

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Alimentaires  
Filière : Sciences Biologique  
Spécialité : Sciences Alimentaires  
Option : Industrie Laitière



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

## **MASTER**

### ***Thème***

**Elaboration et validation d'un panel expert  
en analyse sensorielle des fromages**

Présenté par :

**AFROUN Soura & DJAHIT Ghania**

Soutenu le : **12 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

Melle. BRAHMI F.	MAA	Présidente
Mme. SMAIL L.	MAA	Encadreur
Mme. BRAHMI N.	MAA	Examinatrice
Mr. MOKRANI L.		Invité

**Année universitaire : 2015 / 2016**

## Remerciements

*Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné la patience, la force et le courage de mener à terme ce travail.*

*Nous chaleureux remerciements s'adressent à notre promotrice Mme. SMAIL d'avoir accepté de guider nous pas sur la dernière ligne droite de nous instruction pédagogique et particulièrement pour sa gentillesse, sa bienveillance, et sa présence permanente tout au long de la réalisation de notre travail. Merci de nous avoir fait confiance et de nous avoir rassurés quand il le fallait.*

*Nous hommages les plus respectueux s'adressent à Melle. BRAHMI. Qui nous a fait l'immense honneur d'accepter la présidence de nous jury.*

*Nous adressons également tous nous remerciements à Mme BRAHMI. D'avoir accepter d'être examinatrice de notre mémoire.*

*Nous hommages également à tous nous Enseignants du Département Sciences Alimentaires d'avoir fortement contribué à enrichir nous connaissances en particulier à Mr KATI, Mr MADANI et Mr TAIB.*

*Nous adressons également nous remerciements à Mr MOKRANI et notre ingénieure de laboratoire Mme BENAMSILI pour leurs aide et leurs orientations.*

*On vaudrait adresser nous sincères reconnaissances et nous gratitude les plus profondes à tous ceux qui ont aidé à l'accomplissement de ce travail.*

*Merci*

## *Dédicaces*

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant, j'ai pu achever ce modeste travail que je dédie:*

*A mes très chers parents qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

*Merci de m'avoir permis d'aller aussi loin dans mes études et de m'avoir réconforté et soutenu. Que ce travail soit le témoignage de ma sincère gratitude, reconnaissance et de tout mon amour.*

*A mes très chères grandes mères pour leurs encouragements.*

*A la mémoire de mes grands parents que dieu aie pitié de leur âmes et les accueille dans son vaste paradis*

*A mes très chères Sœurs: Hadjira et Habiba qui m'ont encouragé, aidé, rassuré dans les moments difficiles de ma vie.*

*A mes très chère Frère: Arezki, Amirouche, Sofiane, Loussame et Rafik pour avoir toujours été là pour moi.*

*A mon binôme Soura et sa famille*

*A Lotfi et Sabrina pour leur immense aide*

*Je le dédie particulièrement à mes amis intimes Samira et Nadjet  
Qui ont été là pour moi*

*A toute mes copines avec les quelle que j'ai passé mes plus belle années de mon cursus : Sabrina, Sylia, Ouazna, Latifa, Salima, Biba, Lilia, Kahina, Ninis, Nounou, Thanina et Tina.*

*A toute la promotion sciences alimentaires 2015/2016*

*Je ne saurai terminer sans citer tous les membres de ma famille « Oncles, tantes, cousins, cousines » et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour réaliser ce mémoire*

**Ghania**

# Dédicaces

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant j'ai pu accomplir ce modeste travail que je dédie:*

*A mes très chers parents qui se sont sacrifiés pour m'offrir tout ce que dont j'ai besoin et qui n'ont pas cessés de me prédiquer des conseils pour que je puisse aujourd'hui les honorés.*

*Merci de m'avoir permis d'aller aussi loin dans mes études et de m'avoir réconforté et soutenu. Que ce travail soit le témoignage de ma sincère gratitude, reconnaissance et mon grand amour.*

*A ma chère grande mère pour son encouragement.*

*A la mémoire de mes grands parents et ma grande mère maternelle que dieu aie pitié de leur âmes et les accueille dans son vaste paradis.*

*A mon très cher oncle Mohand, ma tante Dalila et leur enfants Rahim, Yanis et Sarah qui ont été toujours là pour moi.*

*A mes très chères Sœurs et leurs maris: Samira et Lhacene, Nassima et Nadir qui m'ont encouragé, aidé, rassuré dans les moments difficiles de ma vie.*

*A mes très chères Frères: Toufik et sa femme Nadia, Mustapha, Abdelkrim, Tahar et Nabil pour leur soutien et encouragement.*

*A mon binôme et copine Ghania et sa famille*

*A Lotfi et Sabrina pour leur immense aide*

*A mes chères ami(e)s avec les quelle j'ai passé mes plus belle années de mon cursus : Sabrina, Syla, Ouazna, Latifa, Tina, Salima, Sonia, Moumouh, Massi et Boulou.*

*A toute la promotion Sciences Alimentaires 2015/2016*

*Je ne saurai terminer sans citer tous les membres de ma famille « Oncles, tantes, cousins, cousines » et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour réaliser ce mémoire.*

**Soura**

# Table de matière

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des annexes**

## *Partie théorique*

Introduction ..... 1

### **Chapitre I : Evaluation sensorielle**

I.1. Evaluation sensorielle ..... 2

I.1.1. Objectifs de l'analyse sensorielle..... 2

I.1.2. Principe de la méthodologie sensorielle ..... 2

I.1.3. Sensibilités impliquées..... 3

I.1.4. Différents seuils sensoriels ..... 3

I.1.5. Epreuves sensorielles ..... 3

I.1.5.1. Epreuve hédonique..... 4

I.1.5.2. Epreuves discriminatives ..... 4

I.1.5.3. Epreuves descriptives..... 4

I.2. Généralités sur les fromages ..... 4

I.2.1. Définition du fromage..... 4

I.2.2. Caractéristiques des fromages..... 5

I.2.3. Définition du fromage Ricotta ..... 5

I.2.4. Classification des fromages ..... 5

### **Chapitre II : Mise en place d'un groupe d'évaluation sensorielle**

II.1. Définition du groupe d'évaluation ..... 6

II.2. Organisation pratique de la mesure sensorielle ..... 7

II.2.1. Choix des sujets experts ..... 7

II.2.2. Durée de la séance et la charge du travail ..... 7

II.2.3. Renouveau du groupe ..... 7

II.2.4. Personnel .....	7
II.3. Formation du groupe d'évaluation sensorielle .....	8
II.3.1. Recrutement .....	8
II.3.2. Sélection .....	9
II.3.2.1. Principe de la sélection .....	9
II.3.2.2. Entraînement.....	9
II.4. Installation nécessaire à l'évaluation sensorielle.....	10
II.4.1. Condition d'évaluation ou modalités opératoires .....	10
II.4.1.1. Local .....	10
II.4.1.2. Présentation des échantillons.....	11

## *Partie pratique*

### **Chapitre I : Matériel et méthodes**

I.1. Matériel utilisé .....	12
I.2. Matériel humain .....	12
I.3. Réactifs et produits utilisés .....	12
I.4. Préparation du fromage Ricotta .....	12
I.5. Procédures de constitution du panel expert .....	13
I.5.1. Méthode de SPENCER (1971) .....	13
I.5.1.1. Phase de présélection .....	13
I.5.1.2. Phase de sélection .....	14
I.5.1.3. Phase d'entraînement .....	16
I.5.1.3.1. Procédure de sélection pour le goût .....	17
I.5.1.3.2. Procédure de sélection pour l'arôme.....	22
I.5.1.3.3. Procédure de sélection pour la texture des fromages.....	24
I.5.1.4. Exemple d'application .....	26
I.5.1.5. Traitement des résultats .....	26

### **Chapitre II : Résultats et discussion**

II.1. Résultats des tests de sélection .....	27
II.1.1. Identification des saveurs fondamentale dans l'eau .....	27
II.1.2. Seuil différentiel .....	27
II.2. Résultats des séances d'entraînement .....	28

II.2.1. Entraînement sur le goût .....	28
II.2.1.1. Identification des saveurs fondamentales dans la ricotta .....	28
II.2.1.2. Identification de 06 combinaisons de saveurs dans la ricotta.....	28
II.2.1.3. Epreuve triangulaire des saveurs salée et acide dans la ricotta .....	29
II.2.1.4. Classement de deux saveurs salée et acide dans la ricotta.....	30
II.2.2. Entraînement sur l'arôme .....	31
II.2.2.1. Identification de 04 arômes dans le fromage Ricotta .....	31
II.2.2.2. Epreuve triangulaire de l'acide butyrique dans la ricotta .....	31
II.2.2.3. Classement de l'arôme beurre rance dans la ricotta .....	32
II.2.3. Entraînement sur la texture .....	33
II.2.4. Exemple d'application sur le fromage fondu .....	36
Conclusion .....	40

Références Bibliographiques

Annexes

Résumé

# *Liste des abréviations*

**ACP** : Analyse en composantes principales.

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**COI** : Conseil Oléicole International.

**DL** : Degré de Liberté

**GPA** : Analyse procrustéenne Généralisées.

**ISO** : Organisation mondiale de la normalisation.

# Liste des tableaux

<b>Tableau I:</b> Produits chimiques utilisés.....	12
<b>Tableau II:</b> Concentration des quatre solutions sapides .....	15
<b>Tableau III:</b> Concentration des dilutions de chaque saveur (série arithmétique).....	16
<b>Tableau IV:</b> Quantité des quarts saveurs fondamentales à basse et à haute intensité.....	17
<b>Tableau V :</b> Quantité des six combinaisons à basse et à haute intensité.....	18
<b>Tableau VI:</b> Quantité de chlorure de sodium à basse et à haute intensité .....	20
<b>Tableau VII:</b> Quantités décroissantes des deux saveurs salées et acide.....	21
<b>Tableau VIII:</b> Quantité des quatre arômes .....	22
<b>Tableau IX :</b> Quantité d'acide butyrique (test triangulaire).....	23
<b>Tableau X :</b> Quantité d'acide butyrique (test de classement). .....	24
<b>Tableau XI :</b> Fromages utilisés pour le test de la texture .....	25
<b>Tableau XII:</b> Evaluation du plan d'expérience.....	33
<b>Tableau XIII:</b> Evaluation du plan d'expérience. ....	36
<b>Tableau XIV:</b> Moyennes ajustées par produit .....	38

# Liste des figures

<b>Figure 01:</b> Classification fromagère.....	5
<b>Figure 02:</b> Différents types de sujets.....	5
<b>Figure 03:</b> Photographie de fromage Ricotta .....	13
<b>Figure 04:</b> Photographie des cabines de dégustation (stalle) .....	14
<b>Figure 05:</b> Résultats du 2 <sup>ème</sup> test de sélection de goût.....	27
<b>Figure 06:</b> Résultats de test d'identification des saveurs fondamentales .....	28
<b>Figure 07:</b> Résultats de test d'identification de six combinaisons .....	29
<b>Figure 08:</b> Résultats de test d'identification de 04 arômes .....	31
<b>Figure 09:</b> Analyse de la qualité du panel .....	34
<b>Figure 10:</b> Analyse de résidus par configuration .....	35
<b>Figure 11:</b> Analyse de facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration.....	36
<b>Figure 12:</b> Pouvoir discriminant par descripteur.....	37
<b>Figure 13:</b> Coefficient des modèles des 02 échantillons .....	38
<b>Figure 14:</b> Corrélations entre les variables et les facteurs .....	39

# Liste des annexes

**Annexe I:** Questionnaire de recrutement “ Mise en place d’un groupe d’évaluation sensorielle des fromages ”.

**Annexe II:** Analyse sensorielle de la texture des fromages.

**Annexe III:** Evaluation sensorielle de deux fromages fondus.

**Annexe IV:** Valeur critique pour l’épreuve triangulaire.

Valeur critique des distributions de chideux.

# Introduction

Dans un contexte d'innovation de plus en plus concurrentiel, les industriels ont mis en place des processus de conception des produits qui leur permettent d'intégrer les attentes des consommateurs. Par conséquent, le développement et plus particulièrement la formulation du produit, ne sont plus guidés seulement par les notions d'efficacité et de sécurité mais aussi par des notions de sensorialité. Pour mesurer la performance du produit au niveau sensoriel, des méthodes ont été développées depuis quelques dizaines années (**Depledt et Sauvageot, 2002**).

L'analyse sensorielle est une science multidisciplinaire qui fait appel à des dégustateurs et à leur sens de la vue, de l'odorat, du goût, du toucher et de l'ouïe pour mesurer les caractéristiques sensorielles et l'acceptabilité de produits alimentaires ainsi que de nombreux autres produits. Aucun instrument ne peut reproduire ou remplacer la réaction humaine, ce qui fait que l'élément «évaluation sensorielle» de toute étude alimentaire est essentiel (**Watts et al., 1989**).

Il est très important de suivre une méthodologie rigoureuse pour sélectionner un jury d'analyse sensorielle et de bien le former aux particularités que peuvent présenter les différentes propriétés des produits à tester tout en familiarisant le jury à l'usage d'échelle d'évaluation (**Lateur et al., 2001**).

Donc c'est quoi l'intérêt de former un panel expert en analyse sensorielle ? Et quelles sont les méthodes et le matériel d'évaluation nécessaires ?

Ce travail s'articule autour de trois grandes parties:

➤ Dans la première partie, les différentes connaissances bibliographiques seront abordées sur l'analyse sensorielle et les étapes à suivre pour la mise en place d'un jury expert en analyse sensorielle: recrutement et sélection préliminaire, sélection approfondie éventuellement, entraînement général et spécifique et contrôle (fiabilité des réponses, répétabilité, etc.), ainsi que l'installation nécessaire à l'évaluation sensorielle et l'étude des propriétés organoleptiques des fromages.

➤ Dans la deuxième partie, le matériel d'étude, les étapes à suivre et les méthodes analytiques utilisées pour former le panel expert en analyse sensorielle des fromages seront évoquées.

➤ La troisième partie sera consacrée à la sélection et validation du groupe expert formé dans le chapitre résultats et discussion.

Partie  
théorique  
**théorique**

# Chapitre I

## Evaluation sensorielle

## I.1. Evaluation sensorielle

C'est une démarche scientifique destinée à mesurer les caractéristiques organoleptiques des produits (aspect, odeur, arôme, texture,...) telles qu'elles sont perçues par l'Homme. Elle est historiquement développée pour valider la conformité de produit par rapport à des spécifications (**Margerin et al., 2012**).

**AFNOR** définit l'évaluation sensorielle comme la mise en œuvre des techniques qui utilisent les sens humains (audition, goût, olfaction, somesthésie et vision) pour mesurer la qualité sensorielle ou la qualité hédonique d'un produit.

### I.1.1. Objectifs de l'analyse sensorielle

C'est une technique de caractérisation objective, qui fait appel à des sujets entraînés et qualifiés appelés jury expert pour décrire et quantifier les caractéristiques sensorielles des produits étudiés, dans l'objectif de :

- Décrire et caractériser les produits afin d'établir un profil sensoriel ;
- Suivre l'évolution des matières premières ou du produit au cours du temps ;
- Définir la durée de vie des produits ;
- Mettre en évidence l'influence des procédés technologiques ou de certains paramètres sur la qualité organoleptique des produits (type d'alimentation, conditions de stockage) ;
- Amélioration et optimisation des produits ;
- Connaître le positionnement des produits par rapport aux produits concurrents

(**Ferrand, 2006 ; Branger et al., 2007**)

### I.1.2. Principe de la méthodologie sensorielle

❖ **Propriétés organoleptiques** : la maîtrise de la qualité n'implique pas seulement la prise en compte des résultats des analyses microbiologiques et physico-chimiques mais aussi des différentes sensations engendrées par l'aspect, la couleur, l'odeur, la texture, la saveur et la flaveur des différents produits (**Mac leod et Sauvageot, 1986**).

❖ **Perception sensorielle** : la perception est une étape majeure de l'évaluation sensorielle. Elle est composée de trois phases : l'activation des récepteurs sensoriels, l'acquisition de l'information envoyée par ses mêmes récepteurs et la traduction en sensations (**Guerra, 2008**).

