

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Sciences alimentaires
Option : Industrie des Corps Gras



Réf :

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

MASTER

Thème

Elaboration d'un mix Huile et Beurre, ayant des propriétés technologiques, organoleptiques et nutritionnelles d'intérêts, au sein de la R&D de CEVITAL Béjaïa

Présenté par :

BERDOUS Fatma

Soutenu le : **16 Juin 2016**

Devant le jury composé de :

M. MADANI KH.	Professeur	Président
M. KATI DJ. E.	MCA	Examineur
M^{me} HAMITRI F.	MAA	Promotrice
M. ZEROUAL B.	ING- R&D CEVITAL	Encadrant
M. HADJAL S.	Directeur R&D CEVITAL	Invités d'honneur
M. ALIANE KH.	ING- R&D CEVITAL	

Année universitaire : 2015 / 2016

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des annexes

Introduction01

Partie théorique

Chapitre I : Matière grasse végétale : l'huile de Tournesol

Introduction.....03

I. Le tournesol et l'huile de tournesol.....04

II. Domaines d'application et intérêts de l'huile de tournesol.....05

Chapitre II : La matière grasse animale : le beurre

Introduction.....06

I. Définition du beurre.....06

II. Variétés de beurre.....06

III. Le beurre clarifié (concentré).....07

IV. Intérêts de la clarification du beurre.....07

V. Procédés d'obtention du beurre clarifié.....08

V.1. Procédé industriel.....08

V.2. Procédé artisanal08

Chapitre III : La formulation des produits alimentaires dans l'industrie

Introduction.....09

I. Définition.....09

II. Méthodologie de formulation en industrie agro-alimentaire.....11

II.1. Le cahier des charges.....12

II.2. L'évaluation sensorielle.....	12
II.2.1. Principales approches de l'évaluation sensorielle.....	13
II.2.1.1. Analyse sensorielle.....	13
II.2.1.2. Evaluation hédonique ou préférence du consommateur.....	13
II.2.2. Objectifs de l'analyse sensorielle dans l'Agroalimentaire.....	14

Partie pratique

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Présentation de l'organisme d'accueil.....	16
I. Caractérisation des matières premières.....	16
II. Essais de formulation des mélanges huile et beurre.....	16
II.1. Préparation du beurre clarifié.....	17
II.2. Préparation des mélanges.....	18
III. Présélection des mélanges	19
III.1. Suivi visuel.....	19
III.2. Analyses physicochimiques.....	19
III.2.1. Détermination de l'indice de peroxydes (ISO 3960, 2007).....	19
III.2.2. Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996).....	20
IV. Evaluation sensorielle : Analyse sensorielle par le jury interne de Cevital.....	21
V. Caractérisation du mélange sélectionné.....	21
V.1. Caractérisation qualitative.....	21
V.1.1. Détermination de la couleur (ISO 15305, 1998).....	22
V.1.2. Test de stabilité oxydative utilisant le Rancimat (ISO 6886, 2006) du mélange retenu.....	22
V.2. Caractérisation sensorielle	23
V.2.1. Analyse statistique des résultats.....	24
V.3. Caractérisation nutritionnelle	25

V.3.1.Détermination de la composition en acides gras par CPG (ISO 5508, 2000).....	25
--	----

Chapitre V : Résultats et discussion

I. Caractérisation des matières premières.....	27
II. Essais de formulation des mélanges huile et beurre	27
III. Présélection des mélanges.....	28
III.1. Suivi visuel.....	28
III.2. Analyses physicochimiques.....	29
IV. Evaluation sensorielle : Analyse sensorielle par le jury interne de Cevital.....	30
IV.1. Plan d'expérience.....	30
IV.2. Caractérisation des produits.....	31
IV.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....	31
IV.2.2. Coefficients des modèles.....	32
V. Caractérisation du mélange sélectionné.....	34
V.1. Caractérisation qualitative.....	34
V.2. Caractérisation sensorielle.....	36
V.2.1. Plan d'expérience.....	36
V.2.2. Caractérisation des produits.....	37
V.2.2.1. Pouvoir discriminant par descripteur.....	37
V.2.2.2. Coefficients des modèles.....	38
V.2.3. Cartographie des préférences.....	40
V.2.3.1. Analyse en composantes principales (ACP).....	40
V.2.3.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH).....	41
V.3. Caractérisation nutritionnelle.....	44
Conclusion.....	47

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP : Analyse en composantes Principales

AG : Acide Gras

AGCC : Acide gras à chaîne courte

AGCL : Acide gras à chaîne longue

AGCM : Acide gras à chaîne moyenne

AGCTL : Acide gras à chaîne très longue

AGE: Acide gras essentiel

AGI: Acide gras indispensable

AGMI: Acide gras monoinsaturé

AGPI: Acide gras poly insaturé

AGS : Acide gras saturé

AJR : Apport journalier recommandé

C : Carbone ; **g** : gramme

CAH : Classification ascendante hiérarchique

CPG : Chromatographie en phase gazeuse

FAO : Food and agriculture organization (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

FFA : Free Fatty Acid (Acide gras libre)

FID: Détecteur à ionisation de Flamme

J : Jaune ; **R** : Rouge

Kcal : Kilo calorie

KI: Iodure de potassium

LA : Linoleic Acid (Acide linoléique)

MG: Matière grasse

MGLA: Matière grasse laitière anhydre

OMS : Organisation mondiale de la santé

PET: Polyéthylène téréphtalate

PREFMAP : Preference Mapping : cartographie des préférence

R&D : Recherche et Développement

TAG : Triacylglycerol

UV : Ultraviolet

ω6 : Oméga 6 ; **ω3**: Oméga 3

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Quelques variétés de beurre et leurs teneurs en graisses	06
Tableau II : Tableau récapitulatif de la composition des 08 mélanges formulés à l'échelle laboratoire.....	18
Tableau III : Résultats des analyses physicochimiques des deux matières premières.....	27
Tableau IV : Récapitulatif du suivi visuel des 08 mélanges durant un mois.....	28
Tableau V : Résultats d'analyses physicochimiques (Indice de peroxyde et Acidité).....	29
Tableau VI : Résultats de l'évaluation du plan d'expérience pour le jury expert Cevital..	30
Tableau VII : Récapitulatif des résultats d'analyses physicochimiques.....	34
Tableau VIII : Récapitulatif des résultats du test au Rancimat.....	35
Tableau IX : Résultats de l'évaluation du plan d'expérience pour le jury expert Université.....	37
Tableau X : Valeurs nutritionnelles du mélange formulé.....	46

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Classement de quelques huiles végétales par catégorie d'acides gras (saturés, monoinsaturés, polyinsaturés linoléique et α linoléique).....	04
Figure 02 : Procédé d'obtention de la MGLA ou beurre clarifié	08
Figure 03 : Processus de développement d'un nouveau produit	11
Figure 04 : Les principales approches de l'évaluation sensorielle	14
Figure 05 : Les étapes de clarification du beurre à l'échelle laboratoire.....	17
Figure 06 : Présentation des échantillons lors du test sensoriel au niveau du laboratoire sensoriel de l'université de Béjaïa.....	24
Figure 07 : Photos des mélanges formulés.....	27
Figure 08 : Aspect des bouteilles E6, E7 et E8.....	29
Figure 09 : Pouvoir discriminant par descripteur.....	31
Figure 10 : Coefficient des modèles des cinq mélanges « huile & beurre ».....	33
Figure 11 : Histogrammes des résultats du test au Rancimat.....	36
Figure 12 : Pouvoir discriminant par descripteur.....	37
Figure 13 : Coefficient des modèles des 03 échantillons d'œufs frit avec les 03 matières grasses (A, B et C).....	39
Figure 14 : Corrélations entre les variables et les facteurs.....	41
Figure 15 : Profil des différentes classes créées.....	42
Figure 16 : Courbe de niveau et carte des préférences.....	43
Figure 17 : Profil en acides gras du mélange formulé.....	44

LISTE DES ANNEXES

Annexe I: Bulletin d'analyse huile de tournesol finie

Annexe II: Bulletin d'analyse beurre clarifié

Annexe III : Questionnaire d'évaluation des 05 mélanges (Huile et Beurre) « Jury interne CEVITAL »

Annexe IV : Questionnaire d'évaluation des 03 échantillons d'œufs, après friture plate avec trois matières grasses « Jury expert Université »

Annexe V : Questionnaire d'évaluation des 03 échantillons d'œufs, après friture plate avec trois matières grasses « Test Hédonique : sujets naïfs »

Annexe VI : Résultats obtenus pour le test « Jury interne CEVITAL »

Annexe VII : Résultats obtenus pour le test « Jury expert Université »

Annexe VIII : Résultats obtenus pour le test hédonique « sujets naïfs »

Annexe IX : Courbes de la stabilité oxydative du Test au RANCIMAT du beurre clarifié, de l'huile de tournesol et du mélange retenu.

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents que j'aime plus que tout au monde, sans qui je n'aurais rien fait et à qui je dois toutes mes réussites et tous mes succès ;

Mon très cher père, homme altruiste, de parole, de courage et de principe qui m'a toujours soutenue, éduquée et a fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Je le remercie de m'avoir transmis ce caractère de Leader ainsi que cette forte personnalité. Sans lui, ce travail n'aurait jamais vu le jour ;

Ma très chère mère, femme sensible, généreuse et pleine d'amour, qui m'a toujours soutenue, encouragée, choyée, même gâtée et surtout bien élevée et à qui je dois ma sensibilité, ma fragilité et mon amour pour les autres ;

Mon très cher époux TAKFARINAS, qui est ma moitié, mon appuis et mon soutien, celui qui a changé ma vie et la remplie d'un amour infini ;

Mes frères : Jugurtha, Massinissa et mon petit frère Amazigh que j'aime plus que tout et qui ont toujours été là pour moi ;

Ma sœur Thanina et son mari Faycal ainsi que mes deux petites sœurs Lydia et Kamilia que j'aime énormément et qui m'ont bien aidée, encouragée et soutenue depuis toujours.

Mes beaux-parents, mon beau-frère Khaled et mes belles sœurs Lila, Nabila, leurs maris et enfants et lamia que j'aime énormément et qui ne cessent de m'épauler et de me soutenir ;

Monsieur HADJAL, mon très cher Directeur, qui m'a toujours soutenue et encouragée, dans tout ce que j'entreprends et sans qui je n'aurai jamais pu continuer mes études ;

Mon cher collègue et encadrant M. ZEROUAL Brahim, sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour et à qui je dois énormément ;

Mes collègues de la direction R&D de CEVITAL Béjaïa : TIDJET Boubekour, BENZAADI Farid, TAKHEROUBT Belaid, BESSA Omar, BELAID Mouloud, BOUKEROUI Malek, BENMEDOUR Hakim, ZIANE Hocine et en particulier M.ALIANE Khellaf, qui m'apprend beaucoup au quotidien et qui m'a tant aidé pour ce travail ;

Notre très cher PDG, Monsieur REBRAB Issad, à qui je dois tant, lui qui œuvre pour la construction et le développement de ce pays ;

Mes grand-mères Fatma, Dahbia et Thassadith, mes oncles et tantes, mes cousins et cousines ;

Toute la famille BERDOUS, MESSOUS et MEDJNOUN ;

Toutes les personnes qui me sont chères, qui ont compté dans ma vie, qui m'ont aidée et marquée et que j'ai omis de citer ; et

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.

Fatma

Remerciements

Je remercie le bon DIEU de m'avoir donné la force et le courage pour mener à terme ce travail

*Je remercie **ma famille et belle famille**, de m'avoir soutenus du début jusqu'à la fin, et ce dans tous les domaines et surtout sans restriction aucune*

*Mes vifs remerciements s'adressent avant tout à mon Directeur à CEVITAL, **Monsieur HADJAL Samir**, source inépuisable de savoir vivre, savoir-faire et savoir être, personne unique et remarquable, d'une générosité et simplicité sans failles, qui m'apprend tant au quotidien et qui m'a encouragé à poursuivre mes études en mettant à ma disposition toutes les conditions nécessaires pour la réussite de ce travail*

*Mon encadrant et collègue, **Monsieur ZEROUAL Brahim**, qui s'est tant donné pour ce travail et qui n'a pas lésiné d'efforts pour mener à bien ce projet*

*Mon collègue **Monsieur ALIANE Khellaf**, qui m'a beaucoup aidé et qui m'apprend tant sur mon domaine et sur la vie*

*Mes sincères et chaleureux à remerciement à ma promotrice, **Madame HAMITRI née GUERFI F.** pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa disponibilité, sa simplicité, son aide précieuse et ses conseils en particulier, celui de toujours oser pour la science. Merci à elle de m'avoir consacré autant de temps et d'efforts*

*Je remercie **Monsieur MADANI KH.** de m'avoir fait l'honneur de présider ma soutenance avec un professionnalisme sans pareil, faisant de ce jour une exception*

*Je remercie **Monsieur KATI DJ. E.** mon enseignant qui m'a tant appris durant ce Master II, et qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail*

*Je tiens aussi à remercier **Madame SMAIL L.** mon enseignante, pour l'aide précieuse apporté pour ce travail et pour tous ses conseils et encouragements*

*Je remercie **Monsieur OULARBI Larbi**, DRH de CEVITAL SPA, Agroalimentaire de Béjaïa, d'avoir honoré par sa présence ma soutenance*

*Je remercie également **Monsieur BAHIRENE Mohamed**, Directeur des laboratoires à CEVITAL Béjaïa, ainsi que sa famille pour leur sympathie et d'avoir fait part à ma soutenance*

*Je remercie tous **mes collègues de CEVITAL Béjaïa**, qui m'apportent tant au quotidien, par une aide, une collaboration, un geste ou même un sourire*

*Mes enseignants du Département Sciences Alimentaires de l'Université A. MIRA de Béjaïa, pour tout ce qu'ils m'ont appris au cours de cette année en particulier **Messieurs BACHIR BEY et CHIKHOUNE** et **Madame LOUAILECHE***

Mes camarades de la promotion MASTER II, Industrie des Corps Gras

Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation et à la réussite de ce travail et que j'ai omis de citer.

Fatma BERDOUS

Introduction

Introduction :

Face à un environnement en pleine évolution, à une concurrence de plus en plus vive, et aux changements de paradigmes, les entreprises des corps gras sont aujourd'hui plus que naguère contraintes de se remettre perpétuellement en cause.

Depuis quelques années, les corps gras alimentaires souffrent des tendances actuelles de la société (culte de la minceur, régimes...) et voient ainsi leur image ternie mais il n'en demeure pas moins que les matières grasses sont essentielles au maintien d'une bonne santé.

Les industriels sont donc contraints de réagir et tentent de redorer leur blason à travers de nombreuses innovations. Pour ce faire, ils utilisent des procédés de fabrication mais dont l'intérêt est plus stratégique et marketing que nutritionnel et sanitaire.

Les lipides appartiennent aux trois classes principales de nutriments, leur effet sur les propriétés des aliments est donc important (Pokorny, 2003).

Parmi les corps gras on citera le beurre qui est l'incontournable corps gras par excellence, mais qui en raison de son prix élevé, n'était pas accessible aux larges couches de la population, d'où sa substitution par la margarine, qui est toujours un produit très consommé.

Aujourd'hui encore, le beurre reste un produit très onéreux et inaccessible aux bourses faibles des ménages, mais demeure toujours une saveur recherchée dans nos plats, car il confère un goût particulier aux aliments qui fait de lui un ingrédient incontournable dans notre cuisine. Le seul bémol est que le beurre ne tolère pas très bien la cuisson à chaleur élevée. La température critique du beurre est de 130°C. Au-delà de 130°C, le beurre fume, éclabousse et noircit. Le beurre n'est donc pas la meilleure des matières grasses à utiliser, à moins de le clarifier, afin de le rendre plus adaptée à la cuisson.

La qualité des huiles alimentaires est caractérisée par leurs propriétés physiques, nutritionnelles, organoleptiques et sensorielles (Shahidi, 2005). Cependant, un des principaux aspects qualitatifs d'une huile s'attache à sa composition ainsi qu'à sa stabilité oxydative (Choe et Min, 2006). En effet, l'huile de tournesol fait partie de ces huiles caractérisée par une teneur élevée en acides gras mono-insaturés (13-40%) et polyinsaturés (40-74%) (Maria, 2005).

C'est de là que nous est venue l'idée de concevoir un mix Huile et Beurre, qui allie à la fois du beurre, dit clarifié, exempt de la partie qui est responsable du noircissement lors des cuissons, en plus des bienfaits de l'huile de tournesol laquelle est reconnue pour sa résistance aux hautes températures pour des cuissons réussies, en plus de sa richesse en acides gras essentiels.

Le présent projet a pour objet de formuler une composition alimentaire liquide présentant des propriétés à intérêts technologiques, organoleptiques et nutritionnelles considérables.

Notre travail se subdivise en deux volets : le premier porte sur l'étude bibliographique des matières grasses végétales et animales ; le second volet, se décline en une conduite expérimentale résumée ainsi :

- ✓ Caractérisation des matières premières: huile de tournesol et beurre clarifié ;
- ✓ Essais de formulation des mélanges « huile de tournesol et beurre clarifié »;
- ✓ Présélection des mélanges;
- ✓ Caractérisation du mélange sélectionné :
 - Caractérisation qualitative : par la mesure de l'indice de peroxyde, l'acidité, la couleur et le test de stabilité oxydative « Rancimat » ;
 - Caractérisation sensorielle (test d'usage) pour établir la cartographie de préférence à l'aide du test hédonique et jury expert ;
 - Caractérisation nutritionnelle : en déterminant la composition en acides gras par l'analyse chromatographique en phase gazeuse (CPG).

Partie
théorique
théorique

La matière
grasse végétale :
l'huile de Tournesol

Introduction :

Un corps gras (huile ou graisse) est composé d'une grande variété de constituants ; les triglycérides sont très largement majoritaires (95-99 %) : ils sont composés de glycérol (3-5 %) et d'acides gras (AG) (90-95 %) (Karleskind, 1992).

D'autres constituants sont naturellement présents en plus faible quantité : des lipides à caractère polaire tels que les phospholipides (0,1-0,2 %) et des composés dits insaponifiables appartenant à une fraction non glycéridique (0,1 à 3 %) (Morin et Pages-Xatart-Pares, 2012).

Les huiles végétales se caractérisent par leurs compositions différentes en acides gras. En effet, les acides gras (AG) constitutifs des triglycérides, encore appelés triacylglycérols (TAG) diffèrent entre eux par la longueur de la chaîne carbonée et le nombre de doubles liaisons entre deux atomes de carbone (C), ces liaisons se trouvant naturellement sous la forme *cis*. Il existe ainsi des acides gras à chaînes courtes (AGCC : 4 à 6 atomes de C), moyennes (AGCM : 8 à 12 C), longues (AGCL : 14 à 18 C) et très longues (AGCTL : 20 C ou plus). Ils peuvent être saturés (AGS), monoinsaturés (AGMI) ou polyinsaturés (AGPI) selon la présence ou l'absence de doubles liaisons (Cuvelier et Maillard, 2012).

