirs et des savoirs faire, balayant au passage beaucoup de prétendues certitudes et de pratiques héritées d'un passé dépassé ...

L'alimentation intéresse ... dépassant la simple curiosité, et le besoin de se rassurer à une époque de suspicion à l'égard des produits alimentaires et des risques encourus dans un excès de sa consommation, la cuisine dans son ensemble devient le nouveau terrain de jeu pour nombre de scientifiques et de professionnels de toutes les disciplines.

Le produit alimentaire devient alors plus qu'une simple matière première ...il est :

- tantôt **matériau plastique**, esthétique, malléable, apte à se transformer ... dans une **démarche créative** ;
- tantôt **matériau chimique**, produit de synthèse de ses composants et de leurs propriétés ... dans une **démarche expérimentale**.

Somme toute, la matière première, tout en conservant son statut originel, se découvre à la fois

SUPPORT DE RECHERCHE & SUPPORT DE CREATION

¹³⁶ Enquête menée en 2002 – 2003 par Francianne Taboga et Annie – Claude Rodot, dans Le Monde de l'éducation, Septembre 2005

¹³⁷ Op. cité, Enquête Génération 2001 du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Qualifications (CEREQ)

¹³⁸ BO spécial n°2 du 9 mars 2000

Pour l'enseignant professionnel, ce nouveau regard porté sur les produits ne va pas sans poser de réelles problématiques pédagogiques :

- l'enseignement doit-il viser uniquement la formation pratique du professionnel et se restreindre à l'apprentissage de ses techniques de base, aussi performant soit-il ? ...
- l'enseignement doit-il intégrer ces démarches, créatives – expérimentales sans pour autant nuire aux apprentissages techniques ?
- Ces démarches sont-elles réservées à une « élite de professionnels », et négliger tout un pan de la formation de ces réelles avancées ?

Voilà tout l'enjeu donné à l'enseignement professionnel d'aujourd'hui et de demain dans les Métiers de l'Alimentation et de la Restauration, ... notamment mieux appréhender la démarche expérimentale et la démarche créative dans ses pratiques quotidiennes ...

3.2 L'innovation en question dans l'enseignement professionnel :

A l'heure où le modèle éducatif français n'en finit plus de vivre ses « révolutions », où les réformes se succèdent sur un socle mouvant, entre acceptation et rejet, adhésion et désintéressement, comment appréhender l'innovation en elle-même et permettre à un maximum d'acteurs de la formation d'entretenir un rapport constructif à l'innovation ?

3.2.1 Le concept théorique de l'innovation :

Pour appuyer et légitimer nos réflexions, nous nous attacherons à suivre dans cette introduction, les six axes de représentation de l'innovation formulés par F. Cros ¹³⁹, et repris par Christophe Marsollier dans « Recherche et Formation » ¹⁴⁰ :

« le rapport à l'innovation – nouveauté » :

Dans la représentation de l'enseignant, l'innovation peut être perçue avant tout dans sa dimension novatrice.

Le « nouveau » puisque hors des références connues de l'enseignant, fait peur, déstabilise, quand il n'est pas rejeté pour son origine : initiée par l'institution et un groupe référent (CPC ou autres), relayée dans les académies par les inspecteurs, l'enseignant peut vivre cette nouveauté comme une intrusion dans ses pratiques quotidiennes, négative puisque dictée par l'autorité supérieure ...

le « rapport à l'innovation – changement » :

Qui dit changement, dit rupture ! Il est facilement compréhensible combien cette représentation de l'enseignant peut être un frein à l'innovation, alors même que ce changement peut opérer chez l'enseignant de profondes modifications ; Christophe Marsollier cite à ce propos : « rompre des habitudes, s'écarter des routines et appréhender le nouveau (...) ».

le « rapport à l'innovation – produit » :

Nous regrettons parfois que seul le produit de l'innovation soit retenu comme objectif à atteindre, indifféremment de son essence même et de la philosophie qui le sous-tend.

NB : comme produit de l'innovation, nous pouvons citer : les modules, les projets pluridisciplinaires à caractère professionnel, ...

Nous savons combien cette pratique est révélatrice de la difficulté des enseignants à conduire des réflexions collectives, qu'elles soient disciplinaires – pluridisciplinaires ou transdisciplinaires. Ce temps de « pause méthodologique » (terme que nous développerons par la suite) doit être considéré comme indispensable et nécessaire dans le métier d'enseignant.

¹³⁹ F. Cros, INRP, dans le cadre de la construction de la banque de données de recherche NOVA- 1996

¹⁴⁰ « Recherche et Formation » N°31, chapitre « Innovation pédagogique et identité professionnelle de l'enseignant », Christophe Marsollier – INRP, 1999

- **le « rapport à l'innovation – processus »** :

Christophe Marsollier analyse combien l'enseignant engagé dans un processus d'innovation apprend et se perfectionne, car c'est de la confrontation, l'échange que naissent les prises de conscience, les évolutions ...

Un point déterminant dans ce processus réside dans le sens donné par l'enseignant à cette innovation et sa volonté de s'ouvrir à l'éventualité de progresser par l'innovation : l'enseignant sera engagé dans un véritable processus d'innovation quand il aura perçu le sens donné à ses efforts !

- **le « rapport à l'innovation – action »** :

L'action caractérise l'acheminement du processus d'innovation. Il se doit d'être à la hauteur des exigences des acteurs engagés dans l'innovation, au risque de vivre la déception de ne pas goûter à la récompense attendue, celle d'un changement notable et d'une évolution positive des élèves.

- **le « rapport à l'innovation – compétence »** :

L'innovation pédagogique se révèle être une compétence à part entière de l'enseignant d'aujourd'hui et de demain, confronté à des bouleversements dont il mesure chaque jour les conséquences dans les rapports qu'il peut entretenir avec ses élèves (dans certains cas : incivilité, désengagement des familles, ...), perturbant son autorité et sa place dans l'équation de formation.

3.2.2 Le pari de l'innovation dans nos enseignements

Le débat sur la nécessité d'une évolution dans nos pratiques enseignantes, initié entre autres par Hervé This mérite à nos yeux une attention toute particulière.

Que dit en substance Hervé This ? L'enseignement professionnel mérite d'évoluer, et de prendre en compte les nouveautés scientifiques, professionnelles et pédagogiques d'aujourd'hui ; il y va de la **crédibilité de notre enseignement et de la réussite de l'intégration sociale et professionnelle de l'élève** !

Si la forme peut paraître brutale (« *Comment faire, demain, un enseignement culinaire meilleur qu'aujourd'hui? En changeant celui d'aujourd'hui* ¹⁴¹), le fond par contre n'est pas dénué de vérité, et ce pour plusieurs raisons :

- nous mesurons chaque jour les avancées technologiques et pratiques dans les domaines professionnels (évolution des techniques de cuisson, de préparation, ... consécutives à celles des matières premières, des ustensiles et matériels ...). La notion de « technique de base » évolue irrémédiablement (les techniques de base d'hier ne sont plus celles d'aujourd'hui !), ce qui doit conduire à un « dépoussiérage » (pour reprendre le terme d'Hervé This) des techniques dans les référentiels de formation ;
- nous ne devons pas non plus fermer les yeux sur les dispositifs d'apprentissage à disposition des élèves : les lycées professionnels et techniques ne sont plus les seuls acteurs dans la formation professionnelle des élèves, l'entreprise tend à occuper une place de plus en plus importante.

Il faut là aussi accepter que des techniques spécifiques à un type d'entreprise (exemple du bridage en entrée en Cuisine gastronomique, ou de la fabrication du praliné en Pâtisserie boutique à valeur artisanale reconnue) relèvent d'un apprentissage strict dans l'entreprise, et ne fassent plus l'objet d'un objectif en établissement scolaire.

La complémentarité école – entreprise ne sera efficace que dans le **partage des rôles et des responsabilités** :

- o à l'entreprise de placer les élèves en situation professionnelle et de leur donner les moyens d'acquérir une dextérité par la répétitivité, et d'initier spécifiquement à des techniques dont le choix sera concerté et fonction du projet personnel de l'élève
- o à l'établissement de donner les moyens aux élèves d'évoluer au sein d'un environnement professionnel et de s'y adapter

¹⁴¹ H. This poursuit : « On ne me fera pas croire que l'enseignement actuel, malgré, je le répète, les nombreux collègues qui se donnent à fond pour leurs élèves, est déjà parfait: tout est perfectible, dans ce monde, n'est-ce pas? Comment alors faire mieux? »

- nous ne pouvons pas non plus ignorer que notre pratique professionnelle repose sur des logiques de rendement, d'ergonomie ou bien encore de gestion, ... mais plus encore, sur des savoirs éclairés des avancés scientifiques en la matière.

Se détourner des moyens qui permettraient aux élèves de mieux comprendre pour mieux appliquer, négliger les démarches plaçant l'élève en situation de recherche de solutions face à des problématiques identifiées, c'est sans nul doute se couper d'un pan d'évolution certain.

Et nous ne pouvons pas laisser croire que ces savoirs ou ces démarches soient réservées à « une élite d'élèves », en baccalauréat technologique ou encore en brevet de technicien supérieur ...

Il s'agit de donner des moyens et initier de nouvelles pratiques pédagogiques pour permettre à l'enseignement professionnel de jouer pleinement son rôle au sein du système éducatif français.

La crainte d'une « intellectualisation » de la formation au détriment de la maîtrise gestuelle ne peut être fondée que sur la méconnaissance des apports des dispositifs existants ou à venir dans les référentiels !

Les réactions d'ailleurs à cette rénovation prouvent combien le changement est vécu comme une atteinte à sa personne (comme si les enseignants pouvaient être fautifs des maux actuels) et une altération de la situation actuelle (véhiculant le sentiment d'une complexification de la tâche de l'enseignant au quotidien).

La tâche s'annonce plus ardue que jamais, mais c'est à ce prix que l'enseignement professionnel pourra aborder sa pleine révolution – rénovation.

3.2.3 L'innovation dans nos enseignements : méthodologie¹⁴²

L'innovation (littéralement « fait d'innover, d'introduire, de créer quelque chose de nouveau »¹⁴³) est au cœur de notre problématique de la semaine. Si le terme est très en vogue aujourd'hui (nul n'ignore combien l'innovation est partout, en politique, en industrie, ...), il investit depuis plus de dix ans le domaine de la pédagogie.

Présentée comme **une démarche active**, l'innovation procède par une analyse approfondie d'un système, dans toutes ses composantes, afin de mettre en lumière des problématiques éventuelles et y apporter des solutions pratiques. Il ne faut pas pour autant croire qu'innover est inventer, car les solutions prennent souvent naissance des évolutions des savoirs, des transferts de pratique ou de technologie. L'innovation se nourrit ainsi des apports et des courants modernes, des évolutions structurelles et conjoncturelles de la société, mais aussi du passé et des expériences de chacun.

Innover, c'est encore agir sur un système en apportant **une amélioration nette**, qui rompt parfois brutalement avec une situation passée.

On voit ainsi à quel point l'innovation d'aujourd'hui est nécessaire pour penser et anticiper les évolutions de demain. Sans aucun doute, "Innover, c'est agir sur l'avenir ; c'est être convaincu qu'il est toujours possible d'améliorer les conditions d'exercice d'une activité »¹⁴⁴. Hervé This déclare d'ailleurs à ce propos : « je dis ce que je crois juste... parce qu'il en va du monde de demain: il faut absolument qu'il soit bien meilleur que celui d'aujourd'hui, non? »¹⁴⁵

Récemment ou non, de profondes innovations pédagogiques ont balayé le microcosme éducatif français : par exemple, dans le domaine professionnel, nous pouvons citer :

- La **technologie appliquée**, en plaçant l'élève au cœur de la résolution de problématiques et l'initiation à des démarches dites expérimentale et d'analyse et maîtrise des points critiques ...

¹⁴² Cette partie s'appuie pour partie sur un article particulièrement riche de Michel Boiron, « Français dans le monde », Janvier – Février 2005

¹⁴³ Encyclopédie Universalis, 2005

¹⁴⁴ Michel Boiron, op.cité

¹⁴⁵ « La cuisine collective », Octobre 2005

- La diversification des séances de travaux – pratiques, dans leur durée, avec la mise en place de **TP dits courts** (ciblant des objectifs précis) et des **TP dits longs** ou APS pour Activités Professionnelles de Synthèse (permettant une mise en situation de l'élève dans des conditions proches de l'entreprise) ...
- le **Projet Pluridisciplinaire à caractère professionnel**, en positionnant l'élève au cœur d'une véritable démarche de projet à vocation éducative et professionnelle
- les séances en **co-animation** en procédant par la mise en œuvre de séquences interdisciplinaires, où les objectifs de chaque discipline se rejoignent pour donner une unité et du sens aux élèves, ...
- Les **modules**, en mettant en œuvre de véritables dispositifs transdisciplinaires d'aide adaptée au niveau ou au(x) besoin(s) de groupe(s) d'élèves identifié(s), sans oublier spécifiquement dans le domaine des mathématiques et du français le dispositif **d'aide individualisée**.

Il existe par ailleurs d'autres recommandations, lesquelles ne relèvent pas des référentiels mais plus de trucs et astuces initiés par les courants modernes de la pédagogie. Michel Boiron cite par exemple :

« Diversifier les formes de travail : travail individuel, en tandem, en petits groupes, tutorat pédagogique des élèves les plus faibles par les meilleurs, etc. Changer fréquemment la disposition de classe, faire entrer un équipement permettant d'utiliser régulièrement plusieurs médias (magnétoscope, lecteur de CDs ou DVD, vidéo projecteur, ordinateur avec connexion Internet, tableau interactif, etc.) en fonction des possibilités techniques et financières. Multiplier les supports d'enseignement : le manuel, des documents authentiques radiophoniques, télévisuels, articles de presse, etc. ; préférer les documents récents, très actuels. Proposer des activités au quotidien contribuant à la motivation, au désir d'apprendre, à créer une relation vraie avec la langue cible, à renforcer le sentiment d'appartenance au groupe classe, à responsabiliser l'élève »¹⁴⁶.

Les dispositifs précédemment mentionnés sont intégrés depuis plusieurs années dans les référentiels, par exemple en Hôtellerie – Restauration. Ils font preuve de leur efficacité, même si, il ne faut pas se le cacher, ces dispositifs sont parfois détournés (volontairement ou non) de leur essence première, pour des logiques de fonctionnement ou d'autres purement mercantiles ...

C'est aussi la conséquence du manque de temps de concertation au sein des équipes pédagogiques voire éducatives, cette indispensable « pause méthodologique » nécessaire en amont, pendant et en aval de la formation pour penser l'enseignement dans sa diversité mais dans sa complémentarité. C'est encore le manque de formation ou d'initiation à la mise en œuvre de ces nouveaux dispositifs qui contribue à cet état de faits.

Dans les Métiers de l'Alimentation ...

Les modules, l'aide individualisée, ou bien encore le PPCP sont intégrés dans les référentiels des Métiers de l'Alimentation, et sont clairement identifiés dans les grilles horaires correspondantes (BEP et Baccalauréat professionnel).

Par contre, **nulle mention** de la technologie appliquée et de la co-animation ... et nous savons combien il est difficile pour un enseignant de s'engager dans la voie de l'innovation si il ne dispose ni des heures correspondantes ni de la dynamique d'une équipe pédagogique guidée en cela par les dispositifs inscrits dans le référentiel.

En Pâtisserie ...

A contrario, le CAP Pâtissier – Glacier – Chocolatier – Confiseur ou la Mention Complémentaire Cuisinier en desserts de restaurant sont pour le moins évasifs dans ces domaines. Ce qui est logique pour le CAP (la dernière édition fixant le cadre général datant de 1993) l'est moins pour la MC. On ne peut certes faire le reproche de ne pas trouver dans ce référentiel de tels dispositifs, l'idée étant aussi de donner à chaque établissement, à partir d'un cadre général, la liberté nécessaire dans la mise en œuvre de stratégie(s) personnalisée(s) de formation.

Mais, nous savons trop combien cette économie peut se traduire par **la reproduction de séquences et d'objectifs empiriques, dépassés, surannés** ...

¹⁴⁶ Michel Boiron, op.cité

Attention ! il est important de préciser que l'innovation dans nos enseignements n'est pas à n'importe quel prix, et qu'il faut en l'occurrence permettre l'adhésion de tous, pour la réussite de nos élèves. Cette adhésion pose comme préalable que « la véritable innovation n'est pas dans la complexification de nos pratiques, que certains pourraient juger « élitistes », mais bien dans la démocratisation d'une logique de formation concertée et moderne ».

3.2.4 Les orientations à envisager :

L'étude ciblant l'Hôtellerie - Restauration menée par Sylvie – Anne Mériot du Centre d'Etudes et de Recherches sur les Qualifications, dans son remarquable ouvrage : « Cuisinier nostalgique : entre restaurant et cantine »¹⁴⁷, montre combien la mise en œuvre des réformes se heurte à des représentations sociales et professionnelles anciennes, immobiles ... par exemple « considérer l'artisanat plus formateur que les chaînes, s'efforcer de valoriser la capacité des élèves à réaliser des productions culinaires inventives en petites quantités sur des bases très techniques et gastronomiques, orienter l'enseignement hôtelier vers un pôle artisanal prestigieux en dépit de l'éventail des débouchés professionnels existants »¹⁴⁸.

Ces constations sont de même solidement ancrées dans la formation professionnelle en pâtisserie.

A la suite de Sylvie-Anne Mériot, il nous semble que les voies de la formation pourraient emprunter deux orientations parallèles et complémentaires : l'une artistique, l'autre scientifique.

3.2.5 Un dernier préalable : le travail collaboratif comme pièce maîtresse dans l'échiquier de la formation

L'enjeu est le travail ensemble des équipes enseignantes : combien de textes, de bulletins officiels mettent en exergue la nécessité pour les enseignants d'accomplir leur travail de manière plus concertée, d'harmoniser leurs pratiques d'enseignement, d'élaborer ensemble les règles de vie collective à l'école, et de s'engager dans la vie de l'établissement, ses processus et ses dispositifs de prise de décision, d'innovation et de projets, tels que nous le rappellent Claude Lessard et Anne Barrère dans leur éditorial de Recherche et formation¹⁴⁹ ?

Malgré tout, les auteurs soulignent la prégnance d'un obstacle commun : « **l'individualisme enseignant** ». Cet individualisme apparaît comme « l'élément fondamental de la culture professionnelle des enseignants qui les enferme depuis trop longtemps dans leurs habitudes et dans leurs pratiques et routine ancrées ; il est le principal frein à l'innovation et au changement, à l'explication et à la confrontation des savoirs pratiques et d'expérience, et il empêche l'établissement de devenir autre chose que la juxtaposition de classes fermées les unes aux autres ».

Pourtant, les auteurs sont unanimes pour souligner combien le travail en équipe « permet aux enseignants **d'apprendre ensemble à mettre des mots sur leurs pratiques**, et ainsi à partager leurs expériences et les savoirs qu'elles font émerger », sans aucun doute préalable indispensable pour donner plus de cohérence à leurs enseignements aux yeux de leurs élèves.

Que ce soit en France ou dans d'autres pays, les pratiques enseignantes souffrent d'un manque de cohésion des équipes. Certes, des expériences réussies de collaboration entre les enseignants existent, et notamment grâce à la mise en place de projets divers (PPCP Projet pluridisciplinaire à caractère professionnel, ou autres .. ;), censés redynamiser la collaboration entre acteurs de l'enseignement général et ceux de l'enseignement professionnel sur la base d'un projet commun.

Une étude faite au Québec récemment et rapporté par Thierry Karsenti de l'Université de Montréal¹⁵⁰, montre combien les

¹⁴⁷ « Cuisinier nostalgique : entre restaurant et cantine », Paris, CNRS Editions, 2002

¹⁴⁸ Article « La formation professionnelle, entre art et science », extrait de Collectivités express n°169, Janvier – Février 2003

¹⁴⁹ « Travailler ensemble ? Des réformes éducatives aux pratiques enseignantes », de Claude Lessard (Université de Montréal) et Anne Barrère (Université de Lille III), Recherche et Formation n°49, 2005

¹⁵⁰ « Développer le professionnalisme collectif des futurs enseignants par les TIC », de Thierry Karsenti, Recherche et Formation n°49, 2005

freins au travail collaboratif des enseignants sont identiques d'un continent à un autre : « surcharge de travail, horaires qui ne permettent pas de collaborer réellement, manque de leadership de la part de la direction, pratiques évaluatives qui freinent l'entraide, résistance au changement ».

L'auteur met notamment en exergue le fait que le manque de collaboration entre les enseignants résulte en partie de l'absence d'une véritable culture de collaboration transmise aux futurs enseignants dans les Instituts Universitaires de Formation des Maîtres.

Les TICE comme catalyseur d'une culture de collaboration pour les enseignants

Les plateformes de travail collaboratif (comme par exemple, celle existant dans le domaine de la Pâtisserie, sur l'espace extranet du CEDUS) est une des résultantes de l'initiative « E-Learning, penser l'éducation de demain », adoptée par la commission Européenne du 24 Mai 2000. Les objectifs se résument à « l'utilisation des nouvelles technologies multimédias et de l'Internet, pour améliorer la qualité de l'apprentissage en facilitant l'accès à des ressources et des services, ainsi que les échanges et la collaboration à distance »¹⁵¹.

Là encore, le processus est tellement novateur et les pratiques enseignantes tellement frileuses en la matière que les plateformes de travail collaboratif sont sans aucun doute **avant-gardiste des usages de l'enseignant de demain**.

Les résultats de deux expériences pilotes au Québec rapportés par Thierry Karsenti identifient parfaitement la possibilité de favoriser le développement d'une culture de collaboration par les TICE, mais que ce type de collaboration « semble externe à la nature et aux habitudes de vie des nouveaux enseignants ».

Il n'en demeure pas moins que de nombreux chercheurs affirment que la culture de collaboration est « garante du développement professionnel des enseignants, mais aussi du succès de l'implantation de toute réforme scolaire » : à l'heure de la rénovation des diplômes, tant des les Métiers de la Restauration que dans les Métiers de l'Alimentation, **comment s'écarter d'une telle opportunité ?**

...

¹⁵¹ L'accompagnement scolaire sur Internet(ou E-Learning) dans l'enseignement secondaire, de Claude Borgel – La revue de l'EPI n°103

4 Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche expérimentale MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

A VOIR : le parcours de formation sur le dispositif Pairform@nce (« Enseigner dans une démarche expérimentale ; application : les ateliers expérimentaux »).

Lien : www.pairformance.education.fr

Procédure de connexion et explication disponibles sur PATice (plateforme de travail collaboratif sur l'extranet du CEDUS) ou depuis le CRNMA : <http://www.metiers-alimentation.ac-versailles.fr/>

La **démarche expérimentale** s'inscrit dans une démarche innovante mêlant étroitement une approche scientifique à une approche pratique dans les Métiers de Bouche ...

Si il n'existe pas une démarche expérimentale standard, André Giordan¹⁵² précise par contre qu'il existe des similitudes à l'ensemble des dispositifs, à savoir la prégnance de trois paramètres communs :

- une question
- une hypothèse
- une argumentation (dans lequel interviennent les expériences).

Elle reprend la même logique et pour ainsi dire assure la continuité des enseignements de l'Ecole primaire connus sous le nom de "La main à la pâte", et du PRESTE (Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'Ecole).

4.1 La démarche expérimentale : état des lieux

4.1.1 La démarche expérimentale dans l'enseignement primaire :

"La main à la pâte" est une opération menée depuis 1996 à l'initiative du Prix Nobel Georges Charpak et de l'Académie des Sciences, depuis reprise en tant que pôle innovant dans le plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école¹⁵³.

La démarche (*démarche expérimentale*) vise à apporter à tous les élèves les premiers éléments **d'une éducation à la science**

- *"les élèves observent un phénomène et formulent leurs interrogations*
- *ils imaginent et réalisent des expériences, ils se documentent*
- *ils échangent et argumentent, ils confrontent leurs points de vue et formulent leurs résultats, oralement et par écrit*
- *ils confrontent leurs résultats au savoir établi*
- *ils apprennent à s'écouter mutuellement, à considérer l'autre) à le respecter et à prendre en compte son avis*

Usage précis de la langue, curiosité, doute, sens critique, autonomie, respect mutuel sont sollicités au cours de ces activités"¹⁵⁴.