### I.1.3. Sensibilités impliquées

Elle englobe cinq types de sensibilités :

- ❖ **Sensibilité visuelle** : elle est due à l'excitation de récepteurs situés au niveau de la rétine et c'est probablement la sensibilité la mieux connue et la mieux comprise (**Depledt et Sauvageot, 2002**).
- ❖ **Sensibilité gustative** : dans l'espace buccal, la sensation est issue de la stimulation des cellules sensorielles regroupées en bourgeons gustatifs (**Perrin, 2008**).
- ❖ **Sensibilité olfactive** : selon la norme ISO 5492, l'arôme et l'odeur sont les propriétés organoleptiques perceptibles par l'organe olfactif (les substances volatiles qui sont perçues directement par flairage: «odeur» et les substances volatiles qui sont entraînées à partir de la bouche: «arôme») (**Perrin, 2008**).
- ❖ **Sensibilité auditive** : elle intervient dans l'évaluation des produits alimentaires cassants, friables, craquants, croquants, pétillants, croustillants. Le récepteur auditif est constitué par la cochlée située dans l'oreille interne.
- ❖ **Sensibilité somesthésique** : les sensations somesthésiques correspondent aux sensations perçues par la peau, les muscles, les tendons et les articulations (**Depledt et Sauvageot, 2002**).

### I.1.4. Différents seuils sensoriels

Les différents seuils mis en évidence dans l'analyse sensorielle selon **AFNOR** sont :

- **Seuil de perception ou de détection** : c'est la valeur minimale d'un stimulus sensoriel, nécessaire à l'éveil d'une sensation perçue.
- **Seuil d'identification** : c'est la valeur minimale d'un stimulus sensoriel, nécessaire à la reconnaissance de la sensation perçue.
- **Seuil différentiel** : c'est la valeur minimale d'un stimulus sensoriel, donnant lieu à une différence perceptible dans l'intensité de sensation.
- **Seuil final** : c'est la valeur maximale d'un stimulus au-dessus de laquelle il n'y a plus de différence perceptible dans l'intensité de sensation.
- **Seuil préférentiel** : c'est la valeur quantitative minimale d'un stimulus ou valeur critique supraliminaire de ce stimulus correspondant à l'apparition d'une réponse d'attraction ou de rejet par rapport à un stimulus neutre.

### I.1.5. Epreuves sensorielles

L'épreuve a une place importante dans les différents tests d'évaluation sensorielle, son choix se fait en fonction du problème à résoudre et des produits.

Pour cela, trois grandes familles d'épreuves sensorielles sont classiquement décrites comme moyens d'étude des propriétés sensorielles des produits : l'épreuve hédonique, les épreuves discriminatives et les épreuves descriptives (**Giboreau, 2009**).

#### **I.1.5.1. Epreuve hédonique**

L'épreuve hédonique a pour objectif d'analyser le niveau de satisfaction des consommateurs interrogés pour une famille de produits, en essayant de mesurer le degré de préférence d'un produit par des individus non entraînés (consommateurs naïfs) (**Urvoy et al., 2012**) ; (**Pripp, 2013**).

#### **I.1.5.2. Epreuves discriminatives**

Elles servent à étudier la présence ou non de différences sensorielles entre les produits. Dans le cas de différences, ces dernières doivent être peu perceptives pour donner un sens à ces épreuves, ce sont de puissants outils de décision (**Campaneret al ; 2003**).

On distingue : les épreuves d'appariement, les épreuves triangulaires, les épreuves duo trio et les épreuves A-non-A (**Vindras, 2010**).

#### **I.1.5.3. Epreuves descriptives**

L'analyse sensorielle descriptive des aliments consiste à évaluer des caractéristiques sensorielles par une équipe de juges, qui identifient et quantifient l'intensité des stimulus sensoriels présents dans les aliments en utilisant les cinq sens humains (vue, odorat, l'ouïe, le toucher et le goût) (**Rita et al., 2014**).

On distingue : les épreuves de classement, les épreuves de cotation, les épreuves d'intervalle et les épreuves de rapport (**Vindras, 2010**).

## **I.2. Généralités sur les fromages**

Notre étude consiste à l'élaboration et validation d'un panel expert en analyse sensorielle des fromages, dont il est nécessaire de donner un petit aperçu sur les fromages ainsi que sur le fromage ricotta qui est utilisé comme support d'évaluation sensorielle dans la partie pratique.

### **I.2.1. Définition du fromage**

Le mot fromage vient du mot latin « formaticum » signifiant qu'il est fabriqué dans une forme appelée moule ou forma.

Dans la conception traditionnelle, le fromage est le résultat de la coagulation du lait par un ensemble d'enzymes coagulantes, connu sous le nom de présure, suivie de l'élimination partielle du lactosérum (l'égouttage), ce qui laisse subsister un caillé, lequel

est à l'origine du fromage. C'est cette conception qu'on retrouve nettement explicitée dans la norme internationale A.6 (point 2.a) du *Codex Alimentarius*.

**I.2.2. Caractéristiques des fromages**

Les caractéristiques sensorielles des fromages ont une préoccupation importante des filières. La qualité sensorielle des fromages varie en fonction de la technologie de fabrication et des caractéristiques chimiques et microbiologiques de la matière première mise en œuvre. Ces dernières dépendent elles-mêmes de nombreux facteurs d'origine génétique, physiologique, alimentaire ...etc. (Froc et al., 1988 ; Mistry et al., 2002).

**I. 2.3. Classification des fromages**

Lenoir et al (1983) donnent une vue synthétique et didactique de la diversité des fabrications fromagères. Les modalités de coagulation, d'égouttage et d'affinage du caillé conduisent à une grande diversité du fromage.

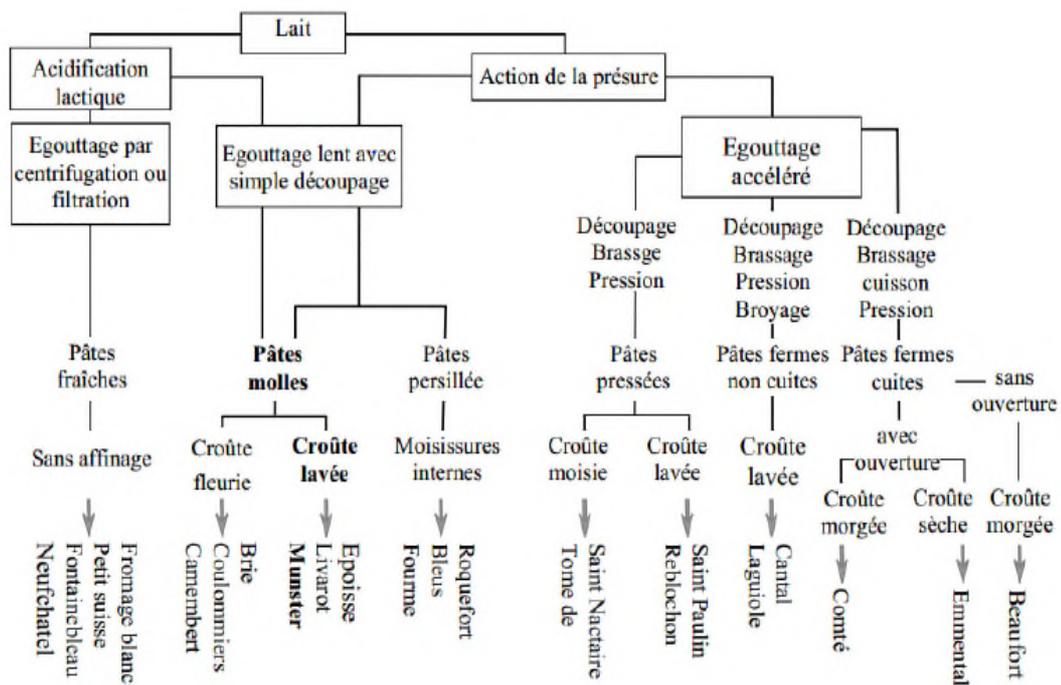


Figure 01: Classification fromagère (Lenoir et al., 1983).

**I.2.4. Définition du fromage Ricotta**

La ricotta est un fromage frais obtenu par acidification qui peut être fabriqué de lait entier ou de lait écrémé ; le lait cru aussi peut être utilisé comme matière première pour la production, puisque le traitement thermique imposé durant la formation du caillé répond aux exigences calorifiques de manière plus que satisfaisante (Besbes et al., 2003).

# Chapitre II

## Mise en place d'un jury expert en analyse sensorielle

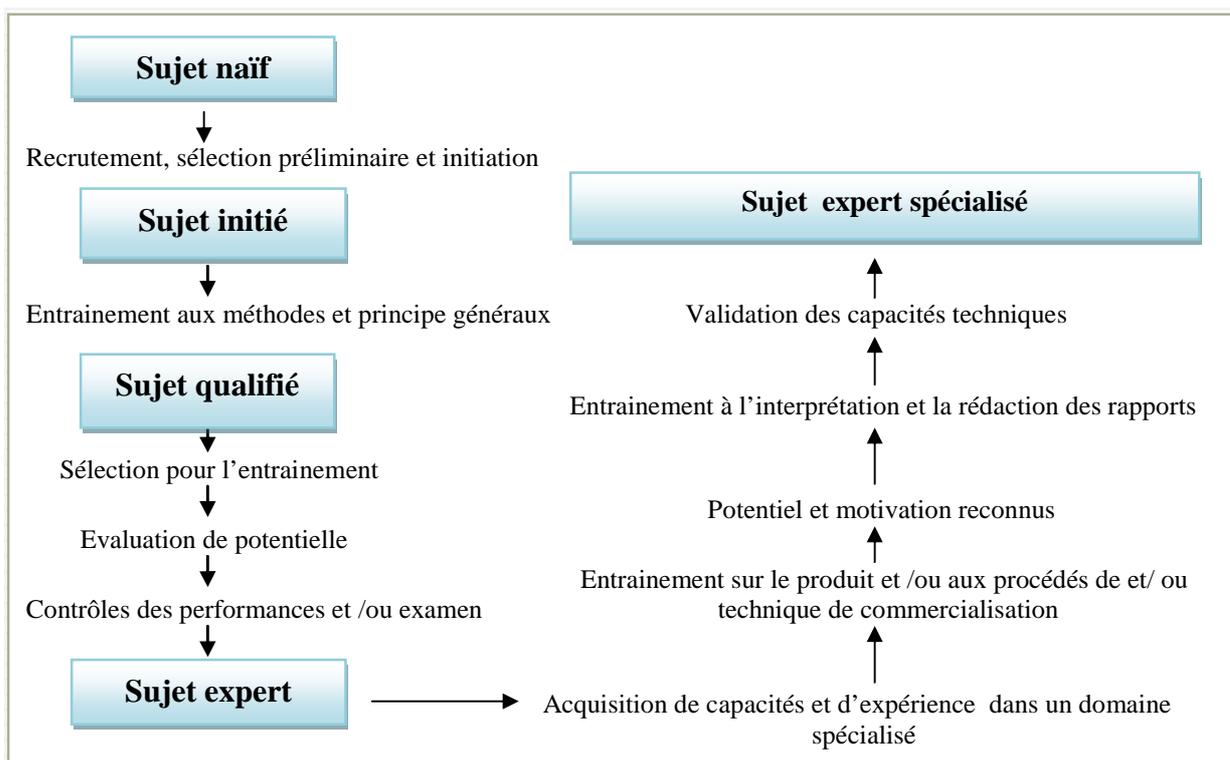
L'instrument de vérification pour l'analyse sensorielle est le panel de personnes qui vont être recrutées et formées pour réaliser des tâches précises d'évaluation sensorielle. Leur recrutement, leur formation, le contrôle de leur performance, les directives à leur donner et leur motivation relèvent de l'animateur du panel. Il est indispensable pour le bon fonctionnement du panel que l'animateur s'occupe efficacement de la préparation et de la gestion du panel (Watts et al., 1989).

## II.1. Définition du groupe d'évaluation

Un groupe d'évaluation sensorielle est un ensemble d'individus ou sujets requis pour effectuer des évaluations sensorielles.

On peut classer les groupes d'évaluation sensorielle en fonction de leur vocation, les groupes à vocation qualitative et quantitative (sujets experts), et les groupes à vocation hédonique, il s'agit de consommateurs naïfs (Nicod, 1998).

Différents type de sujets peuvent être distingués selon la figure au-dessous :



- **Le sujet naïf** : la personne qui ne répond pas à aucun critère particulier ;
- **Le sujet initié** : la personne qui a déjà participé à un essai sensoriel ;
- **Le sujet qualifié** : le sujet choisi pour sa capacité à effectuer un essai sensoriel ;
- **Le sujet expert** : la personne qui, par ses connaissances et son expérience, a la compétence requise pour fournir un avis dans les domaines sur lesquels il est consulté

Figure 02: Différent types de sujets [ISO 8586-2, 1994]

## II.2. Organisation pratique de la mesure sensorielle

### II.2.1. Choix des sujets experts

Les sujets à former doivent répondre à différents critères :

- **La justesse : la concordance entre plusieurs mesures**

La justesse d'une mesure est l'étroitesse de l'accord entre le résultat de la mesure et la valeur vraie de la grandeur à mesurer.

- **La fidélité : la répétabilité et la reproductibilité**

La fidélité est l'aptitude à donner, dans des conditions d'utilisation définies, des réponses très voisines lors de l'application du même signal d'entrée.

- **L'exactitude : l'accord entre les sujets**

L'exactitude est une combinaison de la justesse et de la fidélité de la mesure.

- **La sensibilité : le pouvoir discriminant**

Le dernier critère permettant d'évaluer la fiabilité d'une méthode est sa sensibilité ainsi que la capacité de la méthode à différencier les produits évalués (**Perrin, 2008**).

**II.2. Durée de la séance et la charge du travail :** Deux questions se posent à l'opérateur qui veut former un groupe d'évaluation et pratique des analyses : quelle est la durée d'une séance ? Quel est le nombre d'échantillons (ou d'épreuves) qu'un sujet peut effectuer au cours d'une séance d'une durée donnée ?

Les épreuves d'odeurs et de saveurs peuvent causer de l'adaptation et de la fatigue ; pour surmonter ce phénomène, le mieux est d'interrompre les épreuves d'odeurs pour inhaler de l'air frais ; dans le cas des épreuves, des substances qui neutralisent peuvent être présentées (**Sauvageot, 1998**).

**II.2.3. Renouveau du groupe :** Même si il est très motivé, le groupe risque toujours l'effritement pour cause de démission, de maladie, de lassitude. Il est important de pallier ce fait en entraînant dès que nécessaire, de nouveaux sujets, et en les intégrant progressivement à l'ancien groupe (**Nicod, 1998**).

**II.2.4. Personnel :** L'évaluation sensorielle s'effectue sous le contrôle d'un responsable à la fois animateur et analyste, aidé si nécessaire d'un préparateur ou personne de service.

Il est souhaitable qu'il ait un certain niveau d'étude et qu'il possède des connaissances en évaluation sensorielle (**Depledge, 1998**).

### II.3. Formation du groupe d'évaluation sensorielle

La mise en place d'un groupe d'évaluation sensorielle comporte les étapes suivantes :

- Recrutement et sélection préliminaire ;
- Sélection approfondie ;
- Entraînement général et spécifique ;
- Contrôle (fiabilité des réponses, répétabilité, etc.).

#### II.3.1. Recrutement

❖ **Recrutement de groupe interne** : il est important qu'il y ait dans l'entreprise et surtout dans l'encadrement une volonté générale de promouvoir l'évaluation sensorielle.

❖ **Recrutement de groupe externe** : il nécessite l'intervention de media, articles de journaux, petites annonces, marketing téléphonique, minitel...etc (**Nicod, 1998**).

##### ✚ Critères de recrutement et sélection préliminaire

- **La motivation** : en demandant au sujet de décrire en quelques lignes les raisons qui l'amènent à participer à l'évaluation sensorielle (il est important que le sujet soit motivé).

- **Les répulsions** : quelle que soit leur origine (culturelle, ethnique...), elles sont éliminatoires si elles correspondent aux produits habituellement dégustés.

- **Santé** : il est recommandé de choisir des sujets habituellement en bonne santé. La prise de médicaments (autres que contraceptifs) est contre-indiquée.

- **Port de prothèses dentaires** : il peut aussi être un facteur d'élimination dans le cas de groupe destinés à évaluer les textures.

- **Vision des couleurs** : l'aptitude à discriminer les couleurs peut être mise en évidence grâce à des tests spécifiques.

- **Consommation de tabac** : le fait de fumer n'est pas un facteur d'élimination (le fumeur peut s'abstenir de fumer au moins pendant l'heure qui précède l'épreuve).