Selon leurs compositions en acides gras, les corps gras d'origine végétale (huiles, graisses) se répartissent entre différentes familles, comme l'illustre la **figure 01**.

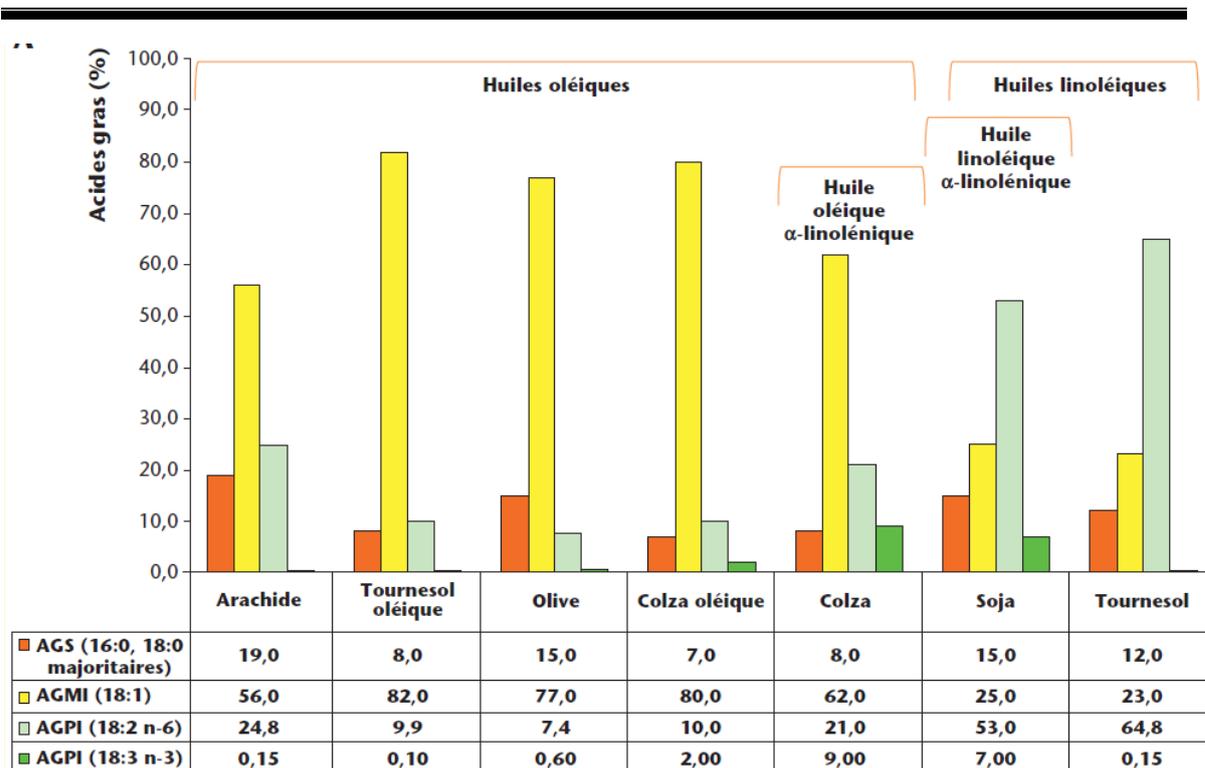


Figure 01 : Classement de quelques huiles végétales par catégorie d’acides gras (saturés, monoinsaturés, polyinsaturés linoléique et α linoléénique) (Morin et Pages-Xatart-Pares, 2012).

I. Le tournesol et l’huile de tournesol

Le tournesol issu de la plante oléagineuse annuelle dont le nom scientifique est *Helianthus annuus* L, offre une huile de haute qualité alimentaire, de couleur jaune citron, limpide, de saveur douce et agréable (Dronne, 2001).

En plus de l’huile standard ou classique, des variétés spéciales de tournesol enrichies en différents acides gras, telles les variétés oléiques, se développent dans le but de conquérir de nouveaux marchés.

On distingue deux classes de tournesol :

- ✓ **Tournesol standard:** Les huiles obtenues à partir du tournesol standard ont comme caractéristique essentielle la richesse en acide linoléique 60 à 70 % et 15 à 20% d’acide oléique (Del-Planque, 2000).
- ✓ **Tournesol oléique:** L’apparition de ce type de tournesol fut mentionnée pour la première fois en Russie dans les années 70. Il est riche en acide oléique (83 %) (Karleskind, 1992).

Les différentes étapes industrielles d’obtention d’huile commencent par la trituration des graines (procédé d’extraction de l’huile brute) et se poursuit par le raffinage permettant d’obtenir une huile de qualité.

Les huiles brutes obtenues par pressage et extraction des graines oléagineuses renferment un certain nombre d'impuretés indésirables, responsables du goût et de l'odeur désagréables et de leur mauvaise conservation. Le raffinage des huiles brutes est donc obligatoire pour fournir un produit d'aspect engageant, neutre de goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassé de ses substances toxiques ou nocives (Karleskind et Wolff, 1992; Gibon et Tirtiaux, 1998).

II. Domaines d'application et intérêts de l'huile de tournesol :

Le principal domaine d'application des huiles de tournesol est l'alimentation humaine (huile de salade, huile de cuisine, margarine,...) (Campbell, 1983). Utilisée seule ou combinée, elle permet de répondre à des exigences technologiques (stabilité à la cuisson) et nutritionnelles (effets bénéfiques sur la santé). Sa saveur assez neutre contribue à faire d'elle, une huile attrayante pour l'utilisation alimentaire. Elle constitue une excellente source d'acide linoléique. Cet acide gras, comme ses dérivés, intervient dans des fonctions biologiques clés telles que : la reproduction, le développement, la croissance, la barrière épidermique, la capacité de défense de l'organisme (inflammation, coagulation) et la régulation du taux de lipides dans le sang (Merrien, 1992).

**La matière
grasse animale :
le Beurre**

Introduction

Le beurre a toujours fait partis des ingrédients incontournables de la bonne cuisine. Les auteurs de recettes classiques, les chefs et les gourmets ne conçoivent pas cette dernière sans beurre. Le goût aromatisé typique, mais néanmoins discret de cet ingrédient complète de nombreux plats.

I. Définition du beurre :

Selon le CODEX *Alimentarius* (2011), « le beurre est un produit gras dérivé exclusivement du lait et/ou de produits obtenus à partir du lait, principalement sous forme d'une émulsion du type eau-dans-huile ».

Le beurre est composé de 82% de matières grasses et 16% d'eau.

La composition du beurre en acide gras évolue au cours de l'année selon l'alimentation des vaches. Cette composition influence la température de fusion du beurre ; le beurre d'été -dit gras- a un point de fusion plus bas que le beurre d'hiver -dit sec-. Par ailleurs la couleur du beurre évolue elle aussi avec l'alimentation des animaux ; habituellement les beurres d'été sont plus jaunes que ceux d'hiver.

Afin d'obtenir un beurre homogène d'une saison à l'autre, le beurre peut subir une cristallisation fractionnée (beurre fractionné). Ainsi le beurre sec (à haut point de fusion) est utilisé pour les pâtes feuilletées et les beurre gras (à point de fusion inférieur) pour les crèmes ou les pâtes à brioches et les biscuits (Anonyme, 2012).

II. Variétés de beurre :

Les différentes variétés de beurre et leur teneur en graisses sont données dans le tableau I :

Tableau I : Quelques variétés de beurre et leurs teneurs en graisses (Büchler, 2013).

Variétés de beurre	Teneur en graisses en %
Beurre de choix	≥ 82
Beurre light /mi- gras	39 – 41
Beurre salé	≥ 80
Beurre de fromagerie (beurre de crème de petit-lait)	≥ 82
Beurre de cuisine	≥ 82
Beurre fondu	≅ 99.8
Beurre clarifié	100
Crème à rôtir	≅ 99

III. Le beurre clarifié (concentré) :

Le beurre clarifié appelé aussi beurre concentré, huile de beurre et parfois même ghee, est un beurre pasteurisé, dont on a éliminé, par fonte douce, décantation et centrifugation pratiquement toute l'eau et la matière sèche non grasse (les protéines laitières: caséines et les glucides : le lactose). Il contient au minimum 99,8% de matière grasse laitière anhydre (MGLA). De toutes les matières grasses pour la cuisson, c'est l'une des meilleures (Cossut *et al.*, 2002)

IV. Intérêts de la clarification du beurre :

Il existe plusieurs raisons de clarifier le beurre, parmi elles :

➤ **Augmenter le point de fumée**

Le beurre classique fume à partir de 130°C, il faut éviter au maximum de le « brûler » à cause des protéines et du lactose présents. Une fois le beurre clarifié, c'est-à-dire débarrassé du sucre du lait (le lactose) et des protéines du lait (principalement la caséine), le point de fumée atteint les 250°C, ce qui le rend parfaitement utilisable lors des cuissons et pour la préparation des pâtisseries.

➤ **Prolonger sa durée de conservation et à température ambiante**

Le beurre clarifié peut être conservé à température ambiante si toutefois il est maintenu dans un contenant hermétique.

➤ **Hausser le goût**

Il est moins compact et moins visqueux, avec un arôme de noisette.

➤ **Faciliter sa tartinabilité**

Pour la préparation des tartines, par exemple, le beurre clarifié est plus facilement tartinable.

➤ **Bon pour la santé**

Le beurre clarifié ou ghee est utilisé en médecine traditionnelle indienne, en ayurvédique, et il rentre dans la préparation de certains médicaments. Au niveau scientifique, de nombreux chercheurs indiens publient régulièrement des articles sur le beurre clarifié afin de vanter ses mérites par rapport au beurre traditionnel, ou aux margarines hydrogénées (Siri-Tarino *et al.*, 2010 ; Motard-Bélanger *et al.*, 2008).

V. Procédés d'obtention du beurre clarifié :

V.1. Procédé industriel :

Le principe de l'obtention du beurre clarifié ou l'huile de beurre est relativement simple mais deux modes de production existent. D'un point de vue général, on part d'une crème standardisée à 40% de matière grasse (MG) que l'on pasteurise et que l'on concentre ensuite. Une inversion de phase (homogénéisation) libère l'huile concentrée qui après polissage et séchage sous vide libère la MGLA dont la concentration en matière grasse est supérieure à **99,8%** (Dia *et al.*, 2001).

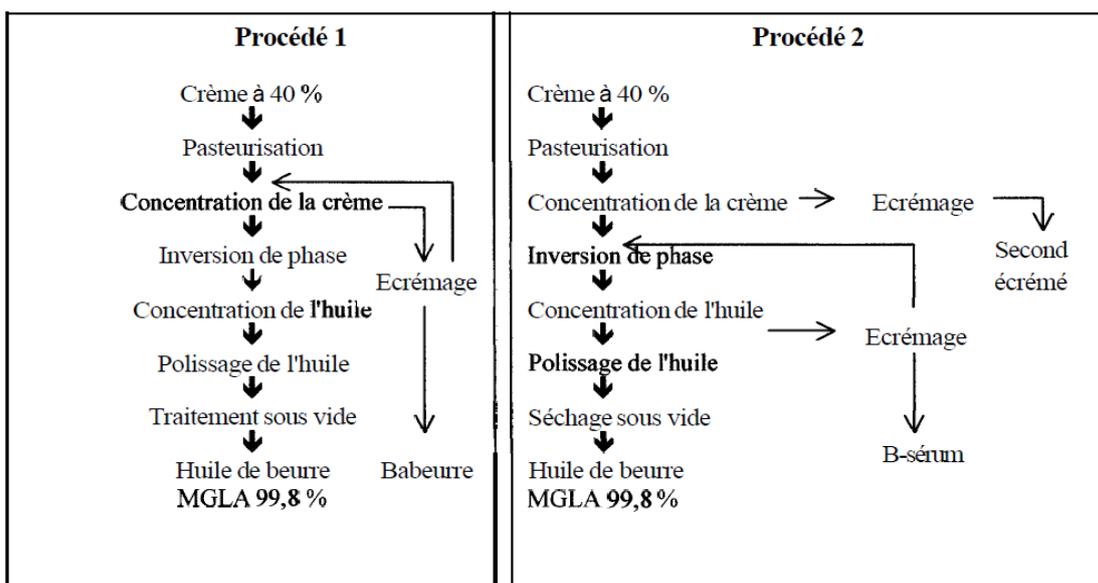


Figure 02 : Procédé d'obtention de la MGLA ou beurre clarifié (Dia *et al.*, 2001).

V.2. Procédé artisanal :

Le beurre contient 82% de gras, 16% d'eau et 2% de matière sèche. La clarification consiste à débarrasser le beurre de son eau et de sa matière sèche non grasse. Le principe consiste simplement à porter du beurre à sa température de fusion puis à la première ébullition.

Le mélange ainsi fondu présente en générale trois (03) phases :

- Les écumes en surface sous forme de mousse : il s'agit des caséines (protéines).
- Le beurre clarifié (huile de beurre) au milieu : il s'agit de 99.8% de matière grasse.
- Le petit lait au fond : il s'agit de l'eau et de la matière sèche non grasse.

La formulation des produits agroalimentaires dans l'industrie

Introduction :

La formulation consiste à associer une série de constituants qui permettent au mélange de répondre à un cahier des charges précis, qui lui-même répond à un besoin (réel ou créé par le marketing) d'un consommateur.

La formulation touche, par conséquent, toutes les industries de transformation de la matière, des industries amont produisant les matières premières jusqu'aux industries aval, directement en contact avec l'utilisateur final (industriel ou grand public), qui fabriquent des « formulations » prêtes à l'emploi. Les industries de la matière, de la vie et de l'environnement sont concernées par la formulation, car elles fabriquent les matières actives de synthèse et les auxiliaires de formulation.

Plus récemment, le terme "formulation" a trouvé une signification dans le domaine industriel, où il qualifie l'action de concevoir et mettre au point : un produit cosmétique, un parfum, une peinture, une matière plastique et, même, un produit de l'industrie agro-alimentaire. La formulation est aujourd'hui une des branches les plus importantes de l'industrie du vivant et de l'environnement. Elle comprend l'ensemble des savoirs et savoir-faire nécessaires à la conception et à la mise au point des produits commerciaux (This, 2000).

I. Définition :

La formulation peut être définie comme étant l'ensemble des connaissances et des opérations mises en œuvre lors du mélange, de l'association ou de la mise en forme d'ingrédients (matières premières), d'origine naturelle ou synthétique, souvent incompatibles entre eux, de façon à obtenir un produit commercial caractérisé par sa fonction d'usage et son aptitude à satisfaire un cahier des charges préétabli. De manière simple, la formulation est la science des mélanges, de la coexistence de substances chimiques sans réaction (Aubry et Schorsch, 1999 ; Schorsch, 2000 ; Hargreaves, 2003).

Lors de la formulation, trois cas peuvent se présenter :

- **Invention (innovation)** : création d'une nouvelle formule ; travail de recherche et développement qui peut demander plusieurs mois. Les exigences du cahier des charges peuvent, en cours d'étude, être modifiées/négociées avec le client qui apporte son aide, ou le responsable produits/production.

- **Amélioration** d'une formule existante : celle-ci peut s'avérer nécessaire pour diverses raisons, telles que l'optimisation du rapport performances / prix, la substitution de matières premières (produit plus disponible par exemple), l'adaptation à la législation

(suppression d'un constituant toxique, ou réduction de sa teneur pour obtenir un mélange non étiquetable). Dans le meilleur des cas, une dizaine d'essais permettent de trouver le bon compromis.

• **Adaptation** d'une formule : par exemple, une formule est utilisée en production dans une filiale étrangère, cependant une matière première n'est pas disponible ou autorisée, ou bien les matériels d'application sont différents des autres filiales, etc. (cahier des charges différent).

Parmi les constituants d'une formule, il faut distinguer les matières actives qui remplissent la fonction principale recherchée et les auxiliaires de formulation qui jouent des rôles accessoires, facilitent la préparation ou la mise en œuvre du produit commercial, ou prolongent sa durée de vie. (Aubry et Schorsch, 1999 ; Schorsch, 2000 ; Hargreaves, 2003).

Pour la formulation de produits agroalimentaires, par exemple, on distingue également entre les produits « actifs » (matières premières de base) et divers adjuvants, que l'on peut classer comme suit :

- Matières premières de base ;
- Émulsifiants : permettent de stabiliser les émulsions ;
- Épaississants et gélifiants ;
- Autres additifs : acidifiants, colorants, arômes, conservateurs (Antzoulatos, 2015).

L'une des règles d'or de la formulation est la recherche de synergies entre les matières premières. Il peut parfois résulter des effets surprenants du mélange de deux substances, difficiles à prévoir au regard de leurs propriétés individuelles.

La synergie est le phénomène par lequel la combinaison de plusieurs facteurs permet d'obtenir un effet global plus grand que la somme des effets attendus si ces effets avaient agi indépendamment les uns des autres (Aubry et Schorsch, 1999 ; Schorsch, 2000 ; Hargreaves, 2003).

La **figure 03**, représente le processus général suivi lors de l'élaboration d'un nouveau produit. Cette cartographie va servir de guide pour l'élaboration de notre produit « Mélange huile de tournesol et beurre clarifié ».