Comme le souligne Richard – Emmanuel Eastes, il ne s'agit ni plus ni moins qu'une remise à l'honneur de pratiques anciennes centrées sur le questionnement, l'observation, l'expérimentation et le raisonnement"¹⁵⁵

¹⁵² André Giordan (l'Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences), source : www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan

¹⁵³ Note de service n°2000-078 du 8 juin 2000

¹⁵⁴ "La rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école" - document pdf, in <http://www.inrp.fr/lamap/>

¹⁵⁵ "Des chercheurs dans les classes !", de Richar – Emmanuel Eastes, Revue « L'actualité chimique », novembre décembre 2004, n° 280 - 281

La démarche emprunte donc au modèle scientifique :

<u>POSE D'UN PROBLEME</u>	<i>Ce que je cherche ...</i>
<u>FORMULATION D'HYPOTHESES</u>	<i>Ce que je pense ...</i>
	<i>Ce que je pense faire ...</i>
	<i>Ce que je propose ...</i>
	<i>Ce que je veux vérifier ...</i>
<u>REALISATION DE L'EXPERIENCE</u>	<i>Ce que je fais ...</i>
<u>RESULTATS DE L'EXPERIENCE</u>	<i>Ce que j'observe ...</i>
	<i>Ce que je mesure ...</i>
<u>CONCLUSIONS</u>	<i>Ce que je peux dire ..</i>
	<i>Ce que je retiens ...</i>

Les supports tendent à s'inscrire de même dans une démarche scientifique : la tenue par les élèves d'un **cahier d'expériences** dans lequel il consigne par l'écrit le dessin de ses expériences, ses questionnements, ses conclusions tant individuels que collectifs participent de la **structuration d'une pensée rationnelle, et de la construction d'un savoir méthodique**.

Ce cahier est à la fois un outil pour un travail scientifique et un outil éducatif.

Les recommandations accompagnant la mise en place de cette activité sont pour le moins intéressantes (synthèse réalisée à partir de la documentation sur le site, dont l'adresse suit : <http://www.inrp.fr/lamap/>) :

- dans la mesure où le cahier est à usage personnel, il faut **éviter son évaluation**. Les fautes d'orthographe en l'occurrence peuvent être soulignées ("avec discrétion") sans pour autant bloquer l'élève dans sa phase de rédaction ;
- les termes du **vocabulaire scientifique** introduits à chaque séance doivent être limités, ou du moins être adaptés au niveau des élèves. Dans cette optique, le recours à des images, à des métaphores, à la préparation de phrases explicatives simples par le maître est à envisager ;
- il est indispensable de prendre en compte **les représentations (ou conceptions)** et les acquis des élèves afin d'adapter au mieux les connaissances à enseigner et rendre dynamique leur attention ;
- la progression des enseignements doit répondre davantage à une logique propre du maître qu'à un document pré-établi, permettant à l'enseignant d'adapter son discours et ses objectifs au besoin à des événements extérieurs, aux attentes exprimées par les élèves, ...
- l'acquisition d'un **matériel** de base est incontournable ;
- un thème est découpé en autant de séquences que nécessaire, avec des objectifs propres et un temps minuté (de l'ordre de 30 à 60 mn) ;
- l'évaluation est **un outil de remédiation** pour l'enseignant. Dans cet esprit, les critères d'évaluation seront clairement explicités ;
- il convient de ne pas guider à l'excès les élèves de manière à laisser autant que possible l'élève suivre son propre cheminement de pensée ;
- l'interprétation des résultats de l'expérience doit permettre la discussion, et la confrontation des idées et des arguments entre élèves ;
- le modèle "observation, hypothèse, expérimentation, résultat, conclusion" n'est pas reproductible dans tous les cas : par exemple, tout phénomène n'est pas observable ;
- la classe est répartie en groupes de travail, dans lesquels les élèves occupent des fonctions de : responsable, secrétaire, rapporteur de groupe. La démarche procède par **l'alternance, entre travail individuel et travail**

- **collectif**, favorisant entre autres une éducation à la citoyenneté ;
- l'enseignant tient le rôle de **médiateur**, et doit s'efforcer de tendre vers la transmission de connaissances les moins approximatives possibles ;
- si la démarche pousse l'élève à questionner l'enseignant et/ou d'autres élèves (questionner "sans relâche"), à se questionner (se placer "en situation de recherche"), la démarche permet en outre de structurer – d'organiser les outils censés apporter une réponse aux questionnements ;
- il faut accepter que la réponse à un questionnement ne soit pas automatique et systématique ; **l'erreur est formatrice** : elle est inhérente au processus d'apprentissage ;

4.1.2 **La nouvelle approche : le PRESTE**

Le PRESTE (Plan de Rénovation de l'Enseignement des Sciences et de la Technologie à l'École) vise avant tout à rendre plus effectif l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. Il veut donner à cet enseignement une dimension expérimentale et développer la capacité d'argumentation et de raisonnement des élèves. Ce Plan national, concerne TOUTES LES ÉCOLES, mais sa mise en place relève de chaque académie. Dans un premier temps, ce projet s'adresse en priorité au cycle 3, mais les cycles 1 et 2 sont également concernés.

Les objectifs de ce plan sont beaucoup plus larges que ceux poursuivis par les "Leçons de Sciences" et ils intègrent les apprentissages fondamentaux.

Sous la conduite de l'enseignant, les enfants observent un phénomène du monde réel et ensuite :

- ils formulent des interrogations
- ils conduisent des investigations réfléchies
- puis ils proposent et réalisent des démarches d'expérimentation et éventuellement une recherche documentaire.

4.1.3 **La démarche expérimentale dans l'enseignement secondaire :**

Dans nos enseignements (Métiers de l'Hôtellerie – Restauration, et Métiers de l'Alimentation), la démarche expérimentale s'opère spécifiquement dans la séquence d'enseignement communément appelée « Technologie appliquée » (nous avons d'ailleurs proposé de remplacer cette terminologie qui prête à polémique par « **Atelier de recherche** »).

Le risque majeur dans la mise en place de séquences menées dans une démarche expérimentale est d'emprunter la voie de "l'opacité langagière et technique du monde scientifique"¹⁵⁶.

En ce sens, il faut prendre garde que le vocabulaire utilisé, par son degré de complexité, ne détourne pas les élèves de leur compréhension. Toutefois, il ne s'agit pas non plus de réduire les connaissances scientifiques à des bribes de savoirs, qui ne peuvent plus prétendre à un savoir reconnu par le monde scientifique.

La vulgarisation de la science est au coeur du débat.

"Vulgariser, c'est traduire la science pour la rendre accessible au plus grand nombre"¹⁵⁷ ; l'enjeu de l'accessibilité des savoirs scientifiques par les élèves passe par conséquent par une logique de médiation scientifique. Cela nécessite sans doute de la part des enseignants la prise de conscience qu'une "**véritable didactique de la médiation scientifique reste à inventer**", comme le soulignent les auteurs Jean-Michel Lefour et Gilberte Chambaud.

¹⁵⁶ Article « La complémentarité enseignement / vulgarisation », Jean-Michel Lefour et Gilberte Chambaud – Revue « L'actualité chimique », novembre décembre 2004, n° 280 - 281

¹⁵⁷ "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

4.2 La démarche expérimentale : approche d'une méthodologie ... :

Pourquoi faire de la démarche expérimentale un véritable enjeu dans notre pédagogie ?

Passés les savoirs, le contenu disciplinaire propre, il reste **la méthode, la démarche mise en jeu et son caractère déterminant dans une éducation tant culturelle que sociale des élèves : leur donner les clés pour s'adapter et évoluer.**

Vers quelle didactique empruntant la voie de la démarche expérimentale s'orienter ? Propositions sous forme de points clefs :

4.2.1 Le positionnement dans l'articulation de la formation :

Dans la mesure où **l'élève découvre par lui-même** (ou plus précisément guidé par l'enseignant), se questionne, élabore des réponses qu'il confronte ensuite avec celles du groupe, la **séquence est préliminaire des activités de Travaux pratiques** (où il est censé appliquer, mettre en pratique ses connaissances) et de celles de Technologie (séquence de synthèse des savoirs sur un thème donné).

4.2.2 La durée :

La séquence est courte, et restreinte à l'atteinte d'objectifs très ciblés. La séquence peut être dissociée de toute activité de production, et en ce sens être limitée strictement à des démarches expérimentales ; elle peut aussi être placée dans une séance de travaux - pratiques, mais de préférence en début de séance pour effet d'accroche.

4.2.3 La méthode : MISE A JOUR 18 JUIN 2008

La méthode consiste à mettre l'élève en activité d'expérimentation ! L'expérience est capitale, ce que Galilée déjà à son époque, revendiquait ainsi :

« Un bon moyen pour atteindre la vérité, c'est de préférer l'expérience à n'importe quel raisonnement, puisque nous sommes sûrs que lorsqu'un raisonnement est en désaccord avec l'expérience, il contient une erreur, au moins sous une forme dissimulée. Il n'est pas possible, en effet, qu'une expérience sensible soit contraire à la vérité. Et c'est vraiment là un précepte qu'Aristote plaçait très haut et dont la force et la valeur dépassent de beaucoup celles qu'il faut accorder à l'autorité de n'importe quel homme au monde »¹⁵⁸

L'élève est pleinement acteur dans la construction des savoirs (placer l'élève face à des situations problèmes), aidé pour cela par l'enseignant – le guide – l'accompagnateur – la personne ressource. La **co-animation** avec un enseignant de sciences – appliquées à l'alimentation est recommandée pour donner une cohérence aux savoirs, entre théorie et pratique, et participer ainsi à un décloisonnement des savoirs. Nous verrons dans la suite du chapitre, que la démarche expérimentale pourra se prêter à d'autres domaines, par exemple l'analyse sensorielle ou encore la prévention des risques professionnels.

NB : il est nécessaire de bien prendre en considération le fait que l'école n'est pas la seule source de savoirs, et face à la déferlante d'informations venant des médias, de l'Internet, ... il est prudent de donner à l'élève les moyens de pouvoir analyser – rejeter ou intégrer des savoirs, progressivement et ce jusqu'à son autonomie complète, la démarche expérimentale s'inscrivant intégralement dans cet objectif.

¹⁵⁸ Galilée, cité par Hervé This, dans *La cuisine collective*, Juin – Juillet 2008, n°212 – Article « Doit on couvrir un bouillon ? »

La méthode expérimentale permet la mise en œuvre d'activités mentales structurées autour de la construction raisonnée d'arguments, et par voie de conséquence **une appropriation lente, progressive mais stable du savoir par le formé**. Le principe propre à la démarche expérimentale est de **passer de la subjectivité (représentations - conceptions de l'élève face à une thématique – une problématique donnée, un vécu professionnel et personnel) à une rationalité**.

Elle procède ainsi par la : pose d'une problématique, la formulation d'hypothèses, la mise en place d'expériences (interrogation du réel), les constatations et confrontations, la pose de règles de base et transferts – applications.

Il convient de souligner comme le fait remarquer Richard – Emmanuel Eastes, que "la fausse démarche expérimentale de type OHERIC (« observer, on émet une hypothèse, on fait une expérience, on raisonne, on interprète, on conclue ») reconstruite après coup" telle qu'elle peut se pratiquer par les enseignants pose le risque d'idéaliser "la manière dont l'expérimentation se mène réellement en recherche"¹⁵⁹.

André Giordan¹⁶⁰, pour sa part, souligne de même que la démarche utilisée dans les enseignements et qui se révèle de ce type (OHERIC) **ne peut se prétendre expérimentale** : il s'agit avant tout d'un savoir reconstruit, que les enseignants se plaisent à faire découvrir et à faire construire à leurs élèves. Il ajoute combien la démarche peut se révéler **naïve**, à croire par exemple que le fait de faire (« mettre la main à la pâte ») suffit dans l'acte de compréhension, alors que **l'activité la plus importante doit se trouver dans la tête et pas seulement dans les mains ...**

Les activités expérimentales dans nos enseignements passent outre les paramètres clefs de la recherche expérimentale que sont : le temps, la démarche par tâtonnement, les essais et les erreurs, ... **En cela, nos enseignements ne s'inscrivent pas dans un atelier de recherche expérimentale, mais tout simplement dans une approche "simplifiée" de la démarche expérimentale tout aussi pertinente pour nos élèves.**

La démarche s'apparente à une démarche technicienne, dans laquelle les élèves suivent et appliquent les protocoles expérimentaux avant de les commenter.

Ce point est capital : 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 Gastronomie moléculaire intégrés dans des établissements de formation hôtelière, de l'enseignement supérieur, 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 ils n'ont 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 protocoles expérimentaux et en les expérimentant.

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, ...

Nous sommes conscients du trouble qu'Hervé This (entre – autres) cause au sein de notre profession. Nous mesurons tous les jours combien nos collègues sont partagés entre rejet profond et adhésion totale.

Il faut reconnaître à Hervé This le fait que ses expérimentations, ses découvertes, ses problématiques et son regard méthodologique sur nos gestuels sont sans nul doute générateurs de progrès dans notre discipline, et participent d'une prise de recul pédagogique nécessaire. Son oeil 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 que nous sommes dans ses retranchements, au risque parfois de nous couper de l'essence même de cette démarche : **celle de nous faire évoluer**.

Car voilà un des challenges à relever : faire de la démarche expérimentale un véritable outil au service de notre pratique pédagogique.

¹⁵⁹ "Les pièges de la médiation scientifique – Proposition de bonnes pratiques", de Richard – Emmanuel Eastes, Revue « L'actualité chimique », novembre – décembre 2004, n°280-281

¹⁶⁰ Conférence d'André Giordan (de l'Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences), Amphithéâtre du site de Ranguel – Jeudi 13 Octobre 2005

En terme méthodologique enfin, il faut retenir combien la démarche expérimentale trouve une cohérence dans les compétences que nous cherchons à développer à nos élèves, et notamment celles liées à l'organisation du travail, la précision dans les unités et les mesures – poids ..

André Giordan rappelle combien « la phase d'expérimentation demande toujours un protocole précis : le chercheur décrit le matériel et les produits utilisés, il indique une à une les étapes de sa démarche ou encore le dispositif technique approprié ».

Nous revendiquons ainsi que, habituer nos élèves à la pratique de la démarche expérimentale participe de leur formation technique (notamment dans les similitudes du protocole avec les données d'une fiche technique : les matériels, les matières premières, les étapes de la réalisation).

4.2.4 **Les capacités développées :**

La démarche s'inscrit dans un processus innovant d'acquisition de savoirs, de savoir-faire et de savoir - être, en procédant dans la mise en place d'activités mentales différenciées :

- **un raisonnement inductif** : activité mentale permettant de passer de cas concrets - observés à la pose d'une règle de base, d'une généralité
- **un raisonnement hypothético-déductif** : activité mentale empruntée lors de la vérification des hypothèses de travail d'une démarche expérimentale

Exemple : vérification de la correspondance entre composition en acides gras saturés et insaturés et t° de fusion observées des corps gras

Exemple : observations de changement d'état de différents corps gras (arachide, olive, pépins de raisin, tournesol...) à des t° différentes ($T^\circ < \text{ou} > +3^\circ\text{C}$) – hypothèses : T° de fusion des corps gras fonction de l'origine de la matière grasse ? de la composition en acides gras ? – vérification : analyse des tableaux de composition des principales matières grasses – formulation de la règle de base : t° de fusion des matières grasses fonction de sa composition en acides gras, entre acides gras insaturés et saturés – transferts, applications

- **un raisonnement par analogie (par ressemblance)** : activité mentale procédant par transfert de connaissances d'une situation maîtrisée vers une nouvelle situation, lesquelles ont la particularité d'avoir une similitude.

Exemple : Situation source : principe d'infusion de sachets de thé déterminé par : la température de l'eau de trempage, le matériel utilisé (hermétiquement fermé), l'état de déshydratation du thé ; Situation cible : l'aromatisation des sirops

L'analogie est caractéristique du mode de raisonnement que déploie Hervé This dans ses activités d'enseignement ou de conférence ; il joue de la métaphore, comparant la protéine "à une pelote", la matière grasse "à un peigne à trois dents" ... Certes, il convient de prendre en considération le risque d'un usage systématique de la métaphore, laquelle peut être comprise "au détriment du phénomène auquel elle se réfère" ¹⁶¹. De même pour Richard – Emmanuel Eastes, l'analogie et la métaphore constituent des "aides à penser" appréciables pour la compréhension de l'élève, mais il convient de faire mesurer aux élèves que ces moyens mnémotechniques s'apparentent au phénomène qu'ils sont censés représenter, tout en restant éloignés.

Dans nos enseignements, le recours à l'analogie et à la métaphore doit être considéré comme **des outils à part entière de la vulgarisation des sciences**. Dans ce sens, les "modèles métaphoriques ou pédagogiques" comme le décrit Richard – Emmanuel Eastes sont "amplement suffisants au regard des objectifs que l'on s'est fixés" ¹⁶²

¹⁶¹ « Vulgariser la chimie : obstacles et solutions », Revue « L'actualité chimique », novembre – décembre 2004, n°280-281

¹⁶² "Les pièges de la médiation scientifique – Proposition de bonnes pratiques", de Richard – Emmanuel Eastes, Revue « L'actualité chimique », novembre – décembre 2004, n°280-281

4.2.5 Les objectifs :

L'atteinte des savoirs prime autant que la démarche utilisée, transférable à nombre de situations – problèmes de la vie quotidienne et professionnelle

NB : les objectifs de la technologie appliquée ¹⁶³ peuvent se résumer en : "l'acquisition d'un enseignement par la découverte et l'analyse, la recherche d'un modèle méthodologique, la résolution par analogie et adaptation, et le développement des capacités d'observation, d'analyse, d'expérimentation, de synthèse, de transferts et d'adaptation", auxquels nous ajoutons **l'éveil à l'esprit critique**.

Quel pari pour l'avenir ?

comme le souligne Hervé This : "une fois en situation professionnelle, que feront ces élèves qui auront suivi un tel cursus [les ateliers de gastronomie moléculaire] ? Ils feront ce qu'ils ont appris : de la recherche ! Et c'est ainsi que progressera la cuisine française, par la recherche de vérités techniques, sur la base desquelles des idées artistiques pourront fiablement s'ériger" ¹⁶⁴

4.2.6 Les supports :

Si la science permet de mieux penser et comprendre le monde, le support de la médiation scientifique est le Monde, c'est-à-dire tout ce qui nous entoure et nous questionne.

Paul Caro, directeur de recherche honoraire au CNRS abonde dans ce sens : "à mon avis, il faut partir résolument de ce qui est important dans la connaissance contemporaine plutôt que de s'attacher aux prestigieuses vieilles lunes" ¹⁶⁵

Dans nos enseignements, l'exercice des métiers en Alimentation et en Hôtellerie – Restauration constitue un champ d'investigation scientifique suffisamment vaste pour opérer cette médiation. Il ne s'agit pas pour autant de cloisonner les questionnements dans nos pratiques professionnelles ; en ce sens, la décontextualisation des supports se révèle parfois nécessaire.

Applications : questionner les changements d'état de l'eau suppose une exploration des états de l'eau dans les pratiques culinaires (et leurs conséquences : sur la conservation, sur le développement microbien, ...), mais aussi de l'état de l'eau dans la vie de tous les jours (cycle de l'eau dans la nature, ...).

4.2.7 Les savoirs :

Pour rendre accessible les savoirs aux élèves, l'enseignant place les savoirs à transmettre dans ce que L.S. Vigotsky nomme "la zone proximale de développement" de l'élève ; la démarche d'aller vers ces connaissances nouvelles, éloignées mais suffisamment proches des connaissances de l'élève constitue sa voie de progression.

Les connaissances scientifiques de l'élève se limitent principalement aux enseignements en Sciences appliquées à l'alimentation. **La logique est par conséquent de s'appuyer fortement sur ces savoirs pour questionner et donner du sens aux pratiques culinaires.**

La tentation légitime de tomber dans ce que les auteurs Jean-Michel Lefour et Giberte Chambaud appelle "les dérapages simplificateurs" ¹⁶⁶, ne doit pas occulter la nécessité de traduire le langage scientifique en un langage compréhensible par tous les élèves, tout en étant toujours considéré comme relevant du domaine des sciences.

¹⁶³ « Enseigner l'Hôtellerie-Restauration », de D. Douillach – Y. Cinotti & Y. Masson, Editions Jacques Lanore, Juin 2002 – Page 55

¹⁶⁴ Article "Bilan de cuisine", Hervé This – Magazine La cuisine collective, Novembre 2003

¹⁶⁵ "Vulgariser la chimie, entre le savoir et l'imaginaire", de Paul Caro – Revue « L'actualité chimique », novembre décembre 2004, n° 280 - 281

¹⁶⁶ Op. cité

1. La chimie, la physique, les mathématiques utilisent nombre de notations symboliques. Les auteurs Jean-François le Maréchal, Caroline Joyce, Olivier Jean-Marie et Danielle Vincent¹⁶⁷ s'engagent dans une voie de vulgarisation des savoirs sans utiliser ces notations symboliques. Dans nos enseignements, cette idée peut être reprise tant qu'elle est admise comme ne relevant pas d'une notation de l'élève à l'examen.
2. La chimie, la physique, les mathématiques emploient un vocabulaire spécifique. Toute reprise de ce vocabulaire dans nos enseignements demande une attention particulière de l'enseignant pour mesurer de possibles difficultés de compréhension des élèves, et dans ce sens ne pas hésiter comme le souligne Richard Emmanuel Eastes, à "proscrire toute mention de concept ou de théorème inutiles dans le cadre du projet"¹⁶⁸
3. L'exemple d'Hervé This nous apprend aussi que la recherche à des questions posées passe souvent par des opérations :
 - soit de simplification (exemple sur un produit : le blanc d'oeuf, constitué par souci de simplification par "des protéines et de l'eau" ; exemple sur un phénomène : l'empesage "pour mesurer cette vitesse d'empesage, simplifions encore le problème : faisons un grumeau à une seule dimension et dont on puisse observer le coeur (...) "¹⁶⁹ ;
 - soit de modélisation : exemple caractéristique du modèle scientifique formalisé par Hervé This pour décrire le mode de fabrication des Sauces par un jeu de symboles, classant les 351 sauces répertoriées dans le Guide culinaire d'Auguste Escoffier en 14 équations, avec quatre éléments de base : G pour Gaz, H pour Huile, E pour Eau, S pour Solide et quatre modes de transformation : dispersion ("I"), mélange ("+"), inclusion ("É") et superposition ("S").

Dans nos enseignements, **la simplification et la modélisation participent de la vulgarisation des sciences.**

En outre, comment ne pas reprendre un des préceptes d'Hervé This, pour lequel la présentation des connaissances doit se faire "sous une forme appétissante, comestible et digeste"¹⁷⁰ sous peine de limiter sa diffusion.

4.2.8 Les savoir être :

André Giordan¹⁷¹ souligne les attitudes que la démarche expérimentale permet de développer, et notamment : « avoir envie de se poser des questions (curiosité) ; avoir confiance en soi ; être critique (esprit critique) ; être créatif (imagination créatrice) ; avoir envie de chercher par soi-même ; avoir envie de communiquer ; avoir envie de travailler en groupe ».

4.2.9 Les canaux de communication :

La médiation scientifique repose sur des canaux communs de communication, privilégiant le visuel – l'auditif et le kinesthésique. Sans aucun doute dans nos enseignements, l'interactivité entre enseignant / élèves et élèves / élèves constitue la pièce maîtresse du puzzle science & technique.

¹⁶⁷ « Vulgariser la chimie : obstacles et solutions », Revue « L'actualité chimique », novembre – décembre 2004, n°280-281

¹⁶⁸ "Les pièges de la médiation scientifique – Proposition de bonnes pratiques", de Richard – Emmanuel Eastes, Revue « L'actualité chimique », novembre – décembre 2004, n°280-281

¹⁶⁹ « Casseroles et éprouvettes », Hervé This, Editions Belin – Pour la science, Mai 2002

¹⁷⁰ "Vive la chimie, en particulier et la connaissance en général", Hervé This - Revue « L'actualité chimique », novembre décembre 2004, n° 280 - 281

¹⁷¹ André Girodan ("Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences), source : www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/giordan

4.3 Actions : de la théorie à la pratique ...

4.3.1 La démarche expérimentale, séquence d'enseignement à part entière dans l'échiquier de la formation

Nous ne souhaitons pas nous engager dans une voie qui prône le recours à un vocabulaire pompeux, dénué de sens ou de logique, voire constituant un frein à la compréhension et à l'expérimentation.