- **L'âge et le sexe** : ne sont pas non plus des facteurs de sélection. Les performances des femmes sont certes en moyenne meilleures que celles des hommes (à tout âge).

- **Disponibilité** : les sujets doivent être à même d'assister assidument à toutes les séances, ce qui conduit à exclure les personnes motivées mais insuffisamment disponibles.

❖ **Information générales relatives au sujet** : il est très utile d'avoir, pour chaque sujet, une fiche de renseignement comportant les noms, adresse et téléphone ou numéro de poste et disponibilité horaires (**Nicod, 1998**).

## II.3.2. Sélection

### II.3.2.1.Principe de la sélection

Toute sélection doit être précédée d'un entraînement sommaire visant à faire prendre conscience aux individus de ce qu'est l'évaluation sensorielle, du rôle des sens et des différentes caractéristiques sensorielles (odeur, texture, saveur et flaveur).

Il est important que ces personnes aient pu goûter, sentir, toucher les solutions ou produits utilisés ultérieurement dans les épreuves de sélection en connaissant leur identité (vérifier que les sujets ne sont pas agueusiques ni anosmique aux différents produits à évaluer).

❖ **Essai d'appariement** : ces essais déterminent l'aptitude des sujets à reconnaître des substances parmi d'autres.

❖ **Essais de discrimination** : ces essais testent l'aptitude des sujets à détecter des différences entre produits.

❖ **Essais ayant pour but d'évaluer l'aptitude à décrire** : ces essais évaluent le niveau de créativité verbale des individus, leur capacité à expliquer les termes qu'ils proposent par des références connues et explicites.

❖ **Essais d'identification** : ils ne doivent être utilisés que pour vérifier la capacité des sujets à mémoriser.

### II.3.2.2. Entraînement

L'entraînement est une phase importante de la formation d'un groupe. Il doit permettre au sujets de :

- ♦ Se familiariser au vocabulaire spécifique ;
- ♦ Mémoriser les textures, les saveurs, les odeurs et les arômes caractéristiques ;
- ♦ Renouveler ces éléments dans un produit complexe si celui-ci présente des caractéristiques très marquées ;
- ♦ S'étalonner sur une gamme de concentration connue pour juger les intensités (Nicod et Hayat, 1986).

## II.4. Installation nécessaire à l'évaluation sensorielle

### II.4.1. Condition d'évaluation ou modalités opératoires

La mise en place d'un laboratoire d'analyse sensorielle nécessite un investissement important, qui comprend la salle de dégustation, la salle de préparation des échantillons ainsi qu'une salle de réunion pour les séances d'entraînement (Nicod, 1990).

#### II.4.1.1. Local

Il doit permettre 04 types d'activité :

- La préparation administrative des épreuves et leur interprétation ;
- La préparation des produits ;
- L'évaluation sensorielle des produits ;
- L'organisation de réunions avec les sujets (travaux en groupe).

##### a) Salle d'évaluation sensorielle

- La salle d'évaluation doit être calme et confortable avec des conditions atmosphériques favorables et un éclairage ambiant, le sol doit être facilement nettoyable, la couleur des murs et du plafond ne doit pas être agressive.

- L'organisation de la salle de dégustation doit permettre d'éviter que les sujets s'influencent mutuellement (installation de cabines individuelles fixes fermées sur trois cotés). Le nombre de postes de dégustation est le plus souvent compris entre 10 et 15 avec des chaises confortables et peu bruyantes.

- L'isolement est la condition impérative d'une bonne évaluation, cet isolement peut être obtenu par des panneaux mobiles posés sur des tables d'après AFNOR 1972.

- La surface de la stalle doit être de : 75cm de largeur (sans évier) ou 85cm (avec évier), une profondeur de 50cm et une hauteur du plan de travail de 75cm. La dimension critique étant la largeur. La table comme les séparateurs (60cm de hauteur prise à partir du plan de travail) doivent être facilement lavable et de couleur mate pour empêcher la réflexion de la lumière.

Chaque stalle peut être équipée de : une lumière, un passe plat, un évier, une plaque chauffante et un support.

**b) Salle de préparation :** Elle doit être disposée de tout équipement nécessaire à la préparation des échantillons et à leur conservation éventuelle ainsi qu'en nettoyage des récipients (Nicod, 1998).

**II.4.1.2. Présentation des échantillons**

La façon dont les échantillons sont présentés aux sujets est importante (elle doit minimiser l'influence des facteurs extérieurs au produit sur les réponses des sujets).

Les règles à respecter sont les suivantes :

- **Anonymat des échantillons** : la présentation est dite en aveugle est obligatoire quand on travaille sur des caractéristiques qualitatives et quantitatives des produits ;
- **Codage des échantillons** : afin de repérer les différents produits, on attribue à chacun d'entre eux un code généralement à trois chiffres ;
- **Présentation homogène des échantillons** : tous les facteurs extrinsèques au produit (température, quantité présentée, récipient...) doivent être absolument homogènes ;
- **Mode de présentation des échantillons** : d'une manière générale on cherche à se rapprocher le plus possible des conditions naturelles de consommation ;
- **Ordre de présentation des échantillons**: l'influence de l'ordre dans lequel le sujet déguste les produits sur ses réponses est évitée en changeant cet ordre d'un sujet à l'autre et d'une répétition à l'autre pour le même sujet (**Stringler, 1998**).

**Partie**  
pratique  
**pratique**

**Matériel**  
et  
**méthodes**

## Chapitre I : Matériel et méthodes

L'objectif de notre travail se base sur la constitution d'un groupe expert en analyse sensorielle des fromages en suivant plusieurs procédures précises avec des objectifs fixes. L'ensemble des épreuves effectuées ont été réalisées au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle du département des Sciences Alimentaires (université A.MIRA, Bejaïa).

### I.1. Matériel utilisés

Selon le type de produit à évaluer, on s'est limité à un équipement minimum, qui est, fioles jaugées, béchers, pipettes, entonnoirs, erlenmeyer, balance analytique, plaque chauffante, réfrigérateur, batteur électrique, thermomètre, boîtes en plastique, gobelets, assiettes jetables, couteaux jetables, cuillère jetables, petits flacons, casserole, passoire etc.

### I.2. Matériel humain

Un groupe de personnes de différentes catégories d'âge : des enseignants, des techniciens de laboratoire, des ingénieurs et du personnel de la faculté sont invités à participer à la sélection du groupe.

### I.3. Réactifs et produits utilisés

Durant la pratique, nous avons utilisé les réactifs et les produits cités ci-dessous:

- Saccharose, chlorure de sodium, caféine et acide citrique ;
- L'acide butyrique ( $C_4H_8O_2$ ) pour l'odeur de beurre rance, l'ammoniac ( $NH_3$ ) pour l'odeur ammoniacale, le diacétyl ( $C_4H_6O_2$ ) pour l'odeur de beurre et le lait de chèvre pour l'odeur de chèvre ;
- 08 types de fromages utilisés: emmenthal, parmesan, fromage rouge, mozzarella, comté, cantal, camembert et cheddar ; et deux types de fromages fondus.

**Tableau I:** Produits chimiques utilisés

Le produit chimique	La marque	Le pays fabricant
La caféine	BIOCHEM	Montréal (Québec)
L'acide citrique	BIOCHEM	Montréal (Québec)
L'acide butyrique	BIOCHEM	France
L'ammoniac (forme liquide)	Scharlau	Espagne
Le diacétyl	-	-

### I.4. Préparation du fromage Ricotta

#### ▪ Principe

Le fromage ricotta est un fromage frais, nous l'avons utilisé comme support d'évaluation en analyse sensorielle du fromage, vue qu'il s'agit d'un fromage neutre sans goût ni odeur ni texture spécifique (**Figure 03**).

**▪ Mode opératoire**

- Mettre trois litres de lait pasteurisé partiellement écrémé dans une casserole puis chauffer le lait à l'aide d'une plaque chauffante jusqu'à une température de 85°C mesurée avec un thermomètre ;



**Figure 03 :** Photographie de fromage Ricotta

- Ajouter une solution d'acide citrique : 10g acide citrique + 110 ml d'eau distillée pour 3litre du lait et agiter légèrement à l'aide d'une cuillère en bois ;

Laisser reposer le mélange pendant 30 minutes, puis procéder à l'égouttage (élimination de lactosérum) pour la récupération du coagulum « le fromage » suivi d'un refroidissement pendant trois (03) heures minimums.

**I.5. Procédures de constitution du panel expert**

Au cours d'une période de 3 mois, 33 membres du jury potentiels ont été soumis à 13 épreuves de choix (essai triangulaire, seuils différentiels, essai de classement et essai d'identification de stimulus) basés sur le goût, l'arome et les caractéristiques de texture des fromages.

**I.5.1.Méthode de Spencer (1971)**

Développée en vue de former un groupe de généralistes susceptibles après entrainement d'évaluer différentes denrées alimentaires du point de vue flaveur (complexe olfaction, gustation, sensibilité chimique commune), la procédure de Spencer comporte trois étapes de sélection : présélection, sélection et entrainement ; à la fin de chaque épreuve le sujet est déclaré ou non apte pour l'étape suivante (**Sauvageot, 1998**).

**I.5.1.1. Phase de présélection**

Dans cette phase nous avons informé des enseignants, des techniciens, des ingénieurs ainsi que le personnel de la faculté que des testes de présélection d'analyse sensorielle des fromages allaient avoir lieu, durant la période allant du mois de mars jusqu'au mois de mai 2016. A cette effet, 56 volontaires sont présentés, un questionnaire leur a été distribuer (**Annexe I**).

La sélection préliminaire a permis d'éliminer 23 volontaires pour des raisons spécifiques telles que : problème de santé, manque de disponibilité et invalidité sensorielle «fumeur, agueusique,... ».

33 candidats sont recrutés vue leur motivations, leur port d'intérêt et leur réelle volonté pour participer, avec une disponibilité assez suffisante, ainsi qu'ils font l'objet de la sélection proprement dite.

### **I.5.1.2. Phase de sélection**

Cette phase de sélection s'est basée sur la procédure de SPENCER suivant deux étapes : première étape (essais d'appariement), deuxième étape (essais de discrimination).

Avant de procéder à chaque évaluation, la salle de dégustation doit être préparée avec l'équipement nécessaire pour les différentes épreuves à effectuer : cabines de dégustation, crachoir, questionnaire,... (**Figure 04**).



**Figure 04:** photographie des cabines de dégustation (stalle)

#### **1) Première étape : Reconnaissances des saveurs fondamentales**

- **But :** Le but de cette étape est de détecter les incapacités des sujets à distinguer les quatre saveurs fondamentales (sucrée, salée, amère et acide).
- **Principe :** Cette étape consiste à présenter dans un ordre aléatoire quatre solutions sapides: saccharose, chlorure de sodium, la caféine et l'acide citrique, pour identifier la nature de chacune, le sujet est informé que l'échantillon peut être : sucrée, salée, amère ou acide (**Sauvageot, 1998**).
- **Mode opératoire**
  - Peser dans un bécher à l'aide d'une balance analytique les quantités nécessaires pour la préparation des solutions présentées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau II:** Concentration des quatre solutions sapides.

Solution	Concentration (g/L)
Solution salée	2g de chlorure de sodium
Solution acide	2g d'acide citrique
Solution amère	1g de caféine
Solution sucrée	20 g de saccharose

- Dissoudre chaque produit dans l'eau ;
- Ajuster le volume dans une fiole de 1000 mL jusqu'au trait de jauge.

La quantité nécessaire a été de 3L pour chaque saveur.

▪ **Déroulement de l'épreuve**

- Préparer 04 gobelets codé 1, 2, 3 et 4, chacun comporte l'une des 4 saveurs ;
- Le sujet est invité à identifier les quatre saveurs fondamentales selon le questionnaire suivant :

Test 01 : Identification des quatre saveurs fondamentales dans l'eau			
Nom et prénom : .....		Date :.....	
Date : .....		Poste : .....	
Acide		salée	
Amère		sucrée	
Observation			
N.B : On inscrira en face de chaque saveur le n° des échantillons du gobelet correspondant			

**2) Deuxième étape : Seuils différentiels**

- **But :** l'objectif de cette étape est la détermination de l'acuité sensorielle.

▪ **Principe**

Le sujet est invité à classer selon **AFNOR V.09.009** six concentrations, par ordre d'intensité croissantes les quatre solutions « sucrée, salée, amère et acide », aucune erreur n'est également tolérée.

▪ **Mode opératoire**

- A partir des solutions mères de chaque saveur préparée précédemment, une série de dilution arithmétique à été préparée selon les concentrations indiquées dans le tableau suivant :

**Tableau III:** Concentration des dilutions de chaque saveur (série arithmétique).

Dilution	Concentration (g/L)
1 <sup>er</sup> Concentration	173ml de la solution mère préparée
2 <sup>eme</sup> Concentration	150ml de la solution mère préparée
3 <sup>eme</sup> Concentration	125ml de la solution mère préparée
4 <sup>eme</sup> Concentration	100ml de la solution mère préparée
5 <sup>eme</sup> Concentration	75ml de la solution mère préparée
6 <sup>eme</sup> Concentration	50ml de la solution mère préparée

### ▪ Déroulement de l'épreuve

- Préparer 06 gobelets codé pour chaque saveur comportant respectivement les dilutions dans un ordre croissant ;
- Le sujet est invité à identifier la saveur avec l'augmentation de la concentration à chaque fois qu'il passe d'une dilution à une autre selon le questionnaire suivant :

Test différentiel : classement des quatre saveurs fondamentales						
Nom et prénom : ..... Date : ..... Poste : .....						
Echantillon	1	2	3	4	5	6
Prises						
Echantillon	1'	2'	3'	4'	5'	6'
Prises						
Echantillon	1''	2''	3''	4''	5''	6''
Prises						
Echantillon	1'''	2'''	3'''	4'''	5'''	6'''
Prises						

**NB :** Les réponses seront données dans le bulletin comme suit :

**0** : pour aucune sensation.  
**X** : pour apparition d'une sensation.  
**XX** : pour identification de la solution dans le fromage.  
**XXX** : pour première sensation de différence de concentration (on ajoute une croix à chaque différence de sensation).

### I.5.1.3. Phase d'entraînement

Cette phase consiste à organiser des séances d'entraînement sur l'analyse du fromage de point de vue : goût, arôme et texture. La procédure suivie est celle décrite par (Gallerani *et al.*, 2000)

L'entraînement des sujets a pour objectif :

- D'apprendre à évaluer les fromages ;
- Donner des jugements purement qualitatifs sans tenir compte des préférences ;
- De comparer sa perception à celle des autres juges afin de réduire les différences interindividuelles
- D'augmenter sa connaissance sensorielle ;

Cette phase d'entraînement est subdivisée en plusieurs tests après avoir validé les 2 premiers tests de sélection.

D'après les résultats obtenus dans les tests précédents, les juges qui ont donné des réponses incorrectes sont éliminés, 24 juges seulement ont été sélectionnés.

#### I.5.1.3.1. Procédure de sélection pour le goût

04 tests ont été soumis aux juges dans le but d'évaluer leur capacité de distinguer les quatre saveurs fondamentales (sucré, salé, amère et acide) dans le fromage Ricotta.

##### 1) Identification des quatre saveurs fondamentales à faible et à forte intensité

▪ **But** : capacité à identifier les quatre saveurs fondamentales à faible et à forte intensité dans le fromage Ricotta.

▪ **Mode opératoire**

- Préparation du fromage ricotta (les étapes de préparation voir la page 13);
- Préparation des solutions des quatre saveurs fondamentales à basse et à haute intensité ; en ajoutant 15mL d'eau stérile pour les quantités pesées, selon le tableau ci-dessous:

**Tableau IV:** Quantité des quarts saveurs fondamentales à basse et à haute intensité.

Saveur	Quantité (g)	
	Faible intensité	Forte intensité
sucrée	0,65	1,3
salée	0,61	0,03
amère	0,0038	0,076
acide	0,44	0,87

➤ Incorporer chaque solution préparée dans 100g de Ricotta, puis homogénéiser à l'aide d'un batteur ;

- Refroidissement.