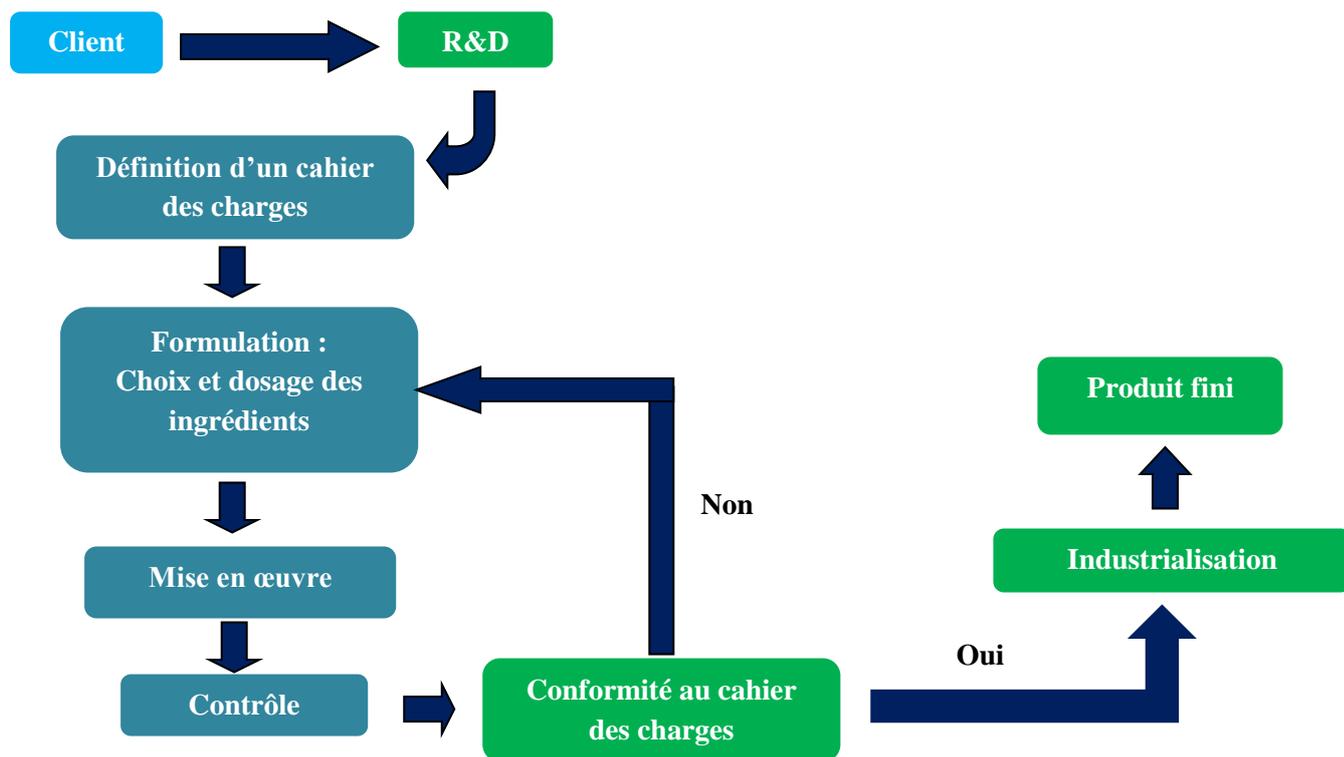


Figure 03 : Processus de développement d'un nouveau produit (Antzoulatos, 2015).

II. Méthodologie de formulation en industrie agro-alimentaire :

La méthodologie de formulation consiste à :

- Etablir un cahier des charges : fixer les objectifs à atteindre sous formes de critères clairement identifiés, de reprendre également les contraintes inhérentes au produit, à savoir: réglementaires / techniques / économiques ;
- Réaliser des essais au stade laboratoire (cuisine) : des essais de formulation qui permettent d'étudier les éventuels problèmes de mise en œuvre ;
- Réaliser des essais au stade pilote : ils permettent d'intégrer les principales contraintes liées au procédé de fabrication et aux conditions de conservation à un coût inférieur aux essais réalisés au stade industriel ;
- Réaliser des essais au stade industriel, validation finale : lorsque les différents problèmes de transfert d'échelle auront été résolus ;
- En pratique de nombreux feedbacks (retours en arrière) sont à prévoir (Wakil, 2010).

Principalement deux volets sont à détailler dans la méthodologie de formulation:

II.1. Le cahier des charges :

Toute formulation nécessite l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel bien détaillé afin de mieux définir le besoin. Le cahier des charges est élaboré à partir des exigences du client, et avec sa collaboration. Il est constitué de 3 volets principaux :

- Propriétés du produit recherché, ainsi que son mode d'utilisation : il s'agit des performances techniques du produit livré (dans son conditionnement), ainsi que du produit en usage ;
- Contraintes liées à la réglementation : celles-ci englobent la protection de l'utilisateur et le respect de l'environnement. Elles conduisent à limiter la gamme des produits utilisables pour élaborer la formule ;
- Contraintes économiques : définies suite à une étude des produits existants (notamment produits concurrents). Elle doit prendre en compte le prix des produits utilisés (prix matière), et les coûts de fabrication (prix du procédé de fabrication). Il faut également prendre en compte les contraintes économiques du client (prix de revient). Par exemple, un particulier cherchera un produit bon marché, ne nécessitant pas de matériel coûteux pour être appliqué (Aubry et Schorsch, 1999 ; Schorsch, 2000 ; Hargreaves, 2003).

II.2. L'évaluation sensorielle :

L'évaluation sensorielle, également appelée, métrologie sensorielle, connaît depuis une vingtaine d'années, un développement indiscutable. Ce développement est dû à la fois à une réflexion des industriels de l'agroalimentaire qui veulent connaître les produits qu'ils mettent sur le marché et à une demande des entreprises de la grande distribution qui veulent s'assurer que les produits qu'ils commercialisent sous leur propres marques ont des caractéristiques qui les distinguent des (ou qui les font ressembler aux) produits leaders. Il a été soutenu par le progrès des connaissances et par l'offre de méthodes standardisées.

Depuis quelques années, le domaine d'application s'est étendu à d'autres professions que celles de l'agroalimentaire ; il concerne aujourd'hui la pharmacie, les cosmétiques, la parfumerie, les produits d'hygiène, les emballages, les tissus, la mécanique, l'ameublement, la publicité, etc. (Depledge et Sauvageot, 2002).

Par définition, l'évaluation sensorielle implique une intervention active de l'Homme, donc la mise en jeu d'un ensemble de mécanismes qui font qu'un stimulus de nature matérielle engendre des sensations qui, atteignant le niveau de la conscience, deviennent des perceptions.

L'évaluation sensorielle permet d'étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant intervenir l'Homme comme instrument de mesure à partir de ses 5 sens: l'odorat, le goût, la vue, l'audition et le toucher. Elle permet d'étudier différents problèmes ou de répondre à diverses questions posées par le fabricant et est utilisée dans de nombreux domaines.

Pour plus d'objectivité, les mesures humaines peuvent être complétées par des mesures instrumentales (Totté, 2008).

II.2.1. Principales approches de l'évaluation sensorielle :

Dans le domaine de l'évaluation sensorielle, on distingue deux perspectives :

II.2.1.1. Analyse sensorielle : elle cherche à déterminer les propriétés organoleptiques des aliments, c'est-à-dire leur action sur les divers récepteurs sensoriels stimulés avant, pendant et après l'ingestion d'un aliment, que celui-ci soit liquide ou solide. Le dessein du praticien est alors, souvent, de préciser les effets sensoriels distincts des différents constituants du produit. On distingue, classiquement, deux grandes catégories d'épreuves :

- **Les épreuves discriminatives**, dont l'objectif est de déterminer si deux ou plusieurs produits sont ou non différents.
- **Les épreuves descriptives ou épreuves de profil**, dont l'objectif est de mettre en évidence les ressemblances et différences entre produits sous forme, notamment, de cartes sensorielles.

II.2.1.2. Evaluation hédonique ou préférence du consommateur : c'est la seconde perspective. Elle cherche à préciser les préférences ou les rejets entraînés par ces propriétés organoleptiques, comme le montre le diagramme de l'évaluation sensorielle (**figure 04**).

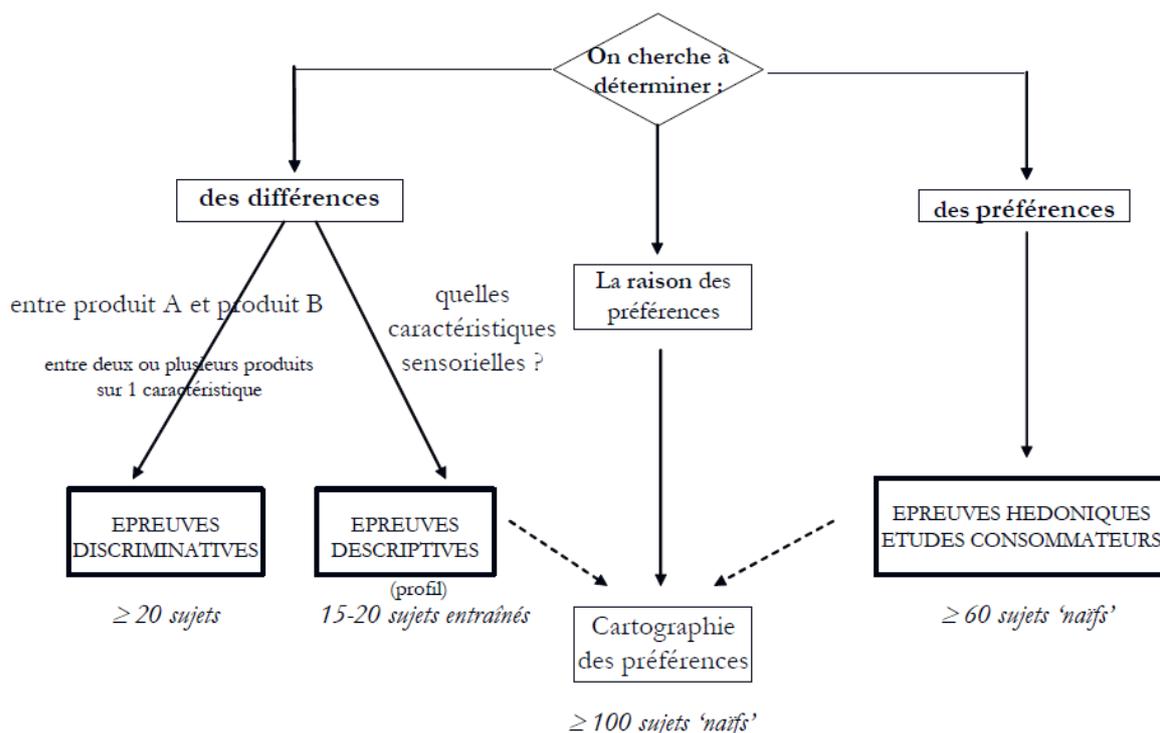


Figure 04 : Les principales approches de l'évaluation sensorielle (Totté, 2008).

L'analyse sensorielle s'intéresse au produit lui-même, alors que l'analyse hédonique s'intéresse à la manière dont un produit est accepté par un groupe cible de consommateurs (Depled et Sauvageot, 2002).

Selon Totté (2008), Il est important de bien dissocier ces deux approches (**figure 04**) car les buts sont différents (préférence ou différence), les méthodes sont spécifiques pour chaque approche et les personnes qui sont impliquées ne sont pas les mêmes.

II.2.2. Objectifs de l'analyse sensorielle dans l'Agroalimentaire :

C'est une technique de caractérisation objective, qui fait appel à des sujets entraînés et qualifiés pour décrire et quantifier les caractéristiques sensorielles des produits étudiés.

Les principaux objectifs sont :

- Décrire et caractériser les produits afin d'établir un profil sensoriel ;
- Suivre l'évolution des matières premières au cours du temps ou l'évolution des produits dans leur emballage ;
- Définir la durée de vie des produits ;

- Mettre en évidence l'influence des procédés technologiques ou de certains paramètres sur les qualités organoleptiques des produits (type d'alimentation, conditions de stockage) ;
- Améliorer et optimiser les produits ;
- Connaître les atouts et les limites des produits ;
- Connaître le positionnement des produits par rapport aux produits concurrents

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

Partie pratique

Matériel
et
Méthodes

Présentation de l'organisme d'accueil :

Fondé par Monsieur **Issad REBRAB**, le Groupe CEVITAL est un ensemble d'unités industrielles et de services regroupant près de 10 métiers différents.

Le Groupe CEVITAL emploie près de 18 000 collaborateurs répartis sur 26 filiales à l'échelle nationale et internationale.

Son ambition est de participer à la création de richesses et d'emplois en Algérie; poursuivre la croissance à deux chiffres par an et ceci durant ces 11 dernières années ; faire passer le pays du stade d'importateur au stade d'exportateur pour tous ses produits.

Créé en Mai 1998, CEVITAL (abréviation de l'expression "c'est vital", avec sa phonétique), est le leader du secteur agroalimentaire en Algérie. CEVITAL est une grande force industrielle et économique au niveau national et même à l'échelle africaine.

La satisfaction du client est la devise de l'entreprise, visant l'acquisition de la grande part du marché. Pour cela, elle essaie d'attirer l'attention du consommateur à l'aide du bon contrôle de la qualité de ses produits qui se traduit par l'engagement dans les processus de la certification ISO 22000 version 2005, et d'équiper tous les laboratoires de chaque unité de production d'outils d'analyses très performants, ainsi qu'avec le meilleur conditionnement des produits.

Ce modeste travail consiste à formuler et à caractériser un mélange (mix) huile végétale et beurre clarifié.

I. Caractérisation des matières premières :

La qualité des matières premières utilisées a été déterminée par la mesure de certains indices de qualité (indice de peroxyde, acidité et couleur), dont les modes opératoires seront détaillés respectivement en pages : 19, 20 et 22.

II. Essais de formulation des mélanges huile et beurre :

Dans cette étape, nous avons procédé à la préparation de la matière première, il s'agit de la clarification du beurre en utilisant une méthode artisanale, afin d'éliminer l'eau, les sucres et les protéines lactières.

II.1. Préparation du beurre clarifié :

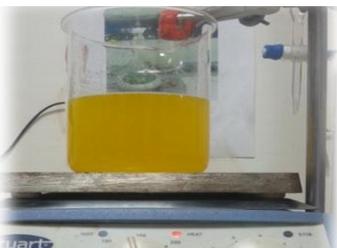
Les étapes de la clarification du beurre ainsi réalisées à l'échelle laboratoire, sont illustrées dans la figure ci-après :



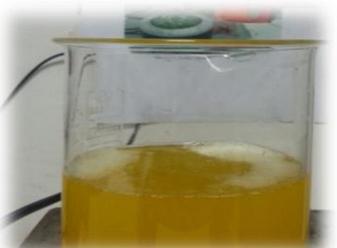
01) 01 kg de beurre



02) Couper le beurre en petits dés



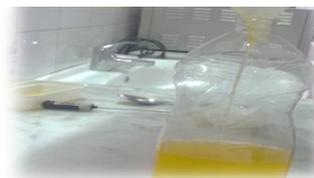
03) Porter le beurre à température de fusion et la première ébullition



04) Récupérer les écumes (caséines en surface) à l'aide d'une écumoire



05) Laisser au repos jusqu'à dépôt total de la phase lourde (eau et matière sèche)



06) Récupérer soigneusement le beurre clarifié au milieu



07) Le beurre clarifié après filtration

Figure 05 : Les étapes de clarification du beurre à l'échelle laboratoire.

II.2. Préparation des mélanges :

Les mélanges en question, sont composés de proportions différentes d'huiles de tournesol et de beurre clarifié, auxquels nous avons additionné la même quantité d'arôme beurre. La préparation des mélanges a été réalisée en suivant le mode opératoire suivant :

- Peser des quantités nécessaires d'huile de tournesol -préalablement calculées-, qui représentent la proportion la plus importante du mélange ;
- Peser la quantité de beurre clarifié correspondante à chaque quantité d'huile de tournesol ;
- Procéder à une agitation mécanique sur plaque chauffante à 35°C;
- Après refroidissement, conditionner le mélange dans des bouteilles en PET, d'une capacité d'un litre ;
- Doser directement dans les bouteilles la quantité d'arôme prédéfinie, en utilisant une balance de précision (0,0001g) ;
- Agiter soigneusement le mélange après fermeture du bouchon.

Ainsi, une série de 08 mélanges, a été préparée à l'échelle laboratoire. La composition de ces mélanges formulés est illustrée dans le tableau ci-dessous.

Tableau II : Tableau récapitulatif de la composition des 08 mélanges formulés à l'échelle laboratoire.

Mélanges	Composition
E1	X1 % Tournesol + Y1 % Beurre clarifié+ Z % arôme beurre
E2	X2 % Tournesol + Y2 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E3	X3 % Tournesol + Y3 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E4	X4 % Tournesol + Y4 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E5	X5 % Tournesol + Y5 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E6	X6 % Tournesol + Y6 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E7	X7 % Tournesol + Y7 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre
E8	X8 % Tournesol + Y8 % Beurre clarifié + Z % arôme beurre

III. Présélection des mélanges :

Une présélection des mélanges a été faite par un suivi visuel et une caractérisation physicochimique des mélanges, suivi d'un test organoleptique.

III.1. Suivi visuel :

Les huit (08) mélanges formulés ont fait l'objet d'un suivi visuel pendant quatre (04) semaines. Des observations sont relevées à fréquence d'une fois par semaine.

III.2. Analyses physicochimiques :

III.2.1. Détermination de l'indice de peroxyde (ISO 3960, 2007) :

- **Définition :**

L'indice de peroxyde est la quantité d'oxygène présent dans l'échantillon exprimée en meq g d'O₂ actif par 1000g (meq g d'O₂ / Kg) du corps gras dans les conditions opératoires décrites (Adrian *et al.*, 1998).

- **Principe :**

C'est le traitement d'une prise d'essai en solution dans l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium (KI). Titrage de l'iode libéré par une solution de thiosulfate de sodium.

- **Mode opératoire :**

- ✓ Préparer un ballon bien séché et à l'abri de l'air ;
- ✓ Peser 5g de l'échantillon à analyser (Blend) dans le ballon préparé ;
- ✓ Préparer dans un bécher 0.5g d'iodure de potassium (KI) complété à 1.5g d'eau distillée en assurant une bonne agitation ;
- ✓ Le ballon préparé et contenant le Blend à titrer, on rajoute 12 ml de chloroforme, et 18ml d'acide acétique en agitant le tout pour bien dissocier ce dernier, puis ajouter en dernier lieu l'iodure de potassium ;
- ✓ Boucher le ballon, bien agiter pendant une minute et mettre à l'abri de la lumière pendant 1min ;
- ✓ Ajouter 75ml d'eau distillée (afin d'arrêter la réaction) et quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur coloré ;
- ✓ Titrer à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium à 0.01N ;
- ✓ Lire sur la burette la chute de niveau correspondante.

- **Expression des résultats :**

$$IP = \frac{(V-V_0) \cdot N}{m} \cdot 1000$$

IP : Indice de peroxyde exprimé en meq g d'O₂/kg

V : Volume de Na₂S₂O₃ de la chute de la burette utilisé pour le titrage

V₀ : Volume de Na₂S₂O₃ utilisé pour le test à blanc

m : Masse de la prise d'essai en g

N : Normalité du Na₂S₂O₃ utilisée pour le titrage (0.01 N)

III.2.2. Détermination de l'acidité (ISO 660, 1996) :

- **Définition :**

L'acidité est une mesure de la quantité d'acides gras libres dans un échantillon donné. C'est le pourcentage d'acide gras libre exprimé conventionnellement en acide oléique pour la majeure partie des corps gras (%FFA).