Nous prôtons au contraire « une **démocratisation d'une logique de formation concertée et moderne** » comme indiqué précédemment.

En outre, il est amusant de constater combien par souci de professionnaliser notre métier, les enseignants dans le recours symptomatique à un langage codé (les sigles : CA, CPE, BO, TA, TP, ...) se sont coupés du monde extérieur : des parents, de la société, et dans l'enseignement professionnel parfois des professionnels eux – mêmes, lesquels ont du mal à comprendre terminologies et logique de formation !!! ... conduisant à isoler les acteurs de la formation de leur environnement, quand il ne s'agit pas de leurs élèves ...

Par conséquent, il nous semble important de ne pas ajouter à cette surenchère de nouvelles abréviations réductrices de sens.

En outre, nous ne prétendons pas fixer un vocabulaire, encore moins légiférer sur ce que doit être l'enseignement de demain en pâtisserie. Nous posons simplement des logiques que nous soumettons à réflexion à l'ensemble des acteurs de la formation.

Nous procéderons donc par l'analyse du fondement même de la première séquence d'enseignement : l'atelier de recherche.

4.3.2 L'Analyse de l'existant :

Le dispositif « technologie appliquée » est mis en œuvre dans les référentiels Hôtellerie – Restauration depuis plus de dix ans. Il arrive à pleine maturité aujourd'hui, même si son contenu a fortement évolué au cours des années, particulièrement sous l'influence emblématique d'Hervé This.

Il est malgré tout très diversement appliqué, tenant aussi au fait que cette véritable innovation n'a pas permis de généraliser un changement des pratiques anciennes, résistantes ...

Il faut reconnaître aux auteurs Yannick Masson, Yves Cinotti et Danielle Douillach ¹⁷², formateurs à l'IUFM Midi-Pyrénées dans le Département Hôtellerie – Restauration – Alimentation, la volonté d'inscrire la didactique en enseignement professionnel, particulièrement en Hôtellerie – Restauration, dans une dynamique moderne qui prene source et de leurs expériences, de leurs perceptions prospectives de l'enseignement ainsi que des courants modernes de la pédagogie.

Leur ouvrage mérite une attention particulière, d'autant plus qu'il est appliqué à l'enseignement en Hôtellerie – Restauration et parfaitement transférable à notre discipline de référence, la pâtisserie.

Sous quelle(s) forme(s) est présentée cette séquence d'enseignement ?

La technologie appliquée fixe comme objectifs ¹⁷³ :

- l'acquisition d'un enseignement par la découverte et l'analyse
- la recherche d'un modèle méthodologique
- la résolution par analogie et adaptation
- et le développement des capacités d'observation, d'analyse, d'expérimentation, de synthèse, de transferts et d'adaptation.

Pour Dominique Béhague, de l'IUFM Paris – Anthony, la technologie est « une séquence pédagogique comportant des situations d'apprentissage, de découverte et de renforcement bâtie à partir des points clefs choisis dans l'application des

¹⁷² « Enseigner l'Hôtellerie-Restauration », de D. Douillach – Y. Cinotti & Y. Masson, Editions Jacques Lanore, Juin 2002

¹⁷³ Op. cité, page 55

pratiques professionnelles »¹⁷⁴.

La séquence se trouve logiquement en amont des travaux – pratiques et en décalage dans le temps et l'espace avec ces derniers, et entend permettre aux élèves de transférer et d'appliquer ces savoirs au cours des activités de production, tant en matière de savoir – faire que de savoir – être.

La démarche propre à cette séquence permet la mise en œuvre d'activités mentales structurées autour de la construction raisonnée d'arguments, visant « une appropriation lente et progressive du savoir par le formé »¹⁷⁵.

L'enseignant dans ce cadre, occupe les rôles de guide, d'accompagnateur, de personne ressource.

L'analyse objective de la pratique de la TA en situation montre combien ce terme est polysémique, et se traduit par des démarches différentes selon qu'elle est faite à Paris ou à Toulouse.

Malgré tout, nous pouvons remarquer que c'est aussi cela la richesse de notre enseignement, en d'autres termes pouvoir proposer des stratégies différentes pour un même type de séquence.

Dans notre cas, faut-il nous rapprocher d'une zone géographique en particulier, ou au contraire tenter de partir de ce qui donne l'unicité à la séquence et proposer un modèle - une démarche logique, loin des querelles d'ordre sémantique par exemple ... ?

En outre, il est à noter combien sous ce même terme se glisse un nombre important de thématiques, parfois ciblant indifféremment :

- le produit en lui – même (les desserts, les viandes de boucherie et de charcuterie)
- la technique (les préparations préliminaires, les fonds, les liaisons, les sauces de base, les appareils et les préparations de base, les pâtes et les crèmes et les appareils en pâtisserie)
- les matériels et la technique associée (les modes de cuisson, le sous-vide)
- des inclassables (l'analyse sensorielle, la créativité).

Convaincu du progrès que constitue « la technologie appliquée » dans les enseignements professionnels en Hôtellerie – Restauration, il reste à transférer ce modèle à la Pâtisserie, et nécessairement à réaliser les ajustements nécessaires ...

4.3.3 Etude prospective de la technologie appliquée :

Nous nous orientons volontairement vers une conception de la technologie appliquée en « **Atelier de recherche** ». A partir de ce point, nous n'utiliserons plus le vocable « Technologie appliquée » conformément aux remarques d'Hervé This exposés dans le précédent chapitre et nous utiliserons celle d' « Atelier de recherche ».

Il convient de noter que la terminologie « Technologie appliquée » est remplacée progressivement dans les nouveaux référentiels de formation (exemples : Repères pour la formation en MC Art de la cuisine allégée, CAP Boucher) par celle de « **Technologie expérimentale** ».

La terminologie « Atelier de recherche » est née de la mise en œuvre dans les référentiels Hôtellerie – Restauration de la « Technologie appliquée » et des réflexions et points de vue d'Hervé This, notamment sur la dimension de la « recherche expérimentale » (point qui fera l'objet d'un chapitre à part entière).

Le terme « atelier » tout d'abord signifie que l'apprentissage va se passer dans l'atelier même de production ; cela renforce la spécificité de l'enseignement professionnel, qui est celui de former des citoyens **intégrés socialement ET professionnellement**. L'ensemble du dispositif de formation converge donc vers cet unique but, et la majorité des savoirs sera contextualisée dans un univers identifié d'une profession, aussi large soit elle.

Le terme « recherche » à présent identifie la position centrale de l'élève dans ce dispositif, et sa démarche active de résolution de problématiques de divers ordres, aidé en cela par l'enseignant.

La démarche trouve entre autres sa justification dans la nécessité de mener avec les élèves des pauses dans

¹⁷⁴ Dominique Behague, IUFM Paris – Anthony, in « Repère CAP Cuisine » accompagnant la rénovation du CAP - 2005

¹⁷⁵ « Enseigner l'Hôtellerie-Restauration », de D. Douillach – Y. Cinotti & Y. Masson, Editions Jacques Lanore, Juin 2002

l'offre de formation¹⁷⁶.

Si lors de la séquence de travaux pratiques, il est censé appliquer des savoirs ; si par ailleurs lors de la séance de technologie, il synthétise les savoirs autour d'un même thème, alors l'atelier de recherche doit se fixer comme objectif **la prise de recul dans l'apprentissage tant comportemental (savoir – être), des connaissances (savoirs) que technique (savoir – faire).**

4.4 De la démarche expérimentale à la démarche créative

Il peut paraître effectivement incohérent d'essayer de raccrocher démarche expérimentale et démarche créative ... il n'en est rien, comme le souligne André Giordan :

« La formulation d'une hypothèse est le moment le plus créatif de toute la démarche scientifique. Il s'agit d'inventer ou de fabriquer une explication plausible. C'est même un moment irrationnel, il faut dépasser les évidences habituelles pour fabriquer une idée originale ou pour mettre en relation des paramètres divergents ou inattendus.

Mais il ne s'agit pas de n'importe quel imaginaire. En sciences, toute imagination n'est pas possible. Celle – ci est bridée de toutes parts. Plusieurs contraintes pèsent lourdement sur elle. L'hypothèse doit être cohérente. Elle doit être en phase avec les savoirs reconnus de l'époque ; du moins ceux qui ne souffrent d'aucune contestation. Elle doit être explicative sur de nombreux domaines. Il faut surtout qu'elle permette de « travailler ».

L'imagination débordante du chercheur doit encore être soumise au test de la réalité. Dans ce but, le chercheur fabrique une expérience (du latin *experiri* : éprouver). A travers la réalisation d'une expérience, il cherche à savoir si l'objet, l'individu ou la plate réagit comme le prévoit par avance l'hypothèse ...(...) ».

¹⁷⁶ Cette notion est relayée par de nombreux pédagogues, dont André Giordan, LDES Université de Genève, directeur du laboratoire de didactique des sciences, lors de la conférence donnée à l'Amphithéâtre du site de Rangueil sur le thème de la démarche expérimentale, IUFM Midi-Pyrénées – Jeudi 13 Octobre 2005

5 Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche créative MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

A VOIR : le parcours de formation sur le dispositif Pairform@nce (« Enseigner dans une démarche créative ; application : les ateliers créatifs »).

Lien : www.pairformance.education.fr

Procédure de connexion et explication disponibles sur PATice (plateforme de travail collaboratif sur l'extranet du CEDUS) ou depuis le CRNMA : <http://www.metiers-alimentation.ac-versailles.fr/>

Avant d'explorer les champs de la créativité dans notre discipline professionnelle (les métiers de l'alimentation, et plus précisément la restauration et la pâtisserie), il convient de s'interroger sur **les techniques de créativité** au sens général ; nous appuierons notre réflexion sur un ouvrage certes théorique, mais qui s'est révélé très formateur et extrêmement riche d'enseignement : le livre de Guy Aznar, intitulé « Idées : 100 techniques de créativité pour les produire et les gérer », édité en Juin 2005¹⁷⁷.

5.1 La créativité en action : repères théoriques

5.1.1 Les groupes de créativité :

Le groupe de créativité s'entend comme la formation d'une équipe, de compétences diverses, homogènes voire volontairement hétérogènes.

L'effet du groupe amplifie la technique de recherche systématique, par l'énergie qu'il communique à chacun de ses membres : le groupe est « moteur » selon Guy Aznar. Nous ajoutons que le groupe est l'essence même de la créativité.

L'effet groupe est sans nul doute aussi un facteur de réduction du risque de paralysie des sujets dans leur prise de parole.

La démarche créative emprunte des itinéraires d'explorations méthodiques, visibles mais non figées. Les chemins de traverse, les écarts sont possibles et acceptés par tous les membres.

La démarche est formatrice et prétend guider l'élève dans ses chemins routiniers tout en lui garantissant un but, mais aussi pousser l'élève à sortir des sentiers trop souvent pratiqués dans lequel il use trop souvent ses peurs et ses idées ... elle compte aussi profiter du groupe pour participer à la socialisation de l'élève et lui donner une place dans le groupe : s'affirmer au sein d'un groupe, c'est croire que nous pouvons apporter quelque chose au groupe et comprendre que le groupe est censé nous apporter quelque chose aussi, rejetant l'idée même d'une position hégémonique d'un membre dans le groupe.

Pour fonctionner, le groupe doit utiliser un langage compris par tous, par lequel les idées seront susceptibles de germer ... ce langage doit être clarifié, et sans doute non enfermé dans un cadre freinant le parcours vers des sentiers imaginaires (par exemple, il n'est pas judicieux de profiter des échanges pour corriger d'éventuelles fautes de syntaxes ou de grammaire ...). Il n'est pas non plus recommandé de pousser l'élève vers un abus de parole, et lui apprendre à condenser ses paroles, sous forme de mots (mots – clés), d'idées, ...

Guy Aznar distingue :

- **l'association de mots**, et en l'occurrence différents types d'associations peuvent être utilisés :
 - o **l'association sémantique** : partir d'un mot ou d'une idée pour y associer un autre mot ou une autre idée relevant du même champ sémantique (le terme glace se réfère à des notions de froid, fraîcheur, ...)

¹⁷⁷ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005

- l'association subjective : ici intervient la conscience de la personne, l'interprétation qu'il fait du mot qu'on lui soumet
 - l'association phonétique : écouter le mot pour dépasser sa signification même et s'attacher essentiellement à « sa musicalité » (dans le terme glace, le son « ce » peut évoquer la cassure)
 - l'association par contraire : partir d'un mot pour évoquer son contraire (vapeur ou liquide pour glace par exemple)
 - l'association par métaphore : partir d'un mot et traduire à quelle(s) notion(s) ce mot est souvent rattachée, comparée
 - la « dés-association », c'est-à-dire s'amuser avec le mot pour le décomposer, le triturer, voire créer de nouveaux mots à pour voir apparaître par voie de conséquence de nouvelles idées.
- l'association d'images, forme primitive de la représentation que le cerveau opère naturellement
 - l'association d'idées, étape ultime ou en construction de l'imaginaire à une rationalité plus ou moins aboutie.

Dans cette logique d'association, un préalable consiste à faire abstraction de ses propres jugements de valeurs, et laisser penser que « tout est encore possible » (A ce propos, Guy Aznar propose le terme « diverger »). Il cite d'ailleurs Hermann Rorschach, dans sa définition propre des individus imaginatifs, sujets « *ayant la faculté d'éliminer de manière plus ou moins active, pour un certain temps, le souci d'adaptation au réel* »¹⁷⁸.

Il est aisé de croire combien le jeu demande pour l'ensemble des acteurs de prendre des risques, franchir ses peurs d'aller vers l'inconnu, vers « l'inimaginable ». Sans doute faut-il rassurer l'élève et le convaincre par des exemples que ces divergences puissent aboutir à des solutions concrètes apportant des réponses adaptées au problème envisagé. Atteindre un résultat, trouver une idée est souvent vécue comme un élément libérateur pour ceux qui n'ont pas fait l'économie d'efforts dans leur phase de recherche (Guy Aznar parle même « **d'illumination** » tellement la quête se révèle aussi par ses côtés mystiques ...).

5.1.2 La mécanique créative :

Le préalable à tout mécanisme créatif est dans l'acceptation de « suspendre son jugement » pendant la phase de recherche systématique pour reprendre le terme de Guy Aznar.

Le processus créatif pourrait s'apparenter au schéma de « déconstruction – reconstruction » propre à celui de Ferran Adrià appliqué au domaine alimentaire.

Le processus comprend par conséquent : une phase de déconstruction proche de l'imaginaire (aidé en cela par des logiques de divergence et associatives : se reporter aux types d'association précédemment évoqués), et une phase de reconstruction proche de la réalité.

5.1.3 Les techniques de créativité :

Guy Aznar différencie 6 techniques de créativité :

- la technique par détour
- les techniques analogiques
- le brainstorming
- la technique de « la pensée latérale »
- la collecte d'idées
- et la théorie « Triz » ou méthodologie rationnelle d'invention

5.1.3.1 la technique par détour :

Il s'agit de ne pas affronter de manière frontale le problème, mais de le contourner afin de l'envisager sous des angles différents (on parle de décentration en pédagogie).

¹⁷⁸ Hermann Rorschach, cité dans « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 31

Le mécanisme par détour se décline en trois étapes selon Guy Aznar :

5.1.3.1.1 L'imprégnation :

La technique consiste à littéralement s'imprégner du problème, en comprendre ses caractéristiques et ses limites, mais aussi tendre vers la compréhension de ses contours cachés, de son essence même, de tous les éléments immatériels qui ont conduit à sa survenance. Pour cela, certains ont recours à des procédés de type :

- **identification** (phase pendant laquelle la personne fusionne avec le sujet de réflexion, prend corps. WJJ Gordon écrit : « *L'analogie individuelle consiste pour le chercheur à s'identifier aux termes de son problème qu'il cesse par là de voir sous la forme des données qu'il avait analysées antérieurement. Pour un chimiste, le mode d'opérer familier consiste à combiner dans des équations les molécules, mais il rendra son problème insolite s'il s'identifie aux molécules en action. Le technicien inventif s' imagine être une molécule dansante, il se laisse attirer et repousser par les forces moléculaires, il se laisse emporter dans le tourbillon, il échappe momentanément à la condition humaine pour assumer l'aventure d'une molécule* »¹⁷⁹. Ce mécanisme ne nous est pas étranger, ou du moins il est fréquent dans les démonstrations d'Hervé This, lequel se plaît à mimer le comportement d'une molécule de protéine pour expliquer des réactions physico-chimiques ; cette pratique laisse sans doute transparaître des usages d'identification en laboratoire de recherche.
- Dessin : la personne modélise sous forme graphique ses idées
- Rêverie, et notamment des rêveries collectives
- QQQQCP : qui, quoi, où, quand, comment, pourquoi ? ...

5.1.3.1.2 L'éloignement :

La technique consiste à s'écarter du sujet non pour produire d'emblée des idées, mais pour décontextualiser le sujet et créer de nouvelles pistes pouvant conduire à des idées « originales ». Les techniques d'éloignement peuvent user de :

- **Déformation** : parente de l'imprégnation, le jeu va consister à décomposer le sujet en autant d'éléments qui le constituent pour pouvoir les isoler, et les transformer de manière isolée ou collective avant de les recomposer. La technique consiste souvent en : un inventaire des composantes du sujet et ses fonctions sans omettre le contexte (physique et humain) dans lequel le sujet est placé, une déformation de ses parties (Guy Aznar cite pour exemple les pratiques de : « *agrandir, diminuer, considérer l'opposé (...) supprimer un élément, rechercher les contradictions (...) considérer chaque élément avec une lunette déformante (vision du problème par : un super héros, un enfant de 8 ans ...), jouer avec le problème* »¹⁸⁰
- **Rencontres forcées** : le principe est de provoquer le croisement entre deux univers fondamentalement étrangers. Il s'agit ainsi de prendre volontairement le contre-pied d'une démarche associative, que certains considèrent comme « paresseuse » car naturelle, et chercher à éclairer le sujet avec des paramètres qui lui sont étrangers. Guy Aznar cite pour exemple le principe des matrices, dans lequel les composantes d'un sujet sont placées en ligne, et des fonctions – des thèmes – des évocations ...voire les mêmes composantes du sujet en colonne : la technique consiste alors à croiser méthodiquement ligne et colonne afin de repérer les éléments connus et ceux moins communs qui peuvent conduire à de nouvelles idées.

Cette technique n'est pas sans rappeler celle utilisée par Hervé This dans son principe d'analyse combinatoire appliquée aux modes de cuisson ou récemment aux sauces de base, matrice de création de nouveaux modes de cuisson ou de nouvelles sauces ...

« Les tableaux conduisent l'invention ; Une méthode systématique pour créer de nouvelles recettes »¹⁸¹

Hervé This montre, à partir de la méthodologie proposée par le chimiste russe Dimitri Mendeleiev de classification des éléments chimiques, combien il est pratique de la mettre à profit dans le domaine culinaire.

Il rappelle qu'il avait déjà utilisé cette classification dans le domaine particulier des cuissons, sous le terme de tableau combinatoire

Exemple tiré des réflexions d'Hervé This sur les modes de cuisson (extrait du compte-rendu des séances de Gastronomie moléculaire, Paris – 2004/2005, à l'initiative de Hervé This)

¹⁷⁹ WJJ Gordon, cité dans « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 78

¹⁸⁰ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, pages 63 à 68

¹⁸¹ Hors série L'Hôtellerie, Juin 2006

D'abord la ligne, puis la colonne	Solide sec,	Eau frémissante	Eau bouillante	Huile,	Air sec tiède	Air sec très chaud	Air humide,	Rayons infrarouge,	Micro-ondes	Enzymes	Acide, alcool, sucre, sel, etc.	Pression
Solide sec	1	2	3	7	4	5	6	8	9	10	11	12
Eau frémissante,	13	14	15	16	17	Braisage	19	20	21	22	23	24
Eau bouillante	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Huile	37	38	39	Friture deux bains	41	42	43	44	45	46	47	48
Air sec, tiède conduction	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Air sec très chaud	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Air humide,	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Infrarouges	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Micro-ondes	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
Enzymes	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Acides, alcool, su sel, etc.	121	122	133	124	125	126	127	128	129	130	131	131
Pression	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144

Certaines cases de ce tableau correspondent à des opérations connues, d'autres à des opérations inconnues.

Après avoir appliqué cette méthode aux sauces (à partir du « Répertoire de la cuisine », de Gringoire et Saulnier), il propose de transférer dans cet article aux transformations de la viande.

Il élabore ainsi des tableaux combinatoires, en prenant comme base la matière animale soit entière, soit en solution, soit divisé en particules, et en faisant agir différents paramètres : gaz, eau, huile, ... ou encore acide, chaleur, alcool.

Il explore ainsi des combinaisons nouvelles, qui peuvent être traduites éventuellement en composés comestibles, fruit d'une élaboration qui ne répond à aucune tradition ou aucune logique culinaire.

Guy Aznar propose aussi comme illustration de la technique de l'arbre à idées : le principe consiste à noter le sujet au milieu d'une grande feuille, et par principe associatif regrouper autour de chaque mot les idées qui s'y rapportent, par un jeu d'arborescence progressif. La technique se poursuit en regroupant aléatoirement ou intuitivement 2 à 3 mots et en laissant le groupe ou des sous-groupes réfléchir à partir de cette nouvelle association.

L'auteur soumet enfin une autre pratique possible, celle de la rencontre entre le sujet et le hasard, soit forcé (parcourir un dictionnaire et s'arrêter sur un mot pour le mettre en relation avec le sujet à traiter), soit rêvé (laisser libre cours à son imagination, et croiser le sujet avec des idées de son imaginaire de l'instant ...).

Cette technique n'est pas sans me rappeler les techniques créatives relatées par Michel Guérard à l'occasion du Colloque « Nouvelles tendances culinaires » à Tours les 2 et 3 Décembre 2005, puisées dans ses envies du moment et les sensations qu'il cherche à retrouver dans une assiette : exemple de son huître au café, plat né à la suite d'une rêverie consciente en l'absence de client, au bar, lors de la consommation d'un café dans lequel M. Guérard aime à rajouter un zeste de citron ... l'idée est progressivement apparue de mêler la saveur iodée avec du café, et une touche acidulée. De multiples essais, avec notamment différents types de café ont finalement permis de trouver le café (café vert), la technique (café légèrement torréfié) pour l'associer à l'huître.

▪ **Projection** : dans les techniques projectives, Guy Aznar propose :

- l'identification (projeter le problème sur soi)
- la projection sur un support (décrire spontanément une image soumise à son regard)

Léonard de Vinci déclare sur ce sujet : « Tu dois regarder certains murs tachés d'humidité. Tu pourras y voir la ressemblance de divins paysages, ornés de montagnes, de ruines, de rochers, de bois, de grandes plaines, de collines et de vallées, d'une grande variété. Tu y verras aussi des batailles et des figures étranges, dans de violentes actions, des expressions de visages et de vêtements, et une infinité d'autres choses, parce que l'esprit s'excite parmi cette confusion, et

*qu'il y découvre plusieurs inventions »*¹⁸².

L'exemple caractéristique de la technique projective sur un support est le test de Rorschach (lequel a mis au point la technique d'analyse de tâches d'encre comme révélatrice de maux ou de dysfonctionnements).

- La projection externe (éloigner la personne de son environnement de recherche et la projeter dans un autre cadre de réflexion) : la technique peut tout simplement consister à placer tout ou partie du groupe dans un espace autre qu'une salle, un jardin, un musée, un supermarché, et examiner le sujet sous l'angle conféré par ce nouvel environnement.
- **Rêverie** : la rêverie, instant magique où l'esprit divague, sans repère, libre d'aller vers des sentiers que la raison parfois repousse, est prolifique en idées.