**NB** : l'ajout des concentrations pesées se fait après égouttage et avant refroidissement.

▪ **Déroulement de l'épreuve**

- Préparer 02 boîtes pour chaque saveur codé 1,1' ; 2, 2' ; 3, 3' et 4, 4' respectivement à faible et forte intensité;
- Le sujet est invité à identifier la saveur à faible et à forte intensité selon le questionnaire qui suit :

Test 02 : Identification des quatre saveurs fondamentales à faible et à forte intensité								
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : .....								
Quatre (04) paires d'échantillons de fromage frais (Ricotta) vous sont présentés numérotés 1,1' ; 2, 2' ; 3, 3' et 4, 4' .Chaque paire présente l'une des saveurs suivantes : sucrée, salée, amère ou acide.								
• Chaque paire est constituée de deux échantillons : l'un à faible intensité et l'autre à forte intensité								
Saveur	Sucrée		Salée		Amère		Acide	
Paire								
intensité	faible	fort	faible	fort	faible	fort	faible	fort
Dans ce test il vous est demandé de compléter le tableau ci-dessous par le numéro de la paire correspondante pour chaque saveur (1, 2, 3 ou 4), et le numéro de la boîte pour chaque intensité de saveur.								

**2) Identification des combinaisons des quatre saveurs fondamentales**

▪ **But:** Capacité à identifier six (06) combinaisons de saveurs (sucrée + amère, amère + acide, salée + amère, salée + sucrée, sucrée + acide et salée + acide) à faible et à forte intensité dans le fromage ricotta.

▪ **Mode opératoire**

- Préparation du fromage ricotta ;
- Préparation des solutions des six combinaisons à basse et à haute intensité ; en ajoutant 15mL d'eau stérile pour les quantités pesées, selon le tableau ci-dessous:

**Tableau V :** Quantité des six combinaisons à basse et à haute intensité.

Combinaison	Quantité (g) pour faible et forte intensité
sucrée + amère	
amère + acide	sucrée : 0,88 - 1,3
salée + amère	salée : 0,4 - 0,61
salée + sucrée	amère : 0,05 - 0,076
sucrée + acide	acide : 0,58 - 0,87
salée + acide	

- Incorporer chaque solution préparée dans 100g de Ricotta, puis homogénéiser à l'aide d'un batteur ;
- Refroidissement.

▪ **Déroulement de l'épreuve**

➤ Préparer 02 boites pour chaque combinaison codées : 1', 1 ; 2, 2' ; 3', 3 ; 4, 4' ; 5', 5 et 6, 6' respectivement à faible et forte intensité;

➤ Le sujet est invité à identifier la combinaison à faible intensité puis à forte intensité selon les questionnaires qui suit :

<b>Test 03 : Identification des combinaisons de saveurs fondamentales</b>												
<b>Nom :</b> ..... <b>Prénom :</b> ..... <b>Date :</b> ..... <b>Poste :</b> ....												
Douze (12) échantillons de six (06) combinaison de fromage frais (Ricotta) vous sont présentés numérotés 1,1' ; 2, 2' ; 3, 3' ; 4, 4' ; 5,5' et 6, 6'.												
Chaque combinaison présente l'une des saveurs suivantes : sucrée+amère, amère+acide, salée+amère, salée+sucrée, sucrée+acide ou salée+acide.												
Chaque combinaison est constituée de deux échantillons : l'un à faible intensité et l'autre à forte intensité.												
Dans ce test il vous est demandé de compléter le tableau ci-dessous par le numéro de la combinaison correspondante pour chaque saveur et de distinguer la différence d'intensité.												
saveur	Sucrée + Amère		Amère + acide		Salée + amère		Salée + sucrée		Sucrée + acide		Salé + acide	
	Combinaison											
Intensité	faible	Fort	faible	fort	faible	fort	faible	fort	faible	fort	faible	fort

**3) Epreuves triangulaires du fromage ricotta pour les saveurs salée et acide**

▪ **But :** Les sujets disposent de 03 échantillons dont deux sont identiques (un échantillon est doublé et l'autre pas). La tâche donc consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété.

▪ **Mode opératoire**

- Préparation du fromage ricotta ;
- Peser les quantités nécessaires de chlorure de sodium et de l'acide citrique, préparation des solutions des deux saveurs à basse et à haute intensité ; en ajoutant 15ml d'eau stérile pour les quantités pesées, selon le tableau ci-dessous:

**Tableau VI :** Quantité de chlorure de sodium à basse et à haute intensité.

Saveur	Quantité (g) pour faible et forte intensité
Ricotta salée	0,19
	0,43
Ricotta seule	aucune
Ricotta acide	0,087
	0,35
Ricotta seule	aucune

➤ Incorporer chaque solution préparée dans 100g de Ricotta, puis homogénéiser à l'aide d'un batteur ;

➤ Refroidissement.

▪ **Déroulement de l'épreuve**

➤ Préparer 06 boîtes codées 1, 2, 3, 3, 4, 5 et 6 pour les saveurs acide et salée;

➤ Le sujet est invité à identifier les deux échantillons identiques à faible intensité et à forte intensité pour les deux saveurs selon les questionnaires suivants :

<b>Test 04 : test triangulaire du fromage ricotta</b>			
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : .....			
Six (06) échantillons de fromage ricotta codés 1, 2, 3, 4, 5 et 6 vous sont proposés, il vous est demandé de les classer selon le tableau ci-dessous.			
Pour chaque série, deux échantillons sont identiques et un est différent, déterminer quel est l'échantillon non répété			
<b>Ricotta à saveur salée</b>			
Saveur salée à faible intensité		Saveur salée à forte intensité	
02 échantillons de ricotta salée identiques	Fromage ricotta seule	02 échantillons de ricotta salée identiques	Fromage ricotta seule
<b>Ricotta à saveur acide</b>			
Saveur <b>acide</b> à faible intensité		Saveur acide à forte intensité	
02 échantillons de ricotta acide identiques	Fromage ricotta seule	02 échantillons de ricotta acide identiques	Fromage ricotta seule

#### 4) Test de classement du fromage ricotta pour les saveurs salée et acide

▪ **But:** Ce test consiste à classer 06 échantillons de fromage ricotta, contenant des concentrations décroissantes de chlorure de sodium et d'acide citrique.

▪ **Mode opératoire**

- Préparation du fromage ricotta ;
- Peser les concentrations nécessaires, et préparer des solutions correspondantes; en ajoutant 15mL d'eau stérile pour les quantités pesées, selon le **Tableau VII**.

**Tableau VII:** Quantités décroissantes des deux saveurs salées et acide.

Saveur	Salée	Acide
Quantité (g)	0,71	1,14
	0,43	0,73
	0,3	0,53
	0,21	0,42
	0,16	0,37
	0,13	0,35

➤ Incorporer chaque solution préparée dans 100g de Ricotta, puis homogénéiser à l'aide d'un batteur ;

➤ Refroidissement.

▪ **Déroulement de l'épreuve**

- Préparer 06 boîtes codées 1, 2, 3, 3, 4, 5 et 6 pour chaque saveur;
- Le sujet est invité à classer par ordre décroissant chacune des deux saveurs selon les questionnaires suivants :

Test 05 : Classement de la saveur salée et acide dans le fromage Ricotta						
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : .....						
Six (06) échantillons de fromage Ricotta codés 1, 2, 3, 4, 5 et 6 vous sont proposés, il vous est demandé de les classer par ordre décroissant de concentration selon le tableau ci-dessous.						
Ricotta à saveur salée						
Plus concentré <span style="float: right;">→</span> moins concentré						
N° de la boîte	1	2	3	4	5	6
Réponse						
Ricotta à saveur acide						
Plus concentré <span style="float: right;">→</span> moins concentré						
N° de la boîte	1	2	3	4	5	6
Réponse						

### I.5.1.3.2. Procédure de sélection pour l'arome

03 tests ont été effectués pour évaluer la capacité des juges à identifier et à classer les 04 arômes (ammoniacal, beurre rance, beurre et odeur de chèvre) incorporés dans le fromage Ricotta. Ces tests sont les suivants :

#### 1) Identification des quatre arômes dans le fromage Ricotta

▪ **But :** identification des arômes dans le fromage ricotta : odeur ammoniacale (ammoniacal), odeur de beurre rance (acide butyrique), odeur de chèvre (caproates éthyliques) et odeur de beurre (diacétyl).

#### ▪ Mode opératoire

- Préparation de fromage ricotta
- Peser les quantités nécessaires, et préparer des solutions correspondantes; en ajoutant 15mL d'eau stérile, selon le tableau suivant :

**Tableau VIII:** Quantité des quatre arômes.

Arome	Quantités (g)
Ammoniacal	0,1
Acide butyrique	0,3
Caproate d'éthyle (lait de chèvre)	0,0013
diacétyl	0,16

#### ▪ Déroulement de l'épreuve

- 04 boîtes contenant ce fromage sont présentées ;
- Chaque juge doit sentir et identifier l'arôme ajouté au fromage pour remplir le questionnaire suivant :

<b>Test 01 : Identification de quatre arômes dans le fromage Ricotta</b>				
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : .....				
<p>Quatre (4) échantillons de fromage frais (Ricotta) vous sont présentés numérotés 1, 2, 3 et 4            Chaque numéro présente l'un des arômes suivants : arôme ammoniacal (ammoniacal), arôme de beurre rance (acide butyrique), arôme de lait de chèvre (caproates éthyliques) et arôme de crème/beurre (diacétyl).</p> <p>Dans ce test il vous est demandé de compléter le tableau ci-dessous par le numéro de la boîte correspondante pour chaque arôme (1, 2, 3 ou 4).</p>				
arôme	Odeur ammoniacale	Odeur de beurre rance	Odeur de lait de chèvre	Odeur de crème/beurre
Numéro de la boîte				

## 2) Epreuve triangulaire de l'acide butyrique dans la ricotta

▪ **But :** Les sujets disposent de 03 échantillons dont deux sont identiques (un échantillon est doublé et l'autre pas). La tâche donc consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété.

### ▪ Mode opératoire

- Préparation de fromage ricotta
- Peser les quantités nécessaires, et préparer des solutions correspondantes; en ajoutant 15mL d'eau stérile, selon le tableau IX.

**Tableau IX :** Quantité d'acide butyrique (test triangulaire)

Arome	Quantité (g) à faible et forte intensité
Acide butyrique	0,16 – 0,28
	0,07 – 0,1
Ricotta seule	aucune

### ▪ Déroulement de l'épreuve

➤ Présenter 06 boîtes codées dont 04 comportant le fromage avec les différentes concentrations de l'acide butyrique, 02 à forte intensité et 02 autres à faible intensité, et les 02 dernières comportant la ricotta seule.

➤ Chaque juge doit sentir et identifier les deux boîtes identiques à faible et à forte intensité et la boîte différente de ricotta seule pour remplir le questionnaire suivant :

Test 04 : test triangulaire du fromage ricotta à arôme de beurre rance			
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : ...			
Six (06) échantillons de fromage ricotta codé 1, 2, 3, 4, 5 et 6 vous sont proposés, il vous est demandé de les classer selon le tableau ci-dessous. Pour chaque série deux des échantillons sont identiques et un est différent, déterminer quel est l'échantillon non répété			
<b>Tableau 1 : fromage à arôme de beurre rance</b>			
Arome à fort intensité		Arome à faible intensité	
2 échantillons de fromage identiques	Fromage ricotta seule	2 échantillons de fromage identiques	Fromage ricotta seule

## 3) Classement décroissant de l'arôme de « beurre rance » dans la Ricotta

▪ **But :** Ce test consiste à classer 06 échantillons de fromage ricotta, contenant des concentrations décroissantes de l'acide butyrique.

### ▪ Mode opératoire

- Préparation de fromage ricotta
- Peser les quantités nécessaires, et préparer des solutions correspondantes; en ajoutant 15mL d'eau stérile, selon le **Tableau X**.

**Tableau X** : Quantité d'acide butyrique (test de classement)

Arome	Concentration (pour 100g de fromage)
Acide butyrique	0,69
	0,37
	0,21
	0,13
	0,09
	0,07

### ▪ Déroulement de l'épreuve

- 06 boites de fromage à odeur de beurre rance sont présentées aléatoirement ;
- Le juge doit faire un classement décroissant de l'arome de beurre rance contenu dans la ricotta et remplir le questionnaire suivant :

<b>Test 03 : Classement décroissant de l'arome de « beurre rance » dans le fromage Ricotta</b>						
Nom : ..... Prénom : ..... Date : ..... Poste : .....						
Six (6) échantillons de fromage Ricotta contenant une solution décroissante de l'acide butyrique « arome beurre rance » codés 1, 2, 3, 4, 5 et 6 vous sont proposés, il vous est demandé de les classer par ordre décroissant de concentration selon le tableau ci-dessous.						
<b>Tableau 1</b> : fromage à arome de beurre rance						
Plus concentré <span style="font-size: 1.2em;">→</span> moins concentré						
Classement	1	2	3	4	5	6
N° de la boite						

D'après les résultats obtenus dans les différents tests précédents, les juges qui ont donnés des réponses incorrectes sont éliminés (**Gallerani et al., 2000**).

Donc 17 juges sont qualifiés selon cette sélection pour procéder au test de la texture.

#### **I.5.1.3.3. Procédure de sélection pour la texture des fromages**

Cette étape est consacrée pour entrainer les juges à connaitre à distinguer les différents paramètres concernant la texture des fromages: rugosité de surface, humidité extérieure, élasticité, dureté, déformabilité et friabilité (**Lavanchy et al., 1993**).

▪ **Objectif de ce test** : ce test a pour but l'étude des paramètres de la texture pour huit types de fromage.

▪ **Mode opératoire**

➤ 08 types de fromage ont été choisis en raison de leur différence de texture : emmental, cheddar, parmesan, camembert, fromage rouge, mozzarella, cantal et comté (**tableau XI**).

**Tableau XI:** Fromages utilisés pour le test de la texture

<i>Fromage utilisé</i>	<i>Caractéristiques</i>
<b>Emmental</b> 	<p>C'est un fromage suisse à pâte dure, pressée cuite, fabriqué à partir de lait de vache. Sa période d'affinage varie entre 8 et 12 mois (voire davantage).</p> <p>Il est de surface lisse, moyennement humide et avec une élasticité élevée.</p>
<b>Cheddar</b> 	<p>C'est un fromage à pâte dure de couleur jaune pâle au goût prononcé au lait de vache. Son affinage s'effectue à sec en cave sèche, pendant environ 6 mois.</p> <p>Il est de surface légèrement granuleuse faiblement humide</p>
<b>Camembert</b> 	<p>C'est un fromage à pâte molle à croûte fleurie, fabriqué avec de lait de vache. L'affinage de ce type de fromage est de 2 à 6 semaines de l'extérieur vers l'intérieur.</p> <p>Il est humide, sans élasticité et mou.</p>
<b>Parmesan</b> 	<p>C'est un fromage à pâte pressée cuite, extra dure, fabriqué à base de lait de vache ou de chèvre. La durée d'affinage est de 12 mois minimum voire 2 à 3 ans.</p> <p>Il est de surface granuleuse, extra dur avec une friabilité élevée.</p>
<b>Fromage rouge (Edam)</b> 	<p>C'est un fromage dur au lait de vache. Son affinage varie selon la tendreté souhaitée. De deux à trois mois pour les fromages tendres, de six à huit mois pour les quart étuvés, de un à dix-huit mois pour les étuvés.</p> <p>Il est dur, d'élasticité moyenne faiblement déformable.</p>
<b>Mozzarella</b> 	<p>C'est un fromage frais à pâte filée de saveur douce et acidulée, à base de lait de vache ou de bufflonne.</p> <p>Il est moyennement déformable et d'une élasticité assez élevée.</p>
<b>Cantal</b> 	<p>C'est un fromage mi-dur à pâte pressée en forme (forme de cylindre haut pour ce fromage) non cuite, fabriqué à partir de lait cru de vache ou pasteurisé.</p> <p>Il est moyennement humide et peu friable.</p>
<b>Comté</b> 	<p>C'est un fromage de même la famille des gruyères, à pâte pressée cuite, au lait cru de vache partiellement écrémé à pâte souple et onctueuse, fabriqué de manière artisanale, à partir de lait cru.</p> <p>Il est dur, sec avec une friabilité moyenne.</p>

- Ces fromages sont présentés en trio pour 06 paramètres de texture étudiés :
  1. Rugosité de surface: emmenthal, cheddar, parmesan
  2. Degré d'humidité en surface : cheddar, emmenthal, camembert,
  3. Elasticité : camembert, fromage rouge, emmenthal
  4. Dureté: camembert, fromage rouge, emmenthal
  5. Déformabilité en bouche : fromage rouge, mozzarella, parmesan
  6. Friabilité en bouche: cantal, comté, parmesan
- Des échantillons de référence ont été présentés (**Annexe II**) afin d'aider les jurys à évaluer la texture des fromages ainsi que pour mettre à niveau l'échelle de notation.
- Les jurys sont invités à analyser les fromages présentés, attribuer des notes comprises entre 1 et 7 pour chaque paramètre et remplir le questionnaire qui leur a été présenté (**Annexe II**).