- **Principe :**

Le principe de la méthode consiste à la mise en solution d'une prise d'essai dans l'alcool en présence de phénolphtaléine, puis un titrage à chaud des acides gras libres présents dans l'huile par une solution de soude NaOH.

- **Mode opératoire :**

Préparer dans un Erlenmeyer une solution de 75 ml d'alcool neutralisée (éthanol+ quelques gouttes de phénolphtaléine qui est un indicateur coloré. Titrer le NaOH jusqu'à apparition d'une coloration rose). Ajouter 10g de l'huile à analyser, qu'on fait dissoudre en portant sur une plaque chauffante, puis procéder à un deuxième titrage des acides gras libres par NaOH à 0.1N jusqu'à apparition de la couleur rose persistante (10 secondes) et noter la chute de la burette.

- **Expression des résultats :**

$$AC\% = (M \times N \times V) / P \times 10$$

AC% : Acidité

M : Masse molaire d'acide oléique (282 g/mol)

N : Normalité de NaOH (0,1 N)

V : Volume de NaOH le titrage (ml)

P : Prise d'essai (g)

IV. Evaluation sensorielle : Analyse sensorielle par le jury interne de Cevital :

Une analyse sensorielle a été appliquée sur les mélanges de matières grasses présélectionnés, codés A, B, C, D et E, afin de garder un seul mélange qui possède les meilleures caractéristiques organoleptiques.

Il s'agit d'une analyse sensorielle, axée sur la caractérisation de nos produits en fonction des appréciations d'un jury interne de CEVITAL, composé de onze juges, qui avait pour tâche d'évaluer quelques caractéristiques organoleptiques de nos 5 mélanges, notamment, la couleur, l'odeur et le goût.

Les conditions de déroulement de cette analyse ont été réalisées en suivant la méthodologie utilisée dans l'étude établie par (Azib et Boukandoul, 2013).

Une fiche de dégustation a été élaborée et remplie par les juges, cette dernière est reportée en **Annexe III**.

Ce test sensoriel a fait l'objet d'une analyse statistique, précisément une caractérisation produit.

V. Caractérisation du mélange sélectionné :

En plus d'une analyse physico-chimique de notre mix, nous nous sommes intéressés à effectuer aussi un test sensoriel et une caractérisation qualitative : par la détermination de son profil en acides gras pour une éventuelle estimation de la valeur nutritionnelle et enfin un suivi de sa stabilité oxydative.

V.1. Caractérisation qualitative :

Pour la caractérisation qualitative, en plus de la détermination de l'indice de peroxyde et de l'acidité, comme précédemment expliquée, notre mélange a aussi fait l'objet d'une détermination de la couleur et d'un suivi oxydatif (Test au Rancimat) comme détaillé ci-dessous.

V.1.1. Détermination de la couleur (ISO 15305, 1998) :

- **Définition :**

La mesure de la couleur de l'huile se fait par l'utilisation d'un calorimètre «Lovibond » qui est composé de deux séries de verres de couleur jaune et rouge.

- **Principe :**

Il consiste à comparer la couleur de la lumière transmise à travers l'huile dans une cuve à face parallèle, à la lumière provenant toujours de la même source transmise à travers des lames colorées standardisées. A l'aide d'une monoculaire les verres et l'échantillon sont éclairés par la réflexion sur un bloc de carbonate de magnésium d'une lampe de 6W.

- **Mode opératoire :**

On verse l'échantillon à analyses dans une cellule de 5 pouces et $\frac{1}{4}$, puis on détermine la couleur en faisant la comparaison avec les lames de la cellule standard.

- **Expression des résultats :**

Les valeurs de la couleur sont ordonnées comme suit : X_J ; Y_R

Où : **J** : couleur jaune ; **R** : couleur rouge ; **X**, **Y** : les valeurs déterminées par Lovibond.

V.1.2. Test de stabilité oxydative utilisant le Rancimat (ISO 6886, 2006) du mélange retenu :

Ce test est très utilisé dans les cahiers des charges pour évaluer la stabilité oxydative des matières grasses. La spécification de Temps d'Induction au test Rancimat (TIR), exprimé en heures correspond au temps pendant lequel la matière grasse a résisté à un stress oxydatif.

- **Principe du test de Rancimat :**

Le principe du test consiste à vieillir prématurément les matières grasses par décomposition thermique à une température spécifiée. Elle se fait généralement à une température comprise entre 90°C et 120°C, sous un bullage intensif d'air.

Les acides organiques produits de dégradation sont entraînés par un courant d'air et recueillis dans une fiole contenant de l'eau distillée, dans laquelle est immergée une électrode de mesure de la conductivité. Le temps est déterminé par conductimétrie et correspond au TIR (temps d'induction au test de Rancimat).

Le test de Rancimat offre l'avantage de suivre plusieurs échantillons en parallèle, avec des durées d'analyse réduites et de déterminer automatiquement la stabilité à l'oxydation des huiles et des graisses, sans l'utilisation de réactifs nuisibles à l'environnement et sans titrages fastidieux, que ce soit dans des échantillons huileux ou graisseux. Cependant, ce test est peu représentatif des conditions normales de stockage. Aussi, faut-il interpréter les résultats de ce test avec précaution ; ils doivent surtout être utilisés en vue de comparer les stabilités oxydatives des matières grasses entre elles (Rahmani, 2007).

- **Mode opératoire :**

La stabilité de notre mélange est déterminée à l'aide d'un appareil Rancimat Metrohm 743. Un flux d'air fixé à 10 l/h traverse l'échantillon de $3 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$ près, chauffé à différentes températures.

Les produits de dégradation de cette oxydation poussée, sont entraînés par un courant d'air et recueillis dans une cellule de mesure remplie d'eau distillée (60 ml) dans laquelle est immergée une électrode de la mesure de la conductivité électrique. L'électrode est connectée à un dispositif de mesure et d'enregistrement.

La fin de la période d'induction est indiquée lorsque la conductivité se met à augmenter rapidement, cette augmentation accélérée est provoquée par l'accumulation de produits volatils.

V.2. Caractérisation sensorielle :

Le mélange « huile de tournesol et beurre clarifié » sélectionné par le jury interne de CEVITAL, a fait l'objet d'une évaluation sensorielle en le comparant avec deux autres produits : l'huile de tournesol (produit neutre), ainsi qu'un mélange commercialisé.

L'œuf est l'aliment support utilisé dans cette évaluation.

A cet effet, deux types d'analyses ont été réalisées:

a) Une analyse sensorielle (Analyse qualitative/quantitative), réalisée par un jury expert composé de 11 juges, au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'Université de Béjaïa.

Chaque juge reçoit trois échantillons d'œufs codés A, B, C (voir **figure 06**), préparés par cuisson plate, chacun et séparément avec l'une des trois matières grasses suivantes :

- Huile de tournesol pour l'échantillon B ;
- Notre mélange huile et beurre clarifié pour l'échantillon C ;
- Produit commercialisé pour l'échantillon A.

Les juges sont appelés à évaluer les propriétés organoleptiques des trois échantillons du point de vue odeur et goût et donner une note entre 1 et 9 selon leurs préférences voir le questionnaire en **Annexe IV**.

b) Une analyse hédonique effectuée au sein de CEVITAL, sur 100 sujets naïfs (hommes et femmes, âgés entre 25 à 60 ans), préparés de la même manière que l'analyse sensorielle ci-dessus.

Les sujets sont appelés à donner une note entre 1 et 9 pour les trois échantillons présentés selon leurs préférences (**Annexe V**).



Figure 06 : Présentation des échantillons lors du test sensoriel au niveau du laboratoire d'analyse sensorielle de l'université de Béjaïa.

V.2.1. Analyse statistique des résultats :

Les analyses statistiques des résultats d'évaluation sensorielle ont été réalisées à l'aide du logiciel nommé XLSTAT-MX. Ce dernier utilise Microsoft Excel comme une interface de récupération des données et d'affichage des résultats (Addisoft, 2013).

Le module complémentaire est conçu pour l'analyse sensorielle, et il comprend plusieurs fonctionnalités :

- Plans d'expériences pour l'analyse sensorielle;
- Test de caractérisation du produit;
- Analyse Procrustéenne Généralisée (Generalised Procrustes Analysis) ;
- Test de pénalité (Penalty Analysis) ;
- Cartographie des préférences externes.

V.3. Caractérisation nutritionnelle :

Comme toute matière grasse, ce mélange « huile de tournesol et beurre clarifié » constitue un ensemble d'acides gras dont certains sont essentiels et d'autres sont indispensables pour notre organisme. Il est très important d'identifier et de quantifier les acides gras présents dans notre mélange de formulation. La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est utilisée pour quantifier et identifier les acides gras de notre mélange formulé.

V.3.1. Détermination de la composition en acides gras par CPG (ISO 5508, 2000) :

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est une méthode séparative qui permet d'analyser qualitativement et quantitativement des mélanges complexes de gaz ou de composés qui peuvent être volatilisés sans être décomposés.

- **Principe de la CPG :**

Le principe de base repose sur l'équilibre de concentration des composés présents entre deux phases non miscibles dont l'une dite stationnaire, est emprisonnée dans une colonne et l'autre dite mobile se déplace au contact de la première. L'entraînement à des vitesses différentes des composés présents par la phase mobile conduit à leur séparation.

- **Mode opératoire :**

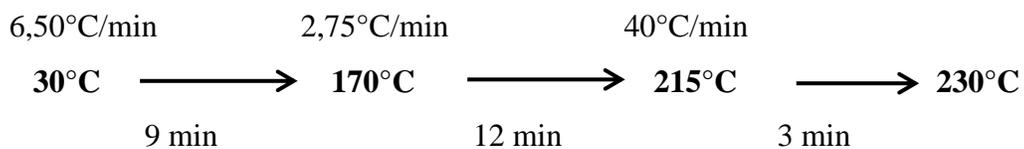
Cette analyse s'effectue en deux étapes :

- Préparation des esters méthyliques : une aliquote de 0,5 g d'huile dissoute dans 5 ml d'hexane pour chromatographie, à laquelle sont ajoutés 0,5 ml de solution KOH méthylique (2N). Le tout est agité pendant 30 secondes, puis centrifugé à 3000 tour/min pendant 5 minutes. 2 gouttes du surnageant sont prélevées et mélangées avec 1 ml d'hexane.

- Analyse des esters méthyliques obtenus : un volume de 1 µl de ces esters est injecté dans un chromatographe en phase gazeuse de type « 6890 Network GC system » dont les conditions sont décrites ci-dessous :

- Injecteur : Split ;
- Détecteur : FID (Détecteur à ionisation de flamme) ;
- Gaz vecteur : H₂ ;
- Colonne capillaire DB-23 Agilent 122-2362 : (60 m de longueur, 0,25 mm de diamètre, 0,25µm d'épaisseur) ;

- Température : (injecteur : 270°C, détecteur : 230°C, four : 190°C) ;
- Volume injecté : 1 µl ;
- Pressions : 0,6 bar pour l'azote ; 1,5 bar pour l'air ; 0,8 bar pour l'hydrogène ;
- Programme (gradient de température).



Les acides gras sont identifiés par leurs temps de rétention par rapport à un chromatogramme de référence d'un mélange standard d'esters méthyliques de composition et de concentration connue.

Résultats
et
Discussion
Discussion

L'huile de tournesol et le beurre clarifié ont été analysés et caractérisés avant les tests de formulation.

I. Caractérisation des matières premières :

Les résultats d'analyses sont portés dans le tableau ci-dessous.

Tableau III : Résultats des analyses physicochimiques des deux matières premières.

	Huile de tournesol		Beurre clarifié	
	Résultats obtenus	Normes Entreprise	Résultats obtenus	Normes Entreprise
Indice de peroxyde Ip Meq g d'O₂/kg	0.6±0,01	<5	0,1±0,01	<5
Acidité FFA (%)	0.18 ± 0,02	<0,3	0.16±0,02	<0,3
Couleur	J : 7 R : 0,7	J : 12 R : 1,2	J : 46 R : 4,6	J : 50 R : 6

D'après les résultats obtenus, les matières premières sont conformes aux normes. Les fiches techniques détaillant chaque matière première sont protégées en **annexes I et II**.

II. Essais de formulation des mélanges huile et beurre :

Huit (08) mélanges « huile de tournesol et beurre clarifié » ont fait l'objet d'une formulation à l'échelle laboratoire. Les mélanges formulés sont représentés dans la **figure** ci-dessous :



Figure 07 : Photos des mélanges formulés.

III. Présélection des mélanges :

Les huit (08) mélanges formulés ont fait l'objet d'un suivi visuel et d'une caractérisation physicochimique. Le tableau IV résume le suivi visuel des mélanges formulés pendant quatre semaines à la température ambiante de 25°C environ.

III.1. Suivi visuel :

Les observations relevées sur l'aspect visuel des 08 mélanges, sur une période de 4 semaines, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau IV : Récapitulatif du suivi visuel des 08 mélanges durant un mois.

Mélanges	1 ^{ère} semaine	2 ^{ème} semaine	3 ^{ème} semaine	4 ^{ème} semaine
E1	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide
E2	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide
E3	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide
E4	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide
E5	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide	Aspect limpide
E6	Léger trouble	Léger trouble	Léger trouble et présence d'un dépôt	Léger trouble et présence d'un dépôt
E7	Léger trouble	Léger trouble et présence d'un dépôt	Léger trouble et présence d'un dépôt	Léger trouble et présence d'un dépôt
E8	Trouble prononcé et présence d'un dépôt			

Les mélanges E1, E2, E3, E4 et E5 présentent un aspect limpide très homogène même à la quatrième semaine d'observation.

Par contre, les mélanges E6, E7 et E8 présentent un aspect trouble et un dépôt au fond des bouteilles (**figure 08**), ceci s'explique par la forte portion de beurre clarifié utilisée pour ces trois mélanges, par conséquent, et vu l'importance de l'aspect visuel du mélange « huile et beurre » pour le consommateur, les mélanges E6, E7 et E8 ont été éliminés pour la suite de cette étude.

Apparition d'un
dépôt au fond des
bouteilles



Figure 08 : Aspect des bouteilles E6, E7 et E8.

III.2. Analyses physicochimiques :

Nous avons réalisé des tests physicochimiques en déterminant l'acidité et l'indice de peroxyde de nos mélanges. Les résultats d'analyses sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V : Résultats d'analyses physicochimiques (Indice de peroxyde et Acidité).

	Première semaine		Deuxième semaine		Troisième semaine		Quatrième semaine	
	Indice de peroxyde Ip `meq g d'O ₂ /kg`	Acidite FFA `%`	Indice de peroxyde Ip `meq g d'O ₂ /kg`	Acidite FFA `%`	Indice de peroxyde Ip `meq g d'O ₂ /kg`	Acidite FFA `%`	Indice de peroxyde Ip `meq g d'O ₂ /kg`	Acidite FFA `%`
E 1	0,8±0,2	0,13± 0,01	1±0,2	0,2± 0,01	1,8± 0,2	0,24± 0,01	1,9±0,2	0,26± 0,01
E 2	1,1±0,2	0,18± 0,01	1,3±0,2	0,24± 0,01	1,9± 0,2	0,28± 0,01	2±0,2	0,27± 0,01
E 3	0,9±0,2	0,15± 0,01	1,2±0,2	0,18± 0,01	2± 0,2	0,23± 0,01	1,8±0,2	0,28± 0,01
E 4	1,4±0,2	0,2± 0,01	1,6±0,2	0,24± 0,01	1,8± 0,2	0,3± 0,01	1,9±0,2	0,24± 0,01
E 5	1,3±0,2	0,16± 0,01	1,3±0,2	0,2± 0,01	1,9± 0,2	0,28± 0,01	1,8±0,2	0,25± 0,01
E 6	1±0,2	0,19± 0,01	1,7±0,2	0,22± 0,01	2,1± 0,2	0,25± 0,01	2,2±0,2	0,27± 0,01
E 7	1,2±0,2	0,22± 0,01	1,8±0,2	0,26± 0,01	2,1± 0,2	0,3± 0,01	2,1±0,2	0,3± 0,01
E 8	1,3±0,2	0,2± 0,01	2±0,2	0,28± 0,01	2,2± 0,2	0,29± 0,01	2,2±0,2	0,29± 0,01

L'interprétation des résultats du tableau nous a conduit à réaliser notre première sélection en gardant les cinq premiers mélanges de E1 à E5. Ces derniers ont un indice de peroxyde $I_p < 2$ meq g d'O₂/kg et une acidité FFA $< 0,3$ %. Ces deux limites ont été fixées pour la sélection de nos mélanges, étant donné que l'ensemble des huit mélanges présentent des valeurs conformes aux Normes Entreprise tant pour l'indice de peroxyde ($I_p < 5$ meq g d'O₂/kg), que pour l'acidité ($\leq 0,3\%$).

IV. Evaluation sensorielle : Analyse sensorielle par le jury interne de Cevital :

Dans l'objectif de trouver une formule qui répond aux exigences du client, nous avons jugé nécessaire de réaliser une analyse sensorielle des cinq mélanges présélectionnés. Pour se faire un test de dégustation par un jury interne a été réalisé à CEVITAL.

La formule sélectionnée fera ensuite l'objet d'un test d'usage « friture plate avec des œufs ».

Le traitement des résultats (voir **Annexes VI**) s'est fait à l'aide du logiciel de traitement de données XLSTAT.

IV.1. Plan d'expérience :

Le test du plan d'expérience avec XLSTAT est utilisé pour créer un plan d'expérience optimal, dans le cadre d'expériences visant à modéliser les préférences d'un ensemble de consommateurs ou d'experts pour différents produits (Perinel et Pagès, 2004).

Une fois les données brutes des jurés rapportées sur une feuille Excel, la procédure de génération du plan d'expérience sera lancé directement à partir de la commande XLSTAT MX/ plan d'expérience.

Pour l'analyse sensorielle, nous avons obtenu les résultats suivants :

Tableau VI : Résultats de l'évaluation du plan d'expérience pour le jury interne Cevital.

A-Efficacité	1,0000
D-Efficacité	1,0000

Après la génération du plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, nous remarquons que les deux critères A- efficacité et D- efficacité sont égaux. Cela implique qu'un plan d'expérience optimal a été trouvé pour les résultats des membres du jury interne. Les données obtenues sont acceptables et le plan d'expérience est résolvable ; ce qui nous permet d'effectuer les autres tests pour les échantillons d'huiles à savoir : la caractérisation des produits ainsi que la cartographie externe.

IV.2. Caractérisation des produits :

La caractérisation des produits 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 al.*, 2009).

Quand ça apparaît en bleu, c'est que le coefficient du descripteur est positif (apprécié), en rouge, le coefficient est significativement négatif (non apprécié). Alors que le blanc signifie que les caractéristiques ont un coefficient non significatif.