Guy Aznar cite Jacques Hadamard, mathématicien : « *Etant réveillé en sursaut par un bruit extérieur, une solution cherchée depuis longtemps m'est apparue d'un seul coup sans le moindre moment de réflexion de ma part et dans une direction toute différente de toutes celles que j'avais essayé de suivre auparavant* »¹⁸³

La rêverie peut être naturelle et inconsciente (rêverie individuelle), organisée et plus ou moins consciente (de jour en groupe, par écrit, ...).

- **Graphique et corporelle** : la technique consiste à user de modes d'expression graphique (le dessin individuel ou collectif, le collage, le modelage – la sculpture, mais aussi la photo, en demandant à tout ou partie d'un groupe de photographier dans un environnement donné ce qui intuitivement a un rapport avec le sujet) ainsi que de représentation corporelle (pour mimer le sujet ou les ébauches d'idées).

5.1.3.1.3 Le croisement

Les démarches permettent de mettre en lumière tôt ou tard des idées ou des bribes d'idées (Guy Aznar recommande d'ailleurs à ce propos la nécessité de ne pas s'enfermer trop tôt dans la recherche hâtive d'idées abouties, condamnant tout ou partie du groupe à ne plus sortir de cette facilité et des idées « toutes faites »).

La dernière étape de la technique par détour consiste alors à confronter l'imaginaire et la réalité afin d'examiner la faisabilité des idées : cette confrontation peut se faire :

- en direct : par le groupe entier, voire en organisant le groupe en deux sous – groupes : le groupe des « rêveurs » et le groupe des « décodateurs » censés traduire les pensées des rêveurs en idées potentielles ... (technique dite de « l'aquarium »)¹⁸⁴
- en différé, grâce aux traces (écrites, orales ...) des expériences de recherche, et structuré sous forme de schémas, de matrices censés donner forme à des idées nouvelles.

La confrontation peut engendrer des critiques, déstabilisatrices pour la force créative du groupe. Il est strictement important pour ne pas freiner les démarches, de ne pas se résoudre brutalement à opposer à l'idée énoncée une réalité évidente (Guy Aznar parle à ce sujet de la situation dans laquelle pour occuper moins de place dans un espace, une personne propose une chaise « qui tient au plafond », idée consciemment irréalisable mais lui opposer cette réalité serait condamner toujours selon l'auteur l'idée à ne plus se développer et prendre forme plus tard à une idée réellement innovante).

5.1.3.2 Les techniques analogiques

Les techniques analogiques sont couramment utilisées en démarche créative ; Guy Aznar distingue :

- **les analogies logiques**, fondées sur des démarches rationnelles d'analyse et de transfert méthodique.

Exemple : les sucettes Chupa Chups ont répondu à des besoins « fonctionnels » : « en 1958, Eric Bernat, confiseur à Barcelone, cherche à mettre fin au « désespoir » de ces mères de famille dont les bambins salissent systématiquement leurs mains et leurs vêtements quand ils se régalaient de bonbons ronds. Reprenant la technique de la sucette ou du sucre d'orge, il décide de piquer son bonbon sur un bâtonnet, « comme si on le mangeait avec une fourchette »¹⁸⁵.

¹⁸² Léonard de Vinci, cité dans « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 85

¹⁸³ Jacques Hadamard, cité dans « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 91

¹⁸⁴ Technique décrite dans « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 56

¹⁸⁵ « Chupa chups, une douceur planétaire », par Audrey Emery, Historia, Février 2005

- **Les analogies intuitives**, « éventuellement insolites, irrationnelles, vagues » déclinées en : analogies directes (comparaison spontanée), analogies temporelles (comparaison avec le passé), analogie symbolique ou métaphorique (comparaison à une image), analogie graphique (comparaison à un schéma) ...

5.1.3.3 **Le brainstorming**

La technique a été mise en pratique pour la première fois en 1938 par Alex Osborn : « on avait coutume de laisser au hasard la production d'idées pour résoudre créativement un problème. Désormais, il faut tenir compte du fait que l'on peut volontairement augmenter la production d'idées en se conformant à quelques principes fondamentaux ».

Alex Osborn décompose la technique en 4 points, fondamentaux :

- différer son jugement : cette règle universelle est sans doute la moins aisée à respecter, mais elle est décisive. Elle s'entend dans le fait de s'interdire tout jugement de valeur, susceptible de freiner la recherche de propositions.
- ne pas se limiter dans les idées : c'est la quantité des propositions émises lors du brainstorming qui fait la richesse de la technique.
- s'autoriser à imaginer des idées les plus folles
- associer les idées les unes aux autres

Mettre en place une séance de brainstorming nécessite par conséquent que ces règles soient communes à tous et comprises par tous, ce qui nécessite parfois une formation préalable avant d'entamer la technique en elle-même.

Il faut convenir tout comme Guy Aznar que la technique convient plus particulièrement aux recherches qui réclament un nombre important de propositions, et notamment celles « liées au marketing, à la recherche commerciale ou publicitaire, à la vie quotidienne, aux problèmes sociaux ... ».

Guy Aznar propose certaines variantes au brainstorming : le brain post it (technique de brainstorming utilisant l'outil post it pour écrire les propositions du groupe) ; le brainwriting (technique de brainstorming par écrit, sur une feuille qui passe d'un individu du groupe à un autre) ...

Cette technique a connue un succès planétaire, même si il faut le reconnaître elle est aujourd'hui utilisée bien souvent comme unique technique de créativité. Guy Aznar parle à ce propos de l'extraordinaire possibilité offerte à tous les hommes « d'avoir le droit légitime, de temps à autre et pour une durée limitée, de suspendre leur jugement et d'émettre des propositions non rationnelles (...) »¹⁸⁶. Il faut reconnaître à la technique son action déclencheur de la créativité, ouverte à tous, possibles par tous ; Osborn ajoute : « ce talent créatif peut être développé, c'est hors de doute ... nous pouvons laisser notre talent créatif se rouiller faute de l'utiliser ou au contraire le développer par des exercices ayant pour effet de cultiver l'imagination »¹⁸⁷.

Guy Aznar souligne combien pour Osborn, la méthode du brainstorming est un outil pour développer la personnalité de chacun : « en dépit de tout, c'est toujours la puissance créative de l'individu qui l'emporte ... le travail en groupe ne remplace pas le travail personnel... la délibération en groupe ne se conçoit que pour compléter la production personnelle d'idées ».

5.1.3.4 **La technique de « la pensée latérale » :**

Il s'agit d'une technique mise en œuvre par Edouard de Bono, cité par Guy Arnaz. Ce dernier la décrit comme « une méthode de production d'idées qui fait appel à des processus conscients », souvent logiques, réglés par des mécanismes prédéterminés.

Il va ainsi à l'encontre de nombre de praticiens qui usent de la technique de détour par l'imaginaire comme voie de créativité :

« De nombreux spécialistes assimilent la créativité à l'inspiration. Débarrassez vous de vos inhibitions et vous deviendrez créatifs. Utilisez votre cerveau droit et vous serez créatifs ! Fiez – vous à votre intuition et votre créativité s'épanouira ! Plongez – vous dans un état second, placez – vous dans un état d'euphorie créatrice et le tour sera joué ! On en vient ainsi à faire l'apologie des états mentaux altérés ! On obtient le même résultat en adoptant une démarche fiable et rigoureuse qui

¹⁸⁶ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 121

¹⁸⁷ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 122

s'appuie sur des techniques délibérées »¹⁸⁸.

Ainsi, il est important de relever combien **la démarche créative peut puiser dans l'irrationnel, mais aussi dans le rationnel pour se développer**, soit de manière strictement indépendante (comme le suggère Edouard de Bono), soit de manière dépendante.

5.1.3.5 La collecte d'idées :

Guy Aznar associe cette pratique à une méthode raisonnée de recherche d'optimisation d'un système.

Il la définit ainsi : « un ensemble de démarches par lesquelles une entreprise s'organise pour collecter les idées produites individuellement, spontanément ou en réponse à un « appel aux idées », et pour stimuler méthodiquement cette production ». Certains auteurs parlent à ce propos « d'innovation participative ».

5.1.3.6 La théorie « Triz », ou méthodologie rationnelle d'invention ...

La théorie « Triz » pour « Théorie de la résolution des problèmes d'innovation » a été élaborée par Guenrich Altshuller, dans les années 50.

Il a révolutionné la démarche créative en postulant le fait que l'innovation reposait à forte majorité sur des processus mentaux identiques, processus déterminant une sorte de « mécanisme inventif » qu'il suffisait de trouver pour l'appliquer à d'autres problématiques.

Toute la théorie Triz repose par conséquent sur **le transfert de mécaniques de solutions à adapter en fonction d'une problématique donnée**.

Il n'est pas dans notre volonté de présenter la théorie Triz dans son ensemble, qui dépasse de loin cette simple présentation (une méthode de résolution de problématiques assistée par ordinateur, à partir d'une base de données de milliers de brevets déposés et de sites web sélectionnés et appropriés à la recherche, méthode d'ailleurs plébiscitée par nombre de grandes entreprises dont Boeing, Ford, Honda ... citées par Guy Aznar).

Par contre, nous ne pouvons écarter l'essence même de cette méthode tant elle nous apparaît une véritable piste d'investigation. Bien entendu, il n'est pas utile d'avoir recours à la théorie « Triz » dans les méthodes créatives à retenir en matière alimentaire (ce serait peut être l'apanage d'industries agroalimentaires ...). Ce que nous voulons retenir de cette théorie, **c'est que des méthodes créatives peuvent être reprises, et notamment celles initiées par des grands chefs, cuisiniers ou pâtisseries.**

Nous constatons souvent que l'innovation entre en cuisine ou en pâtisserie sous l'impulsion des chefs de file, mais il convient de remarquer combien les reprises de plats, de techniques, d'appellation, de matériels ou d'ustensiles sont détournés de leur usage premier et perdent de leur signification ...

Par exemple, la mode des gelées (préparations liées à l'agar-agar notamment) se généralise dans l'assiette, avec des textures plus ou moins maîtrisées et des saveurs perdues ...

Par exemple, le dressage rectangulaire se généralise dans l'assiette, ce qui n'est pas sans poser le problème de la signification donnée à la présentation de l'assiette, pâle copie d'une forme ou détriment du fond ...

Car une des voies vers l'innovation est sans doute d'étudier les méthodes créatives des chefs de file pour soit les reprendre et les adapter à ses compétences techniques et technologiques, soit en créer des nouvelles par recombinaison ou croisement ...

¹⁸⁸ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 188

5.1.4 La dynamique de l'atelier de recherche créative :

Les techniques de créativité ne suffisent pas au fonctionnement en autonomie de l'atelier de recherche créative : il existe un certain nombre de paramètres qu'il est bon de souligner et prendre en compte dans toute démarche créative ; Guy Aznar en présente 3 :

ENERGIE	L'atelier de recherche est propice à une dépense d'énergie de la part de chacun des acteurs, d'autant plus important que l'exploration entre rationnel et irrationnel provoque parfois des déploiements d'efforts extraordinaires. Les instants de recherche à proprement parler doivent être minutés et agrémentés de pauses ...
EMOTION	Il existe selon de nombreux spécialistes un lien étroit entre émotion et créativité. L'émotion agirait comme euphorisant et « anesthésiant » et permettrait de développer l'esprit créatif ...
GROUPE	L'effet groupe participe activement à la dynamique ; certes, il n'est pas une fin en soi et se trouve conditionné à : <ul style="list-style-type: none">- la communication (fluide) instaurée au sein du groupe- la confiance (mutuelle), qui permet de dépasser ses doutes et ses peurs notamment ...- la cohésion, le sentiment d'appartenir à un même ensemble poursuivant le même but D'autres paramètres sont à prendre en compte : sa taille (optimum : 8 à 10 personnes), la durée (3 jours de préférence)

Pour autant, la mise en œuvre d'une démarche créative n'est pas aussi improvisée que cela, et nécessite une formation des membres du groupe, qui passe par un entraînement. Guy Aznar souligne à ce sujet que « la formation est nécessaire pour signifier le changement »¹⁸⁹. Cela consiste notamment à montrer que tout individu est un créateur en puissance ... L'animateur dans ce cadre a un rôle prépondérant, à la fois provocateur dans les techniques qu'il va faire utiliser aux membres du groupe, sécurisant aussi et enfin entraîneur.

5.1.5 La sélection des idées :

L'étape ultime avant la mise en pratique des idées est la sélection des propositions émises lors des techniques de créativité précédentes.

Guy Aznar distingue : les modes d'évaluation procédant par choix subjectifs (« j'aime bien cette idée », « cette idée est belle » ...), et/ou par choix objectifs (« cette idée répond à un maximum des besoins ... »).

Cette sélection peut s'opérer par le groupe même qui est à l'origine des propositions, voire par un autre groupe.

La démarche créative est un processus itératif, non uniquement linéaire ((Guy Aznar parle de démarche systémique, dans lequel les éléments d'un système sont intimement imbriqués), entre :

- préparation (formulation du problème) « basée sur un travail conscient, analytique, permettant une bonne connaissance du problème »¹⁹⁰ ;
- incubation « où il n'y a pas de travail conscient, analytique sur le problème ... le cerveau travaille en formant des associations d'idées »
- l'illumination
- la vérification « qui nécessite d'évaluer l'idée, de la redéfinir, de la développer ».

¹⁸⁹ « Idées, 100 techniques de créativité pour les produire ou les gérer », Guy Aznar, Editions d'Organisation, Juin 2005, page 146

¹⁹⁰ Wallas, 1926, cité par Guy Aznar

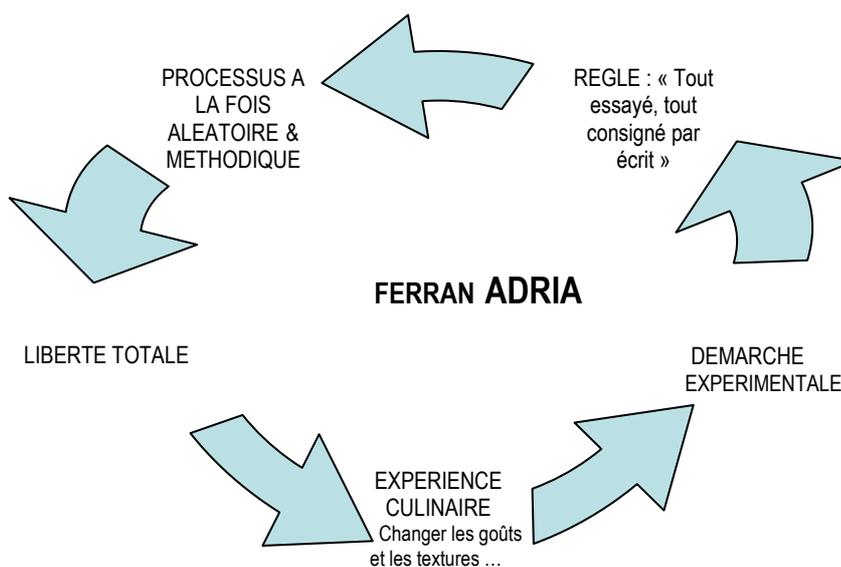
5.2 La créativité en action : repères emblématiques

La notion de créativité est diversement analysée par les professionnels des Métiers de Bouche ; elle se révèle soit instinctive, soit construite.

5.2.1 La créativité : 3 exemples atypiques ...

Nous prendrons appui sur trois chefs emblématiques : Ferran Adrià, Michel Bras / Olivier Roellinger, Pierre Hermé.

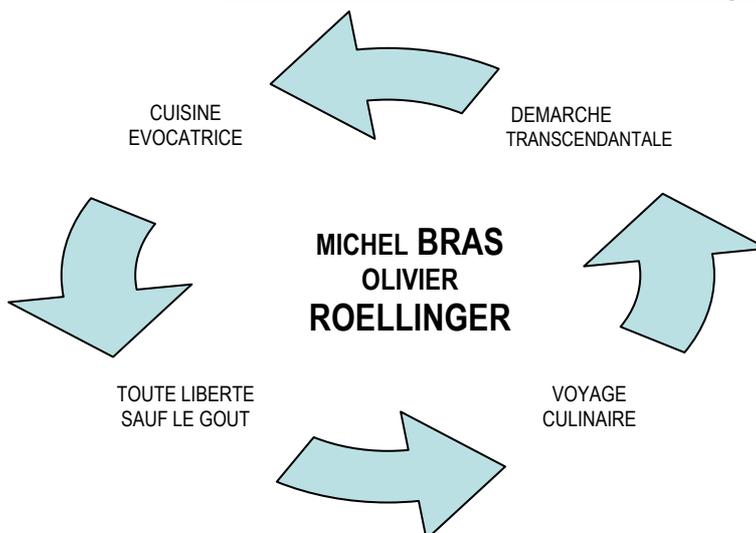
5.2.1.1 Le cas Ferran Adrià :



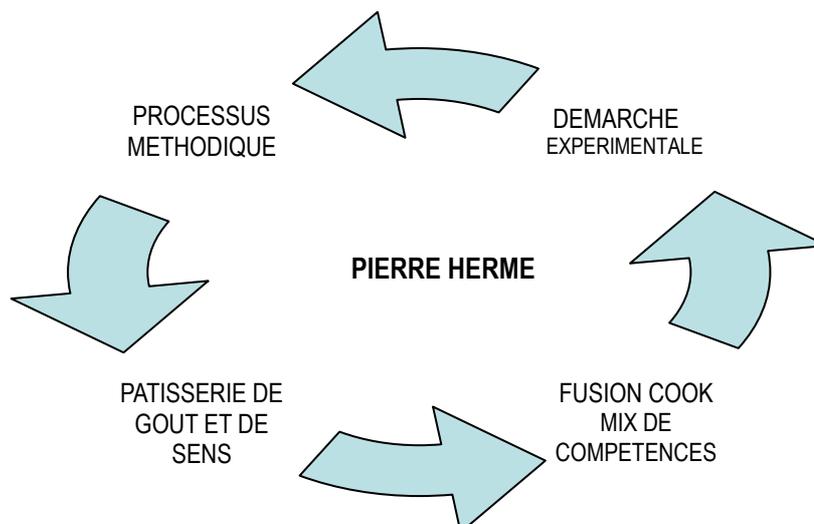
NB : le journaliste Andrea Petrini (Il Gambero rosso, Omnivore) écrit : « On y va pour vivre une expérience, assister à un défilé de plats repensés à la source et d'une liberté totale, un peu comme on va assister à un défilé de Karl Lagerfeld ou de John Galliano »¹⁹¹

¹⁹¹ Hors série Sciences & vie, « Manger » - article de Philippe Testard – Vaillant, n°238 – Mars 2007

5.2.1.2 Le cas Michel Bras ou Olivier Roellinger :



5.2.1.3 Le cas Pierre Hermé :



L'étude de ces trois exemples caractéristiques prouve combien la personnalisation de chaque cuisine procède par des démarches et des objectifs différents.

Dans un cas, la démarche de création est expérimentale et poussée à son paroxysme (Ferran Adrià) ; elle se nourrit de compétences diverses, dont notamment des scientifiques alors que d'autres vont puiser leurs ressources dans d'autres champs de compétences : la mode, le design ... (Pierre Hermé). Parfois encore, la démarche puise uniquement dans le répertoire émotionnel de l'individu (Michel Bras, Olivier Roellinger).

Dans un cas, l'objectif est d'ouvrir la palette des saveurs et des goûts à des univers inexplorés (Ferran Adrià), dans d'autres cas il s'agit de donner une cohérence de goût et de présentation avec le sens donné à la production (Michel Bras, Olivier Roellinger, Pierre Hermé).

On peut voir à travers ces schémas une des différences caractéristiques du moment entre :

- d'une part, les Chefs français, profondément attachés à « séduire leur clientèle avec des mets riches en goûts, cuisinés à partir de produits de terroir de qualité, en utilisant des aromates et épices d'ici ou d'ailleurs », sans chercher à « provoquer ou à bousculer les traditions »¹⁹² ...
- et d'autre part, cette lame de fond venue d'Espagne, d'Italie ou encore d'Amérique, portée par des chefs qui « cherchent à surprendre leurs clients par des créations originales et inattendues en s'appuyant sur la science nommée gastronomie moléculaire ou sur ce qu'ils ont découvert au cours de leurs voyages ».

Exemples en sont donnés avec :

- l'utilisation à de nouvelles techniques comme :
 - o la minéralisation avec de l'or, de l'argent ou du titane, invention du chef espagnol Quique Da Costa, surnommé le Magicien, du restaurant El Poblet à Denia, qui propose de fines plaques gélifiées d'aloë vera et de poudre d'argent et de titane mélangée en accompagnement d'une huître et relever sa saveur minérale ...
 - o la distillation de terre ou autres éléments sous-vide et à basse température (30°C), permettant de recueillir des huiles essentielles volatiles et non volatiles de terre de truffes, champignons des bois, thym ...
- la mise au point de nouveaux matériels : « la pipe à fumer les aliments »¹⁹³, du chef espagnol Joan Roca (restaurant El Celler de Can Roca, Gerone)
- des présentations hors-normes : « des épices en gélules servies au bord de l'assiette ; Cyber Œuf, un œuf de caviar présenté dans une boule transparente, à casser avec une paille et à gober » ...
- des mariages terre – mer, comme « Carpaccio de veau et de cabillaud » du chef anglais Claude Bosi, restaurant Hibiscus à Bray ; « Rognon de veau et oursin à la morille blanche », du chef italien Carlo Cracco, du restaurant Cracco – Peck à Milan

Thierry Marx est par contre, l'exemple atypique de la cuisine française, tant il manie avec intelligence et rigueur la « cuisine moléculaire » tout en préservant le goût. Il caractérise sa cuisine de « novatrice « c'est une cuisine qui se construit au présent, en utilisant les outils qui me sont donnés au XXIème siècle. La technique n'est qu'un moyen au service du plaisir »¹⁹⁴, déclare-t-il. Car, c'est bien le plaisir qui est fondamentalement recherché dans ses recherches : « la limite serait atteinte si la notion de rêve disparaissait. La cuisine, c'est avant tout le plaisir. Avoir recours à de nouvelles méthodes de cuisson ne doit pas faire oublier le produit ». Il poursuit : « Manger, c'est une élévation de l'esprit (...) y compris si vous grignotez des frites dans la rue ».

Il rejette en outre ce qu'il considère être le côté obscur de la « cuisine moléculaire » : « faire des effets de manche, jouer les chefs tendance en montrant que je manipule de l'azote »

La dominante graphique importe beaucoup pour Thierry Marx : pour lui, un plat, « ça se regarde, ça se médite et ça se mange ». Sa démarche culinaire s'enracine dans la recherche d'une esthétique ; il ajoute : « l'esthétique, le design du plat, le travail sur la matière, sa forme et sa couleur ont vraiment une grande importance pour moi ».

Nous étudierons plus particulièrement le cas Ferran Adrià qui se révèle être à notre goût un exemple raisonné et didactique de la démarche créative moderne ...

Il est important toutefois de souligner que nous ne prétendons pas analyser avec totale exactitude la démarche d'un tel artiste, tellement sa pratique se révèle par tant de côtés instinctifs et personnels. Michel Bras définit la création culinaire comme un processus global issu d'une attitude globale, et qu'il peut être parfois dangereux de ne retenir que quelques traits au détriment d'une philosophie globale ... (« *Je respecte beaucoup le travail créatif de Ferran Adrià et je trouve dommage que certains chefs croient saisir son sens créatif en empruntant des détails de son œuvre créative* »)¹⁹⁵

¹⁹² Journal L'Hôtellerie, n°3017 du 22 Février 2007 – « Tradition – Fusion, Innovation – Provocation », par Bernadette Gutel

¹⁹³ Op. cité

¹⁹⁴ Magazine Air France, n°118 Février 2007 – Le monde selon Thierry Marx, par Olivier Chartier

¹⁹⁵ Michel Bras, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005, « Michel Bras – Créativité émotionnelle », Georges Colan page 33

5.2.2 Focus sur Ferran Adrià, ou l'art culinaire provocateur ... 196

Iconoclaste Ferran Adrià ? Avant-gardiste Ferran Adrià ? Certainement.

Ferran Adrià, c'est un restaurant « El bulli » (« Le petit Bouledogue ») près de Roses (entre Barcelone et Perpignan), ouvert 6 mois sur 12 (entre le 1er avril et le 30 septembre), 70 personnes environ (40 en cuisine, 30 en restaurant), 40 à 50 couverts, une cuisine notée 19/20 au Gault et Millau, une troisième étoile Michelin depuis 1997, couronné « meilleur restaurant du monde 2006 »¹⁹⁷ par un jury de quelque 500 personnalités du monde de la restauration (restaurateurs, cuisiniers, journalistes, gourmets éclairés) réunies par le magazine britannique *Restaurant*.