#### **I.5.1.4. Exemple d'application**

- **But :** Une fois que la phase d'entraînement est achevée, nous avons proposé un test d'application afin d'évaluer l'efficacité des juges formés et l'homogénéité des réponses données.
- **Mode opératoire**
  - 02 fromages fondus de marques différentes sont présentés aux juges pour une analyse sensorielle.
  - Le panel est invité à évaluer les propriétés organoleptiques des fromages présentés, et remplir le questionnaire qui lui a été présenté (**Annexe III**).

#### **I.5.1.5. Traitement des résultats**

Les résultats obtenus durant les différents tests effectués ont été traités par :

- La loi binomiale (test triangulaire)
- Méthode chideux de Friedman (test de classement)
- Le logiciel **XLSTAT**, utilise le Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats (test d'application et texture). Ce dernier permet d'utiliser des techniques statistiques d'analyse des données et de modélisation mathématiques sans quitter Microsoft Excel, donc sa particularité est qu'il est parfaitement intégré à l'Excel (**Nicolau, 2006 ; Addisoft, 2007**).

**Résultats**  
et  
**discussion**

## II.1. Résultats des tests de sélection

### II.1.1. Identification des saveurs fondamentale dans l'eau

La totalité des sujets recrutés (33 sujets) ont réussi le test d'identification des saveurs fondamentales (sucrée, salée, amère et acide).

Le système gustatif de l'Homme permet de détecter et d'identifier les différentes saveurs des aliments. La détection se fait dans la cavité buccale par l'intermédiaire de récepteurs, l'activation de ces derniers va moduler une cascade de transduction qui sera responsable de la perception finale du gout par le cerveau (Scott, 2005).

Ce résultat s'explique par :

- Le contact habituel des sujets aux saveurs fondamentales ;
- La concentration assez élevée des solutions mères préparées ;
- La capacité des sujets à identifier les saveurs (fonctionnement des récepteurs) ;
- Le respect des conditions d'analyse.

### II.1.2. Seuil différentiel

Sur les 33 sujets qualifiés dans le premier test de sélection, 24 sujets ont réussi cette épreuve (Figure 05).

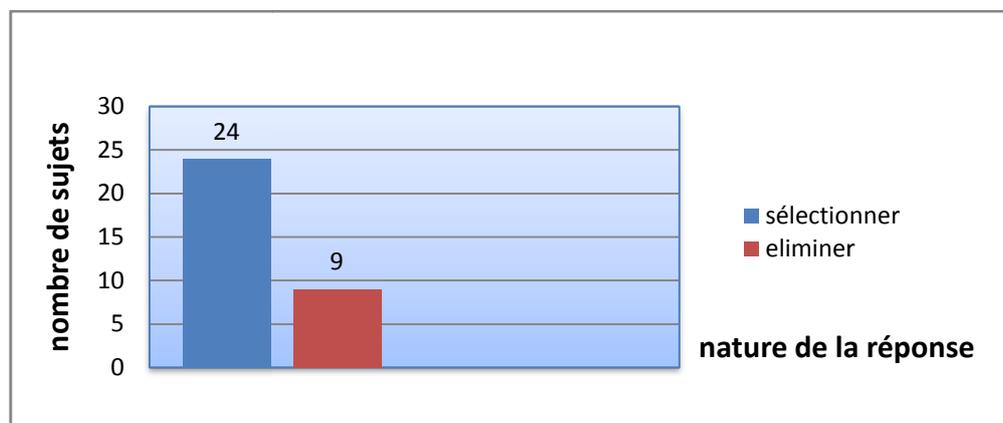


Figure 05: Résultats du 2<sup>ème</sup> test de sélection

Le seuil différentiel consiste à présenter une série de dilutions croissante et à demander au sujet de déterminer l'augmentation de la concentration (COI, 2007), le résultat de cette épreuve montre que 09 sujets ont été éliminés.

Ce résultat s'exprime par :

- La faible différence de concentration d'une solution à une autre, série de dilution arithmétique (50g/l, 70g/l, 100g/l, 125g/l, 150g/l, 175g/l).
- Manque d'entraînement des sujets à ce type de test.
- Problème due au sujet lui-même (état de santé, fatigue, manque de concentration...)

- La variation de l'acuité sensorielle d'un individu à un autre.

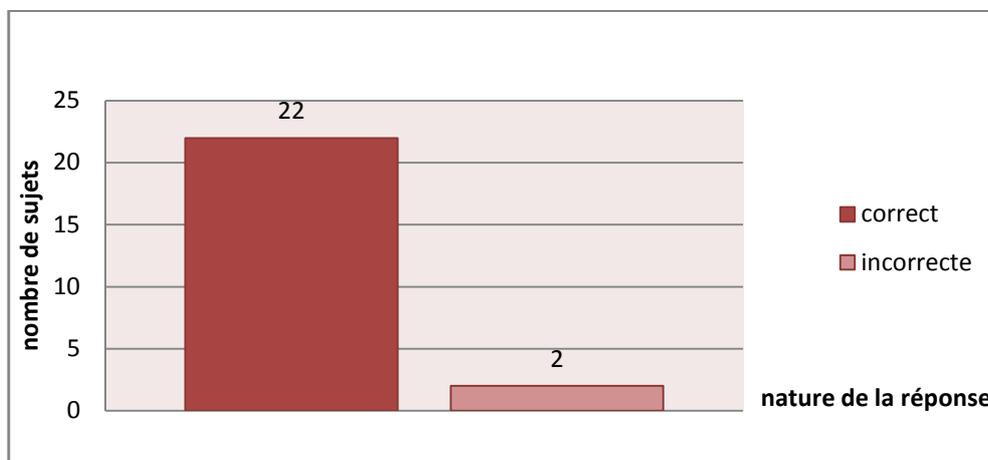
A la fin de ce test, 24 sujets qualifiés ont été sélectionnés, ils sont appelés à participer à des séances d'entraînement.

## II.2. Résultats des séances d'entraînement

### II.2.1. Résultats des tests d'entraînement sur le goût

#### II.2.1.1. Identification des saveurs fondamentales dans la ricotta

24 personnes ont passé l'épreuve d'identification des saveurs fondamentales dans la ricotta, 22 juges sur 24 ont donné des réponses correctes comme le montre la figure suivante :

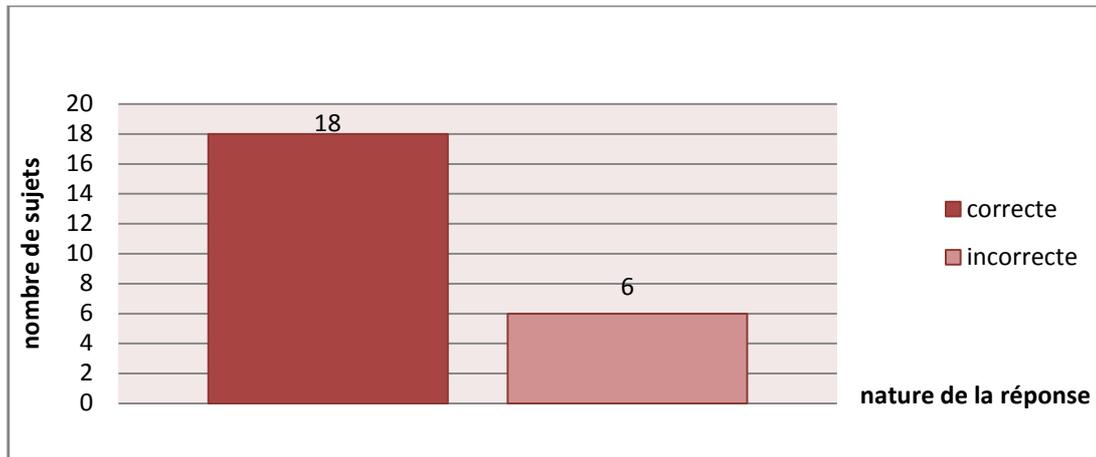


**Figure 06:** Résultats du test d'identification des saveurs fondamentales

La **figure 06** donne une représentation du nombre des juges qui ont donné des réponses correctes et incorrectes. L'ensemble du groupe présente des performances tout à fait acceptables puisque la majorité des sujets ont donné des réponses correctes. Ceci permet simplement de mettre en évidence un effet de mémorisation chez les personnes ayant déjà effectué ces tests de reconnaissance.

#### II.2.1.2. Identification de 06 combinaisons de saveurs dans la ricotta

24 personnes ont passé l'épreuve d'identification des combinaisons de saveur dans la ricotta, 18 juges ont pu donner des réponses correctes comme le montre la **figure 07**.



**Figure 07 :** Résultats de test d'identification de six combinaisons

La figure 07 donne une représentation du nombre de juges qui ont donné des réponses correctes et incorrectes. L'ensemble du groupe présente des acuités sensorielles tout à fait acceptables puisque la majorité des sujets ont donné des réponses correctes. Ce test permet d'améliorer la mémorisation et la distinction des saveurs chez ces individus.

### II.2.1.3. Epreuve triangulaire des saveurs salée et acide dans la ricotta

Le test triangulaire est réalisé en présentant trois échantillons aux juges dont un étant doublé. Cette épreuve est réalisée sur les 24 sujets qualifiés.

#### 🚩 Interprétation des résultats

D'après **Watts et al., (1989)** pour traiter les résultats de cette épreuve, nous devons calculer la valeur de  $\mu$  observée par approximation de la loi binomiale, selon la formule suivante :

$$\mu = \frac{|3X - n| - 1,5}{\sqrt{2n}}$$

$n$ : Le nombre de répétitions (nombre de sujets quand chaque sujet réalise une seule épreuve).

$X$ : le nombre de réponses correctes observées.

Pour validé l'approximation, nous supposons que  $(n \times 1/3) > 5$ .

- Si  $\mu$  observé est  $> 1,64$  implique les différences sont significatives à 5%
- Si  $\mu$  observé est  $> 2,3$  implique les différences sont significatives à 1%
- Si  $\mu$  observé est  $> 2,81$  implique les différences sont significatives à 1%.

$$\mu = \frac{|(3 \times 17) - 24| - 1,5}{\sqrt{(2 \times 24)}} = 3,68$$

D'après les résultats obtenus, la valeur  $\mu$  observée est 3,68 ; elle est supérieure à  $\mu$  théorique au seuil de 1%. Cela signifie que les juges ont perçu des différences significatives entre les échantillons à 99,9% de certitude donc à 0,01% d'erreur.

Ce résultat est confirmé en utilisant la table des valeurs critiques de l'épreuve triangulaire (Annexe IV).

#### II.2.1.4. Classement des deux saveurs salée et acide dans la ricotta

Le classement est réalisé par ordre décroissant d'intensité de plus concentré au moins concentré pour chaque saveur (acide et salée).

##### 🚩 Interprétation des résultats

##### Calcul de *chideux de Friedman*

###### ➤ Saveur salée

$$Chideux = \frac{12}{nk(k+1)} \times \sum R_j^2 - 3n(k+1)$$

$n$  = nombre de sujet       $k$  = nombre d'échantillons       $R_j$  = rangs totaux

$\sum(R_j)^2$  = somme des carrés des rangs totaux       $k-1$  = degré de liberté

$$Chideux = \frac{12}{24 \times 6(6+1)} \times 46451 - 3 \times 24(6+1) = 48,98$$

Degré de liberté  $k - 1 = 5$

Puisque cette valeur est supérieure à la valeur théorique lue dans la table des valeurs critiques des distributions de *chideux* (Annexe IV) pour une valeur DL = 5 et un risque de 1%, les juges ont perçu des différences significatives entre les échantillons analysés.

###### ➤ Saveur Acide

$$Chideux = \frac{12}{nk(k+1)} \times \sum R_j^2 - 3n(k+1)$$

$n$  = nombre de sujet       $k$  = nombre d'échantillons       $R_j$  = rang totaux

$\sum(R_j)^2$  = somme des carrés des rangs totaux       $k-1$  = degré de liberté

$$Chideux = \frac{12}{24 \times 6(6+1)} \times 46451 - 3 \times 24(6+1) = 49,76$$

Degré de liberté  $k - 1 = 5$

Puisque cette valeur est supérieure à la valeur théorique lue dans la table des valeurs critiques des distributions de chi-deux (**Annexe IV**) pour une valeur  $DL = 5$  et un risque de 1%, les juges ont perçu des différences significatives entre les échantillons analysés.

A la fin de cette étape de sélection 17 sujets sur 24 ont pu classer les deux saveurs.

## II.2.2. Résultats des tests d'entraînement sur l'arôme

### II.2.2.1. Identification de 04 arômes dans la ricotta

Le nombre de sujets recrutés pour cette épreuve étant de 17 personnes (**Figure 08**).



**Figure 08** : Résultats de test d'identification de 04 arômes

Cette figure donne une représentation du nombre des juges qui ont donné des réponses correctes et incorrectes. L'ensemble du groupe présente des performances tout à fait acceptables puisque la majorité des sujets ont reconnu les arômes utilisés. Ceci permet simplement de mettre en évidence un effet de mémorisation chez les personnes pour une bonne évaluation des produits.

### II.2.2.2. Epreuve triangulaire de l'acide butyrique dans la ricotta

Ce test consiste à présenter aux sujets les deux produits à comparer, l'un étant doublé contenant de l'acide butyrique et l'autre contenant de la ricotta seule.

La tâche donc consiste à déterminer quel est l'échantillon non répété.

#### ✚ Interprétation des résultats

Calcul de la valeur  $\mu$  obtenue par approximation d'une loi binomiale :

$$\mu = \frac{|3X - n| - 1,5}{\sqrt{2n}}$$

$n$ : Le nombre de répétitions (nombre de sujets quand chaque sujet réalise une seule épreuve).

X : le nombre de réponses correctes observés.

Pour être valide l'approximation suppose que  $(n \times 1/3) > 5$

-Si  $\mu$  observé est  $> 1,64$  implique les différences sont significatives à 5%

-Si  $\mu$  observé est  $> 2,3$  implique les différences sont significatives à 1%

- Si  $\mu$  observé est  $> 2,81$  implique les différences sont significatives à 1%

$$\mu = \frac{|(3 \times 17) - 24| - 1,5}{\sqrt{(2 \times 24)}} = 3,68$$

D'après les résultats obtenus, la valeur  $\mu$  observée est 3,68 ; elle est supérieure à  $\mu$  théorique au seuil de 1%. Cela signifie que les juges ont perçu des différences significatives entre les échantillons à 99,9% de certitude donc à 0,01% d'erreur.

Ce résultat est confirmé en utilisant la table des valeurs critiques de l'épreuve triangulaire (**Annexe IV**).

### II.2.2.3. Classement de l'arome beurre rance dans la ricotta

Le test de classement est réalisé par rang par ordre décroissant d'intensité de plus concentré au moins concentré.

#### ✚Interprétation des résultats

#### Calcul de *chideux de Friedman*

##### ➤ Critère d'arôme de beurre rance

$$Chideux = \frac{12}{nk(k+1)} \times \sum R_j^2 - 3n(k+1)$$

n = nombre de sujet

k-1 = degré de liberté

k = nombre d'échantillons

$R_j$  = rang totaux

$\sum(R_j)^2$  = somme des carrés des rangs totaux

$$Chideux = \frac{12}{24 \times 6(6+1)} \times 47302 - 3 \times 24(6+1) = 59,11$$

Degré de liberté k - 1 = 5

Puisque cette valeur est supérieure à la valeur théorique lue dans la table des valeurs critiques des distributions de *chideux* (**Annexe IV**) pour une valeur DL = 5 et un risque de 1%, les juges ont perçus des différences significatives entre les échantillons analysés.

A la fin de cette étape de sélection 17 sujets sur 24 ont pu classer les deux saveurs.