IV.2.1. 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 du test sont présentés dans la figure suivante :

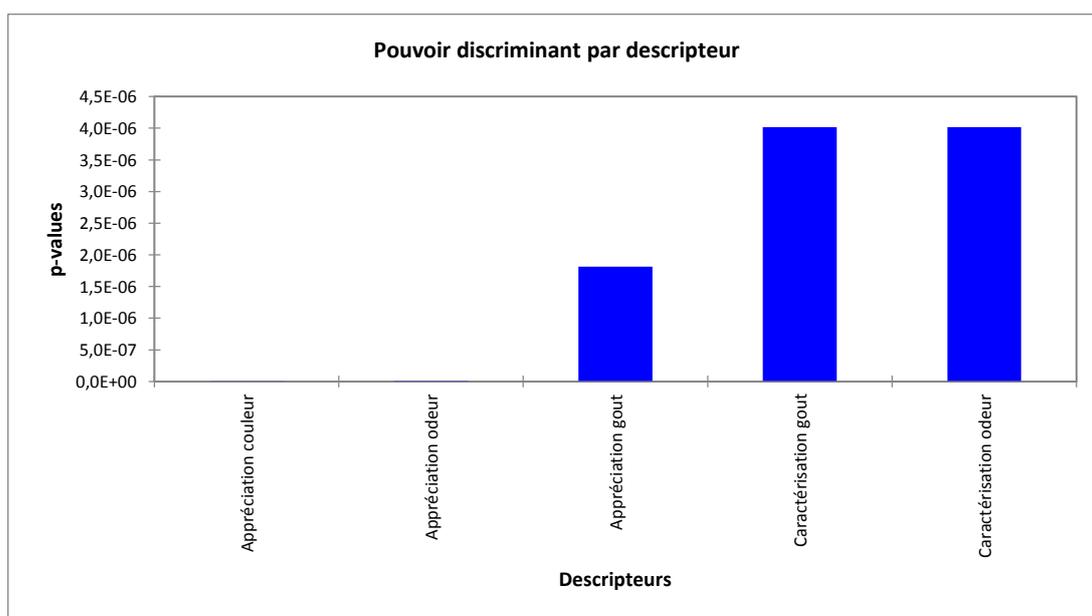


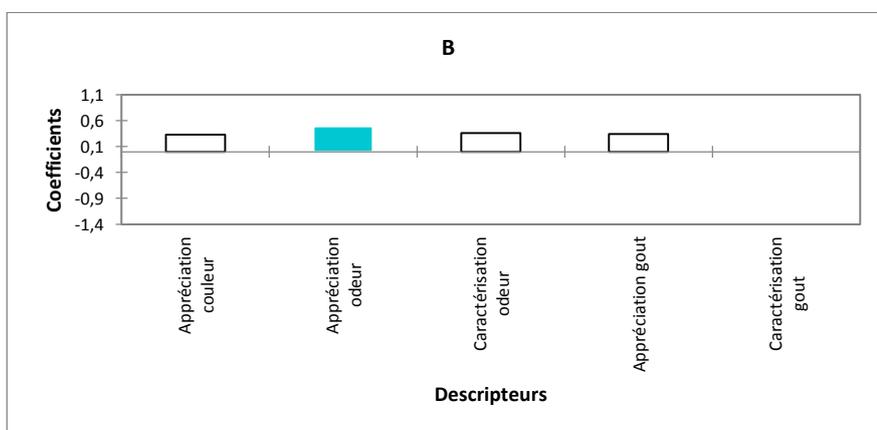
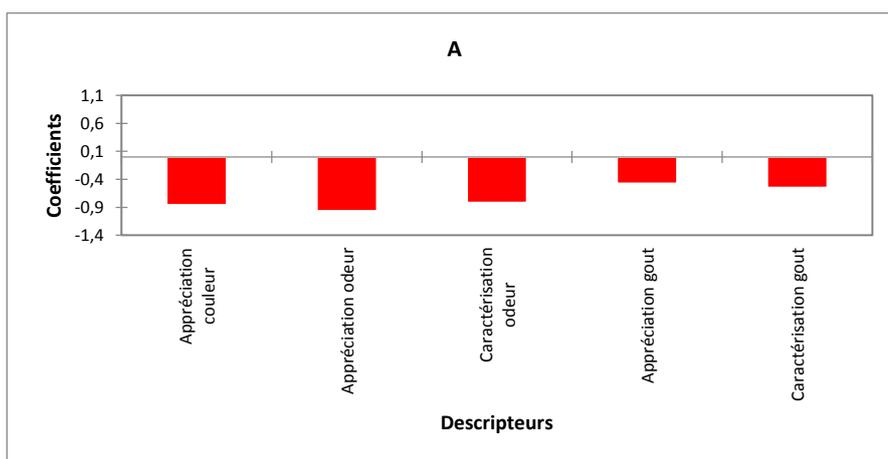
Figure 09 : Pouvoir discriminant par descripteur.

La **figure 09** permet de visualiser :

- Les descripteurs, caractérisation odeur et caractérisation goût, n'ont pas été discriminés. Ce qui explique que les experts n'ont pas constaté des divergences des descripteurs énumérés précédemment pour les cinq échantillons dégustés.
- Cependant, les descripteurs appréciation couleur, appréciation odeur et appréciation goût ont été discriminés, cela prouve que les juges ont constaté des divergences de ces descripteurs pour les cinq échantillons analysés.

IV.2.2. Coefficients des modèles :

Les résultats des coefficients des modèles sont représentés dans les figures suivantes :



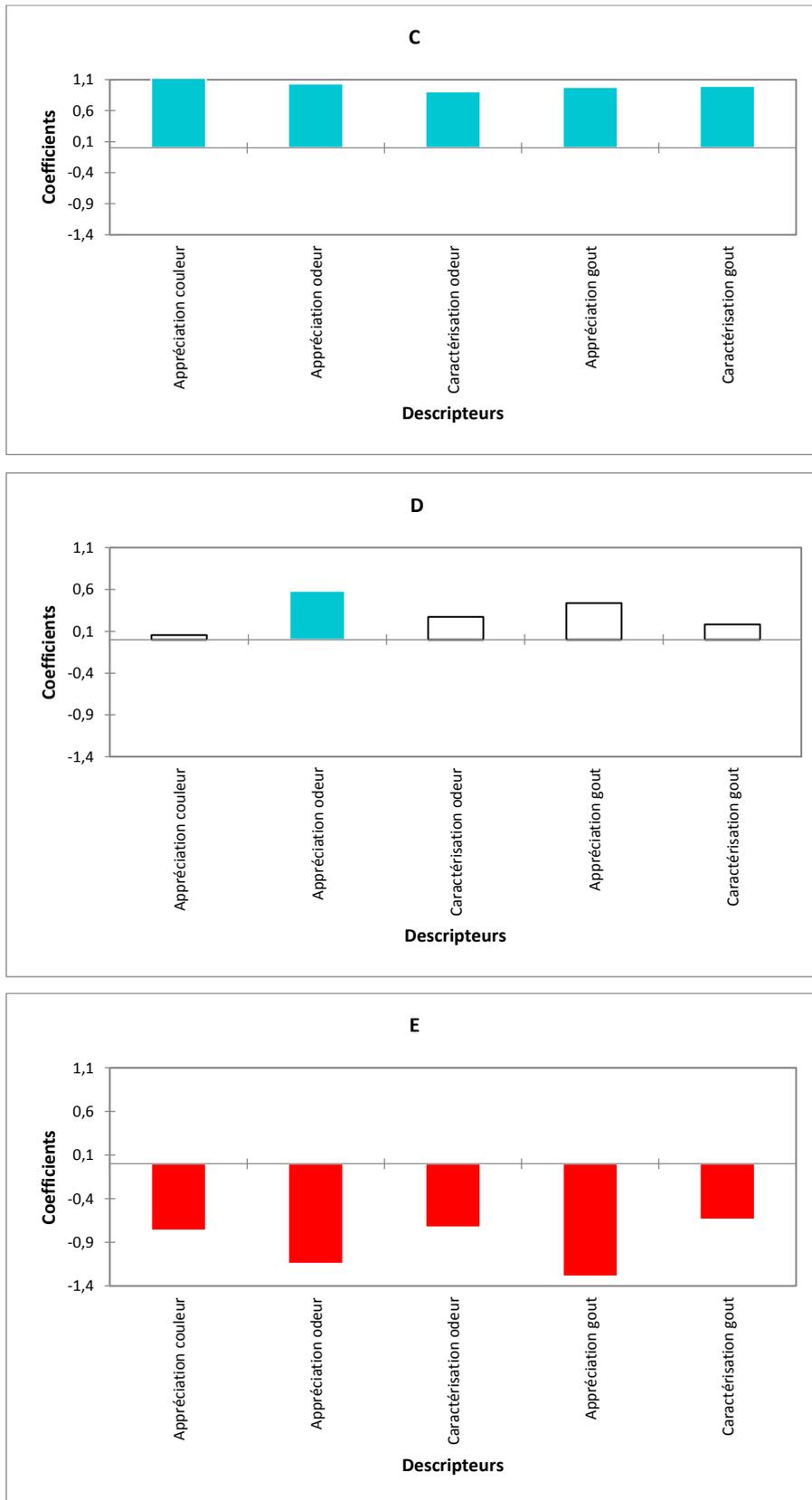


Figure 10 : Coefficients des modèles des cinq mélanges « huile et beurre ».

Les graphiques de la **figure 10**, permettent de visualiser et de définir l'appréciation ou la non appréciation des descripteurs des cinq mélanges selon les juges internes.

- **L'échantillon A et E** : En rouge, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatives. Les mélanges huile et beurre clarifié A et E présentent une note aromatique ainsi qu'un goût beurre inexistant et qui n'est pas apprécié par le jury interne.
- **L'échantillon B et D** : En bleu, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives. Les deux mélanges « huile et beurre clarifié » présentent une odeur beurre appréciable par le jury interne.
- **L'échantillon C** : En bleu, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives. Le mélange C présente une couleur, un goût et une note aromatique beurre très appréciée par le jury.

En résumé, le mélange C « Huile de tournesol et Beurre clarifié » est l'échantillon le plus apprécié par le jury interne, qui présente une bonne note aromatique et un bon goût beurre, ce qui est recherché lors de la formulation de notre mélange.

V. Caractérisation du mélange sélectionné :

V.1. Caractérisation qualitative :

Les résultats de l'analyse physicochimique du mélange retenu sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau VII : Récapitulatif des résultats d'analyses physicochimiques.

Le mélange « huile de tournesol et beurre clarifié »		
Analyse	Résultats d'analyses	Normes Entreprise
Indice de peroxyde IP	0,83	≤ 10
Acidité FFA (%)	0,15	$\leq 0,3\%$
Couleur	J : 19 – R : 2.2	J : 22 – R : 2.4

L'indice de peroxyde rend compte de l'altération des corps gras par oxydation, inconvénient majeur touchant essentiellement les AGI. D'après Tanouti *et al.*, (2010), La détermination de la teneur en peroxydes dans les corps gras permet d'évaluer le niveau d'oxydation primaire produite au cours du stockage et/ou l'élaboration de l'huile. La formation des peroxydes est due à la présence de l'oxygène dissout dans l'huile et de certains facteurs favorisant (UV, eau, enzyme, trace de métaux, etc.). Les résultats d'analyses obtenus pour le mélange formulé retenu sont conformes à la norme « ≤ 10 meq g d'O₂/Kg ».

L'acidité (%) est le pourcentage d'acides gras libres exprimés conventionnellement selon la nature du corps gras en acide oléique pour la grande majorité des corps gras, ou palmitique pour l'huile de palme, ou laurique pour les graisses laurique (coprah, palmiste) (Karleskind et Wolff, 1992). Les résultats d'analyses obtenus pour les échantillons formulés sont conformes à la norme « $\leq 0,3$ % max ».

Tel que présenté sur le **tableau VII**, une augmentation de deux fois de l'intensité de la couleur (J et R) du mélange retenu par rapport à l'huile de tournesol (J : 12, R : 1.2). Ce changement de couleur est, en toute évidence, dû à l'ajout de la fraction du beurre clarifié qui présente une intensité de couleur très élevée par rapport à l'huile de tournesol.

Résultats du test de stabilité oxydative, test au Rancimat :

Les résultats du test au Rancimat des matières premières et du mélange retenu (**Annexe IX**), sont résumés dans le tableau et la figure suivants :

Tableau VIII : Récapitulatif des résultats du test au Rancimat.

Echantillons	Temps d'induction (Heure)
Tournesol raffinée	09,58
Beurre clarifié	14,22
Mélange formulé	10,92

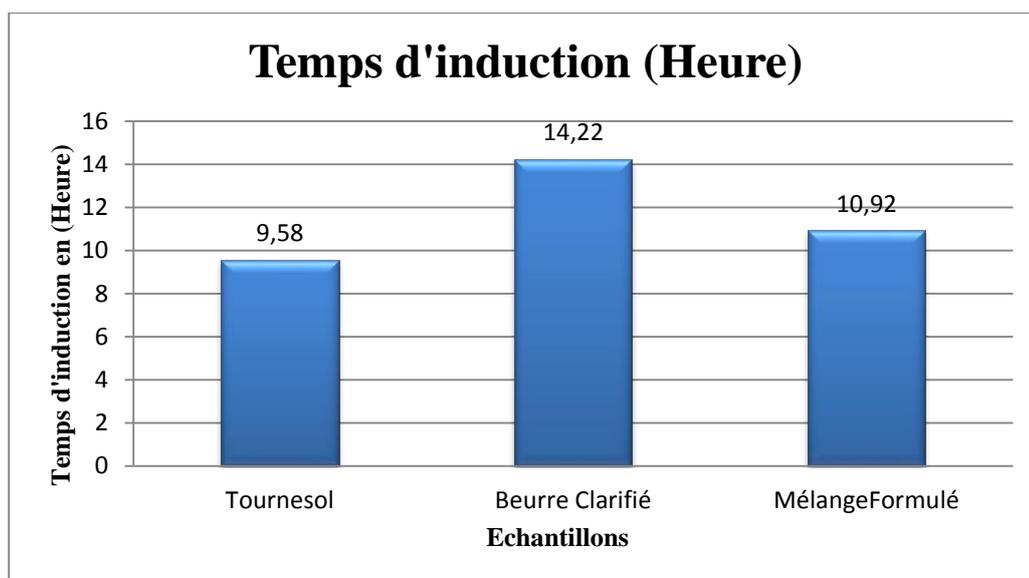


Figure 11 : Histogrammes des résultats du test au Rancimat.

D'après les résultats cités dans la figure ci-dessus, on remarque que le temps d'induction le plus élevé est celui du beurre clarifié qui est dû à la richesse de ce dernier en acides gras saturés qui sont plus stables par rapport aux acides gras polyinsaturés. Notre mélange formulé a une stabilité légèrement meilleure par rapport à celle de l'huile de tournesol, ça peut être expliqué par l'ajout de la fraction du beurre clarifié qui est riche en acides gras saturés.

V.2. Caractérisation sensorielle :

Pour le test d'usage « friture plate des œufs » du mélange sélectionné qui est l'échantillon C, analysé avec deux autres matières grasses « huile de tournesol et mélange commercialisé », un plan d'expérience a été réalisé avec XLSTAT.

Les matières grasses ont été codifiées comme suit :

- Mélange commercialisé : **A**
- L'huile de tournesol : **B**
- Notre mélange « huile de tournesol et beurre clarifié » : **C**

V.2.1. Plan d'expérience :

Les résultats de l'analyse sensorielle avec le jury expert Université (**Annexe VII**) ont fait l'objet d'une caractérisation des produits, après la génération du plan d'expérience, dont les résultats sont les suivants :

Tableau IX : Résultats de l'évaluation du plan d'expérience pour le jury expert Université.

A-Efficacité	1,0000
D-Efficacité	1,0000

Après la génération du plan d'expérience pour l'analyse sensorielle, nous remarquons que les deux critères A- efficacité et D- efficacité sont égaux. Cela implique qu'un plan d'expérience optimal a été trouvé pour les résultats des jurys experts. Les données obtenues sont acceptables ce qui nous permet d'effectuer les autres tests tel que : la caractérisation des produits et la cartographie externe de préférence (PREFMAP).

V.2.2. Caractérisation des produits :

V.2.2.1. 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 du test sont présentés dans la figure suivante :

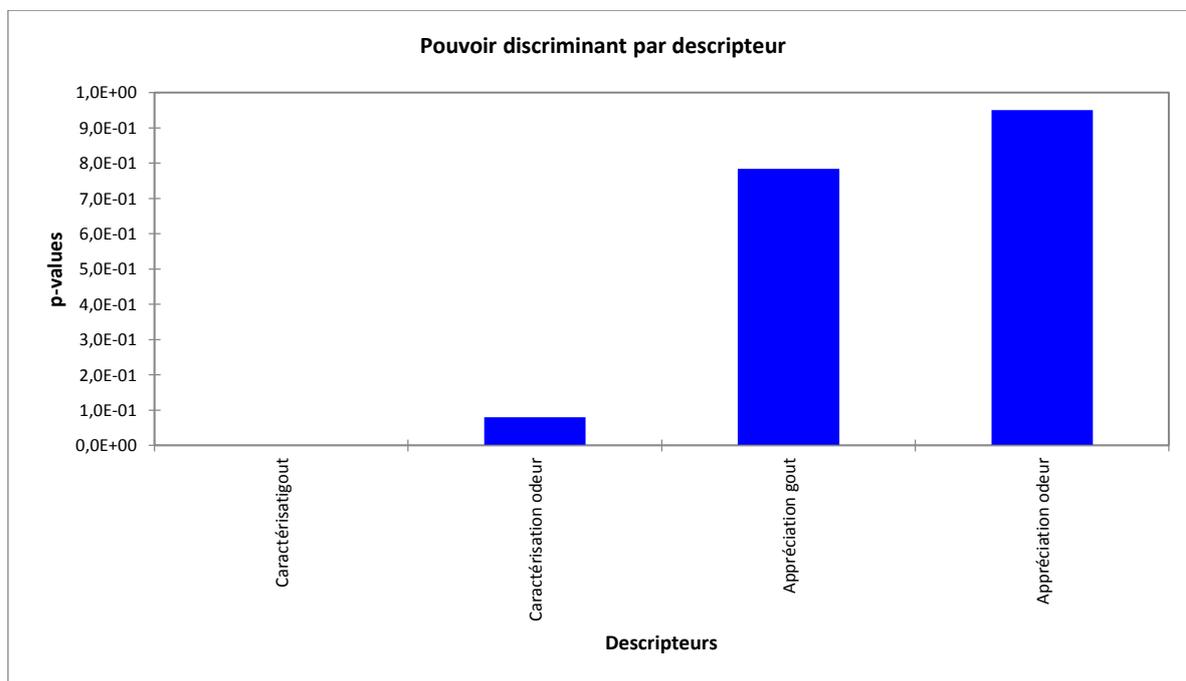


Figure 12 : Pouvoir discriminant par descripteur.