C'est aussi des plats à la présentation si particulière qu'ils lui ont valu en novembre 2006, le prix de la fondation Raymond-Loewy, « la plus importante distinction du design européen », note Philippe Testard – Vaillant¹⁹⁸.

Le contre-pied pris par Ferran Adrià dans sa pratique culinaire est volontairement provocateur ; la cuisine, assemblage de traditions, de repères classiques, d'ordre établi par un passé lourd et empreint de codes et usages, est totalement ébranlé sous les assauts de cette nouvelle pensée novatrice en cuisine : celle de la « dé construction – reconstruction - ré interprétation » (nous verrons par la suite comment définir ces courants).

Déconstruire l'édifice culinaire pour jouer à de nouveaux assemblages inédits, avec comme règle : aucune justesse, si ce n'est la recherche de nouvelles sensations, la transgression de l'interdit, le refus de l'immobilisme. Il pose son regard sur tout, et propose de nouvelles interprétations de l'acte alimentaire ; le menu devient « scénario » et, à la manière d'un réalisateur, pense la dégustation dans son ensemble : les sens, la luminosité, la gestuelle, les outils...

Portrait technique et philosophique de Ferran Adrià :

« Pour évoluer, la première chose dont nous avons besoin est : nous organiser et disposer d'une philosophie » : en ces termes débute son ouvrage « El Bulli 1998 - 2002 », lequel constitue le support de ma présentation avec quelques articles complémentaires de la presse professionnelle.

L'organisation prime dans le modèle de Ferran Adrià :

- **une équipe** : Ferran Adrià, Juli Soler, Albert Adrià, et des partenaires : des dessinateurs industriels, des universitaires, des responsables de centres d'études, des artistes, des experts en nouvelles technologies (exemple de la collaboration avec une usine d'épaississants et de gélifiants SKW) ..
- **des ateliers** : pièce maîtresse dans l'échiquier de ses nouvelles « collections », l'atelier expérimental à Barcelone (recherche de nouvelles techniques, concepts et lignes maîtresses de la cuisine) et l'atelier à Roses (mise au point des recettes). Un restaurant : El Bulli (proposant un menu unique dégustation, décliné en 35 plats)
- **une méthode** : expérimentale, parfois hasardeuse (progression par tâtonnement), créative. Exemple de pensée globale, la décontextualisation (penser les produits, les recettes, les matériels, les bases culinaires ... hors de leur contexte originel) Exemple de méthode créative, la déconstruction (Principe : décomposer un plat en techniques et en produits et modifier tout ou partie de sa composition en jouant sur les textures, les températures, ... afin d'obtenir un goût sensiblement identique à la recette originale (exemple : « Mini asperges avec mayonnaise en déconstruction », « Tagliatelle de consommé à la carbonara » -567) ou la reconstruction (« Cèpes de croquant de cèpes »)
- **une philosophie** : une créativité sans bornes (avec une organisation sous forme de chemises d'idées, de calendrier créatif, ...) si ce n'est la recherche du goût, d'émotions sensorielles, puisées dans des voyages, des manuels (professionnels, et d'autres horizons : exemple du couscous de chou-fleur, né de la lecture d'un livre des soeurs Scotto), des expériences culinaires, ... ou imaginée (Exemple dans l'élaboration de la « Seiche à la brutesca », conçu sur la base d'un défi : se nourrir sur une île déserte avec un couteau comme seul outil. La philosophie pose aussi comme principe qu'« il n'a pas de vérités absolues en cuisine », laissant la place à toute sorte

¹⁹⁶ Extrait de la conférence donnée sur le thème du design culinaire, IUFM Midi-Pyrénées, site de Saint-Agne, mercredi 15 Juin 2005

¹⁹⁷ Hors série Sciences & vie , « Manger » - Article de Philippe Testard – Vaillant, n°238 – Mars 2007

¹⁹⁸ Op. cité

de challenge culinaire. Enfin, la créativité mêle : des démarches associatives (principe de l'analyse combinatoire, chère à Hervé This), des démarches par analogie ...

- une rigueur scientifique : une précision par rapport au poids (recours à des balances de précision identiques à celles utilisées dans les laboratoires de recherche chimique et pharmaceutique), au quantité, à la taille, à la forme, à la coupe ... de chaque élaboration par rapport au nombre de convives ; une précision par rapport au couple temps – température (exemple pour l'oeuf de caille, cuit « 7' à 70°C »)

Les pistes explorent :

- **les produits :**

- réflexions sur le produit : deux grandes tendances, soit minimaliste (utilisation de peu de produits, voire un seul produit, comme une déclinaison (exemple : la seiche à la brutasca) soit plus complexe (mix de beaucoup d'ingrédients) ; la vision du produit sous toutes ses dimensions (Exemple : la technique de l'égrenage « caviar de mûres », « couscous de maïs », ...) mais aussi la recherche de nouvelles textures et saveurs sur des aspects du produit délaissés : les pattes de crevettes (« Friture de pattes de crevette en tempura »), l'encre et l'essence de couleur marron (« Seiche à la Brutasca » -769), la transformation du produit (produit lyophilisé pour croquants divers) et le « déguisement » d'un produit en un autre (exemple du soja transformé en riz, de la pêche transformée en caviar, du consommé en tagliatelline : « Tagliatelline de consommé au pesto » -651 ..., du riz en boudin : « Boudin de riz noir soufflé »-461)
- les condiments : exemple de l'assaisonnement à la levure (« Soupe de levure avec glace au citron, beurre et oeuf de caille » -688), des élaborations associant le condiment sel avec divers produits (exemple du sel d'algues, du sel d'encre de calamar, du sel de safran ...),
- Applications de techniques et de concepts à un produit sous une nouvelle perspective : exemple du praliné sur des produits salés ; exemple de la technique grillée appliquée à des fruits de type pastèque, melon ; exemple de la caramélisation appliquée à des matières salées redéfinissant la gamme des croustillants et des croquants (« Croquant d'algue nori » - 637, « Taxo mexicain avec viande frite » -643, « Huîtres avec croquant et éponge de cacahuète » -675). A noter que la réalisation des feuilles de caramel (par broyage et tamisage de caramel, avant sa cuisson sur feuille antiadhérente) est une technique reprise par Ferran Adrià mais conçue à l'origine par Philippe Giure, et à son tour reprise par Frédéric Bau, grand chocolatier.
- Nouveaux produits : majoritairement les additifs (gélifiants : agar-agar, gélatine, ... ; stabilisants ...) utilisés en version froide / en version chaude / en remplacement d'une traditionnelle liaison à la farine (« Croquettes liquides de volaille » -474)
- Nouvelles combinaisons : des associations matériels – matières (exemple du sorbet moussoux « Sorbet moussoux à l'ananas avec raviolis d'ananas au Campari » -662, combinaison du Pacojet et de stabilisants)

- **la technologie :**

- de nouveaux appareils et ustensiles : le pacojet, la râpe micro-plane (application sur le parmesan, pour de nouvelles sensations en bouche : « cuisson en bouche »), le coupe – légumes (machine à laminer japonaise), ...appliqués à la cuisine, et pipettes, sniffs, appliqués au restaurant
- de nouvelles applications à des appareils et des ustensiles : le micro-ondes (infusion, confisage « express » -653, déshydratation ...), le siphon à soda (« Sodas de légumes et de fruits »), le compte-gouttes, ... le seiche-cheveux (« bulles de caramel »), le cocktailmaster (ustensile dans la préparation de cocktails, servant à séparer facilement des liquides par densité différente ; le travail de l'infiniment plat, en deux techniques : soit une matière soumise à congélation et tranché à la machine à jambon : applications sur le pain pour des lamelles de pain enveloppant un oeuf de caille (« Oeuf de caille avec pain »,636) ; sur la polenta : « Cannelloni de polenta avec gélatine aux anisés », 664) ; soit un liquide gélifié et coulé sur une plaque en acier inoxydable : « Ravioli géant de truffe d 'Eté à la Carbonara », 768) ;
- et plus récemment¹⁹⁹ :
 - la congélation à l'azote liquide suivie d'une lyophilisation (pour obtenir également des mousses, solides : « capuccino lyophilisé, biscuits de coco lyophilisés... »). Exemple : « Coque de lait de

¹⁹⁹ Journal L'Hôtellerie, n°3017 du 22 Février 2007 – « Tradition – Fusion, Innovation – Provocation », par Bernadette Gutel

coco lyophilisée : plonger une grande cuillère vide dans de l'azote liquide pendant 30 s ; plonger ensuite cette cuillère dans un mélange de lait de coco et de coco ; retirer la cuillère et la remettre dans l'azote liquide. Il s'est formé en surface de la cuillère une coque fine et rigide qu'il faut lyophiliser ensuite pendant 48 heures ») ;

- la sphérification inversée, qui permet de faire des incrustations dans un liquide (« *placer une moule cuite dans une cuillère ; verser un mélange de jus de moule et de Gluco de la gamme Texturas (gluconalactate de calcium) ; plonger quelques instants la cuillère dans de l'eau additionnée d'alginate et retirer. L'aspic ainsi constitué gonfle et peut être servi chaud* ») ;
- l'encapsulation, à l'aide d'une machine traditionnellement réservée à la pharmacopée.

- **les élaborations :**

- **nouvelles élaborations – créations**, devenues techniques et concepts : gélatine chaude (« aspic chaud d'étrilles », « ravioli géant avec chanterelles et cassis »), les textures aérées (les écumes, nées en 1994, d'abord avec le siphon, puis avec le Pacojet – « Asperges vertes panées avec écume de lait brûlé » -656 ; les nuages, les éponges), nouvelle manière de paner, réalisations des caramels et des croquants, les compacts, , le service de liquides – solides (« bière solide », « café solide »), les élaborations des cocktails en amorce du repas par les cuisiniers

- **les styles et caractéristiques :**

- **nouveaux styles et caractéristiques** : influence de pays aux cultures gastronomiques différentes (Japon : Sushi, sashimi, naki ...), tendance prédominante du mélange symbiotique sucré – salé (exemple de la « purée sucrée de pomme de terre à la vanille » -687), chaud et froid (version surprenante de la « Soupe de petits pois 60°/4° -552), solide – liquide (« Yaourt »), créativité axée vers les sens (dont l'odorat, le toucher) ; les snacks ; l'usage fondamental de stabilisants, pour des utilisations à froid ou à chaud (agar-agar, gélatine, ...) avec : « Notre royale de foie de lotte avec nuage de soja aux agrumes » -676, « Aspic chaud d'anatifes au thé » -681, « Faux tapioca de jambon ibérique » -672).

- **la scénographie alimentaire :**

- **une nouvelle définition des ustensiles pour manger** : pipette (sorte de brochette avec sauce incorporée, « pipette de morilles à la crème »), sniff (sorte de paille pour canapés à absorber, « sniffs de cèpes »), pierres congelées pour le service de mets glacé, « pastille glacé à la sangria », « ravioli glacé d'anisés avec toffee », ...)
- **la redéfinition des plats composant le menu**, avec l'introduction de snacks (pré-salé) et de morphing (pré-sucré), afin d'engager la dégustation en graduant les saveurs salées ou sucrées tout au long du repas (Ordonnement : Cocktails – Snacks – Tapas – Plats – Avant desserts – Morphings – Desserts – Petites folies)
- **la recherche touchant aux matériels de dressage :**
 - la collaboration avec une entreprise de fabricant (et une dessinatrice industrielle) donne naissance à de multiples supports (assiette, cuillère, bols, ...) pensés pour s'adapter spécifiquement à chaque élaboration nouvelle (un détail : les termes employés par Ferran Adrià sont révélatrices de son degré d'assimilation des vocabulaires et méthodes de pensée de ses collaborateurs ; il note ainsi le choix délibéré d'une couleur blanche pour ces supports afin de « rehausser l'effet chromatique des recettes »)
 - le dressage de mets dans des récipients éphémères (petits sacs jetables) : « graines de tournesol praliné », « maïs lyophilisé »
- **la volonté en 2006 de mettre l'accent sur un sens déterminant dans l'acte de dégustation** : l'odorat, avec des gestuels de dégustation propres à enfermer le client dans un univers aromatique pour décupler les sensations en dégustation (exemple : humer une branche de thym, une gousse de vanille, des feuilles de basilic, un mélange de pin et de champignons dans un ballon vaporisé à ces huiles essentielles avant d'être gonflé ...) ²⁰⁰.

²⁰⁰ Journal L'Hôtellerie, n°3017 du 22 Février 2007 – « Tradition – Fusion, Innovation – Provocation », par Bernadette Gutel

Même si tous s'accordent à penser que le but suprême reste la satisfaction de nos sens, quand ce n'est pas leur émerveillement ou leur ravissement, Ferran Adrià diffère de ses acolytes par son besoin ludique de jouer avec le comestible. Ses recherches expérimentales partent tous azimuts, du contenant aux contenus, du gestuel alimentaire au décorum et proposent une nouvelle interprétation de la cuisine et du manger

« Depuis 1996, je m'intéresse à la cuisine de recherche. Personne ne me prenait au sérieux. Il n'y a pas plus de vingt restaurants au monde qui le font. Pour élaborer un plat, il faut savoir comment ça marche, alors il faut travailler avec le monde de la science. La cuisine doit être amusante. Elle doit être un jeu, avec de l'humour, comme la vie »²⁰¹

Le fait que ce phénomène parte d'Espagne est révélateur de la position de ces cuisiniers libérés de toute emprise séculaire dans ses pratiques alimentaires. Un peu à la manière des premiers instigateurs de ce que fut à l'origine « la nouvelle cuisine », l'idée fondamentale repose pour l'essentiel sur la prise de recul – la distanciation par rapport à nos gestes et habitudes professionnelles. Le statut d'autodidacte de Ferran Adrià participe de sa liberté de création. Sa volonté de s'entourer de professionnels (ingénieurs en sciences et technologies de l'aliment, chimistes, architectes, créateurs de mode, designers ...) prouve une nouvelle fois combien le brassage des compétences et les brainstorming qui en découlent ajoutent au génie de ses créations.

On entend déjà s'élever les garants de notre cuisine, les héritiers des pères fondateurs dont Auguste Escoffier, et décrier ce faux-semblant de cuisine. Certains comme Alain Senderens se demandent si les travaux de Ferran Adrià peuvent être encore qualifiés de cuisine ? ... d'autres protestent, comme Michel Guérard ²⁰² : « La cuisine n'est pas un jeu ! ». Au pilori : le caviar de melon, le spaghetti de parmesan, le raviolis de mangue caramélisés ²⁰³... le respect du produit est érigé au pinacle des pratiques culinaires.

Pourtant, l'alchimiste Ferran Adrià fait des émules même parmi les stars de la cuisine française, dont Joël Robuchon, qui le consacre « meilleur cuisinier du monde » en 1992 ; « il est aussi le seul à faire une cuisine que j'aime, mais que je suis incapable de faire ».

D'ailleurs, il est intéressant de relever combien le regard porté sur Ferran Adrià tend à changer ; Michel Guérard, depuis son rejet de cette « cuisine moléculaire » exprimé dans les colonnes du journal Sud-Ouest en 2004, rectifie aujourd'hui²⁰⁴ : « *Oui à la création de nouvelles textures cherchant à pousser dans leur ultime retranchement le jeu des saveurs et des sens (...), à l'utilisation des opportunités que la nature, la science et la technologie apportent (...)* pourvu que cela ne se fasse pas dans un chaos laissant la part belle aux plagiat malhabiles, parfois irrespectueux ou caricaturaux (...) et que l'on ne sombre pas dans la dictature des tendances qui tue la création elle-même ».

Il ajoute : « *N'est pas Ferran Adrià qui veut. Ferran Adrià est un agile alchimiste dont les expériences auraient amusé Brillat – Savarin. Il laisse son imagination en ludion libre, tels ces funambules du Cirque du soleil, tel un peintre surréaliste qui pulvérise traits et formes. Il a ce don de l'invention folle qui rend le rêve palpable, ce don de l'étrangeté qui finit paradoxalement par paraître naturel et couler de source. Ferran est un artiste à l'état pur. Chapeau l'artiste !* ».

Entre rejet et acceptation, l'émoi provoqué par cette « cuisine d'investigation » poussent certains critiques gastronomiques, américains pour ne pas les citer, à brandir « l'immobilisme culinaire » dans lequel la cuisine française est tombé (« La nouvelle cuisine a révolutionné le monde dans les années 1970. Mais depuis dix ans, l'innovation à la Française s'est figée dans la complaisance », Arthur Lubow, critique au New York Times ²⁰⁵).

Finalement, que doit-il rester de la cuisine de Ferran Adrià ? Celle d'un parcours initiatique, d'une exploration millimétrée aux confins de nos sensations, d'une aventure déconcertante pour des papilles ouvertes à décoder de nouveaux algorithmes ... mais aussi et surtout l'expression emblématique du **travail collaboratif cuisine / science / design**.

Après cette analyse de trois postures face à la créativité, il convient d'explorer de manière plus générale les praxis des chefs en la matière, et notamment :

²⁰¹ Le monde, Janvier 2004

²⁰² Michel Guérard, in Sud Ouest Dimanche – Dimanche 22 Février 2004

²⁰³ Extrait de la carte de Ferran Adria, in Le Monde 2 – 25 26 Janvier 2004

²⁰⁴ Hors série Sciences & vie , « Manger » - Article de Philippe Testard – Vaillant, n°238 – Mars 2007

²⁰⁵ Op. cité

- leur attitude créative
- leurs objectifs
- le poids / les limites de la créativité
- le champ d'investigation en démarche créative.

5.2.3 Points communs à l'acte créatif

En guise de préambule à ce chapitre, nous pouvons présenter la définition de la créativité, telle qu'elle a été retenue à l'occasion du Festival de la créativité gastronomique :

« Concevoir un plat en y trouvant des sensations que l'on n'a pas l'habitude de trouver généralement »²⁰⁶

5.2.3.1 L'attitude créative :

- pour Pierre Gagnaire²⁰⁷, « **l'acte créatif ne résulte pas d'une volonté consciente** ». Il relaie ainsi quelques uns de ses confrères, lesquels considèrent la créativité comme une sorte de don de Dieu, fait à quelques élus ; la créativité serait ainsi un acte privilégié pour une infime partie des communs des mortels ... Michel Bras à ce sujet parle d'une prédisposition : la créativité ne s'invente pas, ne se crée pas. « On ne devient pas créatif par un acte de volonté » insiste Michel Bras²⁰⁸.

Par contre, elle nécessite sans aucun doute une volonté, une force, bref un état d'esprit positif ; Pierre Gagnaire parle à ce propos de la nécessité de « garder un grand doute et les envies de donner, d'apprendre, de faire plaisir (...) il faut garder **ses facultés d'enthousiasme** ». Il ajoute même rester « encore assez sentimental et candide » : s'émerveiller de ce qui nous entoure, être curieux ...

Michel Bras utilise d'ailleurs les mêmes termes : à la base de la créativité demeurent « une capacité de s'émerveiller, une forte curiosité » ; par contre, il ajoute le fait que la créativité « se cultive au quotidien », prouvant combien il est nécessaire de travailler cette gymnastique de l'esprit régulièrement. La méthode utilisée par Michel Bras nous rappelle d'ailleurs la pratique de nombre de personnes en état de recherche permanente, pensons par exemple à Antonin Carême, de nos jours à Ferran Adrià ... il s'agit de ses cahiers, dans lesquels il prend l'habitude de noter des instants vécus, des émotions (Georges Colan parle « d'évènements affectifs, fugaces comme une lumière bien particulière sur une fleur (...) un événement qui s'inscrit dans la durée comme la lente mort d'un buron qui tombe en ruine (...) ». Cette attitude créative se matérialise ensuite sous la forme de véritables séances de créativité ; A Laguiole, la séance est hebdomadaire, comme le souligne Georges Colan.

Pour Marc Veyrat, l'acte créatif se traduit par une opposition, une rupture voire une provocation (« Je sais que je suis créatif lorsque je constate que je suis incompris par la presque totalité de mes confrères. Ce qui veut dire que je suis différent. La différence et l'attitude pour l'être sont la première phase de l'acte de création »²⁰⁹).

Un point essentiel dans la démarche créative : être toujours « en éveil » !

²⁰⁶ Le Chef n°176, Avril 2006, « Festival de la créativité gastronomique – Créativité, mode d'emploi

²⁰⁷ Pierre Gagnaire, in Le Chef, n°173, Décembre 2005 – « La créativité : donner un sens à sa vie », Georges Colan, page 30

²⁰⁸ Michel Bras, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005, « Michel Bras – Créativité émotionnelle », Georges Colan page 33

²⁰⁹ Marc Veyrat, in Le Chef n°171, Octobre 2005 – « Marc Veyrat, Penser une cuisine du XXIème siècle », page 50

5.2.3.2 Les buts poursuivis par la créativité :

La créativité apparaît comme « un besoin d'exister, de donner un sens à (la) vie ». Pierre Gagnaire ajoute même : « Je n'y ai subsisté (dans ce métier de cuisinier) que parce que j'y ai trouvé **une façon de m'exprimer et donc de créer** » (...) J'ai eu la chance de trouver à travers la cuisine, **un moyen de donner un sens à ma vie** ». La créativité apparaît ici comme une démarche essentielle dans la quête de la découverte de soi, et dans l'affirmation de soi.

D'autres chefs insistent sur le besoin de donner un sens à leur cuisine, et la démarche créative permet d'aller puiser dans sa personnalité des traits et de les exploiter en essayant de les retranscrire dans l'assiette.

Exemple de Jacques Decoret, MOF 1996²¹⁰, qui se plaît à laisser aller « son imagination, ses « pensées de cuisines » comme il les appelle (...) son principe est d'emmener le client dans son monde, dans ses pensées, sans le circonvenir par le luxe des arts de la table, du décor ou des produits nobles », sans doute une nouvelle idée de simplicité. Il ajoute : « chaque plat doit raconter une histoire ». Il place ainsi sa démarche dans celle de l'évocation (les produits utilisés, les techniques utilisées, leur présentation dans l'assiette, la manière de les déguster participent conjointement à donner un sens épuré et sans équivoque).

Exemple aussi de Jean-François Piège : « Je ne travaille pas sans avoir le sens de ce que je fais. La bonne pratique part d'une bonne compréhension. Le message que délivre Jean-Paul Aron dans *Le Mangeur du XIXème siècle* est que la cuisine ait du signe et du sens »²¹¹. Il ajoute par ailleurs l'importance donnée à l'esthétique aujourd'hui dans les créations sur assiette en accord avec le désir de donner du « signe » à la cuisine.

Exemple aussi de Marc Veyrat, pour lequel la créativité est « **un art de vivre, une expression de la liberté** »²¹². Il invoque le désir d'étonner le client par les produits issus de sa démarche créative.

Ce n'est pas sans nous rappeler la vision exprimée par nombre de conférenciers, professionnels ou de spécialités diverses, au Colloque de Tours sur le thème « Nouvelles tendances culinaires »²¹³, dont celle de Luc Dubanchet, directeur de la revue Omnivore :

« Que pourrait être le cuisinier d'aujourd'hui (...) ? sans doute une personne censée, dans l'idée qui donne du sens et raconte une histoire à travers ses produits, sa cuisine, son cadre (sorte de passeurs d'une histoire personnelle, idéologique et sensitive) ».

Gerges Colan note d'ailleurs quelques recettes de la modernité, dont par exemple : « un ensemble cohérent (...) » autant dans « l'esthétique des plats, leurs dessins, leurs jeux de couleurs, leurs volumes et le message qu'ils véhiculent (...) »²¹⁴

Il n'est pas inutile de dire combien cette pratique participe de la dynamisation de la commercialisation ; quand un professionnel parvient à communiquer sur sa pratique, à donner un sens à ses productions, alors il est plus facile pour les personnes chargées de les proposer à une clientèle de les traduire sous la forme d'un argumentaire structuré et vivant. Georges Colan parle au sujet de Stéphane Decoret de temps passé à élaborer ses plats avec de longs dialogues avec sa femme, qui les présente ensuite en salle. Ce mouvement de fond est la résultante progressive d'une plus grande lisibilité donnée à l'acte culinaire, entre autres apportée par des chefs comme Pierre Gagnaire, Olivier Roellinger et Michel Bras ; pour Marc Veyrat, ces chefs « ont énormément apporté à la cuisine par leurs réflexions intellectuelles ». Il ajoute : « Il en faut davantage. Ces chefs ont été marginalisés alors qu'ils sont les ferments de l'évolution. Ils sortent du sillon de la tradition par une façon nouvelle de concevoir la cuisine »²¹⁵.