### II.2.3. Entraînement sur la texture des fromages

#### a) Test du plan d'expérience

La planification expérimentale est une étape fondamentale pour s'assurer que les données collectées seront exploitables dans les meilleures conditions statistiques possibles. Le test du plan d'expérience a pour but de permettre aux spécialistes de l'analyse sensorielle de disposer d'un outil simple et puissant pour mettre en place une étude sensorielle menée auprès de juges (experts et/ou consommateurs) évaluant un ensemble de produits (Perinel et Pages, 2004).

#### ✚ Résultats et discussion

Après avoir introduit les données brutes de l'analyse experte dans le logiciel XLSTAT-MX à savoir : nombre d'échantillons analysés ou produits (03), nombre de juges (n=17) et nombre de produits analysés par juge (03). La procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée

**Tableau XII** : Evaluation du plan d'expérience.

A-Efficacité	1
D- Efficacité	1

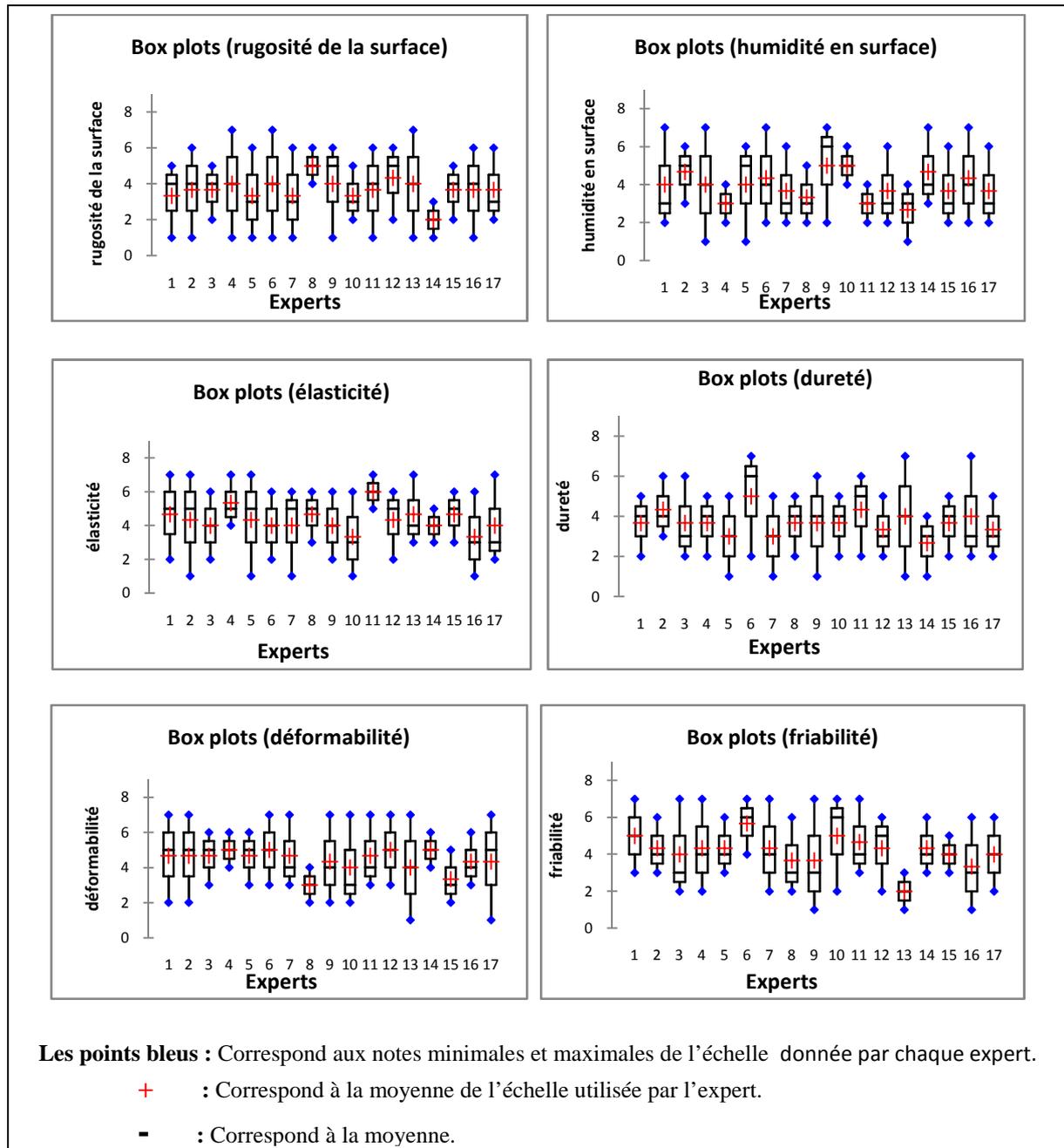
Après la génération du plan d'expérience, les résultats obtenus indiquent que le plan est validé ce qui permet l'accès aux autres tests d'XLSTAT-MX et mettre en place une étude sensorielle menée auprès de dix sept sujets expert évaluant 03 produits.

#### b) Analyse de la qualité du panel

Cet outil permet d'enchaîner différentes analyses proposées par XLSTAT, afin d'évaluer la capacité d'un panel de J consommateurs, experts, juges, ou assesseurs (le terme juge est utilisé dans l'interface de (XLSTAT), à différencier P produits suivant K descripteurs (des variables au sens statistique) et à contrôler si les notes sont fiables (si des mesures répétées sont disponibles) et si l'on peut identifier des groupes homogènes parmi les juge (Conover,1999).

### ✚ Expression des résultats

L'ensemble des résultats de ce test sont récapitulés dans la figure ci-dessous :



**Figure 09:** Analyse de la qualité du panel.

Cette représentation graphique analyse, pour chacun des 06 descripteurs qui sont affichés, l'utilisation de l'échelle de notation par les différents juges pour évaluer les différents produits.

Sur chaque box plot des différents descripteurs, nous pouvons voir que les juges peuvent avoir une moyenne similaire même si ils utilisent l'échelle de notation de manière différente (exemple des experts 2,3 et 5 sur le box plot du paramètre de la déformabilité),

comme nous pouvons également voir que les juges tout en utilisant des amplitudes de notation similaires ont tendance à noter de manière différente en terme de moyenne (exemple des experts 3,4 et 10 sur le box plot du paramètre de la friabilité).

### c) Analyse Procrustéenne Généralisé (GPA)

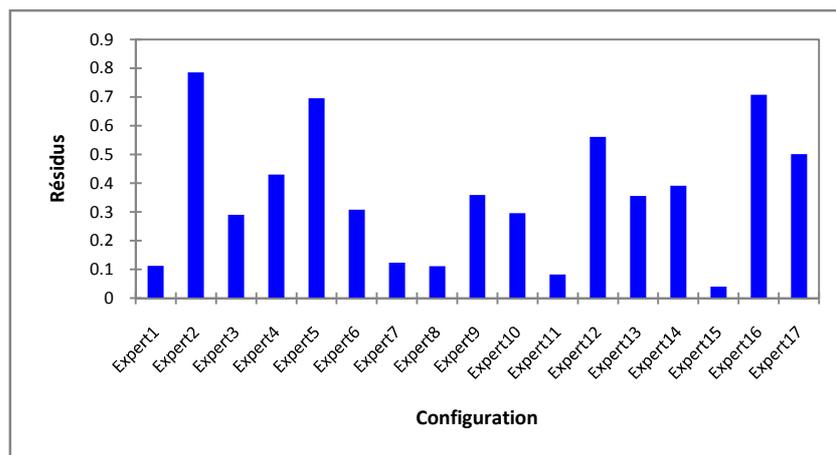
La GPA est utilisée pour transformer plusieurs configurations multidimensionnelles de manière à les rendre le plus semblables possible et pour éventuellement ensuite comparer les configurations transformées (Wu *et al.*, 2002).

#### ✚ Expression des résultats

L'ensemble des résultats de ce test sont représentés dans les figures ci-dessous :

#### ♦ Résidus par configuration

Résidus par configuration permettent de visualiser la répartition de la variance résiduelle par configuration. On peut ainsi repérer pour quelles configurations la GPA a été moins efficace, autrement dit, quelles configurations se démarquent le plus de la configuration consensuelle.



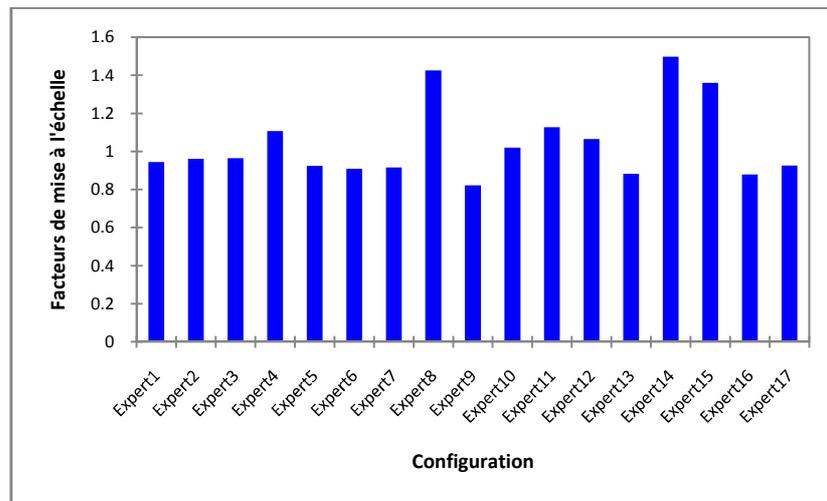
**Figure 10:** Analyse de résidus par configuration

Ce graphique représente les résidus par configuration après les transformations de la GPA. Donc on peut voir ici que le résidu le plus important correspond à l'expert n°2 ce qui indique qu'il est le plus éloigné du consensus, autrement dit que les notes qu'il a donné sont sensiblement différentes de celles des autres experts.

#### ♦ Facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration

Facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration permet de visualiser les facteurs de mise à l'échelle de la GPA. Un facteur plus petit que 1 indique que l'expert en question a eu tendance à utiliser une gamme de notes plus importante que les autres

experts. Un facteur plus grand que 1 indique que l'expert en question a eu tendance à utiliser une gamme de notes moins importante que les autres experts.



**Figure 11:** Analyse de facteurs de mise à l'échelle pour chaque configuration

Nous pouvons voir dans la figure 11 que les experts 8, 14 et 15 ont tendance à utiliser un intervalle de notation proche et différent des autres juges qui ont un intervalle de notation proche.

## II.2.4. Exemple d'application sur le fromage fondu

### 1) Test de plan d'expérience

Après avoir introduit les données brutes de l'analyse experte dans le logiciel XLSTAT-MX à savoir : nombre d'échantillons analysés ou produits (02), nombre de juges (n=17) et nombre de produits analysés par juge (02). La procédure de génération d'un plan d'expérience est lancée

**Tableau XIII:** Evaluation du plan d'expérience.

A-Efficacité	1
D- Efficacité	1

Après la génération du plan d'expérience, les résultats obtenus indiquent que le plan est validé ce qui permet l'accès aux autres tests d'XLSTAT-MX et mettre en place une étude sensorielle menée auprès de dix sept sujets expert évaluant 2 produits.

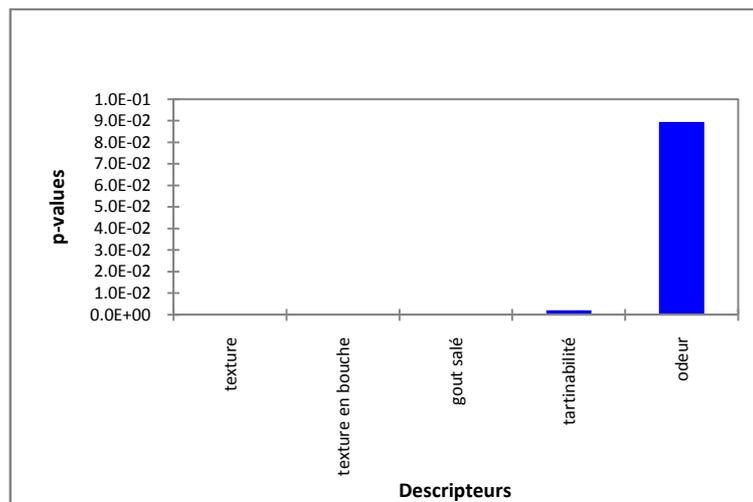
### 2) Caractérisation des produits

La caractérisation de produit permet d'identifier quels sont les descripteurs qui discriminent le mieux les produits et quelles sont les caractéristiques importantes de ces mêmes produits dans le cadre de l'analyse sensorielle (**Husson et Pagès, 2009**).

Cette analyse permet de caractériser rapidement des produits en fonction des préférences des juges, donc il s'agit d'identifier les descripteurs (couleur, parfum...) qui discriminent le mieux les produits et de déterminer les caractéristiques importantes de ces derniers (Husson *et al.*, 2009).

♦ **Pouvoir discriminant par descripteur**

Ce test permet d'afficher les descripteurs ordonnés de celui qui a le plus fort pouvoir discriminant sur les produits à celui qui a le plus faible. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :



**Figure 12:** Pouvoir discriminant par descripteur.

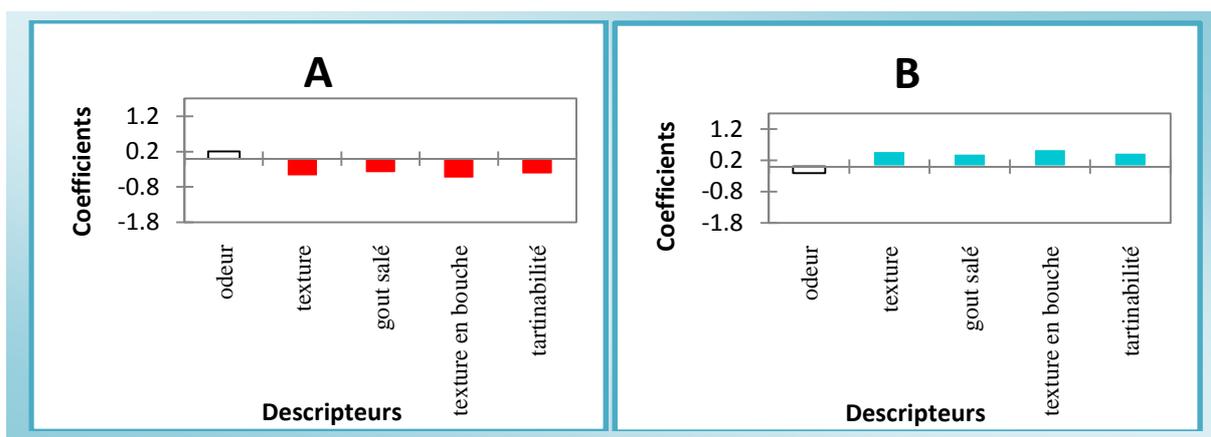
Le graphe précédant rassemble les descripteurs ordonnés du plus discriminant à moins discriminant sur les 2 échantillons de fromage fondu. Il permet de visualiser que la texture est le descripteur le plus discriminant. Par contre le descripteur le moins discriminé est l'odeur.

- Les descripteurs texture, texture en bouche, gout salée ont été discriminés. Cela prouve que les juges n'ont pas constaté des divergences entre ces descripteurs pour les 2 échantillons.
- La tartinabilité et l'odeur n'ont pas été discriminés, ce qui traduit que les juges ont constaté des divergences entre ces descripteurs pour les deux échantillons présentés.

♦ **Coefficient des modèles**

Ce test a pour but de traiter pour chaque combinaison descripteur-produit, le coefficient, la moyenne estimée, la p-value ainsi qu'un intervalle de confiance sur le coefficient (Naes et Risvik, 1996).

Les résultats des coefficients des modèles sont présentés dans la figure ci-dessous :



**Figure 13:** Coefficient des modèles des 02 échantillons

Les 02 graphiques de la figure précédente permettent de définir l'appréciation ou le non appréciation des descripteurs des deux échantillons de fromage fondue A et B par les jurys expert. L'analyse de chaque graphique permet de définir chaque produit :

En bleu, on voit les caractéristiques dont le coefficient est significativement positif, en rouge, on voit la caractéristique dont le coefficient est significativement négatif et en blanc celles dont le coefficient n'est pas significatif.

- **Fromage A :** Le fromage A possède des caractéristiques non appréciables.
- **Fromage B :** Le fromage B possède donc des caractéristiques texture, gout salé texture en bouche et tartinabilité très appréciables.

#### ♦ Moyennes ajustées par produit

Le but de cette action est de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit (**Husson et al., 2009**).