La **figure 12** rassemble les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant sur les échantillons présentés. Il permet de visualiser que la caractérisation goût et la caractérisation odeur sont les descripteurs les plus discriminants, ce qui signifie que les sujets experts ont pu constater des différences du goût des échantillons d'œufs dégustés. Par contre, les descripteurs « appréciation goût et odeur » ont le pouvoir discriminant le plus faible, ce qui signifie que le jury expert n'a pas pu constater de différence entre les échantillons dégustés.

V.2.2.2. Coefficients des modèles :

Les résultats des coefficients des modèles sont représentés dans les figures suivantes :

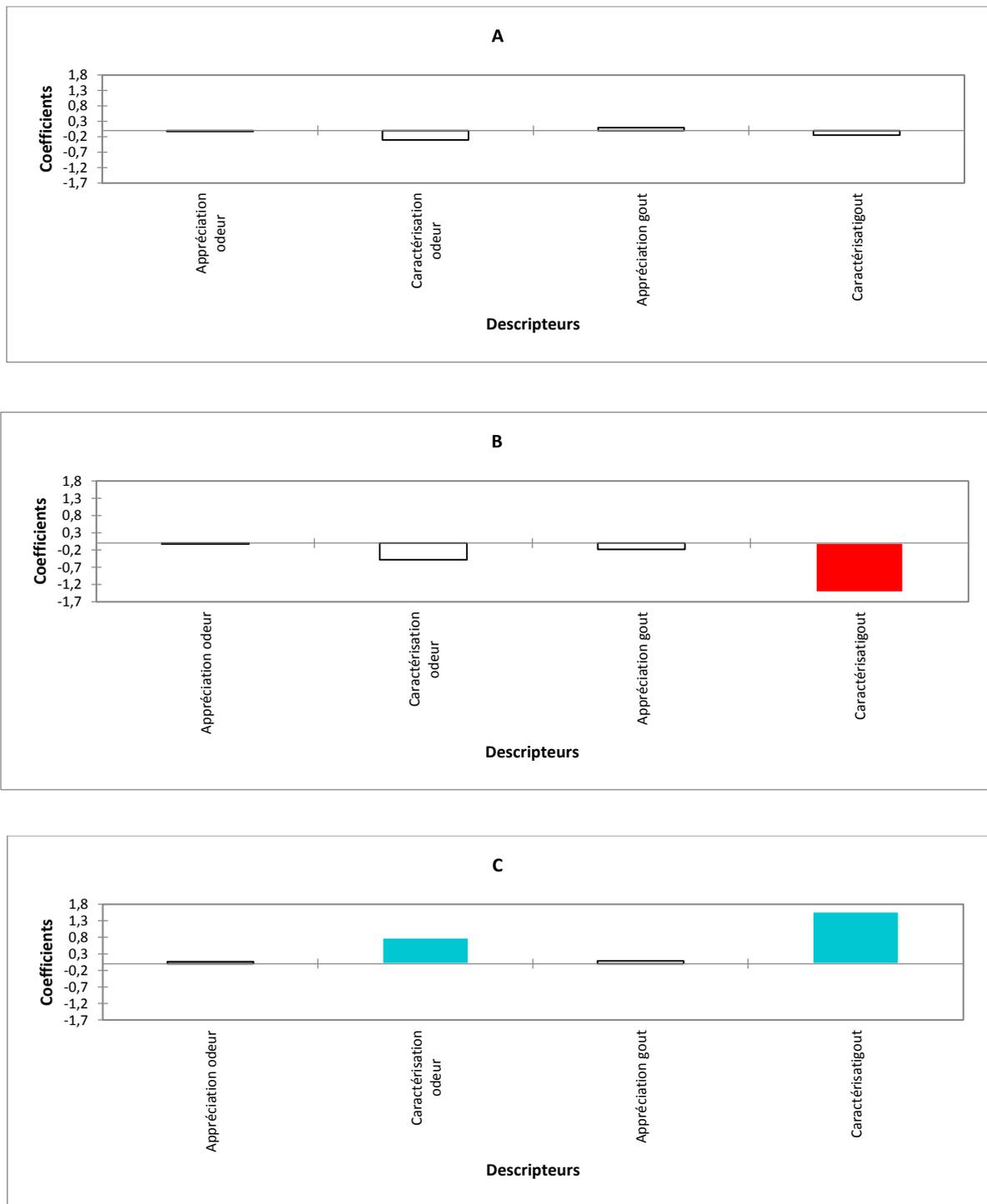


Figure 13 : Coefficients des modèles des 03 échantillons d’œufs frit avec les 03 matières grasses (A, B et C).

La **figure 13**, permet de visualiser et de définir les appréciations des échantillons selon les experts comme suit :

- **L'échantillon A** : en blanc les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatifs. Le mélange A présente une très faible note aromatique du beurre ainsi qu'un goût beurre très discret.
- **L'échantillon B** : En rouge, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement négatives, en blanc les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives. Le goût beurre n'est pas du tout détecté par le jury expert pour ce mélange, ce qui est logique du moment que l'échantillon B est une huile de tournesol neutre.
- **L'échantillon C** : En bleu, les coefficients dont les caractéristiques sont significativement positives, en blanc les coefficients dont les caractéristiques ne sont pas significatives. Les œufs frit avec le mélange C présentent un goût et une odeur beurre très appréciés par le jury expert.

V.2.3. Cartographie des préférences :

La cartographie des préférences est un outil couramment utilisé dans la compréhension des caractéristiques sensorielles descriptives qui animent les préférences des consommateurs (Naes et Risvik, 1996).

Afin de pouvoir effectuer une cartographie de préférence externe, on aura besoin de deux types de données :

- Les notes d'acceptabilité attribuées par les consommateurs pour chaque échantillon pour réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) ;
- Les notes moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une analyse en Composante Principale (ACP).

V.2.3.1. Analyse en composantes principales (ACP) :

L'analyse en composantes principales (ACP) permet d'examiner les relations entre des variables pouvant être corrélées. L'objectif est de résumer la variabilité entre les individus en un minimum de dimensions non corrélées (les composantes principales) avec une perte d'information minimale. Elle permet à la fois d'établir le bilan des ressemblances entre les individus, le bilan des ressemblances entre les variables et de synthétiser l'information sur les composantes principales. Cette analyse a également été utilisée pour visualiser l'accord entre les juges pour un descripteur donné, notamment pour les notes de typicité (Jolliffe, 2002). XLSTAT affiche le graphe suivant :

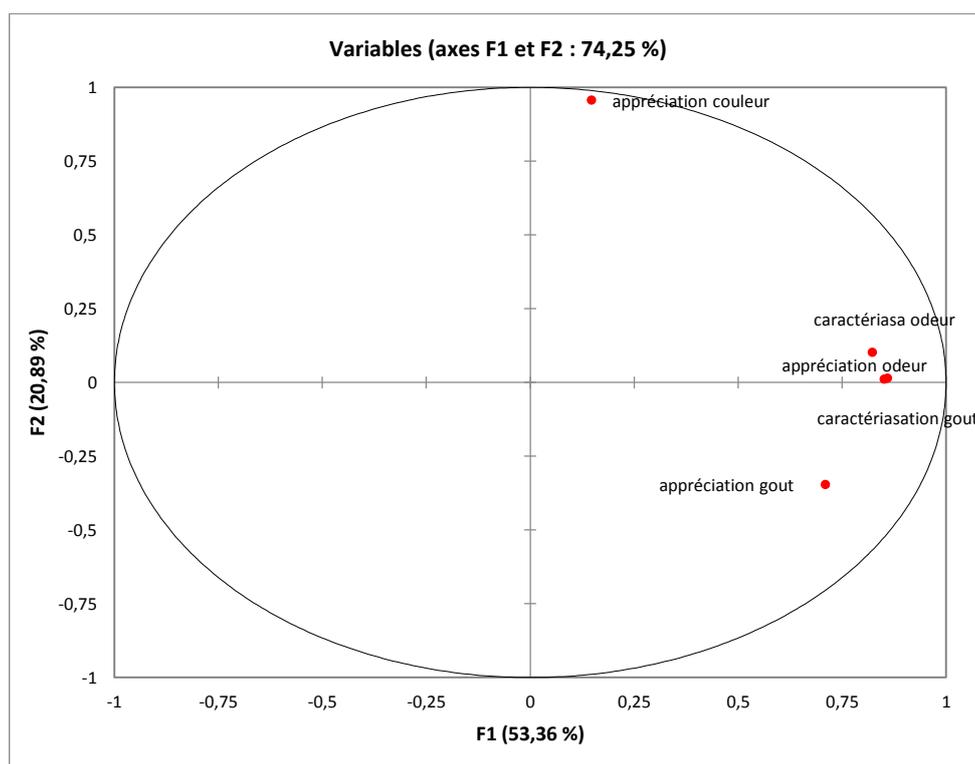


Figure 14 : Corrélations entre les variables et les facteurs.

La figure obtenue montre que tous les descripteurs sont représentés dans le cercle, et que le niveau de variabilité est de 74,25. Cela permet de constater que les produits ont été perçus par les experts comme assez différents.

V.2.3.2. Classification ascendante hiérarchique (CAH) :

Les méthodes de classification ont pour objectif de regrouper des objets en un nombre restreint de classes homogènes. Pour cela, la classification ascendante hiérarchique (CAH) procède à des regroupements par étapes successives. A chaque étape, les deux produits, ou les deux classes de produits, les plus proches, selon un critère d'agrégation à préciser, sont combinés pour former une nouvelle classe (Faye, 2011).

- **Profile des classes :**

Cette méthode permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées (Everitt *et al.*, 2001).

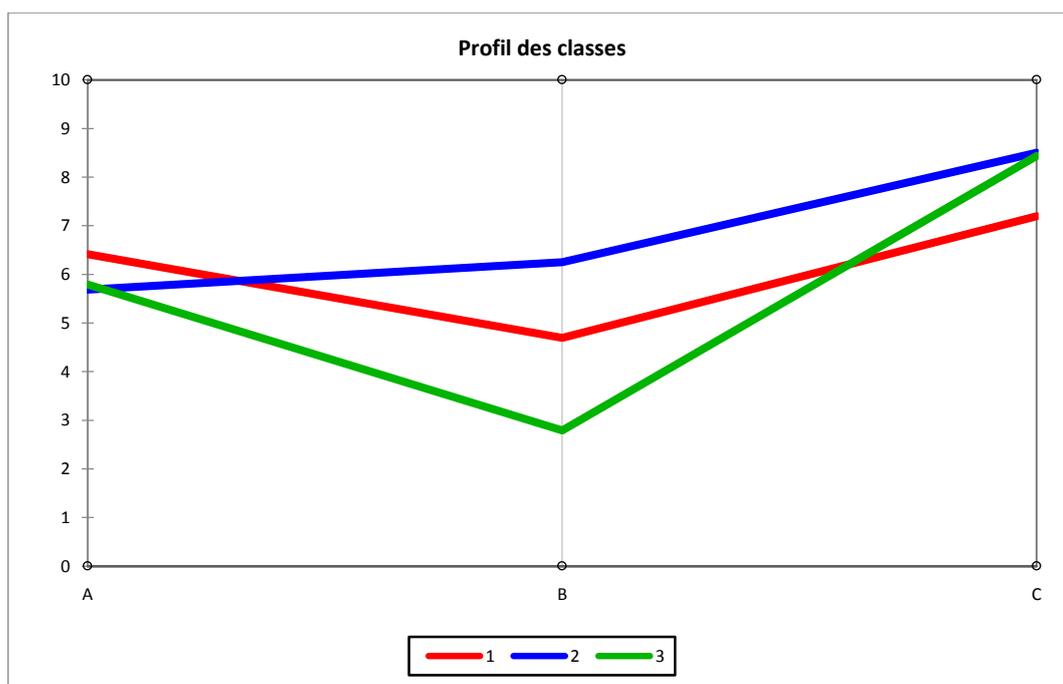


Figure 15 : Profil des différentes classes créées.

Ce graphique permet de comparer visuellement les moyennes des différentes classes créées, afin qu'on puisse distinguer l'échantillon préféré pour chaque classe. On remarque que pour la première classe de sujets naïfs (en rouge), les échantillons A et C sont les préférés, tandis que la deuxième classe (en bleu) préfère l'échantillon C ensuite l'échantillon B.

Les échantillons C ensuite A sont les préférés par la troisième classe (en vert).

Donc nous pouvons conclure que l'échantillon C est préféré par les trois classes de consommateurs naïfs.

- **La carte des préférences :**

Après la construction de la CAH et de l'ACP, on procède à l'élaboration de la cartographie de préférence en utilisant aussi les données moyennes de notes expertes.

La figure suivante représente la carte des préférences et courbes de niveau des juges :

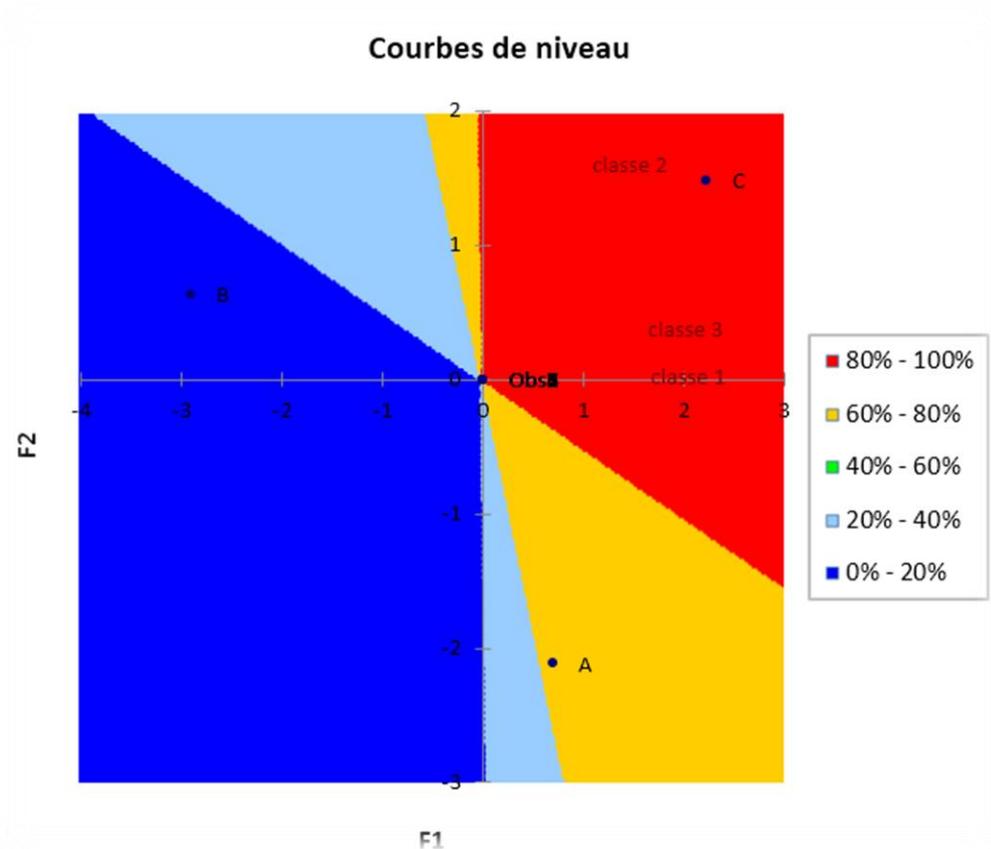


Figure 16 : Courbe de niveau et carte des préférences.

La carte obtenue (**figure 16**) est exploitable puisqu'elle permet de représenter la variabilité, qui nous a permis de constater que les produits ont été perçus par les juges comme assez différents.

D'après cette carte nous constatons que les trois classes préfèrent clairement l'échantillon C (80 à 100%), représenté en couleur rouge et qui correspond à notre mélange sélectionné « huile de tournesol et beurre clarifié ».

Ensuite, l'échantillon A (60 à 80%) représenté en jaune qui correspond au produit commercialisé et enfin l'échantillon B (0 à 20%) illustré en bleu foncé qui correspond à l'huile de tournesol.

V.3. Caractérisation nutritionnelle :

Les graisses alimentaires apportent des acides gras essentiels (AGE) et facilitent l'absorption des vitamines liposolubles. Plusieurs preuves convaincantes mettent en évidence que le bilan énergétique et les modes d'alimentation sont des éléments cruciaux pour maintenir un poids corporel sain et assurer des apports nutritionnels optimaux, quelle que soit la distribution des macronutriments exprimée en pourcentage de l'énergie (Elmadfa et Kornsteiner, 2009).

La chromatographie en phase gazeuse a été utilisée pour la détermination du profil en acides gras, et par conséquent on a quantifié les acides gras présents dans le mélange « Huile de tournesol et beurre clarifié ».

Les résultats de la composition en acides gras sont reporté dans l'histogramme suivant :

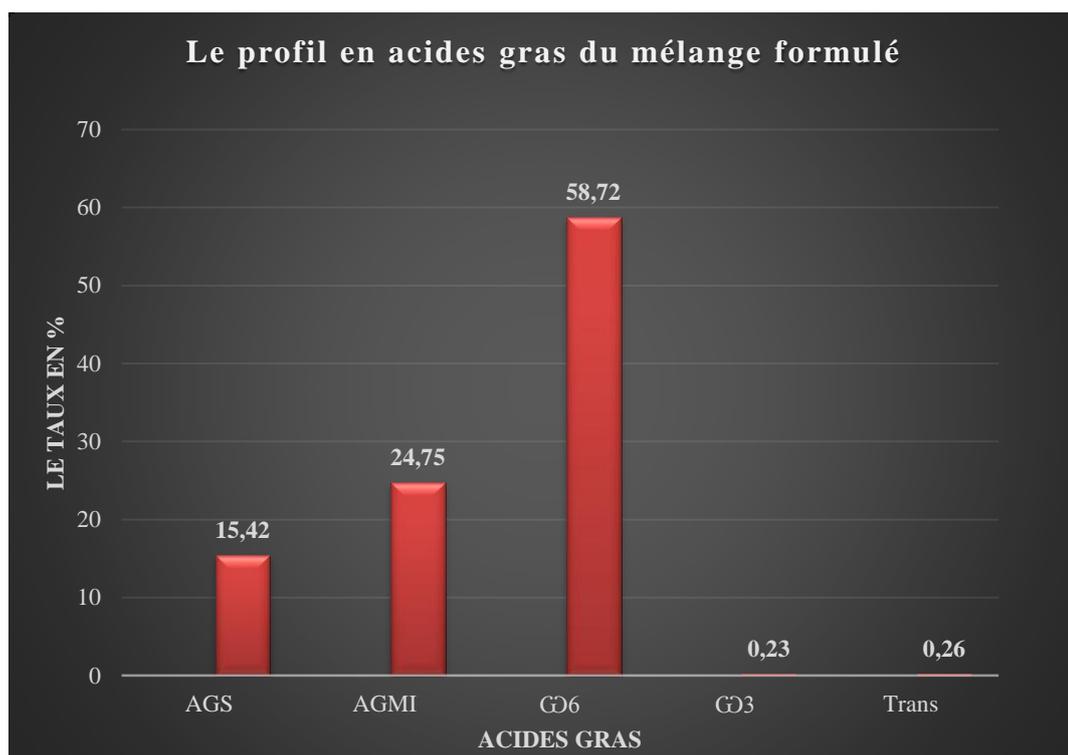


Figure 17 : Profil en acides gras du mélange formulé.