En outre, la démarche créative vise la non répétition en pratique, le renouvellement : Pierre Gagnaire insiste sur le fait que ses idées nouvelles créent des perturbations en cuisine « afin de ne pas installer une trop grande répétition qui tendrait à la banalisation ».

²¹⁰ Jacques Decoret, in Le Chef n°173, Décembre 2005 – « Synthèse de la créativité et de la technique », Georges Colan, page 16

²¹¹ Jean-François Piège, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005 – « Jean-François Piège : Evoluer par l'analyse du passé et du présent », Georges

²¹² Marc Veyrat, in Le Chef n°171, Octobre 2005 – « Marc Veyrat, Penser une cuisine du XXIème siècle », page 50

²¹³ Se reporter au chapitre Actualités – Evènements du portail Pâtisserie – « Colloque Tours Décembre 2005 »

²¹⁴ Georges Colan, Le Chef n°172, Novembre 2005 – « Recettes de la modernité », page 39

²¹⁵ Marc Veyrat, in Le Chef n°171, Octobre 2005 – « Marc Veyrat, Penser une cuisine du XXIème siècle », page 50

Cette idée s'inscrit dans un mouvement plus profond dans les Métiers de Bouche, et particulièrement en Restauration. Le phénomène « **bistronomie** » dont l'Express se fait l'écho, s'inscrit totalement dans ce courant de pensée, celui de pratiquer la gastronomie différemment, et notamment dans un état d'esprit sorte de « cocktail détonant d'esprit franchouillard et de rébellion libertaire »²¹⁶.

Ces concepts de bistrotts gastronomiques sont nés à l'initiative de cuisiniers (un des premiers est sans doute Yves Camdeborde, chef de la Régalade, Paris) formés dans de grandes brigades de restaurants gastronomiques et désireux de pratiquer leur métier dans d'autres conditions, et notamment en jouant davantage avec les produits, dont les produits dits « pauvres » (pieds de porc, sardine, hampe de bœuf, ...) et dans un esprit plus décontracté.

Enfin, pour Marc Veyrat, la démarche créative vise aussi un autre objectif : « la cuisine doit acquérir un caractère moderniste pour attirer de jeunes professionnels » afin d'endiguer le problème de la perte d'attractivité des jeunes pour ce métier. Il situe le problème de la cuisine sur le fait qu'elle a « trop cultivé son côté traditionnel au point d'en devenir passéiste et conservatrice »²¹⁷ ...

5.2.3.3 Le poids de la créativité :

La créativité est « une expérience assez douloureuse. Le créateur se trouve dans un état d'esprit qui l'amène à détourner un acte banal pour en faire autre chose »²¹⁸. La démarche est il est vrai souvent vécue comme éprouvante, et particulièrement quand elle ne repose pas sur une méthode ou des principes : la créativité peut être instantanée (déclenchée pour tout événement de la vie, des émotions, ...matérialisée souvent par une étincelle), ou bien réfléchie voire mûrie après de longues périodes de recherche libre ou structurée ... Pierre Gagnaire insiste par exemple sur l'environnement nécessaire à l'acte créatif : « il faut une organisation qui donne la possibilité de se mettre en situation créative. Et même si l'on ne fait pas de la cuisine sur le moment, il faut au moins se mettre en situation de la rêver ».

5.2.3.4 Les limites de la créativité :

Une des particularités de la créativité exercée dans les Métiers de Bouche repose sur **la nécessité de disposer de repères techniques fiables** :

- soit la personne est doublée d'aptitudes créatives et de compétences techniques,
- soit la personne créative s'entoure de compétences techniques (exemple de Pierre Gagnaire : « la créativité ne s'exerce que lorsque la technique est assurée. Le titre de MOF de mon chef Michel Nave, s'il semble paradoxal dans ma cuisine, est en fait très important car il assure une base solide afin de me laisser l'esprit libre pour créer »). Il ajoute d'ailleurs à ce propos que « l'absence de technique est très fatigante et vide complètement l'énergie nécessaire à la création » ; Michel Bras pour sa part regrette parfois la place que tient la technique au regard de la création : « (...) aujourd'hui, la technique a pris le pas sur l'aspect purement gourmand de la création culinaire et l'on se trouve dans un excès qui bride en fait le résultat accompli d'un plat nouveau qui frappe par son sens du bon »²¹⁹ ;
- soit le professionnel s'entoure de personnes aux compétences diverses (exemple de Ferran Adrià, lequel constitue une sorte de « pools de compétences » avec : des ingénieurs de l'agro-alimentaire, des designers, ... ; de même Pierre Hermé avec des personnes des milieux de la mode, ...

La vision étrangère est particulièrement constructive : l'œil extérieur apporte des dimensions nouvelles à la créativité, et nombre d'autodidactes dans ce métier réussissent à apporter ce vent de modernité si essentiel pour revitaliser les pratiques.

Pierre Gagnaire déclare à ce propos que son rôle consiste à « déstabiliser » en cuisine pour « créer des ruptures créatives ».

Pour se renouveler, la pratique de nombreux chefs consiste d'ailleurs aussi à occuper les périodes creuses à sillonner des

²¹⁶ Sébastien Demorand, journaliste au Zurban, in L'Express – « Bistronomie », n°2848, Février 2006

²¹⁷ Marc Veyrat, in Le Chef n°171, Octobre 2005 – « Marc Veyrat, Penser une cuisine du XXIème siècle », page 51

²¹⁸ Op. cité

²¹⁹ Michel Bras, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005, « Michel Bras – Créativité émotionnelle », Georges Colan page 33

terroirs inconnus, en France ou dans le Monde, et notamment aujourd'hui en Espagne ou en Asie. Les exemples sont nombreux et les charismatiques Michel Bras, Ferran Adrià, en fermant leur restaurant de 4 à 6 mois de l'année pour se laisser le temps de se renouveler, ont fait des émules parmi leurs confrères : les voyages, et notamment en Espagne se font réguliers, exemple de Nicolas Magie, cuisinier à Cenon dans la banlieue bordelaise, restaurant la Cape 1 étoile au Guide Michelin, cité dans l'Express : « avec ma femme, nous allons en Espagne au moins un week-end par mois pour tester de nouvelles tables »²²⁰.

Ces explorations tendent souvent à créer des modes, des tendances aujourd'hui sur nombre de tables : c'est le cas de nos jours des tubes, des mousses, des gelées

Oriol Balaguer ajoute :

« *Tout (la pâtisserie) doit avoir un motif, un pourquoi, une raison d'être, une explication, une essence qui puisse être transmise à nos collègues et clients avec cohérence. Nous ne pourrions évoluer sans connaître les bases, ni faire un biscuit aux roses sans savoir faire un biscuit classique.*

Au cours des dernières années, il y a eu une évolution dont les tendances étaient parfois moins pertinentes que d'autres. Certains ont succombé à la tentation de la créativité pour la créativité, de l'originalité pour l'originalité, de la combinaison d'éléments pour la combinaison d'éléments dans le simple but d'être différent.

Or, nous avons la faculté d'émouvoir nos clients sans devoir tomber dans l'excès ni dans les combinaisons dépourvues de sens. Nous travaillons des matières qui à elles – seules, toute proportion et équilibre gardés, ont le privilège de séduire et stimuler le palais. Profitons – en et ne nous limitons pas au stade de simples artistes ou techniciens ; intégrons les deux aspects pour parvenir au meilleur résultat.

*La pâtisserie est synonyme de technique, bases, créativité et sensibilité ; une symbiose parfaite d'éléments qui la grandissent. Un pâtissier très créatif et sensible, mais à qui il manque une bonne base et une technique affinée aura toujours des problèmes. **Si, par contre, il a une bonne base technique et une bonne base mais n'a pas la sensibilité ni la créativité nécessaires, il sera condamné à passer inaperçu, sans jamais susciter les sens du goût.***

Ces affirmations sont aussi valables pour « la cuisine des desserts » que pour la pâtisserie destinée de boutique. Il ne faut pas donner la priorité aux décorations et à l'esthétique au détriment du goût »²²¹.

5.2.3.5 Les champs d'exploration de la créativité :

Les sources d'inspiration sont diverses, et notamment :

o Le passé :

Le passé est un registre courant dans la démarche créative des chefs, et notamment les souvenirs « sensoriels » d'une cuisine maternelle ... pour Jacques Maximin : « toutes les belles odeurs de sa cuisine (*la cuisine de sa mère*), gardées en mémoire (...) interviennent énormément dans ma cuisine ». Il ajoute : « bon nombre de très grands cuisiniers sont *tombés dans la soupe* tout petits et ont *un passé maternel* »²²²

Pour Michel Bras, la créativité est fortement psychologique, lié à « un processus émotionnel qui prend sa source dans son passé affectif et dont le berceau est le plateau de l'Aubrac »²²³. Si le poids de son terroir est fortement ancré dans son processus créatif, il le croise aussi volontiers avec des émotions, des perceptions et des curiosités issues de ses voyages « initiatiques », en Asie ou ailleurs.

Marc Veyrat place sa créativité dans le même champ : « ma cuisine est essentiellement cérébrale (...) elle ne s'interprète que par le vécu de l'homme, et même ses gènes ». Il revendique ainsi la compétence de pouvoir disposer d'une mémoire gustative et olfactive, sorte de bibliothèque dans lequel il puise ses inspirations ou sollicite chacune de ses composantes dans les moments de créativité.

- o Pierre Gagnaire parle « de couleurs (avec un thème sur le noir, sur le rouge) (...) des thèmes comme l'Orient, la mer ... ».
- o Jacques Décoret parle « d'associations d'idée, d'impressions, de sensations ». Georges Colan parle même « d'imaginaire et de virtuel » dans sa cuisine, ce qui n'est pas sans nous rappeler la cuisine de Marc Veyrat (« lard virtuel »).

²²⁰ Nicolas Magie, in L'Express – « Bistronomie », n°2848, Février 2006

²²¹ La nouvelle cuisine des desserts, Oriol Balaguer, Montagud Editores, 2006

²²² Hors série Sciences & vie, « Manger », n°238 – Mars 2007, article « Le sacre de la cuisine expérimentale », de Philippe Testard – Vaillant

²²³ Michel Bras, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005, « Michel Bras – Créativité émotionnelle », Georges Colan page 33

- Jean-François Piège, chef du Crillon, évoque pour sa part la place importante qu'offrent le passé et le présent dans sa démarche créative : elle résulte essentiellement d'une analyse permanente du passé et du présent. Il parle d'ailleurs non pas de créativité, mais « d'actualisation » : « en fait, je n'opère pas par action créative, mais par analyse qui amène une évolution des plats » note Georges Colan à son propos²²⁴. Il ajoute : « l'évolution se définit en fonction du produit, des attentes de la clientèle et de l'évolution de l'environnement de la consommation ». Les divers champs concourent à donner du sens aux productions : ce sens est donné « soit par la recherche intellectuelle qui accompagne le plat, soit par son origine traditionnelle, soit par sa localisation très précise et son identité »²²⁵

Ce qui est sans doute commun à tous ces professionnels est la nécessité de penser différemment et de réfléchir la cuisine.

Dans un article récent du magazine « Le chef »²²⁶, il est mentionné que la créativité prend racine dans : « *la tradition (...) le décalage – le jeu d'esprit (...) les terroirs repensés et recomposés* ».

La spécificité de la créativité culinaire française repose sur son héritage : « culturel, technique et régional ». Elle s'ouvre à toutes les classes sociales, et n'est pas uniquement réservée à une élite ...

Le dénominateur commun des chefs créatifs tient à leur logique de distanciation dans leur pratique, par le biais de traits « d'humour, de clin d'œil, de plaisanterie » (approche très ludique de certaines créations). Le chef créatif joue aussi sur des codes alimentaires empruntés à d'autres modes de consommation (fast-food, GMS, ...).

Exemple : Thierry Marx avec son concept Street –food, Jacques Décoret avec ses présentations en prenant comme support : boîte cachous, pot de Yaourt, ...

Le processus de création repose souvent sur le principe de « déstructuration – restructuration », de la recette et/ou du produit, processus qui est l'aboutissement « *d'une analyse approfondie des saveurs, des textures et des techniques (et) de la synthèse des éléments essentiels du ressenti des recettes* » note Georges Golan.

Il tient aussi pour essentiel l'aspect esthétique du plat, avec une attirance vers des formes très géométriques : « *rectangle, carré, parallépipède, cône et pyramide* ».

Enfin, l'effet de surprise chez le client est recherchée, notamment par une recherche approfondie sur les saveurs et les textures.

Georges Golan tient à souligner que l'approche créative des chefs français ne se fait pas au détriment des produits eux-mêmes : « *la force de la créativité française réside dans sa volonté de garder la lisibilité des produits et leur identification* », ni en passant outre la base culinaire classique.

5.2.3.6 Les méthodologies ? :

Peu de professionnels osent préciser leur méthodologie, tant elle est souvent intériorisée et non codifiée. Il est intéressant de mentionner ici les propos d'un pâtissier, Oriol Balaguer²²⁷, de l'équipe de Ferran Adrià :

Oriol Balaguer propose une **méthodologie dans l'acte de création** (entremets boutique), sous la forme de **tableaux dits d'orientation**, permettant de créer des combinaisons entre différents composants d'un dessert (**Jeu des combinaisons**) : « *Commence alors « le jeu de combinaisons ». Sur base des différentes composantes de la série de gâteaux présentés antérieurement pour le chariot de desserts, on peut ajouter d'autres éléments et multiplier presque indéfiniment l'assortiment d'entremets. Il s'agira de veiller à combiner ces éléments entre eux en tenant compte de toute une série de paramètres, sans perdre de vue que notre objectif est de parvenir à un résultat gratifiant sur le plan de la saveur, de l'arôme et de la texture* » (page 238).

²²⁴ Jean-François Piège, in Le Chef n°170, Août – Septembre 2005 – « Jean-François Piège : Evoluer par l'analyse du passé et du présent », Georges Colan page 34

²²⁵ Op. cité

²²⁶ Le Chef n°176, Avril 2006, « Festival de la créativité gastronomique – Créativité, mode d'emploi

²²⁷ « La nouvelle cuisine des desserts », Oriol Balaguer, Montagud Editores, 2006

Oriol Balaguer propose :

- des repères (en terme de proportions) pour le montage d'entremets, certes selon l'auteur « subjectifs et donc contestables », mais établis dans le respect des us et coutumes professionnels :

	Hauteur	3 cm	3,5 cm	4 cm	4,5 cm
	Biscuit	0,5 cm	1 cm	1 cm	1 cm
Gâteaux avec intérieurs	2 ^{ème} biscuit	-	-	0,5 cm	0,5 cm
	Intérieur (crème)	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm
	Mousse	1,5 cm	1,5 cm	1,5 cm	2,5 cm
Gâteaux sans intérieurs	Biscuit	0,5 cm	0,5 cm	1 cm	1 cm
	Mousse	2 cm	2 cm	2 cm	2,5 cm

- des repères sous forme de « Jeu des combinaisons », décomposés en tableaux progressifs :

1^{er} tableau : jeu des combinaisons des intérieurs Mousse + Crème

2^{ème} tableau : jeu des combinaisons des Intérieurs + biscuits

3^{ème} tableau : jeu des combinaisons des Intérieurs + biscuits + trempages

Oriol Balaguer précise : « *Les combinaisons de ces tableaux sont proposées à titre indicatif, et pourraient naturellement être beaucoup plus nombreuses. Il s'agit ici d'un point de départ, à partir duquel les professionnels pourront créer leurs propres spécialités, analyser et mettre en pratique les possibilités offertes par le jeu* ».

5.3 La créativité en action : repères expérimentaux

Depuis maintenant plus de cinq ans, nous développons à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres de Midi-Pyrénées²²⁸ des actions de formation interdisciplinaires, mêlant étroitement la discipline professionnelle et les Arts appliqués.

Par exemple :

- dans le cadre d'une formation nationale à destination des enseignants de Pâtisserie en Mention Complémentaire Cuisinier en desserts de restaurant, parrainée par le Centre d'Etudes et de Documentation du Sucre (CEDUS), notre démarche a consisté à placer les enseignants face à une nouvelle problématique : celle de « créer » un dessert à partir d'une liste de panier, et ce à partir des représentations que leur évoquaient les produits ou des sentiments qu'ils avaient envie d'évoquer à travers leur fabrication ...

Ce bouleversement conceptuel (le professionnel use majoritairement de la démarche associative « produit – techniques » en phase de production) a permis aux enseignants de s'ouvrir vers de nouvelles pratiques, entre autres conditionnées par la volonté **de donner du sens** à leur création, et permettre à tout un chacun de pouvoir « lire » leur fabrication...

Cette démarche a été appuyée par un travail en co-animation avec une formatrice en Arts appliqués Stéphanie Sagot, designer de surcroît, permettant une ouverture d'esprit vers de nouvelles considérations professionnelles, entre autres puisées dans des domaines complémentaires de la cuisine.

L'expérimentation s'est poursuivie sur un nouveau groupe d'enseignants, mais l'entrée dans la démarche n'a plus été le produit et son évocation, mais le dessin libre sur papier aux pastels ... Toute la démarche a alors consisté à placer les enseignants face à une feuille vierge, et leur demander de laisser libre cours à leur imagination et leur sensibilité en un temps minuté. L'exercice s'est ensuite prolongé par l'analyse « artistique » de chaque dessin, et pour chacun d'eux, le repérage d'une surface « clef », particulièrement expressive, à partir de laquelle l'enseignant devait tenter de mettre en pratique un dessert reprenant les formes – les couleurs – les dispositions ... marquantes de son dessin.

²²⁸ IUFM Midi-Pyrénées, Département Hôtellerie – Restauration – Alimentation (Directeur du département : Yannick Masson), Site de Ranguel, 118 route de Narbonne, 31078 Toulouse

Ces exercices, censés donner de nouvelles approches à l'acte de création avec les élèves, se sont révélés particulièrement riches d'enseignement : l'enseignement professionnel gagne en pertinence quand **des tentatives d'hybridation des disciplines** étaient menées à leur terme.

Il existe dans l'enseignement professionnel des dispositifs inscrits dans les référentiels sous les noms de : co-animation, modules, projets pluridisciplinaires à caractère professionnel, ... qui peuvent prétendre à de véritables innovations pédagogiques et de profondes modifications des pratiques professionnelles.

- Dans le cadre de la formation des futurs enseignants dans les Métiers de l'Hôtellerie – Restauration et de l'Alimentation, nous avons de même inscrit depuis maintenant deux ans au plan de formation, un module pluridisciplinaire Cuisine – Pâtisserie – Restaurant et Arts appliqués, sur le thème de : « l'optimisation de la commercialisation ». Ce module positionné en amont des séances pratiques, est destiné, sous la forme d'un travail collaboratif à non seulement prendre en considération les spécificités de chaque corps de métier (cuisine / pâtisserie et restaurant), mais aussi et surtout d'assurer ce que l'on nomme dans le jargon du management du « team building » (« construction d'équipe ») au service d'une réelle complémentarité dans l'acte de commercialisation. L'objectif fondamental était de mettre l'accent sur le fait que la création artistique ne repose pas essentiellement sur les personnes en cuisine ou en pâtisserie, mais qu'elle est **débatue – négociée – organisée de façon pluridisciplinaire, pour donner une cohérence et une lisibilité du laboratoire à la salle de restaurant.**



Aussi « esthétique » peut être le plat, il perdra de sa magie dans l'imaginaire ou la dégustation du client s'il n'est pas mis en valeur (dans le sens « apporter une valeur ajoutée ») par des explications, des gestuels, des mises en scène ... par les personnes chargées de présenter ce plat aux clients.

En termes pédagogiques et professionnels, l'enjeu est significatif. Il permet non seulement de **structurer des méthodes ou des pistes pouvant conduire à une démarche créative individuelle (ouverte à tous) mais aussi collective.**

NB : Dans les Métiers de Bouche, la création artistique ne reposera pas essentiellement sur l'aspect du produit fini ; elle sera conditionnée par son adéquation avec ses qualités organoleptiques. La création artistique ne peut se jouer de tout, et plus particulièrement du produit en lui-même. La création trouve alors toute sa mesure lors de l'évocation de la notion même de « respect du produit », érigée parfois comme un véritable dogme dans les praxis professionnelles.

Il est important qu'en matière d'enseignement, **le produit ne soit pas sacrifié sur l'autel de la création artistique** ; il y a de la légitimité donnée à la préservation et à la valorisation de la qualité de nos produits alimentaires, en France.

6 Pour aller plus loin dans nos approches pédagogiques : la démarche d'analyse MISE A JOUR 25 AVRIL 2008

6.1 *Préambule : de l'intérêt de développer l'analyse sensorielle dans nos enseignements ...*

Le thème n'est pas anodin, et le fait de lui consacrer un chapitre montre à quel point nous le considérons déterminant, et particulièrement dans l'enseignement dans les Métiers de l'Hôtellerie – Restauration et de l'Alimentation.

Nous rejoignons le vœu des auteurs Danielle Douillach, Yves Cinotti et Yannick Masson, lesquels déclarent :

« Il nous semble que l'analyse sensorielle doit absolument connaître un développement important dans l'enseignement hôtelier. La constitution d'une culture olfactive et gustative est primordiale pour des élèves qui sont de moins en moins initiés par leur milieu familial »²²⁹.

Certes, nous pouvons être amenés à prétendre que « tout le monde pratique l'analyse sensorielle » ... ce serait sans compter ce qui fait la spécificité de notre métier : rendre professionnel l'acte même de manger. Voilà ce qui pour nous pourrait être l'enjeu majeur de l'enseignement professionnel dans nos métiers : celui de donner à tous les élèves inscrits dans cet enseignement les bases nécessaires, les repères pour juger de la qualité de leur alimentation, et par la même, leur donner les moyens de se distinguer du commun des mortels par leur capacité d'analyse.

A une époque où le sentiment général nous porte à croire que la structure familiale a éclaté, avec elle tous les repères et les codes qui faisaient l'équilibre de l'enfant et de l'élève, à une époque où de toutes parts on fustige les pratiques alimentaires de nos contemporains et parmi eux, majoritairement les jeunes, nous mettons en avant notre rôle d'enseignant « des bonnes manières » de manger et de déguster comme atout majeur dans la formation de l'élève. Nous voulons croire que l'enseignement professionnel puisse retrouver « ses lettres de noblesse » par les réponses pratiques qu'elle peut apporter à des individus « déboussolés ».

Nous prônons le fait que de sujet naïf, l'élève devienne progressivement sujet initié, puis à terme **sujet qualifié** (pour reprendre le vocabulaire utilisé en analyse sensorielle), car, comme le soulignent les mêmes auteurs :

« La connaissance du produit n'est rien si elle ne s'appuie pas d'abord sur la découverte sensible de celui-ci. La créativité culinaire est une illusion si elle n'intègre pas la qualité organoleptique du produit fini »²³⁰

En outre, nous plaçons l'analyse sensorielle dans un processus citoyen : la démarche permet non seulement de mieux se connaître, mais aussi et surtout elle concourt à mieux connaître les autres, et accepter les différences de jugement et d'opinion : voilà sans doute aussi un point clef de l'enseignement professionnel, celui de développer **un esprit de groupe, une culture du groupe**, ce qui va profondément à l'encontre d'un individualisme exacerbé dans notre société.

Les mots sont lâchés, entrons dans l'arène et dans le vif du sujet ...