Le tableau suivant correspond aux moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit.

**Tableau XIV :** Moyennes ajustées par produit

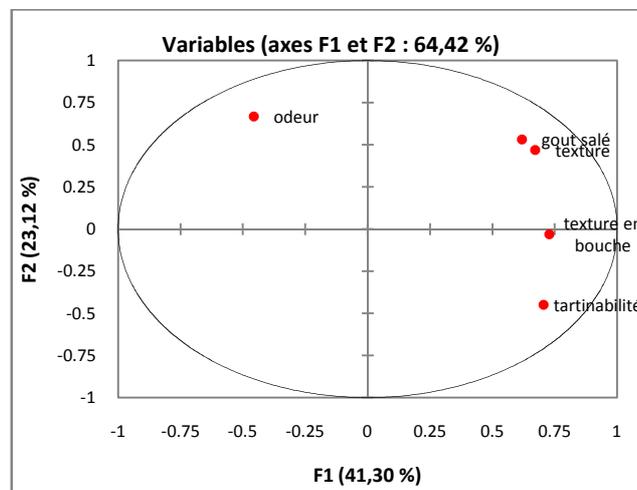
	texture	gout salé	texture en bouche	en tartinabilité	odeur
B	3,647	3,706	2,588	2,941	2,529
A	2,647	2,882	1,471	2,059	2,941

Ce tableau permet de faire ressortir les moyennes lorsque l'on croise les différents produits et les caractéristiques. On voit donc en bleu les moyennes qui sont significativement plus grandes que les moyennes globales et en rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale. Le fromage A est très appréciables

♦ **Analyse en composantes principales (ACP) :**

L'ACP peut être considéré comme une méthode de projection qui permet de projeter les observations depuis l'espace à  $p$  dimensions des  $p$  variables vers un espace à  $k$  dimensions ( $k < p$ ) tel qu'un maximum d'information soit conservée (l'information est ici mesurée au travers de la variance totale du nuage de points) sur les premières dimensions. Si l'information associée aux 2 ou 3 premiers axes représente un pourcentage suffisant de la variabilité totale du nuage de points, on pourra représenter les observations sur un graphique à 2 ou 3 dimensions, facilitant ainsi grandement l'interprétation (Jolliffe, 2002).

La carte suivante permet de représenter les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP :



**Figure 14:** Corrélations entre les variables et les facteurs.

La carte obtenue, dont la qualité est assez bonne puisqu'elle permet de représenter 64,42% de la variabilité et permet de constater que les produits ont été perçus par les experts comme assez différents. Etant donné que la figure montre que tous les descripteurs sont présentés dans le cercle.

Conclusion

### **Conclusion**

Le travail effectué au sein du laboratoire d'analyse sensorielle avait pour objectif l'élaboration et validation d'un panel expert pour l'analyse sensorielle des fromages.

La mise en place de ce panel comporte plusieurs étapes :

➤ Recrutement et sélection préliminaire : selon le questionnaire distribué, sur les cinquante six (56) individus recrutés, vingt trois (23) ont été éliminés pour différentes raisons telles que : problème de santé, manque de disponibilité, invalidité sensorielle et manque de motivation.

➤ Sélection approfondie éventuellement : la méthode de SPENCER adoptée au cours de notre travail comporte deux tests de sélection au terme duquel nous avons retenu vingt quatre (24) individus en fonction de leurs résultats aux tests de sélection.

Trente trois (33) sujets ont réussi le test de saveurs, et neuf (09) ont échoués à l'épreuve des seuils différentiels.

➤ L'entraînement : les vingt quatre (24) sujets sélectionnés ont été retenus pour participer à des séances d'entraînement et suivre plusieurs procédures concernant le goût et l'arôme, dont dix sept (17) d'entre eux ont réussis les différents tests.

Les dix sept (17) sujets qualifiés ont suivi la procédure de sélection pour l'évaluation de la texture des fromages et le test d'application sur deux fromages fondus.

➤ La validation du panel : dix sept (17) jury expert en analyse sensorielle des fromages ont été sélectionnés et validés après avoir suivi l'ensemble des tests de présélection, sélection et entraînement. Ces juges seront appelés à poursuivre des séances d'entraînement régulièrement afin de conserver leur aptitudes sensorielles et compléter leur formation.

➤ Enfin, il faudra essayer de maintenir l'intérêt du panel pour ce type de travail et persuader ceux qui ne le seraient pas encore de l'utilité de leur participation régulière, de l'importance que cela revêt pour la connaissance des divers produits alimentaires étudiés ; spécifiquement les fromages.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

### **A**

**Ainsoftdd. 2007.** XLSTAT, Analyse de données et statistique avec Mx Excel. Addinsoft, NY, USA.

**AFNOR. (1999).** Lait et produits laitiers. Tome 1, 147p.

### **B**

**Besbes, S., Blecker, C., Attia, H., Massaux, C., and Deroanne, C. (2003).** Transformatio du lactoserum doux en ricotta: effets du remplacement du traitement thermique par les hautes pressions hydrostatiques.

**Branger A., Richer M., Roustel S. (2007).** Alimentation, sécurité et contrôle microbiologique, Chap. 06 Méthodes analytiques, 1<sup>ère</sup> éd. Educagri , Paris, France, ISBN : 978-2-84444-616-9, vol. 203, p. 129.

### **C**

**Campaner. M et Rauzier .A. 2003.** Le marketing sensoriel ou comment la maîtrise des cinq sens constitue-t-elle un avantage concurrentiel pour la marque ? 2ème édition, ISBN, vol 4 , pp : 34.

**Codex Alimentarius, 2003,** Code d'Usage International Recommande- Principes Généraux d'Hygiène Alimentaire, Cac/Rcp 1-1969, rev-4(2003).

**COI/T.20/Doc. n°4/Rev.1. 2007.** Analyse sensorielle : Vocabulaire général de base.

**Conover W.J. (1999).** Practical Nonparametric Statistics, 3rd edition, Wiley.

### **D**

**Depledt, F., and Sauvageot, F. (2002).** Evaluation sensorielle des produits alimentaires. *Techniques de l'ingénieur. Agroalimentaire 3*, F4000. 1-F4000. 24.

**Depledt.1998.Statistique .In :** « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». Ed : Tec et Doc, Lavoisier. P209.

### **F**

**Ferrand C. (2006).** Evaluation sensorielle appliquée aux produits alimentaires intermédiaires, ADIV MARKETING ? 2 rue Chappe 63051, France, vol. 25, p.3-12.

**Froc J., Gilibert J., Daliphar T., Durand P., 1988.** Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. 1. Effet de la race. *INRA Prod. Anim.*, **1**, 171-177.

### **G**

**Gallerani, G., Gasperi, F., and Monetti, A. (2000).** Judge selection for hard and semi-hard cheese sensory evaluation. *Food Quality and Preference* **11**, 465-474.

**Giboreau Agnes. 2009.** De l'analyse sensorielle au jugement perceptif : l'exemple du toucher, Food et hospitality reserch, Université Claude Bernard, Lyon 1, pp : 129.

**Guerra Anne-Sophie. 2008.** Thèse de doctorat. Métrologie sensorielle dans le cadre du contrôle qualité visuel. Spécialité : Génie industriel. Université de Savoie. Pp : 38.

### **H**

**Husson F. et Pagès J. (2009).** Senso Miner dans Evaluation sensorielle – Manuel méthodologique, 3ème éd. Lavoisier, vol.23, pp:16.

### **I**

**ISO 8586-2 : 1994,** *Analyse sensorielle – Guide général pour sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets, partie 2 : Expert*, International Organization for Standardization, 1994.

### **J**

**Jolliffe I. T. (2002).** *Principal Component Analysis*, 2ème édition. Springer, New York, pp: 13-18.

### **L**

**Lateur M, Planchon V, Moons E .2001.** Evaluation par l'analyse sensorielle des qualités organoleptiques d'anciennes variétés de pomme .*Biotechnol.Agron .soc.ENVIRON.* (5) ,180-188 .p1 .

**Lavanchy, P., Bérodièr, F., Zannoni, M., Noël, Y., Adamo, C., Squella, J., and Herrero, L. (1993).** L'évaluation sensorielle de la texture des fromages à pâte dure ou semi-dure. Etude interlaboratoires. *LWT-Food Science and Technology* **26**, 59-68.

**Lenoir J, Lambert G, Schmidt JL et Tourneur C. (1983).** La maîtrise de bioréacteur fromage. *Biofutur* 41, p.23650.

**M**

**MacLeod, P et Sauvageot, F.** Base neurophysiologique de l'évaluation sensorielle des produits alimentaires Ed. Tec. et Doc.- Lavoisier, Paris, 1986. p 7-115.

**Margerin J., Nicolas E., Petit A., Guerin C., Heria L., Lorrain L., Artaux M., Befonds Q., Bugnet A., Chahdi C. 2012.** Elaboration d'une Boisson fermentée sans alcool à base de mirabelle. Rapport Projet Professionnel Groupe 16. Pp : 15.

**N**

**Naes T. and Risvik E. (1996).** Multivariate Analysis of Data in Sensory Science. Elsevier Science, Amsterdam.

**NF V 00150,1992 : Analyse sensorielle – Vocabulaire.**

**Nicod et Hayat, 1986** cités par NICOD.H.1998.L'organisation pratique de la mesure sensorielle. In : « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». 2<sup>ème</sup> Ed : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. P49-53. ISBN : 2-7430-0124-0.

**Nicod.H.1990.**L'organisation pratique de la mesure sensorielle. In : « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». 1<sup>ème</sup> Ed : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. pp46-48.

**Nicod.H.1998.**L'organisation pratique de la mesure sensorielle. In : « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». 2<sup>ème</sup> Ed : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. p46. ISBN : 2-7430-0124-0.

**Nicolau N. (2006).** Logiciel XLSTAT version 7.0, chap. 1 présentation générale du logiciel, Paris, p. 4-5.

**P**

**Perinel E. and Pages J. (2004).** Optimal nested cross-over designs in sensory analysis. Food Quality and Preference, Volume 15, Issue 5, pp: 439-446.

**Perrin Lucie. 2008.** Thèse de doctorat. Contribution méthodologique à l'analyse sensorielle du vin. Discipline : Physico-chimie et qualité des bioproduits. Rennes, France. Pp: 7-9.

**Pripp Are.Hugo. 2013.** Statistics in Food Science and Nutrition, chap 3: applying statistics to food quality, éd. SPENGER, New York, ISBN: 978-1-4614-5009-2 / 978-1-4614-5019-8, pp: 32-33.

**R**

**Rita De Cassia Dos Santos Navarro Da Silva., Valeria Paula Rodrigues Minim., Alexandre Navarro Da Silva., Luis Antonio Minim. 2014.** Number of judges necessary for descriptive sensory tests. *Food Quality and Preference*, Volume 31, pp: 22-27.

**S**

**Sauvageo F.1998.** Les épreuves .In : « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». 2<sup>ème</sup> Ed : Tec et Doc, Lavoisier. Paris.vol 2.p119.

**Scott, K. (2005).** Taste recognition: food for thought. *Neuron* **48**, 455-464.

**Stringler.F.1998.** L'organisation pratique de la mesure sensorielle. In : « Evaluation sensorielle " manuelle méthodologique" ». 2<sup>ème</sup> Ed : Tec et Doc, Lavoisier. Paris. Pp79-84.  
ISBN : 2-7430-0124-0.

**U**

**Urvoy J.J., Sanchez-Poussineau S., Le Nan E. 2012.** Packaging : toutes les étapes du concept au consommateur, chap11 : L'innovation, éd. EYORLLES, Paris, ISBN: 978-2-212-55267-6, pp: 164.

**V**

**Vindras C.2010.**Mise en place et évaluation d'une méthodologie pour intégrer les aspects sensoriels des légumes dans la sélection pour l'Agriculture Biologique(AB).Commission qualité Institut Technique de l'Agriculture Biologique.Pro Métrologie de la perception Université Claude Bernard Lyon 1. Vol 37. ISBN. P15.

**W**

**Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. (1989).** Methodes de Base Pour L'évaluation Sensorielle des Aliments [Basic Methods of Sensory Evaluation of Food]. *International Development Research Center, France, ISBN-13, 1248832706.*

**Wu W., Gyo Q., Jong S. et Massart D.L. (2002).** Randomization test for the number of dimensions of the group average space in generalized Procrustes analysis, *Food Quality and Preference*, vol. 13, p.191-200.

# Annexes

**Annexe I**

**Questionnaire de recrutement “ Mise en place d’un groupe d’évaluation sensorielle des fromages ”**

**NOM et Prénom :** ..... **Téléphone:** .....

**Age :** ..... **Fonction**..... **Adresse :** .....

**Email :** .....

1. Avez-vous déjà entendu parler de l’analyse sensorielle ? Oui  Non
2. Pouvez-vous nous citer quelques paramètres étudiés dans l’analyse sensorielle ?  
.....
3. Avez-vous déjà entendu parler d’un groupe d’évaluation sensorielle ? Oui  Non
4. Avez-déjà participé dans un groupe d’évaluation sensorielle ? Oui  Non
5. Disponibilité :
  - a. Ya-t-il des jours où vous êtes disponible régulièrement ? Oui  Non
6. Quels sont les jours de semaine pourrez-vous être disponible ? .....
7. Santé : prenez-vous des médicaments qui affectent vos sens, en particulier votre goût et votre odorat ? Oui  Non
8. Avez-vous ?  
Affections buccales  Allergies alimentaires  Hypertension  Diabète
9. Habitudes alimentaires :
  - a. Quel est (sont) l’aliment (les aliments) que vous aimez le moins ?.....
  - b. Quel est (sont) votre (vos) aliment (s) préféré ? .....
  - c. Quel aliment ne pouvez-vous pas manger ?.....
  - d. Quel aliment n’aimez-vous pas ?.....
10. Etes-vous consommateur des fromages ? Oui  Non
11. Préférez-vous, de consommer les fromages :  
Non affinés (comme fromage fondu)   
Affinés (comme camembert)   
Très affinés (comme roquefort)
12. Appréciez-vous les fromages au lait cru ? Oui  Non

Pour plus d’information : [labo.analysesensorielle@yahoo.fr](mailto:labo.analysesensorielle@yahoo.fr)

**Merci pour votre participation**

**Annexe II**

**Analyse sensorielle de la texture des fromages**

**Nom :** ..... **Prénom :** ..... **Date :** ..... **Poste :** ....

Huit (08) types de fromages regroupés en trio vous sont présentés, veuillez les classer selon les critères suivants :

**NB :** Veuillez rincer la bouche après chaque dégustation d'un échantillon.

**1. Degré de rugosité de la surface :**

- Poser l'échantillon à plat (les échantillons témoins d'abord puis les échantillons de fromage), passer lentement l'index sur l'échantillon et mesurer le grain de la surface.

- Placez les échantillons de fromage sur l'échelle et leurs attribuer une note entre 1 et 7 en comparant avec les échantillons témoins, puis porter les notes correspondantes dans le tableau ci-dessous :

	Lisse		Fine			Granuleuse	
	1	2	3	4	5	6	7
	Pomme verte		Peau de banane			Gâteau boudoir	
Echantillon	1		2			3	
Note correspondante							

**2. Degré d'humidité en surface :**

- Poser l'échantillon à plat (les échantillons témoins d'abord puis les échantillons de fromage), passer lentement l'index sur l'échantillon puis évaluer le caractère mouillé de ce contact.

- Attribuer la note correspondante de l'intensité perçue (entre 1 et 7) en comparant aux témoins et les porter sur le tableau ci-dessous :

	Contact sec		Moyennement humide			Humide	
	1	2	3	4	5	6	7
	Coquille de noix sèche		Intérieur de la peau de banane			Pomme verte	
Echantillon	1		2			3	
Note correspondante							

**3. Elasticité :**

- Poser l'échantillon à plat sur une surface non adhérente. Appliquer avec le pouce à plat sur sa surface supérieure une petite déformabilité et mesurer le taux de retour instantané de l'échantillon à sa forme initiale dès que la pression est supprimée.

Renouveler la mesure et faire la moyenne des mesures.

- Attribuer la note correspondante de l'intensité perçue et la porter dans le tableau ci-dessous :

## Annexes

Nulle à très faible		Moyenne			Elevée	
1	2	3	4	5	6	7
Beurre ramolli		Fromage fondu			Saucisse ou réglisse	
Echantillon	1	2		3		
Note correspondante						

### 4. Dureté :

- Poser l'échantillon à plat sur une surface non adhérente. Appliquer avec le pouce sur sa surface supérieure une petite déformabilité et mesurer le taux de dureté de l'échantillon, renouveler la mesure et faire la moyenne des mesures.

