

## Élaboration de nouveau produit à base de *Dioscorea alata* : confiture extra-Igname

Ako Tomima Tsihafofy Mifanià RAHAMEFIARILALA<sup>1</sup>, Hanta RAHARINIONONANA<sup>1</sup>, Harena Finaritra ANDRINEKENA<sup>1</sup>, Vololoniaina Roseline RAMAROSON<sup>2</sup>, Lovarintsoa J. RANDRIAMAMPIANINA<sup>3</sup>, Hanitra Ranjàna RANDRIANARIVO<sup>4</sup>, et Zara Nomentsoa RAZAFIARIMANGA<sup>3</sup>

- 1- Titulaire de Master, Mention Formation des Ressources Humaines de l'Éducation, Ecole Normale Supérieure, Université d'Antananarivo, BP 881, Antananarivo 101, Madagascar
- 2- Docteur, Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar
- 3- Docteur-HDR, Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar
- 4- Professeur, Département de Biochimie Fondamentale et Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo, BP 906, Antananarivo 101, Madagascar

Auteur correspondant : Ako Tomima Tsihafofy Mifanià RAHAMEFIARILALA. Adresse : Ecole Normale Supérieure, Université d'Antananarivo, BP 881, Antananarivo 101, Madagascar. E-mail : [tomima107@gmail.com](mailto:tomima107@gmail.com). Téléphone : +261 34 77 561 77

### Résumé

A Madagascar, l'igname est encore peu cultivée et sa valorisation n'est que très peu développée. De plus leurs producteurs rencontrent des problèmes majeurs sur la périssabilité des tubercules lors du stockage. En vue d'une meilleure valorisation et conservation de ces tubercules, le présent travail propose la transformation du tubercule de *Dioscorea alata* en confiture extra-igname-raisin fortifiée au *Moringa oleifera*. Le produit élaboré est soumis à des analyses sensorielles et nutritionnelles. Les résultats des tests sensoriels ont montré que parmi les trois formules élaborées, la formule C003 avec une proportion de 45% de raisin, de 45% d'igname et de 10% de *Moringa oleifera*, est la plus appréciée par les dégustateurs. Le profil radar de la formule élue a montré que la confiture a un goût et une odeur de raisin, ce qui explique le rôle du *Vitis vinifera* dans l'amélioration de la qualité organoleptique du produit. Les analyses nutritionnelles du produit ont montré que l'incorporation de *Moringa oleifera* a permis de conserver la qualité nutritionnelle de la confiture avec des taux de glucide de 91,70 g, de protéine de 6,17 g, par 100 g de matière sèche et une valeur énergétique de 402,06 Kcal. Ce nouveau produit ferait l'objet d'une solution afin de résoudre le problème de l'insécurité alimentaire chez les enfants dû au changement climatique dans la partie Sud de Madagascar.

**Mots clés** : *Dioscorea alata*, transformation alimentaire, confiture, analyse sensorielle, valeur nutritionnelle, insécurité alimentaire.

## 1. Introduction

La malnutrition, souvent liée à l'insécurité alimentaire, résulte de divers facteurs, notamment le changement climatique, le ralentissement économique et les modifications des habitudes alimentaires [1]. Les sécheresses, les inondations et les vagues de chaleur affectent les récoltes, entraînant une diminution de la production alimentaire. En conséquence, les personnes vulnérables, en particulier dans les pays en développement, sont confrontées à des déficits nutritionnels et à une augmentation du risque de malnutrition. Pour atténuer ces effets, des mesures d'adaptation et d'atténuation sont nécessaires, telles que l'agriculture durable, la gestion des ressources naturelles et la promotion de régimes alimentaires plus équilibrés. Madagascar, un pays à faible revenu, présente une prévalence élevée de malnutrition (47,3%), en particulier dans le Sud et le Sud-Est [2] [3]. En dépit de tout cela, l'île est unique par la variété de ses ressources naturelles. Le tubercule d'igname, une plante du genre *Dioscorea* figure parmi ces ressources valorisables pour la résolution du problème de la situation alimentaire, à cause de ses potentialités nutritionnelles. Cependant, cette plante reste encore méconnue et négligée par la population malgache ; en plus de cela, des pertes post-récoltes sont observées lors du stockage.

Le présent article propose une méthode de transformation et de conservation plus adaptée de ces produits. Ainsi, « Comment transformer l'igname tout en conservant sa qualité nutritionnelle et en améliorant sa qualité organoleptique ? ». Face à cela, l'hypothèse émise est que l'igname peut être utilisée comme ingrédient de base dans l'élaboration de confiture, l'adjonction de *Moringa oleifera* dans la formule peut contribuer à la conservation de la qualité nutritionnelle de la confiture, l'insertion de *Vitis vinifera* dans la confiture peut améliorer sa qualité organoleptique. Le travail consiste alors d'une part, à mettre au point la fabrication de confiture extra-igname-raisin fortifiée au *Moringa* et d'autre part, à effectuer l'analyse sensorielle et l'analyse nutritionnelle des produits obtenus.

## 2. Méthodologie

### 2.1. Sites d'études

L'étude se concentre sur *Dioscorea alata*, une espèce cultivée à Madagascar, de la famille Dioscoreaceae. Les tubercules ont été récoltés à Ambatomena, Manjakandriana, Région

Analamanga (18°46'57" S, 47°45'29" E). Pour garantir la fiabilité des analyses sensorielles, nous avons constitué un jury diversifié en provenance de différents endroits.