Nous constatons, d'après la **figure 17**, que le mélange « huile de tournesol et beurre clarifié », présente une composition assez intéressante sur le plan nutritionnel avec un taux bas d'acides gras saturés de **15,42g**, incluant une quantité très faible en acides gras

trans **0.26g** et une portion importante **58.72g** en acides gras linoléique « $\omega 6$ » répertorié dans la famille d'acide gras indispensable que le corps humain ne peut pas synthétiser.

Pour les AGPI Oméga 6, l'huile de tournesol est le principal contributeur et en particulier d'acide linoléique (LA). Les huiles, largement consommées, contribuent de manière importante aux apports en acide oléique, principalement l'Oméga 9, ainsi qu'aux Oméga6 (Tressou-Cosmao *et al.*, 2015).

L'utilisation de **10g** (le poids caractéristique d'une portion) du mélange formulé en cuisine pour fritures plates, cuisson ou assaisonnement, va contribuer à :

- L'apport de **6g** d'acides gras linoléique ($\omega 6$) par rapport l'AJR qui est de 5.5 à 20 gr, soit 2.5 à 9 % par rapport l'AET (Etude FAO alimentation et nutrition, novembre 2008).
- L'apport de 2.34g d'acides gras saturés dont 0.006g d'acides gras *Trans*, ce qui très négligeable par rapport aux recommandations qui sont de 27g maximum/jours et par adulte, soit 12% max par rapport au AET, dont un taux inférieur à 2% en acides gras *Trans* (Rapport d'étude de l'Anses, Apports en acides gras de la population vivant en France, septembre 2015).

Les acides gras mono-insaturés ne sont pas considérés comme étant acides gras essentiels du moment que le corps humains arrive à les synthétiser naturellement, néanmoins, le mélange « huile de tournesol et beurre clarifié » formulé contient une quantité non négligeable d'acides gras mono-insaturés, soit 24,75g / 100 gr de produit.

Les acides gras de type alpha- linoléique « $\omega 3$ » qui sont répertoriés dans la famille des acides gras indispensable que le corps humain ne peut pas synthétiser, sont présent dans notre mélange avec une quantité très faible « 0,23g / 100g de produit », ce qui est normale étant donné que la formule ne contient pas d'huile riche en $\omega 3$ (Etude FAO alimentation et nutrition, novembre 2008).

A titre d'information, le mélange étudié présente un apport nutritionnel résumé dans le tableau suivant :

Tableau X : Valeurs nutritionnelles du mélange formulé .

100 g « huile de tournesol et beurre clarifié » formulé	
Énergie "Kcal"	900
Matière grasse "g"	100
AG Saturés "g"	15,42
Mono-insaturés "Oméga 9" (g)	24,75
Polyinsaturés (g) :	
C18:2 (Oméga 6) "g"	58,72
C18:3 (Oméga 3)"g"	0,23

Conclusion

Conclusion

La présente étude a pour objet la formulation d'un mix « huile de tournesol et beurre clarifié » présentant des propriétés organoleptiques et nutritionnelles d'intérêt, destiné pour les fritures plates, assaisonnement et cuisson.

Les essais de formulation ont été réalisés pour optimiser la fraction de beurre clarifié afin d'avoir un mix limpide et conforme aux exigences qualitatives.

Essentiellement, deux paramètres de mesure très importants ont été pris en compte lors des essais de formulation. Il s'agit de la note aromatique et du goût beurre qui sont très recherchés par les consommateurs.

Les tests organoleptiques réalisés pour notre mixture « huile de tournesol et beurre clarifié » en comparaison avec l'huile de tournesol raffinée et un produit commercialisé, confirment que le consommateur a très bien apprécié notre mix « huile de tournesol et beurre clarifié » avec 80 à 100 % de préférence pour toutes les classes.

Sous l'optique des résultats obtenus pour la caractérisation qualitative, nous pouvons conclure que la nouvelle formulation d'une huile alimentaire est conforme aux exigences normatives et présente une stabilité oxydative remarquable.

Et au point de vue nutritionnel, le mélange élaboré présente un taux d'acides gras saturés (15,42%), ne dépassant pas les 20 % et un apport assez important en acides gras oméga 6 « 58,72% » qui est un acide gras essentiel que le corps ne peut synthétiser.

Au terme de ce travail, certaines perspectives sont émises afin de concrétiser la mise en pratique de notre thématique. Il serait souhaitable de faire une étude technico-économique ainsi qu'une étude de la stabilité oxydative de la qualité de cette huile dans des conditions réelles de stockage.

Enfin, nous souhaitons que ce travail soit complété par la réalisation d'autres essais de formulation pour le mix huile et beurre avec des mélanges d'huiles végétales telles que l'huile de soja, le canola, afin de satisfaire le rapport oméga 6/oméga 3 et pour mieux répondre aux normes exigées par OMS et FAO.

Références bibliographiques

- Addisoft.** 2013. XLSTAT, Analyse de données et statistiques avec Mx Excel NY, USA.
- Adrian J.,** Dauvillier P., Poiffait A., et Potus J. 1998. Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. pp.100-110.
- Anonyme.** 2012. Evolution et perspectives des utilisations de matières grasses et protéiques d'origine laitière par les industries agro-alimentaires dans l'Union Européenne. Ed. Agri Mer, France. pp. 55-77.
- Antzoulatos V.** 2015. Comment enseigner la formulation ou formuler en chimie. Actualité chimique, N°407.
- Aubry J. M.** et Schorsch G. 1999. Formulation- présentation générale, technique de l'ingénieur, l'expertise technique et scientifique de référence. 1ère Ed. Centre d'exploitation, France. Référence J2110. 23 p.
- Azib A.** et BOUKANDOUL S. 2013. Caractérisation sensorielle et hédonique de la margarine produite par CEVITAL. Mémoire de fin d'étude pour Master en Corps Gras. Université A. MIRA, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Béjaïa. pp. 19-23.
- Branger A.,** Richer M. et Roustel S. 2007. Alimentation, Sécurité et contrôle microbiologique : chapitre 06 Méthodes analytiques. 1ère Ed. Educagri, Paris, France. ISBN : 978- 2-84444-616-9. Vol. 203, 129 p.
- Bûchler E.** 2013. Huiles et Graisses. Pistor, pp. 40-41 ; 48-51.
- Campbell E. J.** 1983. Sunflower oil, J. Am. Oil Chem. Soc. N°60. pp. 387-392.
- Choe E.** et Min D.B. 2006. Mechanisms and factors for edible oil oxidation, food science and food safety. Vol. 5, N°4. pp 169-186.
- Cossut J.,** Defrinne B., Desmedt C., Ferroul S., Garnet S., Humbert S., Roelstraete L., Vanuxeem M. et Vidal D. 2002. Les corps gras : entre tradition et modernité. Université des sciences et Technologie, Institut agroalimentaire de Lille, France. pp. 45-49.
- Cuvelier M. E.** et Maillard M. N. 2012. Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. Ed. OCGL, Vol. 19, N°2. pp. 125-132.
- Del-planque B.** 2000. The nutritional value of sunflower oils: linoleic sunflower seeds and seeds with high oleic content. Ed. OCGL, France.
- Depledt F.** et Sauvageot F. 2002. Évaluation sensorielle des produits alimentaires, techniques de l'ingénieur : l'expertise technique et scientifique de référence. Vol. 4000, 27 p.
- Dia K.,** Munier M. et Vandredeuil D. 2001. Valorisation de la matière grasse laitière. Université des sciences et Technologie, Institut agroalimentaire de Lille, France. pp. 7-8.

- Dronne Y.** 2001. Les marchés oléagineux de l'Europe dans le contexte international. Ed. OCGL. Vol. 8, N°3. pp. 183-190.
- Elmadfa I.** et Kornsteiner M. 2009. Fats and fatty acid requirements for adults. *Annals of Nutrition and Metabolism*, Vol. 55, N°1-3. pp. 56-75.
- Everitt B.S.,** Landau S. et Leese M. 2001. Cluster analysis. 4ème Ed. Arnold, London. 16p.
- Faye P. C.,** Qannari E.M. et Giboreau A. 2011. Méthodes de traitement statistique des données issues d'une épreuve de tri libre. Université Nantes Angers Le Mans, France.
- Ferrand C.** 2006. Evaluation sensorielle appliquée aux produits alimentaires intermédiaires. Ed. Adive marketing, France. Vol. 25. pp. 3-12.
- Gibon V.** et Tirtiaux A. 1998. Un raffinage SOFT. Ed. OCGL. N°5. pp. 371-377.
- Hargreaves T.** 2003. Chemical Formulation. Royal Society of Chemistry.
- Husson F.,** Lê S. et Pagès J. 2009. *SensMineR dans Evaluation sensorielle – Manuel méthodologique*. 3ème Ed. Lavoisier. Vol. 23. 16 p.
- Jolliffe I.T.** 2002. Principal Component Analysis. 2ème Ed. Springer, New York.
- Karlskind A.** 1992. Manuel des Corps Gras. Vol 2.Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp. 1571 – 1578.
- Karleskind A.** et Wolff J. P. 1992. Manuel des corps gras, Ed. Tec & Doc, Lavoisier. Paris, France. 1579 p.
- Maria A. G.** 2005. Edible oil and fats products. Vol.2.664p.
- Merrien A.** 1992. Tournesol In : Manuel des corps gras. Vol. 1. Ed. Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp.116-123.
- Morin O.** et Pagès-Xatart-Parès X. 2012. Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Ed. OCGL. Vol. 19, N°2. pp. 63-75.
- Motard-Bélanger A.,** Charest A., Grenier G., Paquin P., Chouinard Y., Lemieux S. et Lamarche B. 2008. Study of the effect of trans-fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *The American journal of clinical nutrition*. Vol. 87, N°3. pp. 593-599.
- Naes T.** et Risvik E. 1996. Multivariate Analysis of Data in Sensory Science. Ed. Elsevier Science, Amsterdam.
- Perinel E.** et Pagès J. 2004. Optimal nested cross-over designs in sensory analysis, *Food Quality and Preference*. Vol.15, N°5. pp. 439-446.

Pokorny J. 2003. Problèmes de stabilité des produits alimentaires liés à la présence des lipides. In : Lipides et corps gras alimentaires. Ed. Tec et Doc, Lavoisier. pp. 51-80.

Rahmani M. 2007. Méthode d'évaluation de la stabilité oxydative des lipides : les technologies de laboratoire.N°2.

Schorsch G. 2000. La formulation : de l'art à la science du compromis. In Actualité chimique .pp. 20-24.

Shahidi f. 2005 lipids oxidation and improving the oxidative stability. Chem.. soc. Rev. Vol. 39. pp. 4067-4079.

Siri-Tarino P. W., Sun Q., Hu F. B.et Krauss R. M. 2010. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. The American journal of clinical nutrition. Vol. 91, N°3. pp. 535-546.

Tanouti K., Elamrani A., Serghini-Caid H., Khalid A., Bahetta Y., Benali A., Karkour M.et Khiar M. 2010. Caractérisation de l'huile d'olive du Maroc oriental. Les technologies de laboratoire. Vol. 5. 22 p.

This H. 2000. La gastronomie moléculaire : la chimie n'oublie pas le citoyen qui cuisine. Ed. Actualité chimique. pp.58-60.

Totté A. 2008, L'analyse sensorielle en entreprise: pour qui? Dans quels buts? Comment procéder? Formation organisée par le Pôle Technologique Agro-Alimentaire (PTAA) en collaboration avec la Faculté Universitaire des Sciences Agroalimentaires de Gembloux. pp. 1-2.

Tressou-Cosmao J., Pasteau S., Guillou C et Simon N. 2015. Analyse des apports nutritionnels en acides gras de la population française. pp. 19-24.

Wakil Y. 2010. La formulation des produits alimentaires, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II -Rabat-Filière des industries agricoles et alimentaires IAA, 1ère Ed.

SITES Web:

<http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/principes-de-formulation-42489210/formulation-j2110/> : Consulté le 17Mars 2016 ;

www.lesieur.fr : Consulté en Octobre 2015 ;

<https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides> : Consulté le 10 Avril 2016 ;

<http://www.prolea.com/tournesol.htm> : Consulté le 20 Mai 2016.

Annexes

Type de corps gras : Huile de tournesol fini

Date : 20/03/2016

Bulletin d'analyse

Analyse & la méthode d'essai	Unité	Valeurs de référence ou Normes Chiffrées		Résultats d'analyses
		Huile de tournesol fini	Référence de la norme chiffrée	
Acidité ISO 660 Deuxième Edition 1996-05-15	% (Acide Oléique)	0.3 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	0.18
Indice de Peroxyde ISO 3960 Quatrième Edition 2007-07-15	meq O ₂ actif/Kg MG	10 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	0.6
Matières volatiles à 105°C ISO 662 Deuxième Edition 1998-09-15	%	0.20 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	Néant
Impuretés Insolubles ISO 663 Quatrième Edition 2007-03-01	%	0.05 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	Néant
Couleur LOVIBOND ISO 15305 Première Edition 1998-09-15	Avec 5P ¼ Jaune & Rouge	Avec 5P ¼ J : 12 - R : 1.2	Norme Interne (Exigences Internes)	J : 7 - R : 0.7
Insaponifiables NF T 60-205-2 1988	g/Kg	15 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	0.82
Rancimat (98°C & 10 l/h) Stabilité oxydative ISO/6886/96 Appareil Rancimat Metrohm n°743	heure	/	98 °C	8.35
			110 °C	5.16
			120°C	2.38

Type de corps gras : Huile de Beurre « Beurre clarifié »
Date : 20/03/2016

Bulletin d'analyse

Analyse & la méthode d'essai	Unité	Valeurs de référence ou Normes Chiffrées		Résultats d'analyses
			Référence de la norme chiffrée	
Acidité ISO 660 Deuxième Edition 1996-05-15	% (Acide Oléique)	0.3 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	0.16
Indice de Peroxyde ISO 3960 Quatrième Edition 2007-07-15	meq O ₂ actif/Kg MG	10 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	0.1
Matières volatiles à 105°C ISO 662 Deuxième Edition 1998-09-15	%	0.20 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	/
Impuretés Insolubles ISO 663 Quatrième Edition 2007-03-01	%	0.05 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	/
Couleur LOVIBOND ISO 15305 Première Edition 1998-09-15	Avec 5P ¼ Jaune & Rouge	Avec 5P ¼ J : 50 - R : 6	Norme Interne (Exigences Internes)	J : 46 – R : 4.6
Insaponifiables NF T 60-205-2 1988	g/Kg	15 Max	Codex alimentarius : CODEX-STAN 210 (Amendé 2003, 2005)	/
Point de fusion NE. 1. 2.91, 1988	°C	31 - 35	Fiche technique fournisseur	31.3
Rancimat (98°C & 10 l/h) Stabilité oxydative ISO/6886/96 Appareil Rancimat Metrohm n°743	heure	/	/	/

**Questionnaire d'évaluation des 05 mélanges (Huile et Beurre) « Jury interne
CEVITAL »**

Date : 08/05/2016

Sexe : **féminin**

Masculin

Cinq échantillons de matière grasse codée **A, B, C, D** et **E** vous sont présentés, il vous est demandé de cocher la case correspondante aux descripteurs appropriés.

NB : Entre chaque dégustation, veuillez-vous rincer la bouche avec un peu d'eau et de bien vouloir prendre un morceau de pomme.

1- Couleur

- La couleur de la matière grasse :

- 1- N'est pas appréciée
- 2- Peu appréciée
- 3- Moyennement appréciée
- 4- Bien appréciée
- 5- Très bien appréciée

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

2- Odeur

- L'odeur de la matière grasse est :

- 1- Neutre (inexistante)
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

- Selon vous, la matière grasse présente une odeur :

- 1- Neutre
- 2- Rance
- 3- Fromagère
- 4- Lait
- 5- Beurre

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

3- Le goût

- Le goût de la matière grasse :

- 1- N'est pas apprécié
- 2- Peu apprécié
- 3- Moyennement apprécié
- 4- Bien apprécié
- 5- Très bien apprécié

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

- Selon vous, la matière grasse présente un goût :

- 1- Neutre
- 2- Rance
- 3- Fromager
- 4- Lait
- 5- Beurre

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E

4- Appréciation globale

Attribuez une note globale allant de **1** à **9** pour chaque échantillon, sachant que :

- **1** correspond à l'échantillon le moins préféré
- **9** au plus préféré

Echantillons	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C	Echantillon D	Echantillon E
Note					

Questionnaire d'évaluation des 03 échantillons d'œufs, après friture plate avec trois matières grasses « Jury expert Université »

Date : 11/05/2016

Sexe : féminin

Masculin

Trois échantillons d'œufs préparés avec trois matières grasses codées **A**, **B** et **C** vous sont présentés ; il vous est demandé de cocher la case correspondante aux descripteurs appropriés.

NB : Entre chaque dégustation, veuillez-vous rincer la bouche avec un peu d'eau et de bien vouloir prendre un morceau de pomme.

1. Odeur

- L'odeur de l'œuf est :

- 1- Neutre (inexistante)
- 2- Faible
- 3- Moyenne
- 4- Forte
- 5- Très forte

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C

- Selon vous, l'œuf présente une odeur :

- 1- Neutre
- 2- Rance
- 3- Fromagère
- 4- Lait
- 5- Beurre

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C

2. Le goût

- Le goût de l'œuf :

- 1- N'est pas apprécié
- 2- Peu apprécié
- 3- Moyennement apprécié
- 4- Bien apprécié
- 5- Très bien apprécié

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C

- Selon vous, l'œuf présente un goût :

- 1- Neutre
- 2- Rance
- 3- Fromager
- 4- Lait
- 5- Beurre

Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C

3. Appréciation globale

Attribuez une note globale allant de **1** à **9** pour chaque échantillon, sachant que :

- **1** correspond à l'échantillon le moins préféré
- **9** au plus préféré

Echantillons	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C
Note			

***Questionnaire d'évaluation des 03 échantillons d'œufs, après friture plate
avec trois matières grasses « Test Hédonique : sujets naïfs »***

Date : 25/05/2016

Sexe : féminin

Masculin

Dans l'optique d'un test hédonique, trois échantillons d'œuf préparés avec 3 matières grasses différentes codées **A**, **B** et **C** vous sont présentés. Il vous est demandé de répondre à la question posée.