- Attribuer la note correspondante de l'intensité perçue sur le tableau qui suit:

Mou		Dur			Extra dur	
1	2	3	4	5	6	7
Fromage fondu		Olive verte			Sucre en morceau	
Echantillon	1	2		3		
Note correspondante						

### 5. Déformabilité (en bouche) :

- Prendre un morceau intact, le placer dans la cavité buccale et le serrer modérément plusieurs fois, en le faisant passer d'un coté puis de l'autre de la bouche, on travaille à la limite de la rupture ou de la dissolution dans la salive.

- **Evaluer l'amplitude cumulée des déformations imposées à l'échantillon** avant qu'il ne se rompe ou ne soit fondu.

- Attribuer la note correspondante de l'intensité perçue sur le tableau qui suit:

Nulle à très faible		Moyenne			Elevée	
1	2	3	4	5	6	7
Jaune d'œuf cuit dur		Pâte d'amande			Saucisse ou réglisse	
Echantillon	1	2		3		
Note correspondante						

### 6. Friabilité (en bouche):

- Mordre l'échantillon 2 à 4 fois avec les molaires et évaluer avant qu'il ne se dilue dans la salive l'augmentation du nombre de morceaux ainsi créés.

- Attribuer la note correspondante de l'intensité perçue sur le tableau qui suit:

Nulle à très faible		Moyenne			Elevée	
1	2	3	4	5	6	7
Blanc d'œuf cuit dur		Madeleine			Gâteau boudoir	
Echantillon	1	2		3		
Note correspondante						

**Annexe III**

**Evaluation sensorielle de deux fromages fondus**

**Nom :** ..... **Prénom :** ..... **Date :** ..... **Poste :** .....

Deux échantillons de fromage fondu codés A et B vous sont présentés, il vous est demandé d'évaluer différentes caractéristiques et attribuer une appréciation selon les codes donnés de 1 à 5.

**NB :** veuillez rincer la bouche à chaque dégustation d'un échantillon.

**1) L'odeur :**

- 1 : Très forte
- 2 : Forte
- 3 : Moyenne
- 4 : Faible
- 5 : Absente

- 4 : Granuleuse
- 5 : Très granuleuse

Echantillon A	Echantillon B

Echantillon A	Echantillon B

**2) La texture :**

- 1 : Très ferme
- 2 : ferme
- 3 : Moyenne
- 4 : Molle
- 5 : Très molle

**5) Tartinabilité :**

- 1 : Très facile
- 2 : facile
- 3 : Moyenne
- 4 : difficile
- 5 : Très difficile

Echantillon A	Echantillon B

Echantillon A	Echantillon B

**3) Goût salé :**

- 1 : Très fort
- 2 : Fort
- 3 : Moyen
- 4 : Faible
- 5 : Absent

**6) Préférence :**

Attribuer pour chaque fromage une note entre 1 et 9, sachant que 1 correspond à l'échantillon le moins préféré et 9 à l'échantillon le plus préféré.

Echantillon A	Echantillon B

	Echantillon A	Echantillon B
Note		

**4) Texture en bouche :**

- 1 : Très lisse
- 2 : Lisse
- 3 : Moyenne

**7) Entourer les caractéristiques qui ont motivé votre préférence ?**

- 1 : L'odeur
- 2 : Le goût
- 3 : La texture
- 4 : La tartinabilité
- Autre :** .....

Annexe IV

Valeur critique pour l'épreuve triangulaire

N	Gamma							
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8
<i>p</i> = 1/3, one sided <sup>b</sup>								
20	19	19	19	19	19	19	19	20
25	22	23	23	23	23	24	24	24
30	26	27	27	27	27	28	28	28
35	30	30	31	31	31	32	32	32
40	34	34	34	34	35	35	36	36
45	38	38	38	39	39	39	39	40
50	41	42	42	42	43	43	43	44
55	45	45	46	46	46	47	47	48
60	49	49	49	50	50	50	51	51
70	56	56	57	57	58	58	58	59
80	63	64	64	64	65	65	66	66
90	70	71	71	72	72	72	73	74
100	77	78	79	79	79	80	80	81
125	95	96	96	97	97	98	98	99
150	113	114	114	115	115	116	116	117
200	148	149	149	150	151	151	152	153

Valeur critique des distributions de chideux

Alpha	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
df					
1	2.71	3.84	5.02	6.64	7.88
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	6.25	7.82	9.35	11.35	12.84
4	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	10.65	12.59	14.45	16.81	18.55
7	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	13.36	15.51	17.54	20.09	21.96
9	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	18.55	21.03	23.34	26.22	28.30
13	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	21.06	23.69	26.12	29.14	31.32
15	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	28.41	31.41	34.17	37.57	40.00
21	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	30.81	33.92	36.78	40.29	42.80
23	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	33.20	36.42	39.36	42.98	45.56
25	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	36.74	40.11	43.20	46.96	49.65
28	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	63.17	67.51	71.42	76.15	79.49
60	74.40	79.08	83.30	88.38	91.95
70	85.53	90.53	95.02	100.43	104.22
80	96.58	101.88	106.63	112.33	116.32
90	107.57	113.15	118.14	124.12	128.30
100	118.50	124.34	129.56	135.81	140.17

Annexe V

Vocabulaire général de base de l'analyse sensorielle

La présente norme a pour objet de regrouper les termes généraux utilisés pour l'analyse sensorielle et de fournir leur définition.

<b>Terme</b>	<b>Définition</b>
<b>Acceptation</b>	Acte consistant, pour un individu ou une population, à recevoir favorablement un produit.
<b>Acuité</b>	Aptitude des organes sensoriels à percevoir qualitativement et quantitativement un stimulus de faible intensité ou des différences légères entre stimuli.
<b>Analyse sensorielle</b>	Examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens.
<b>Aspect</b>	Ensemble des caractères organoleptiques perçus par l'organe de la vue : taille, forme, couleur, conformation, turbidité, limpidité, fluidité, mousse et effervescence.
<b>Dégustateur</b>	Personne perspicace, sensible, sélectionnée et entraînée, qui évalue les caractères organoleptiques d'un produit alimentaire avec les organes des sens.
<b>Dégustation</b>	Opération qui consiste à percevoir, analyser et juger les caractères organoleptiques et, plus particulièrement, les caractères olfacto-gustatifs, tactiles et kinesthésiques d'un produit alimentaire.
<b>Expert</b>	Dégustateur spécialisé dans l'analyse sensorielle d'un produit déterminé et ayant des connaissances fondamentales en matière d'élaboration du produit et des préférences du marché.
<b>Jury</b>	Groupe de dégustateurs ayant fait l'objet d'une sélection et d'un entraînement spécifiques, qui se réunissent pour effectuer, sous des conditions contrôlées, l'analyse sensorielle du produit.
<b>Organoleptique</b>	Qualifie toute propriété d'un produit perceptible par les organes des sens.
<b>Perception</b>	Prise de connaissance sensorielle d'objets ou d'événements extérieurs.
<b>Sensation</b>	Phénomène subjectif résultant du stimulus d'un système sensoriel. Ce phénomène est subjectivement discriminable ou objectivement définissable au moyen de l'organe sensoriel considéré, en fonction de la nature ou de la qualité du stimulus, ainsi que de son intensité.
<b>Adaptation sensorielle</b>	Modification temporaire de l'acuité pour percevoir des stimuli sensoriels, à la suite d'une exposition continue et répétée au même stimulus ou à un stimulus similaire.
<b>Corps</b>	Sensation tactile perçue dans la bouche et qui confère un degré de densité, de viscosité, de consistance ou de compacité à un produit alimentaire.
<b>Fatigue sensorielle</b>	Forme de l'adaptation sensorielle correspondant à une diminution d'acuité.
<b>Fragrance</b>	Odeur fraîche, suave et délicieuse.
<b>Goût</b>	Sens dont les récepteurs ont leur siège dans la bouche, notamment sur la langue, et qui sont activés par différents composés en solution.
<b>Gustatif</b>	Qualifie la propriété d'un produit capable de stimuler l'appareil gustatif en éveillant les sensations correspondant à une ou plusieurs des quatre saveurs fondamentales : sucrée, salée, acide et amère.

<b>Infraliminaire</b>	Qualifie un stimulus se situant au-dessous du seuil absolu.
<b>Intensité</b>	Degré d'énergie d'une qualité mesurable à l'aide d'une échelle quantitative de valeurs supérieures au seuil.
<b>Kinesthésie</b>	Ensemble de sensations résultant d'une pression appliquée à l'échantillon par un mouvement dans la cavité buccale ou avec les doigts.
<b>Olfaction</b>	Fonction de l'organe olfactif, en vue de la perception et de la discrimination des molécules qui y accèdent, en phase gazeuse depuis l'extérieur, par voie nasale directe ou indirecte.
<b>Récepteur</b>	Structure spécialisée d'un organe sensoriel excitable, capable de recevoir un stimulus et de le convertir en influx nerveux.
<b>Réponse</b>	Action par laquelle les cellules sensorielles répondent à celle d'un ou de plusieurs stimuli relatifs à une modalité sensorielle définie.
<b>Sentir</b>	Désigne l'action de percevoir une odeur.
<b>Seuil absolu</b>	Valeur minimale d'un stimulus sensoriel, nécessaire : - à l'éveil d'une sensation (seuil d'apparition ou de détection), ou - à la reconnaissance de la sensation perçue (seuil d'identification).
<b>Seuil différentiel</b>	Valeur minimale d'un stimulus sensoriel donnant lieu à une différence perceptible dans l'intensité de la sensation.
<b>Seuil final</b>	Valeur maximale d'un stimulus au-dessus de laquelle il n'y a plus de différence perceptible dans l'intensité de la sensation.
<b>Seuil préférentiel</b>	Valeur quantitative minimale d'un stimulus ou valeur critique supraliminaire de ce stimulus correspondant à l'apparition d'une réponse d'attraction ou de rejet par rapport à un stimulus neutre.
<b>Stimulus</b>	Agent physique ou chimique qui produit spécifiquement la réponse des récepteurs sensoriels externes ou internes.
<b>Supraliminaire</b>	Qualifie un stimulus se situant au-dessus du seuil absolu.
<b>Acide</b>	a) Qualifie la saveur élémentaire provoquée par des solutions aqueuses diluées de la plupart des acides. b) Qualifie la propriété des corps purs ou mélanges dont la dégustation provoque cette saveur.
<b>Amère</b>	a) Qualifie la saveur élémentaire provoquée par des solutions aqueuses diluées de diverses substances, telles que la quinine, la caféine et des hétérosides déterminés. b) Qualifie la propriété des corps purs et mélanges dont la dégustation provoque cette saveur.
<b>Arôme</b>	a) Sensations agréables perçues par l'organe olfactif par voie indirecte lors de la dégustation d'un produit alimentaire. b) En parfumerie et dans le langage ordinaire, ce terme est appliqué également aux mêmes sensations perçues par voie nasale directe.
<b>Arrière-goût</b>	Ensemble des sensations perçues après disparition du stimulus de la bouche et qui diffèrent de celles perçues préalablement.
<b>Astringente</b>	a) Qualifie la sensation complexe produite dans la bouche par une solution aqueuse diluée de produits tels que certains tannins b) Qualifie la propriété des corps purs ou mélanges qui produisent cette sensation.

<b>Flaveur</b>	Ensemble complexe des propriétés olfactives et gustatives perceptibles au cours de la dégustation, et pouvant être influencé par des propriétés tactiles, kinesthésiques, thermiques et algiques.
<b>Odeur</b>	a) Ensemble des sensations perçues par l'organe olfactif en inspirant certaines substances volatiles. b) Qualité de la sensation particulière produite par chacune des substances précitées.
<b>Salée</b>	a) Sensation caractéristique perçue à travers le sens du goût ; celle provoquée par une solution de chlorure de sodium en est l'exemple le plus typique. b) Qualifie la propriété des corps purs ou mélanges dont la dégustation provoque cette saveur.
<b>Saveur</b>	a) Sensations perçues par les papilles gustatives lorsqu'elles sont stimulées par certaines substances solubles. b) Qualité de la sensation particulière produite par ces substances.
<b>Saveur élémentaire</b>	Chacune des quatre saveurs reconnues : sucrée, salée, acide, amère.
<b>Sucrée</b>	a) Qualifie la saveur élémentaire provoquée par les solutions aqueuses de diverses substances telles que le saccharose. b) Qualifie la propriété des corps purs ou mélanges dont la dégustation provoque cette saveur.
<b>Texture</b>	Ensemble des caractéristiques de l'état solide ou rhéologique d'un produit alimentaire capable de stimuler les mécanorécepteurs, lors de la dégustation, et notamment ceux situés dans la région buccale.

### Vocabulaire de l'analyse sensorielle de fromage

<i>Couleurs</i>	<i>Aspects</i>	<i>Odeurs et goûts</i>	<i>Formes</i>	<i>Textures</i>
Orangé Veiné de Vert Veiné de Bleu gris Blanc Ivoire Crème Ocre Cendré Jaune Rouge noir	Homogène Lisse Granuleuse avec des trous des fissures coulante	Ail Amande grillée Beurre Caprin odeur de chèvre Champignon Crème Cuir Moisissure Fleur Fruit Brioche Fruits secs Terre	Fourme Palet Carré Bûche Cylindre Cône Cœur Brique Meule Pavé Pyramide Disque	Collant Pâteux Coulant Crayeux Crèmeux Dur Farineux Fondant Friable Granuleux Humide Lisse Moelleux Souple

## ***Résumé***

---

Ce mémoire fait le point sur le travail réalisé lors de la mise en place d'un panel expert en analyse sensorielle des fromages, dont l'intérêt est de former un jury expert capable d'évaluer les différents paramètres : le goût, l'odeur et la texture des fromages.

Les volontaires recrutés ont subi diverses épreuves destinées à tester leur acuité sensorielle et les entrainer afin d'améliorer leurs performances concernant: l'aptitude à décrire objectivement l'ensemble des caractéristiques sensorielles d'un produit, l'aptitude à discriminer les saveurs fondamentales et certaines odeurs spécifiques, l'aptitude à reconnaître et à mémoriser diverses odeurs, à classer des produits en fonction de l'intensité croissante d'une caractéristique, ainsi que l'aptitude à donner des réponses répétables.

Dans le même temps, le panel s'est familiarisé avec les principales notions de caractérisation des fromages et a été sensibilisé aux méthodes d'évaluation.

17 jury expert en analyse sensorielle des fromages ont été sélectionnés et validés après avoir suivi l'ensemble des tests de présélection, sélection et entraînement. Ces juges seront appelés à poursuivre des séances d'entraînement régulièrement afin de conserver leur aptitudes sensorielles et compléter leur formation.

Des méthodes statistiques diverses sont proposées comme outils d'interprétation des résultats. Ces méthodes déjà largement utilisées permettent d'obtenir une vue plus synthétique des aptitudes individuelles et du panel en général.

**Mots-clés :** analyse sensorielle, panel expert, épreuve, performance, fromage, méthodes d'évaluation, méthodes statistique.

## ***Abstract***

---

This memory gives a progress report on the work completed at the time of the installation of an expert panel in sensory analysis of cheeses, whose interest is to train an expert jury able to evaluate the various parameters: taste, odor and the texture of cheeses.

The recruited volunteers underwent various tests intended to test their sensory acuteness and to involve them in order to improve their performances concerning: the aptitude to objectively describe the whole of the sensory characteristics of a product, the aptitude to discriminate fundamental savors and certain specific odors, the aptitude to recognize and memorize various odors, to classify products according to the increasing intensity of a characteristic, as well as the aptitude to give answers reputability.

In same time, the panel was familiarized with the principal concepts of characterization of cheeses and was sensitized with the methods evaluation.

17 expert juries in sensory analysis of cheeses were selected and validated after having followed the whole of the tests of preselecting, selection and drive. These judges will have to continue training sessions regularly in order to preserve their sensory aptitudes and to supplement their formation.

Various statistical methods are proposed like tools of interpretation of the results. These methods already largely used make it possible to obtain a more synthetic sight of the individual aptitudes and the panel in general.

**Keywords:** sensory analysis, expert panel, test, performance, cheese, evaluation methods, statistical methods.