²²⁹ « Enseigner l'hôtellerie – restauration », de Danielle Douillach – Yves Cinotti – Yannick Masson, Editions Jacques Lanore, collection LT Sup, Juin 2002 – page 87

²³⁰ Op. cité

6.2 **Physiologie sensorielle & analyse sensorielle :**

Hervé This pose comme définition de la physiologie sensorielle : « une science qui se préoccupe de perception »²³¹. Elle étudie par conséquent les stimuli et les réactions de l'organisme humain, pour chaque sens dont il dispose pour apprécier un aliment, notamment : la vue, l'olfaction, l'audition, le toucher, l'équilibre...

L'analyse sensorielle serait ainsi une ramification de la physiologie sensorielle.

6.2.1 **Essai de définition :**

L'analyse sensorielle est une discipline scientifique permettant - selon le cas - **la mesure, l'analyse voire l'interprétation** des réactions aux caractéristiques des aliments perçues par les sens.

En matière d'analyse sensorielle, deux démarches sont usitées :

- une démarche analytique : il s'agit d'une démarche associant des techniques de mesure des caractéristiques sensorielles d'un produit (par exemple : contrôle des qualités organoleptiques d'un produit dans le temps, valable dans le cas d'une industrie agro-alimentaire), permettant soit :
 - o une analyse discriminative, c'est-à-dire la perception globale d'un produit alimentaire, tant qualitative que quantitative, permettant une différenciation
 - o une analyse descriptive, c'est-à-dire la mesure qualitative et quantitative à l'aide de descripteurs et d'échelles de notation
- une démarche hédonique : démarche permettant de mesurer le degré de plaisir que provoque la dégustation ou la consommation d'un produit alimentaire auprès d'un public identifié

6.2.2 **Un point d'histoire, ou comment relativiser les connaissances que nous avons sur les mécanismes du goût et leurs perceptions ...**

Dans l'Antiquité, les premiers écrits, entre autres ceux d'Aristote, tentent de faire le point sur la notion de « saveur » :

« Dans les saveurs comme dans les couleurs, d'une part les espèces simples qui sont aussi les contraires, savoir le doux et l'amer, d'autre part les espèces dérivées, soit du premier comme l'onctueux, soit du second comme le salé, enfin intermédiaire entre ces dernières saveurs, l'aigre, l'âpre, l'astringent et l'acide, à peu de choses près, telles paraissent être en effet les différentes saveurs ».

A la Renaissance, Léonard de Vinci souligne la primauté des sens : « Toute vérité non perçue par les sens est une vérité nuisible ».

En 1751, Linné précise les qualités gustatives, au nombre de dix, en incluant néanmoins des sensations olfactives ou mécaniques :

« l'humide, le sec, l'acide, l'amer, le gras, l'astringent, le sucré, l'aigre, le muqueux, le salé ».

En 1824, J-M. Eugène Chevreul propose une classification des perceptions en : sensibilité tactile, olfactive et gustative. Ce n'est qu'en 1860 que le terme « analyse sensorielle » apparaît (dans les écrits du même Chevreul).

A la fin du XIXème siècle, se développent deux théories fondamentales :

- la Théorie des « 4 saveurs de base » (c'est-à-dire la prééminence de l'existence de 4 saveurs : le sucré, le salé, l'acide et l'amer)

²³¹ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 17

- la Théorie de la « cartographie linguale des saveurs » (c'est-à-dire la localisation géographique sur la langue des saveurs fondamentales : le sucré sur la partie avant de la langue, l'amer sur la partie arrière, le salé et l'acide en périphérie).

Il faut attendre le XXème siècle pour assister à **la réfutation catégorique de ces deux théories** :

- il n'est plus question de ne parler aujourd'hui que de 4 saveurs, mais plutôt d'un **continuum multidimensionnel de saveurs** (existence d'une infinité de saveurs). Annick Faurion du laboratoire de neurophysiologie sensorielle de Massy, propose d'ajouter entre autres aux saveurs : l'umami (dont la perception caractéristique peut se faire à partir d'un bouillon d'algues kombu) et la réglisse
- des recherches scientifiques ont prouvé **le caractère erronée de la prétendue localisation** des saveurs sur la langue (la langue est pourvue à sa surface de bourgeons, papilles réceptrices des saveurs, capables de reconnaître plus ou moins certaines saveurs).

De même, la question de l'inné ou de l'acquis en matière de goût est toujours sujet à polémiques entre physiologistes et psychosociologues : des études (entre autres ceux initiés par Benoît Schaal, chercheur à l'INRA) ont montré que la culture du goût est acquise dès le stade utérin.

Hervé This pour sa part, invoque « l'inné » pour sa dimension physiologique :

« les sensations sucrées ont un attrait inné, parce que le nourrisson ou le jeune singe sont équipés de récepteurs chimiques et de circuits nerveux qui leur permettent d'apprécier ces sensations physiologiquement utiles : le sucré est associé aux fruits, lesquels apportent de l'énergie. Inversement, de nombreux végétaux amers sont toxiques, de sorte que la biologie a intérêt à rendre les individus naturellement méfiants à leur égard »²³²,

et ajoute combien l'acquis est fortement dépendant de l'environnement et des apprentissages de l'être en construction.

En outre, il faut réfuter la croyance selon laquelle l'olfaction serait le sens principal du goût (parfois même, on peut lire que l'odorat est responsable de 90% du goût !). Pour illustrer cette contre-vérité, Hervé This²³³ cite par exemple les accidents de brûlure de la langue lors de la consommation d'aliments « trop chauds » inhibant les mécanismes de perception de la saveur, et donc du goût ...).

Aujourd'hui, la sensation olfactive fait l'objet de nombreux travaux et de nombreuses théories, entre autres : la **théorie de la reconnaissance des arômes volatils par les vibrations émises** (c'est-à-dire la capacité des récepteurs de l'odorat à identifier la vibration émise et spécifique de chaque arôme). Cette théorie a été prouvée scientifiquement par Luca Thurin²³⁴.

En 2004, un prix Nobel est même remis à des chercheurs pour leurs travaux sur les mécanismes de l'olfaction ²³⁵ : deux chercheurs Américains, Richard Axel et Linda B. Buck reçoivent le **Prix Nobel de physiologie et de médecine 2004** pour leurs travaux sur les mécanismes impliqués dans la perception, la reconnaissance et le souvenir des odeurs à l'échelon génétique et moléculaire. Ils définissent ce principe en 4 points :

1. la reconnaissance des molécules odorantes présentes dans l'air par des récepteurs d'odeurs localisés à la surface des membranes olfactives
2. l'activation des cellules et transmission d'un signal électrique
3. le regroupement / combinaison des signaux au niveau des glomérules, organes intermédiaires entre le bulbe olfactif et le cerveau
4. enfin la transmission des signaux au cerveau et leur reconnaissance.

En 2005, la théorie développée par Luca Thurin est sujette à polémique, notamment par Pierre-Marie Lledo, directeur de l'Unité perception et mémoire olfactive de l'Institut Pasteur – CNRS :

« Il y avait alors des théories, que l'on sait aujourd'hui fumeuses, concernant par exemple des phénomènes de vibrations moléculaires ».

Hervé This, en participant à la rénovation du CAP Cuisine, participe à une plus grande lisibilité en matière d'analyse

²³² Hervé This, « Les dimensions du goût », *Thuriès magazine*, N°125, page 83

²³³ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 28

²³⁴ Auteur de « L'homme qui entend les parfums », édition en 2004 d'un ouvrage de Chandler Burr (Ed. Autrement) traitant de la théorie de Luca Thurin

²³⁵ *Le Monde*, Octobre 2004 – « Les nobels de l'Odorat »

sensorielle et prône une plus grande logique dans son enseignement²³⁶ :

- Il définit ainsi **le goût** comme « **l'ensemble des sensations, gustatives (saveur), olfactives (odeurs et arômes), mécaniques, proprioceptives, thermiques...** ».

Le goût ainsi, « (...) une fois perçu de façon physiologique (le goût dépend des circonstances, de l'environnement, des convives de l'état de santé, de la culture, de l'histoire individuelle...), est interprété par le cerveau, qui lui associe des qualités d'après les expériences individuelles ou sociales (souvenirs, émotions, apprentissages, etc.) ».

- Il retient le terme de **gustation** pour **décrire la sensation générale du goût**, mais ajoute le terme de « **sapiction** » pour **décrire la perception des saveurs**.
- **Il rejette le terme de « flaveur »** pour désigner l'association de la saveur et de l'odeur. Il revendique le fait que « cette combinaison n'est ni perceptible (on ne peut s'affranchir des autres composantes du goût) ni mesurable », et préfère évoquer le terme de « goût » pour apprécier globalement un mets
- Il précise la notion d'**arôme** : pour lui, la notion d'arôme peut s'entendre de deux façons :

« Il y a d'abord des préparations aromatiques, vendues par de grandes entreprises, qui extraient des molécules odorantes (notamment) des tissus végétaux et animaux, produisant des « arômes bolet », « arômes vanille », etc. Il y a aussi une sensation : celle que l'on a, par exemple quand on boit du vin et que, parmi mille sensations confuses, on reconnaît du fruit rouge. Cette composante du goût, synthétique, faite de saveur, d'odeur, de texture, de trigéminal... c'est un arôme. Autrement dit, l'arôme est une composante identifiable du goût ». Cette approche de l'arôme dépasse ainsi celle proposée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) : « Propriété organoleptique perceptible par l'organe olfactif par voie rétro-nasale lors de la dégustation ».

Dans son dernier ouvrage « De la science aux fourneaux »²³⁷, il réfute ainsi le terme d'arôme pour désigner les molécules odorantes captées par le nez lors de la dégustation d'un produit, qui conduit souvent à des confusions avec la sensation que ces molécules engendrent. L'arôme ne peut définir par conséquent que « l'odeur d'une plante aromatique »²³⁸. Il propose le terme de « compositions ou extraits odoriférants » pour désigner ce que l'on nomme aujourd'hui « arômes alimentaires ».

Il ne faut sans doute pas oublier dans ce point historique qui ne se prétend certes pas exhaustif, les noms de Jacques Puisais, entre autres initiateurs des classes du goût, et celui de Joseph Hossenlopp, éminents spécialistes de l'analyse sensorielle, et ardents défenseurs d'un enseignement structuré de l'analyse sensorielle dès l'école primaire.

6.2.3 Plusieurs autres actualités : **MISE A JOUR OCTOBRE 2007**

Le site du Nouvel Observateur daté du 24 août 2006 mentionne la découverte par l'équipe de Charles Zucker (Howard Hughes Medical Institute, San Diego, USA et Nicholas Ryba (NIH) d'un récepteur (sur la langue) qui permet de détecter l'acide dans les aliments, un récepteur différent de celui du sucré, de l'amer, du salé ou de l'umami.

Des études menées au Centre des sciences alimentaires de Wageningen au Pays-Bas par Jon Prinz²³⁹ et son équipe ont permis de poser pour certitude que la lèvre inférieure est la partie de la bouche la plus sensible aux variations de température, ressenties en moins d'un dixième de seconde. Ce constat vient confirmer la pratique empirique des professionnels, notamment des Chocolatiers, testant la température de leur chocolat dans sa mise au point (on parle aujourd'hui de la technique de pré-cristallisation), ou encore des rôtisseurs évaluant « à la lèvre » la juste température de cuisson de leurs rôtis en appliquant une aiguille métallique au contact de leur lèvre préalablement piquée au cœur de la pièce de viande.

De même, il a été prouvé par cette équipe de chercheurs la très forte corrélation entre la température perçue en bouche et la proportion de graisse dans l'aliment ingéré : les molécules de graisse induisent une sensation de chaleur dans la bouche.

En outre, dans l'ouvrage d'Hervé This « De la science aux fourneaux »²⁴⁰, l'auteur relève plusieurs autres découvertes :

²³⁶ Extrait du Repère pour la formation, CAP Cuisine, Mai 2005 – page 8 : « Réflexion sur le goût », par hervé This

²³⁷ « De la science aux fourneaux », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 22

²³⁸ Op. cité page 135

²³⁹ Op. cité page 20

²⁴⁰ Op. cité, page 22

- celle récente faite par des physiologistes, d'intermédiaires entre les molécules odorantes et les cellules réceptrices du nez, dénommées OBP (pour *odorant – binding – proteins*, littéralement « protéines de liaison des molécules odorantes ») ;
- celle réalisée par le trio D. McKenny, W. Neuhausser et D. Julius à l'Université de San Francisco²⁴¹, sur la perception de fraîcheur. Les chercheurs ont prouvé la similitude des récepteurs de la température froide avec ceux de la fraîcheur mentholée (la sensation de frais) ;
- celle réalisée par C. Zucker de l'Institut Howard Hughes et N. Ryba de l'Institut odontologique de Bethesda, lesquels ont réussi à identifier une protéine constitutive d'un récepteur gustatif des acides aminés ;
- celle réalisée par Annick Faurion à l'INRA de Jouy-en-Josas et ses collègues des Universités de Paris et de Tours (partie odontologie). Ces chercheurs ont montré la forte corrélation entre le nombre de dents dévitalisées et le seuil de sensibilité gustative : plus les dents dévitalisées sont nombreuses, moins l'individu est sensible à la perception gustative. Ils ont en outre montré l'association entre la localisation des déficits de perception de la saveur et la position des dents extraites ou traitées, notamment dans la partie antérieure. Ce qui pour Hervé This pourrait expliquer que les personnes âgées ne souffrent pas de perte de saveurs par l'inhibition de leurs papilles gustatives comme on le croit souvent, mais par la « perte de leurs dents et d'une mauvaise perception de la consistance des aliments »²⁴².

Sur les questions de **sensation de piquant ou de frais**, l'article de « Science & vie » d'Octobre 2007²⁴³ apporte de précieux compléments : la sensation de fraîcheur ressentie lors de la consommation de menthe vient d'un de ses composants, le **menthol**, hydrocarbure que l'industrie arrive à obtenir par synthèse chimique. Le premier scientifique, neurobiologiste de son état (Université de Californie, San Francisco), à avoir découvert l'effet du menthol sur nos récepteurs sensoriels est David Julius en 2002. Ce dernier a prouvé l'aptitude de nos cellules nerveuses localisées sur notre langue et notre peau, notamment celles sensibles au froid, à réagir aux molécules de menthol via un récepteur (baptisé « TRPM8 »). Ce récepteur activé, dupe alors le cerveau humain en lui communiquant une information « fausse », la sensation de fraîcheur ne correspondant pas à une diminution effective de la température en bouche.

Précédemment, David Julius s'était illustré en prouvant le rôle similaire d'un autre récepteur au contact d'une molécule provoquant la sensation de brûlure, de chaleur : la **capsaïcine**, présente notamment dans le piment.

Remarque²⁴⁴ : l'effet rafraîchissant peut dépendre de trois facteurs :

- la perception par nos capteurs sensoriels présents sur la peau et sur la langue de la température froide de l'aliment ingéré (réaction à la température de l'aliment) ;
- l'activation de récepteurs sensoriels, notamment celui baptisé par David Julius « TRPM8 », au contact de menthol, qui dupe notre cerveau et lui fait croire à une perception de fraîcheur en bouche ;
- et enfin, la propriété de certaines matières, et notamment des sucres (des additifs de type polyol, comme le E420 sorbitol, le E421 mannitol, le E967 xylitol), d'absorber de l'énergie lors de leur dissolution, provoquant alors en bouche cette sensation de fraîcheur (enthalpie : dicit Le petit Larousse : « cette grandeur est surtout utilisée pour calculer l'énergie échangée lors d'un changement d'état ou d'une réaction chimique »). Dans ce cadre, l'effet rafraîchissant fluctue en fonction de :

- leur enthalpie de dissolution négative :

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

Xylitol : -34,8, Mannitol : -30, Sorbitol : -28, Maltitol : -16,3, comparativement au saccharose : -4,3 (cf page 72)

- leur granulométrie : plus la granulométrie est petite, plus la sensation de fraîcheur est intense ;

- leur solubilité : plus le sucre est soluble, plus la sensation de fraîcheur est intense.

Effet rafraîchissant 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.

A noter que le paramètre « solubilité » semble avoir un effet plus important sur l'effet rafraîchissant que l'enthalpie du sucre. En effet, le Sorbitol est plus soluble que le Mannitol alors que ce dernier avec son enthalpie* plus grande semble moins rafraîchissant (expérimentations menées sur les glaces au maltitol, Pôle INRACQ, Arras, par Eric Kalinowski).

²⁴¹ Op. cité, page 24

²⁴² « *De la science aux fourneaux* », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 29

²⁴³ Science et vie, n°1081 – Octobre 2007, article « *Pourquoi la menthe procure-t-elle une sensation de froid ?* », page 138

²⁴⁴ contribution de Eric Kalinowski, 14 octobre 2007

Pour clore ce chapitre, il est aujourd'hui communément admis que la perception sensorielle suit un ensemble de réactions de nos sens à différents stimuli, de manière indépendante ou quasi simultanée et sans ordre précis, tenant essentiellement aux caractéristiques propres à l'acte de dégustation :

- **les sensations visuelles**, pour évaluer les couleurs, les formes, l'état, la disposition ... font partie intégrante du goût (car fortement imbriquées dans la perception que la personne se fait de l'aliment par la vue, laquelle influence directement le goût qu'il perçoit – preuve en est par exemple les expériences nombreuses en la matière montrant l'influence de la couleur sur la perception olfactive de l'aliment²⁴⁵, mais aussi l'influence de la couleur sur la perception gustative de l'aliment. Hervé This parle à ce propos « d'illusion sensorielle ») ;
- **les sensations tactiles**, composantes du goût aussi, donnent la mesure de l'état de la matière et de ses caractéristiques en terme de texture ;
- **les sensations olfactives** résultant de l'approche de l'aliment vers le nez, permettent d'apprécier les odeurs résultant de l'évaporation de molécules odorantes de l'aliment ;;
- **les sensations buccales** combinent un grand nombre de sensations :
 - o les papilles sur la langue sont des récepteurs des molécules sapides qui sont diffusées dans la salive lors de la mastication (sensations « sapitives ») ;
 - o le nez, par l'arrière de la bouche (« les fosses rétronasales ») dispose de récepteurs pour percevoir les molécules odorantes libérées, d'autant plus que la température de l'aliment est élevée (sensations olfactives) ; parmi les molécules odorantes, il en existe certaines qui présentent la particularité de communiquer une odeur (sensation olfactive) et une sensation dite « trigéminal » (en stimulant des récepteurs reliés à un faisceau nerveux à trois branches nommé « nerf trijumeau », chacun irriguant une partie du corps : le nez, la bouche, la face). Hervé This cite pour exemple le menthol qui communique l'odeur de menthe et la sensation de frais (sensations trigéminales) ;
 - o la bouche dispose d'autres récepteurs pour apprécier la température (sensations thermiques), le piquant, la texture : dur, mou, gras, ... (sensations mécaniques) ;
- **les sensations auditives** ajoutent à la perception du goût.

Le cerveau est l'organe essentiel dans la perception finale du goût, puisqu'il croise les perceptions sensorielles aux expériences gustatives antérieures propre à chaque individu, qu'elles relèvent de sa culture « familiale », de ses souvenirs, de ses apprentissages, de ses expériences douloureuses, ...

6.2.4 Les objectifs de l'analyse sensorielle :

Les objectifs assignés à l'analyse sensorielle peuvent se résumer ainsi dans ces les deux démarches initialement proposées :

DEMARCHE ANALYTIQUE	DEMARCHE HEDONIQUE
<p>- LA COMPARAISON DE PRODUITS : Mise en évidence de différences ou de similitudes entre les produits</p> <p>- LA FORMULATION D'UN PRODUIT : Evaluation d'un prototype, imitation d'un produit</p> <p>- CONTROLE DE QUALITE ET SUIVI DE PRODUIT : au niveau des matières premières, du respect du cahier des charges, de la recherche des écarts par rapport à une recette ou à des paramètres de fabrication, de l'évolution ou de la stabilité du produit, de l'influence de l'emballage, des conditions de stockage, ...</p>	<p>- ETUDE DES REACTIONS des consommateurs : Mesure de l'acceptation ou du rejet, de la préférence, de l'intensité du plaisir</p>

²⁴⁵ Voir à ce propos les expériences menées à la Faculté d'œnologie de Bordeaux rapportées par Hervé This dans « *De la science aux fourneaux* », aux Editions Belin Pour la science, mai 2007, pages 30 et 31.

6.2.5 Les techniques de mise en œuvre de l'analyse sensorielle :

Dans le jargon et la pratique de l'analyse sensorielle en industrie agro-alimentaire, il est fréquent d'utiliser différents types d'essai pour caractériser les qualités organoleptiques d'un produit. Ces essais se répartissent tant dans la démarche analytique que dans la démarche hédonique :

	DEMARCHE ANALYTIQUE	DEMARCHE HEDONIQUE
ESSAI DISCRIMINATIF	<p>Comparaison entre deux échantillons de produits (présence ou absence de qualités organoleptiques, différence ou similitude)</p> <p><u>Type d'essai (exemple) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Test triangulaire - Test Duo-Trio - Test 2 sur 5 	<p>Comparaison par paire ou classement</p> <p><u>Type d'essai (exemple) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - mesure de l'acceptabilité d'un produit
ESSAI DE POSITIONNEMENT	<p>Classement des produits selon une propriété sensorielle donnée</p> <p><u>Type d'essai (exemple) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - comparaison par paires - classement - notation 	<p>Essai de notation hédonique sur une échelle de réponse mesurant l'acceptabilité ou le rejet d'un produit</p>
ESSAI DESCRIPTIF	<p>Évaluation des propriétés des produits</p> <p><u>Type d'essai (exemple) :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Profil sensoriel (partiel ou global) 	

De la même façon, il est possible de mener des essais (dans une démarche analytique) pour évaluer le succès ou le rejet d'un produit par les consommateurs : par exemple, l'élaboration d'un profil sensoriel avec évaluation des préférences sur les mêmes produits au moyen de techniques statistiques appropriées.

6.2.6 Les catégories de public en analyse sensorielle :

En analyse sensorielle, il est d'usage d'avoir recours à différents types de public :

TYPE DE PUBLIC	CARACTERISTIQUES	TYPE D'ESSAI
SUJET NAIF	Personne n'ayant eu aucune pratique de l'analyse sensorielle, recherchée pour son aptitude à donner simplement ses préférences (corrélation avec son profil socio-économique)	Essai discriminatif et/ou de positionnement
SUJET INITIE	Personne ayant une pratique simple de l'analyse sensorielle	Essai discriminatif
SUJET QUALIFIE	Personne désigné pour sa capacité à effectuer une analyse sensorielle	Essai de positionnement et/ou essai descriptif (profil sensoriel)
SUJET EXPERT	Personne reconnu qualifié (possédant une culture de l'analyse sensorielle et des références sensorielles à long terme) pour mener de façon fiable une analyse sensorielle	

6.3 **La didactique de l'analyse sensorielle, ou comment « muscler » les sens des élèves**²⁴⁶ ...

Nous revendiquons le fait que **la démarche dans l'analyse sensorielle est méthodique, qu'elle s'apprend, se cultive par la répétitivité.**

La méthode susceptible d'être suivie doit répondre à une logique ... autant reprendre la démarche utilisée dans l'acte même de dégustation, et suivre les sens mis en action. C'est en outre la démarche prônée par nombres de spécialistes, dont Joseph Hossenlopp.

6.3.1 **Vers une démarche méthodologique et methodique ... :**

Joseph Hossenlopp parle d'ailleurs à ce propos de « **dégustation raisonnée** ».

NB : Il est amusant de constater combien ce terme se prête particulièrement bien à la démarche, terme repris il convient de se le rappeler de l'expression « cuisine raisonnée » formulée par Edmond Neirinck (formateur en Production culinaire à l'ENNA de Toulouse) dès 1983, et mis en pratique avec Jeanne Cassagne (formatrice en Sciences appliquées à l'Alimentation).

La démarche s'appuie sur les sens sollicités pendant l'acte de dégustation. Il ne s'agit pas pour autant de penser que les sens sont mis en action de façon indépendante, et de façon chronologique ; l'appréciation d'un produit répond souvent à une action simultanée des sens.

NB : Nous invitons le lecteur à consulter le Repère pour la formation CAP Cuisine, dans lequel Hervé This propose une synthèse sur la perception par les sens dans l'acte de dégustation.