NB : Entre chaque dégustation, veuillez-vous rincer la bouche avec un peu d'eau et de bien vouloir prendre un morceau de pomme.

- 1- Attribuez une note globale allant de **1** à **9** pour chaque échantillon, sachant que :
- **1** correspond à l'échantillon le moins préféré
 - **9** au plus préféré

Echantillons	Echantillon A	Echantillon B	Echantillon C
Note			

Résultats obtenus pour le test « Jury interne CEVITAL ».

Juges	Produits	Appréciation couleur	Appréciation odeur	Caractérisation odeur	Appréciation goût	Caractérisation goût	Préférence globale
1	A	3	2	3	2	3	1
1	B	4	3	5	4	3	4
1	C	5	5	3	5	5	3
1	D	3	4	4	3	5	3
1	E	2	3	2	4	3	8
2	A	3	2	3	2	3	3
2	B	3	3	4	5	4	2
2	C	4	5	5	4	5	6
2	D	5	4	3	4	3	5
2	E	2	2	3	2	3	7
3	A	2	3	2	4	4	6
3	B	3	3	5	4	4	7
3	C	5	4	4	5	5	6
3	D	4	5	4	3	3	2
3	E	3	2	3	2	3	8
4	A	3	2	4	4	3	2
4	B	4	5	3	3	4	6
4	C	5	3	4	5	5	1
4	D	3	4	5	4	3	3
4	E	3	2	3	2	3	9
5	A	2	3	2	4	3	4
5	B	5	4	3	3	4	2
5	C	4	5	5	4	5	6
5	D	4	3	4	5	3	3
5	E	3	2	3	2	3	9
6	A	3	2	3	2	3	3

Annexe VI

6	B	4	5	4	3	3	6
6	C	5	4	5	5	4	4
6	D	3	4	3	4	5	5
6	E	3	2	3	2	3	9
7	A	2	3	2	4	3	2
7	B	4	4	5	3	3	5
7	C	5	5	4	4	5	4
7	D	3	3	4	5	4	1
7	E	3	2	3	2	3	9
8	A	3	2	3	2	3	6
8	B	4	3	4	5	3	2
8	C	5	5	5	3	4	6
8	D	3	4	3	4	5	4
8	E	3	2	3	2	3	6
9	A	2	3	2	4	3	6
9	B	3	4	3	4	5	5
9	C	4	5	5	5	3	6
9	D	5	3	4	3	4	1
9	E	3	2	3	2	3	8
10	A	3	2	3	2	3	2
10	B	4	5	3	3	4	6
10	C	5	3	4	5	5	7
10	D	3	4	5	4	3	1
10	E	3	2	3	2	3	9
11	A	3	2	3	3	3	4
11	B	4	3	4	5	3	1
11	C	5	4	5	4	5	6
11	D	3	5	3	4	4	1
11	E	2	3	2	2	3	8

Résultats obtenus pour le test « Jury expert Université »

Juges	Produits	Appréciation odeur	Caractérisation odeur	Appréciation goût	Caractérisation goût	préférence globale
1	A	1	1	2	5	6
1	B	1	1	1	1	5
1	C	1	1	2	5	9
2	A	4	4	2	4	8
2	B	5	3	3	3	9
2	C	2	5	4	5	1
3	A	4	2	4	1	6
3	B	3	1	2	2	6
3	C	4	5	5	5	7
4	A	1	1	4	1	9
4	B	1	1	4	1	9
4	C	1	1	3	5	8
5	A	3	1	3	1	3
5	B	3	1	3	1	3
5	C	3	1	3	5	4
6	A	3	1	3	5	5
6	B	4	1	3	1	5
6	C	4	4	4	4	7
7	A	3	1	3	1	4
7	B	3	1	4	1	3
7	C	3	1	3	1	4
8	A	2	1	3	3	8
8	B	3	1	4	1	7
8	C	3	5	2	5	2
9	A	2	1	4	1	8
9	B	3	5	4	1	8

Annexe VII

9	C	4	2	1	2	1
10	A	2	1	4	1	5
10	B	1	1	3	1	9
10	C	1	1	4	5	7
11	A	3	5	3	5	5
11	B	1	1	1	1	1
11	C	3	5	4	5	9

Résultats obtenus pour le test hédonique « sujets naïfs »

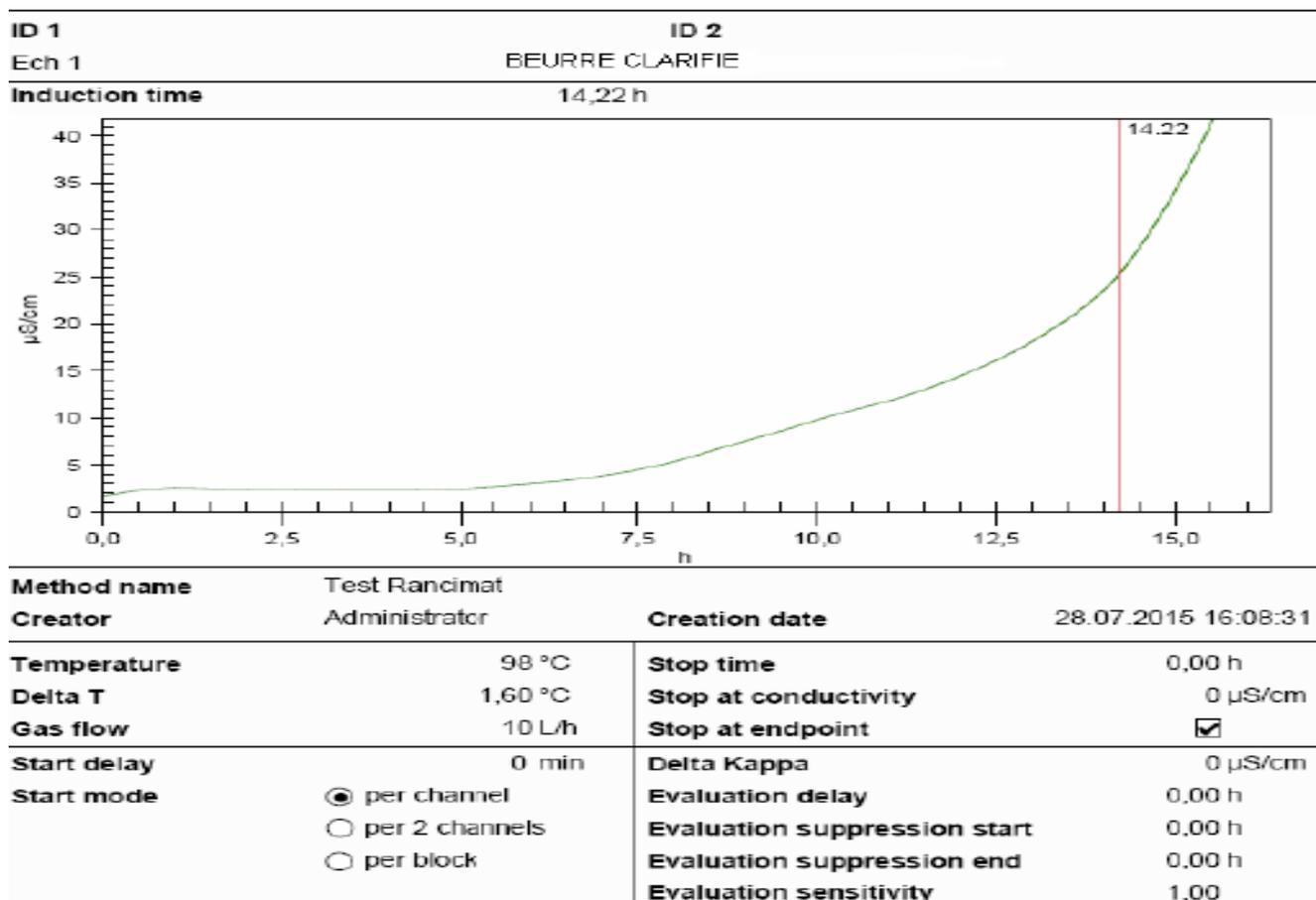
Dégustateurs	Produits (œufs)		
	A	B	C
1	7	5	8
2	6	7	7
3	5	6	9
4	7	7	7
5	6	4	9
6	6	5	9
7	5	1	8
8	4	4	9
9	6	6	7
10	6	7	8
11	7	5	8
12	7	6	8
13	6	8	9
14	7	5	8
15	7	6	8
16	6	5	7
17	6	6	8
18	7	2	9
19	7	6	8
20	6	5	8
21	7	4	9
22	5	6	8
23	6	7	8
24	6	3	9
25	5	5	8
26	5	6	7

27	7	8	8
28	7	4	6
29	6	2	5
30	7	4	7
31	5	3	8
32	6	4	8
33	4	3	6
34	6	4	8
35	5	2	7
36	5	3	8
37	6	1	9
38	7	3	8
39	6	2	9
40	6	5	9
41	5	3	8
42	7	5	7
43	6	8	9
44	7	5	7
45	4	3	8
46	5	4	8
47	7	5	9
48	7	4	8
49	6	4	8
50	6	5	9
51	7	2	9
52	7	3	9
53	6	6	8
54	7	5	7
55	6	3	8

56	7	4	9
57	7	3	8
58	5	2	9
59	6	1	7
60	6	4	7
61	7	3	9
62	6	2	7
63	7	1	8
64	5	3	7
65	5	1	9
66	5	3	9
67	6	1	8
68	7	4	8
69	5	5	7
70	7	1	8
71	6	3	9
72	7	2	9
73	6	4	7
74	5	6	8
75	5	4	9
76	7	7	7
77	6	6	6
78	7	4	7
79	5	3	8
80	6	2	8
81	6	3	7
82	4	2	9
83	6	3	8
84	6	4	7

85	6	4	9
86	6	1	8
87	5	8	8
88	7	5	9
89	6	3	8
90	7	4	7
91	7	5	8
92	5	4	8
93	6	6	9
94	5	3	8
95	5	3	8
96	6	3	9
97	6	4	7
98	5	1	8
99	5	6	9
100	6	2	9

Courbes de la stabilité oxydative du Test au RANCIMAT du beurre clarifié, de l'huile de tournesol et du mélange retenu.



ID 1

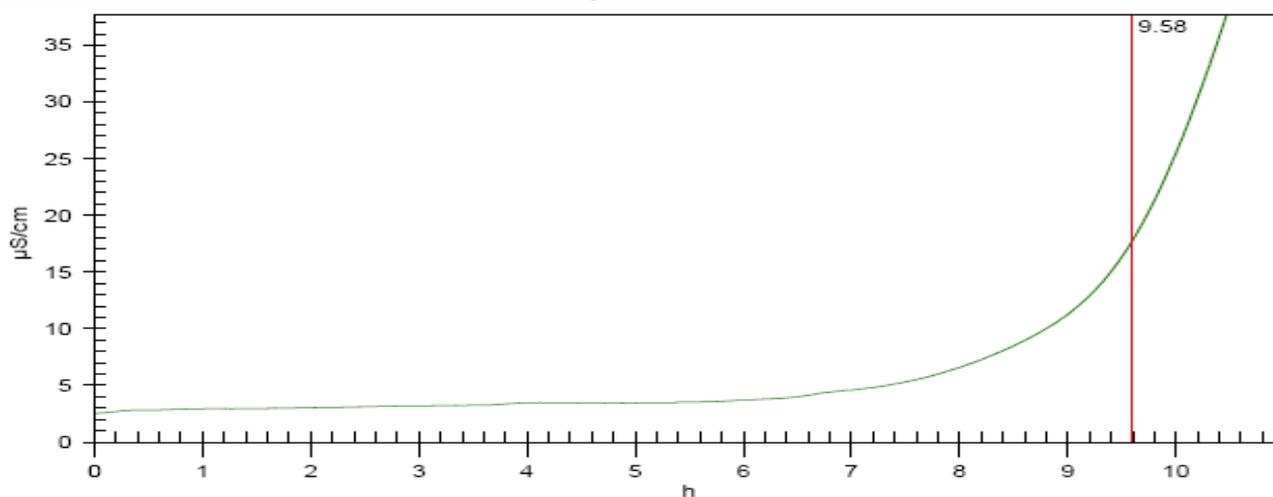
Ech 02'

ID 2

Huile de Tournesol raffinée

Induction time

9,58 h



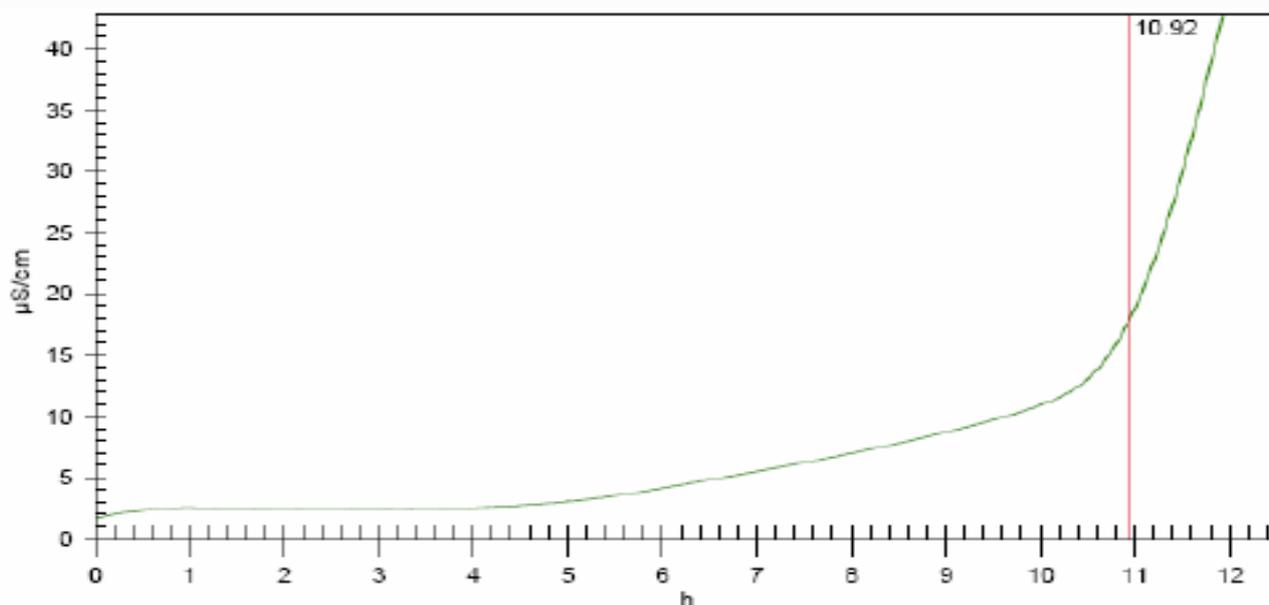
Method name	Test Rancimat	Creation date	28.07.2015 16:08:31
Creator	Administrator		
Temperature	98 °C	Stop time	0,00 h
Delta T	1,60 °C	Stop at conductivity	0 $\mu\text{S/cm}$
Gas flow	10 L/h	Stop at endpoint	<input checked="" type="checkbox"/>
Start delay	0 min	Delta Kappa	0 $\mu\text{S/cm}$
Start mode	<input checked="" type="radio"/> per channel <input type="radio"/> per 2 channels <input type="radio"/> per block	Evaluation delay	0,00 h
		Evaluation suppression start	0,00 h
		Evaluation suppression end	0,00 h
		Evaluation sensitivity	1,00

ID 1

Mélange retenu

Ech 6

Induction time 10,92 h



Method name	Test Rancimat		
Creator	Administrator	Creation date	28.07.2015 16:08:31
Temperature	98 °C	Stop time	0,00 h
Delta T	1,60 °C	Stop at conductivity	0 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Gas flow	10 L/h	Stop at endpoint	<input checked="" type="checkbox"/>
Start delay	0 min	Delta Kappa	0 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Start mode	<input checked="" type="radio"/> per channel <input type="radio"/> per 2 channels <input type="radio"/> per block	Evaluation delay	0,00 h
		Evaluation suppression start	0,00 h
		Evaluation suppression end	0,00 h
		Evaluation sensitivity	1,00

Résumé

Le travail a porté sur la formulation d'un mix « huile de tournesol et beurre clarifié », élaboré au sein de la R&D de CEVITAL, destiné pour les fritures plates, assaisonnement et cuisson. Deux paramètres de mesure très importants dont la note aromatique et le goût beurre ont été pris en compte lors des essais de formulation, afin de répondre aux attentes du consommateur.

Ce mélange a montré des caractéristiques physicochimiques conformes aux normes fixées par les entreprises Algériennes. L'évaluation de la stabilité oxydative par le test du Rancimat, s'est révélée positive.

Le rôle bénéfique des Oméga 6 est bien démontré sur la santé cardiovasculaire, et la caractérisation nutritionnelle démontre que notre mélange offre une source assez riche en acide alpha-linoléique (précurseur de la série des oméga 6) et avec une teneur en acides gras saturés proche de 15.

La caractérisation organoleptique de notre mélange formulé est nettement appréciée par un jury de consommateurs expert et naïf situant notre mélange formulé parmi leurs préférences absolues en comparaison avec d'autres matières grasses disponibles sur le marché.

Mots clés : Huile de tournesol, Beurre clarifié, Caractérisation, Formulation.

Abstract

The work focused on the formulation of a mix “sunflower oil and clarified butter”, developed in the R&D of CEVITAL, intended for frying plates, seasoning and cooking. Two very important measurement parameters whose aromatic note and taste butter were taken into account when formulating the tests, in order to satisfy consumer's demands.

This mixture showed the physicochemical characteristics comply with standards set by the Algerian companies. The evaluation of oxidative stability by the Rancimat test, was positive.

The beneficial role of Omega 6 is shown on cardiovascular health, and nutritional characterization demonstrates that our mix offers a fairly rich source of alpha-linoleic acid (precursor of the series omega 6) and with near saturated fatty acid content 15.

Organoleptic characterization of our blended mixture is much appreciated by a panel of expert and naive consumer situating our formulated mixture among their top preferences compared with other fats available on the market.

Keywords: Sunflower oil, Ghee, Characterization, Formulation.