Malgré tout, dans un esprit pragmatique et cartésien, la démarche se décomposera en :

- **une approche « hors bouche »** :
 - o par la vue (points clefs : l'état, la forme, la disposition, l'aspect, la couleur, ...)
 - o par l'olfaction (voie directe par le nez) ;
 - o par le toucher (texture au doigt par exemple)
- **une approche « en bouche »** :
 - o par l'olfaction (voie indirecte, mécanisme de la rétro olfaction),
 - o par l'ouïe,
 - o par le toucher (à la langue par exemple),
 - o par la reconnaissance des saveurs
 - o par la température
 - o par les sensations trigéminales.

Bien entendu, il ne s'agit pas de suivre stricto – sensu la démarche, mais de l'appliquer aux caractéristiques de chaque dégustation. Ainsi, l'olfaction peut être sollicitée d'emblée, avant même le champ de la vision ...

Il demeure pour l'élève le respect de ces deux étapes : « hors bouche » et « en bouche », et l'analyse décomposée des qualités organoleptiques d'un produit par chacun des sens sollicité.

6.3.2 **Vers la mise en place de descripteurs ...**

Pour pouvoir traduire la perception par les sens des qualités ou des défauts organoleptiques d'un produit, l'individu en phase de dégustation a besoin d'un vocabulaire, le moins équivoque possible et le plus fidèle aux sensations ressenties. Joseph Hossenlopp définit ce vocabulaire comme « des mots (...) utilisés pour rappeler à un autre les images perçues des « produits »²⁴⁷.

Il poursuit :

²⁴⁶ Pour reprendre le terme de Yves Quéré, physicien et membre de l'Académie des Sciences, co-fondateur de l'opération « La main à la pâte », avec Georges Charpak et Pierre Léna – JDI (Journal des Instituteurs), n°10 – Juin 2004

²⁴⁷ Joseph Hossenlopp, document powerpoint « La dégustation raisonnée », session de formation de formateurs IUFM Midi-Pyrénées – Cedus, Mardi 25 mars 2003

« C'est une convention, un symbole, un code qui n'a aucun contenu émotionnel comme : beau, superbe, agréable, « trop », juste comme il faut, etc ... Ce mot, repère d'une perception, se nomme un « **descripteur** » ».

Il ajoute enfin :

« Sans avoir fait le même apprentissage (mémorisation de la nature et/ou de l'intensité de la perception évoquée, l'autre ne peut se servir d'un descripteur ».

Autrement dit, un descripteur se construit pendant l'acte de dégustation, il se mémorise par une image sensorielle pendant et uniquement pendant l'acte de dégustation. Joseph Hossenlopp propose d'ailleurs une définition très personnelle de l'analyse sensorielle, à laquelle nous adhérons entièrement :

« **L'analyse sensorielle consiste à stocker et à traiter (dans son cerveau) des images recueillies avec ses sens** ».

Les pratiques de :

- distribuer de longues listes de descripteurs à des élèves en leur demandant de « piocher » dans ces listes le descripteur recherché

- faire apprendre par cœur des listes de descripteurs à des élèves

ne reposent par conséquent sur aucun fondement pédagogique !

Certes, les listes de descripteurs ne valent que pour les enseignants, dans la mesure où ils ont eux-mêmes construit leur image sensorielle associée à chacun des termes présentés.

En outre, la notion de descripteur ne suffit pas ; dans l'acte de dégustation, et plus encore quand la dégustation se fait par comparaison entre deux ou plusieurs produits, il s'agit d'ajouter aux descripteurs **une variable**, en l'occurrence généralement soit le degré d'intensité de la perception par le sens (par exemple peu, faible, très, fort, ...), soit la présence ou l'absence d'un descripteur.

6.3.3 La fameuse liste de descripteurs²⁴⁸ :

SENSATIONS VISUELLES	DESCRIPTEURS	VARIABLE
ETAT	Fluide, Ferme, Dur, Liquide, Limpide, Solide, Mou	+/-
FORME	Formes géométriques : Carré, Hexagonal, Ovale, Pyramidale, Rond, Rectangulaire, Sphérique	Grossier, Homogène, Irrégulière, Régulière
DISPOSITION	Symétrie / Asymétrie, Géométrique, Harmonie Propre, Net, Soigné	+/-
ASPECT	Allongé, Aplatie, Artificielle/Naturelle, Auréolé, Brillant, Cristallin, Dense, Effet de fraîcheur, Epaisse, Fin, Fondant, Flou, Gonflé, Granuleux, Homogène, Huileux, Laiteux, Lisse, Mat, Nappant, Neutre, Opaque, Poudreux, Poisseux, Rugueux, Satiné, Soyeux, Strié, Taché, Terne, Transparent, Trouble, Visqueux, Souple, Voilé	+ /-
COULEUR	LA TEINTE : - <u>Couleurs primaires</u> : Bleu, Jaune, Rouge - <u>Couleurs secondaires</u> : Vert, Orange, Violet (prune) - <u>Couleurs tertiaires (ou intermédiaires – les dégradés)</u> : Bleu vert, Jaune orangé, Rouge orangé, Pourpre, Bleu outremer	LA CLARTE : claire, moyenne, sombre, ... (procédé de lecture en clignant les yeux) LA SATURATION : Brillante, Claire, Doré, Eclatante, Foncée, Franche, Légère, Luisante, Mate, Nette, Pâle, Soutenue, Terne, Uniforme, Vive, ... LES CARACTERISTIQUES : Bariolé, Oxydée, ...

SENSATIONS OLFACTIVES (voie directe)	DESCRIPTEURS	VARIABLE
Mise en évidence des ODEURS	Acidulé, Acre, aigre, agréable, alcoolisé, ammoniacal, animal, beurré, brûlé, butyrique, caillé, caramélisé, champignon (boisé), Ennivrant, épicé, floral, forte, faible, fraîche, fruité, Fumé, goudron (hydrocarbure), herbacé, Inodore, iodé, Irritant, lait cuit, léger, levuré, moisi (cave, terre), odeurs de cuisson, Parfumé, Piquant, plastique, puissant, rance, richesse aromatique, savon, soufré, Typé	Faible Nuancé Prononcé Persistant Puissant Intense

²⁴⁸ Source : Lexique proposé par les Cahiers CIDIL de la Qualité – « Le goût : décrire et analyser arômes, textures, saveurs », 1995

<i>SENSATIONS TACTILES</i>	<i>DESCRIPTEURS</i>	<i>VARIABLE</i>
Mise en évidence de la texture	Adhérent, Apoint de cuisson, Aqueux, Cassant, Ferme, Friable, Collant, Coriace, Coulant, Crayeux, Crémeux, Croquant, Collant, Desséché, Doux, Dur / ferme, Elastique, Epais (sirupeux), Exsudation, Farineux, Feuilleté, Filant, Floconneux, Fluide, Fondant, Fragile, Friable, Gélatineux, Gluant, Gélatineux, Gras, Gluant, Granuleux, Grumeleux, Homogène, Humide, Juteux, Lisse, Masticable, Moelleux, Mou, Onctueux, Pâteux, Plâtreux, Poisseux, Râpeux, Rugueux, Sableux, Sec, Sirupeux, Solide, Souple, Spongieux, Température (chaud, froid, tiède, glacé, brûlante, ...), Tendre, Velouté, Visqueux	+/- Franche
Sensations en bouche	Aéré, Ample, Charnu, Collant, Délicat, Dense, Farineux, Filandreux, Fin, Fluide, Fondant, Frais, Friable, Croustillant, Gluant, Collant, Friable, Granuleux, Gras, Gélatineux, Lisse, Moelleux, Neigeux, Onctueux, Pâteux, Poudreux, Râpeux, Rêche, Sableux, Savonneux, Sec, Souple, Soyeux, Température (chaud, froid, tiède, glacé, brûlante, ...), Tendre, Terreux	+/-

<i>SENSATIONS OLFACTIVES (voie indirecte)</i>	<i>DESCRIPTEURS</i>	<i>VARIABLE</i>
Mise en évidence des arômes	Idem Olfaction (Voie directe)	+/-

<i>SENSATIONS AUDITIVES</i>	<i>DESCRIPTEURS</i>	<i>VARIABLE</i>
Mise en évidence des bruits	Craquant, Crissant, Croquant, Croustillant, Cassant, Feutré, Plat, Pétillant, Sourd	+/-

SENSATIONS SAPICTIVES (reconnaissance des saveurs)	SAVEURS SECONDAIRES	VARIABLE
<p>ACIDE</p> <p>AMER</p> <p>SALÉ</p> <p>SUCRÉ</p> <p>UMAMI (monoglutamate de sodium)</p> <p>RÉGLISSE</p> <p>MÉTALLIQUE</p> <p>../..</p>	<p>Alcoolisée : Cognac, Kirsch, Rhum, ...</p> <p>Aromatique : Basilic, Estragon, Menthe, Réglisse, Romarin, Thym, ...</p> <p>Chimique : Chlore, Ether, Plastique, Savon, ...</p> <p>Métallique : Cuivre, Fer, Plomb, ...</p> <p>Epicée : Cannelle, Curry, Girofle, Poivre, ...</p> <p>Floral : acacia, jasmin, lavande, oranger, violette, rose, tilleul, ...</p> <p>Fruité : Ananas, Citron, Fraise, Framboise, Melon, Noisette, Noix, ...</p> <p>Mécanique : Degré de mastication, Elasticité, Fermeté, Granulosité, Jutosité,</p> <p>Végétale : Boisée, Chêne, Foin, Fougère, Fumée, Genevrier, Herbes, Vert,</p> <p>Autres : Acre, Aigre, Apre, Ammoniac, Astringent (tanin), Bouqueté, Brûlé, Brûlant, Edulcorant, Equilibré, Fade, Faux-goût, Fermenté, Frais, Insipide, Liqueureux, Mentholé, Rance, Métallique (fer, plomb, cuivre), Neutre, Piquant, Sapide</p> <p>../..</p>	<p>Intensité (de faible à fort) Corsé, Doux, Franc, Plat, Puissant</p>

Nb : l'astringence, qui se mesure par l'impression de « sécheresse » de la bouche (dans le cas de la consommation par exemple de vins dits tanniques), résulte de la liaison des tanins du vin aux protéines lubrifiantes de la salive²⁴⁹.

²⁴⁹ « *De la science aux fourneaux* », Hervé This – Editions Belin Pour la science, mai 2007, page 58

6.3.4 Vers une logique de formation ... :

La logique que nous pourrions proposer serait de :

- Initier à l'analyse sensorielle et mettre en œuvre une démarche méthodique (protocole) dans l'acte de dégustation auprès des élèves en Atelier de recherche méthodologique dès le début de la formation ; la séance d'enseignement sera d'autant plus performante qu'elle sera menée en **co-animation** avec le collègue de Sciences – appliquées ;
- Refuser très rapidement dans toute évaluation sensorielle toute référence à des affects de type « bonne, pas bonne, trop, ... » renvoyant uniquement à des notions d'appréciations personnelles sans justificatifs ;
- Positionner selon les possibilités de l'enseignant, chaque élève sur une échelle de sensibilité à la reconnaissance d'une saveur en particulier. Puisque nous essayons de développer une logique dans nos enseignements, il serait judicieux de construire une grille de positionnement « saveur sucrée » pour chaque élève en pâtisserie (une grille de positionnement « saveur salée » pour chaque élève en cuisine), afin que chaque élève puisse connaître le niveau de sa sensibilité à la saveur de référence dans sa discipline, et puisse rectifier au besoin « l'assaisonnement ». Il serait ensuite judicieux de renouveler l'expérience pour constater l'écart, l'objectif étant d'atteindre un niveau de sensibilité très important, une des qualités majeures d'un professionnel.
- fixer des objectifs de découverte et d'apprentissage pour chaque séance d'enseignement en laboratoire, que ce soit en atelier de recherche ou en travaux pratiques. Puisque chaque descripteur se construit par l'acte même de dégustation, il s'agit de présenter au même titre que les objectifs d'apprentissage – de renforcement et d'évaluation de techniques, les objectifs en terme de descripteurs. Au cours d'une séance de travaux pratiques, il est pertinent d'annoncer la découverte et l'apprentissage du craquant et du fibreux par exemple, et de l'associer à un produit et à un acte de dégustation.

Exemples : le craquant à une chips de pommes Granny Smith, le fibreux à la chair de l'ananas.

- S'appuyer systématiquement sur « **la représentation** » de l'élève, dans le repérage d'une perception. Si on peut considérer les élèves en tout début de formation comme des sujets naïfs, il est important de les considérer très rapidement comme des sujets initiés et s'appuyer sur leurs perceptions pour les aider soit à consolider leurs images sensorielles, soit à construire de nouvelles images sensorielles.
- Elaborer des outils pédagogiques susceptibles d'aider les élèves dans leur apprentissage. Il est possible ainsi d'avoir recours à :
 - o des grilles d'analyse sensorielle évolutives selon le niveau des élèves,
 - o des supports de type :
 - carnet de texture (exemple d'un cahier constitué de différents tissus avec des grains et des textures variables pour illustrer des descripteurs de type : soyeux, feutré, granuleux, ...),
 - cahier d'images sensorielles, associant chaque technique à : des référents professionnels (avec des descripteurs professionnels) et des référents personnels (en lien avec ses souvenirs, des champs d'expression : la nature, les produits de la vie courante, ...). **La référence aux éléments de la nature**, des parcours dans la nature sont des démarches à explorer avec les élèves, notamment avec ceux du niveau V, comme des dispositifs censés optimiser et la mémorisation (création d'images sensorielles), et la communication (aptitude à exprimer ses ressentis).

Exemple :

TECHNIQUES d'apprentissage	REFERENTS PROFESSIONNELS	AUTRES REFERENTS
PATE FRIABLE méthode par sablage	Au toucher (pâte cuite): Friable	la terre, ... une biscotte, ...

- carnet de couleurs (appliqués au domaine des fruits, fleurs, légumes),
 -/..
 - mais aussi des catalogues d'arômes voire d'odeurs (sous forme d'échantillons comme cela peut exister dans le domaine de la sommellerie : « Le nez du vin »)
- Entraîner les élèves à une pratique quasi-systématique de l'analyse sensorielle, le plus souvent **par comparaison** (comparaison de deux produits, d'un produit par rapport à un produit référence, ...). Nous rejoignons ainsi :
- et le sentiment des auteurs Danielle Douillach, Yves Cinotti et Yannick Masson : « nous avons constaté que la comparaison de produits proches (deux cafés, deux vins blancs liquoreux) est beaucoup plus pertinente et oblige les élèves à distinguer les différences »²⁵⁰ ;
 - et celui de Joseph Hossenlopp²⁵¹, lequel prône dans l'acte de dégustation la comparaison avec un modèle de référence : « il vaut mieux lui faire sentir l'écart, lui faire découvrir par les sens l'écart avec le modèle (de produit) qu'on veut lui apprendre à faire » par exemple.

Ce **modèle de référence** peut être le produit réalisé par l'enseignant lui-même, ou mieux, un produit réalisé par un élève et identifié comme étant « le produit de référence » pour tous.

- Se fixer comme objectifs que les élèves parviennent à devenir des **sujets qualifiés**, afin qu'ils puissent par l'expérience et la répétitivité devenir des sujets experts en profession.
- Il faut former les élèves à l'analyse sensorielle selon deux axes méthodologiques :

²⁵⁰ « *Enseigner l'hôtellerie – restauration* », de Danielle Douillach – Yves Cinotti – Yannick Masson, Editions Jacques Lanore, collection LT Sup, Juin 2002 – page 87

²⁵¹ Joseph Hossenlopp, document powerpoint « La dégustation raisonnée », session de formation de formateurs IUFM Midi-Pyrénées – Cedus, Mardi 25 mars 2003

		2^{ème} AXE : <i>Pratiquer l'analyse sensorielle en décrivant le produit, l'intensité de la perception et en mentionnant les rectificatifs à préconiser selon le cas</i>		
		DESCRIPTEURS	INTENSITE	RECTIFICATIFS préconisés
1^{er} AXE : Pratiquer l'analyse sensorielle par ETAPE 	SENSATIONS VISUELLES	Etat		
		Forme		
		Disposition		
		Aspect		
		Couleur		
	SENSATIONS OLFACTIVES (voie directe)	Mise en évidence des odeurs		
	SENSATIONS TACTILES	Sensations au doigt		
	SENSATIONS AUDITIVES	Mise en évidence des bruits		
	SENSATIONS BUCCALES	Sensations thermiques		
		Sensations mécaniques		
		Sensations trigéminales		
		Sensations olfactives (voie rétronasale)		
		Sensations sapictives (identification des saveurs)		

6.4 **L'analyse sensorielle : la quête de sens**

Au stade de ce développement, nous ne pouvons nous écarter de l'idée que nous avons maintes et maintes fois développées au cours des précédents chapitres, selon laquelle la pâtisserie, la cuisine à travers ses productions doivent porter en eux **un sens**.

Puisque nous construisons ce sens par nos sens, il est important d'en prendre toute la mesure dans l'acte même de fabrication et de dressage de tout produit ou production alimentaire ; sa disposition, sa couleur dominante, sa texture, sa température ... créent du sens.

Nous invitons le lecteur à se reporter à la Fiche pratique Dressage (dans la plateforme de travail : Repères pédagogiques – Supports, outils de l'enseignant) pour illustrer nos propos.

Hervé This déclare à ce sujet :

« C'est l'art du cuisiner de trouver du sens, de donner du sens aux aliments, aux plats »²⁵². Mais il ne suffit pas de créer du sens, encore faut-il que le client soit en mesure de le comprendre.

Hervé This ajoute :

« Et évidemment donner un sens personnel n'est pas tout : après l'émetteur d'un signal, il y a le récepteur, qui doit être capable de décoder ».

Dans notre esprit, cela augure aussi d'une nouvelle dimension donnée au personnel en contact avec la clientèle, celle de pouvoir donner le sens à la production, par un argumentaire, par un gestuel de finition, par un conseil de dégustation, par une véritable mise en scène sur la table – autour de la table – dans le packaging proposé ... **sans doute le sujet sera –t-il repris à court terme sur la plateforme tant il est au cœur de nombreuses préoccupations enseignantes ...**

Nous terminons ce chapitre par une mise en perspective d'une réflexion de Jacques Puisais sur cette idée d'une éducation au goût généralisée ... et dans laquelle, nous enseignant dans les Métiers de Bouche, avons un rôle majeur, auprès de nos élèves mais aussi vers les plus jeunes, en partenariat avec nos collègues professeurs des Ecoles.

« La vie est un long chemin où l'on ne cesse d'apprendre. Et dans cet apprentissage, il y a toute une partie importante concernant l'alimentation. Il serait dommage de ne pas profiter de cet apprentissage au quotidien, que chacun de nous effectue trois fois par jour, de son premier à son dernier instant, pour apprendre à goûter, à mieux profiter des éléments de la vie et à mieux les partager avec les autres.

Il est donc naturel d'aider l'enfant à grandir en lui apprenant à goûter ; c'est comme cela que l'on pourra lui dire « tu as un corps, tu as des sens » et que l'on pourra lui montrer que ces sens lui permettent de recueillir tous les messages polysensoriels des aliments et de constituer ainsi son vécu : sa mémoire des odeurs et des saveurs.

Et les enfants adorent ça ! Ils comprennent que lorsqu'ils mordent dans un morceau de pain, ou lorsqu'ils croquent dans une pomme, le message est polysensoriel. C'est le seul instant de la vie où tous les sens simultanément sont en action.

Chaque enfant va ainsi se construire. Mais il va aussi voir la construction de son petit voisin. L'apprentissage au goût apprend non seulement à communiquer avec soi, mais aussi à comprendre pourquoi dans un groupe certains ont des habitudes alimentaires différentes : parce qu'il n'y a pas deux individus identiques »²⁵³.

²⁵² Hervé This, « Les dimensions du goût », *Thuriès magazine*, N°125, page 83

²⁵³ Jacques Puisais, *Edito du Cédérom « Le goût et les 5 sens »*, édité par le Scéren – CNDP, Odile Jacob multimédia

CONCLUSION :

Quelle(s) piste(s) d'évolution pour la Cuisine ? la Pâtisserie ? l'enseignement de la Cuisine et de la Pâtisserie ? *Prospectives ...*

Intégrer de nouvelles connaissances (scientifiques entre autres), confronter ses pratiques à d'autres modes de pensée, se frotter à d'autres susceptibilités, c'est sans nul doute s'ouvrir et s'enrichir.

Il est amusant par ailleurs de constater combien la collaboration est parfois vécue comme une faiblesse, à la manière d'un manque de professionnalisme.

Exemple avec un extrait du site France2.fr à propos de Pierre Hermé :

« (...) il convient de lever l'un des plus gros malentendus à son sujet. Pierre Hermé, lit-on ici et là, serait entouré d'une batterie de designers et de directeurs artistiques pour concevoir ses gâteaux, ce qui pousserait effectivement le bouchon de la technique et du raffinement un peu loin.

En réalité, l'aspect de l'une de ses plus extraordinaires créations, « La cerise sur le gâteau », tout en chocolat au lait, a bien été conçu par un designer, Yan Pennor's. Le pâtissier souhaitait en effet « *une forme simple et spectaculaire, qui fasse rêver* ». Mais « *c'est une démarche unique que je n'ai jamais renouvelé* », assure-t-il, « *il n'y a personne qui vient d'un coup de baguette magique rendre les gâteaux jolis (...)* »²⁵⁴

Les designers, il y fait donc appel comme tout le monde, pour dessiner les emballages et les boutiques. Quant aux directeurs artistiques, il n'y en a qu'un, qui intervient une fois le produit créé pour faire les photos et imaginer la mise en scène. Rien que de très normal.

« Pour faire preuve de créativité en cuisine (...) il suffit de ne pas copier ce que font les autres ! » : nous reprenons à notre compte les propos de Jacques Maximin, et d'insister sur le piège dans lequel la cuisine française ne doit pas tomber, celui d'une reprise de la forme au détriment du fond, de sa philosophie, de son ouverture d'esprit.

Un cuisinier ne peut s'improviser chimiste ... un cuisinier ne peut s'improviser designer ... un designer ne peut pas non plus s'improviser cuisinier ... loin d'être des chasses gardées, ces métiers gagnent à se croiser.

Ferran Adrià trace une nouvelle voie, et ce que nous voulons retenir de son sillon est aussi l'envie de **donner plus de sens à nos réalisations**, à travers « une mise en scène », une présentation argumentée de ce qui constitue le plat, un descriptif qui plonge le client dans l'univers du cuisinier ou de ses congénères, de ses émotions, de ses souvenirs, de son histoire : par l'acte alimentaire, nous nous nourrissons aussi du langage délivré par le plat, du ou des produits qui le composent, de leur assemblage, de leur place dans l'assiette ou le plat ...

²⁵⁴ <http://cultureetloisirs.france2.fr/gastronomie/10063558-fr.php>

TOUT DOIT ETRE SIGNIFIANT !

Pour illustrer mes propos, je citerai Philippe Conticini, un des chefs de file de la Pâtisserie moderne : « La pâtisserie est un art fait de sensations et de sensualité, de douceur et de tradition, de technique et d'expression »²⁵⁵.

Finalement, que recherchent les artisans du goût, si ce n'est le plaisir de leurs convives : « ce qui me fait le plus plaisir, c'est de donner du bonheur aux gens » ; le plat « parfait » aux yeux de Jacques Maximin ? « si le client éprouve de la jouissance en le mangeant et s'il comprend de que j'ai voulu faire (...) » ; le travail du cuisinier ? « donner tout ce que vous avez dans le ventre pour le faire entrer dans votre univers, pour l'emmener dans votre bulle et lui faire comprendre le message que vous voulez transmettre »²⁵⁶.

Si il existe un art culinaire, il est dans celui d'une production réfléchie, raisonnée, argumentée, nourrie d'une culture du goût. Non « le classicisme n'est pas dépassée » pour répondre à Georges Colan dans le magazine « Le Chef »²⁵⁷. Les bases classiques évoluent, mais toujours dans le respect du goût et du produit, sans être dans une rupture brutale avec le passé.

Enfin, 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 !***

Denis Herrero, 17 janvier 2009

²⁵⁵ Le Journal du Pâtissier n°245, Septembre 2000

²⁵⁶ Hors série Sciences & vie, « Manger » - article de Philippe Testard – Vaillant, « Parole de chef », n°238 – Mars 2007

²⁵⁷Le Chef, n°168 – Mai 2005