## **2.2. Matériels d'études**

Pour la préparation de la confiture, nous avons utilisé une balance électronique, des équipements de cuisine standard, et des ingrédients végétaux. L'analyse sensorielle a impliqué des outils de collecte de données (une palette de couleurs et une fiche d'analyse) ainsi que le logiciel Microsoft Office Excel. L'analyse physico-chimique et nutritionnelle a nécessité des équipements de laboratoire et des réactifs.

## **2.3. Préparation de la confiture [4][5]**

### **2.3.1. Prétraitement des feuilles de *Moringa oleifera***

Les folioles sont détachées des pétioles, triées pour éliminer les feuilles malades ou endommagées, puis lavées avec de l'eau de javel (2%) pendant 10 minutes. Ensuite, elles sont rincées à l'eau courante et séchées au soleil avant d'être broyées.

### **2.3.2. Prétraitement des fruits de raisins**

Un lavage à contre-courant est suivi d'un tri pour sélectionner les fruits sains. Ensuite, les fruits sont dénoyautés et épluchés.

### **2.3.3. Préparation de l'igname**

L'igname est lavée, épluchée, découpée en cossettes de 2 cm, cuite à l'eau bouillante pendant 15 minutes, puis mixée pour obtenir de la purée.

### **2.3.4. Cuisson et conditionnement de la confiture**

Les ingrédients préparés selon les proportions C001, C002, et C003 sont mélangés jusqu'à obtenir une texture homogène. Ensuite, les trois (03) formules sont cuites pendant environ 18 à 20 minutes. L'acide citrique est ajouté quelques minutes avant la fin de la cuisson. Les bocaux sont remplis de confiture encore chaude, puis retournés pendant trois (03) à cinq minutes pour assurer la pasteurisation du couvercle. Enfin, les confitures sont refroidies dans de l'eau fraîche pendant 10 minutes.

#### **2.4. Analyse Sensorielle [6]**

Une évaluation hédonique a été menée pour évaluer la préférence du produit par cents-vingt (120) juges, répartis en deux catégories d'âge : enfants-adolescents et adultes. Chaque juge a noté l'agrément du produit sur une échelle de 1 à 9. De plus, une analyse descriptive a été réalisée par un panel de douze (12) personnes entraînées pour établir la carte d'identité sensorielle du produit en évaluant l'intensité des descripteurs sur une échelle de 0 à 5.

#### **2.5. Analyse Physico-chimique et Nutritionnelle**

La teneur en matière sèche soluble est déterminée par le degré Brix à l'aide d'un réfractomètre d'Abbe. Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre [7]. La teneur en eau est obtenue en séchant les échantillons à  $103^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  dans une étuve jusqu'à obtenir une masse constante [8]. Le sucre réducteur est dosé selon la méthode de LUFF-SCOORL. Les analyses nutritionnelles ont été effectuées conformément aux méthodes détaillées dans le tableau I.

### **3. Résultats**

#### **3.1. Formulation de la confiture**

Les essais de formulation des confitures extra-ignames ont conduit à trois (03) formulations (C001, C002, C003) après sélection des meilleures proportions (tableau II).

#### **3.2. Analyse sensorielle**

D'après les résultats des dégustations, la formule C001 est la moins appréciée avec une valeur hédonique moyenne de 4,7, suivie par la formule C002 remportant une moyenne de 5,2. Après la comparaison des moyennes des valeurs hédoniques observées par les deux classes d'âge, nous avons enregistré pour les trois formules que le  $V_h$  des notes données par la classe d'âge enfant-adolescent est toujours élevé par rapport à celui de la classe d'âge adulte (figure 1).

D'après le profil radar (figure 2), la confiture présente une couleur prune d'une intensité assez élevée et une couleur pourpre qui est moyennement perçue par les juges. L'odeur de raisin et celle de *Moringa* sont fortement perçue. La saveur d'igame est atténuée par la saveur de raisin et la saveur sucré avec une faible intensité, pourtant, son odeur est moyennement perçue par les

dégustateurs. En ce qui concerne la texture, la confiture présente une texture mielleuse et fondante d'une intensité assez élevée.

### **3.3. Analyse physico-chimique et nutritionnelle**

La teneur en matières sèches solubles du produit retenu est de 63° Brix, conforme aux normes du Codex Alimentarius (60°- 65°). L'ajout d'acide citrique a ajusté le pH à la norme de 3,4, offrant une protection contre les bactéries. Le taux de sucre réducteur (49,2%) dépasse largement celui de saccharose (18,6%), résultant de l'inversion des saccharoses pendant la cuisson. 100g de confiture contiennent 36,80g d'eau, équivalant à 63,2g de matière sèche. Les résultats de l'analyse nutritionnelle (donnés dans le tableau III) révèlent que la confiture contient 3,9g de protéines pour 100g de matière fraîche et 6,17g pour 100g de matière sèche. Les lipides sont présents à 0,60% en matière fraîche et 0,94% en matière sèche. Les glucides représentent 57,96% en matière fraîche et 91,70% en matière sèche. La confiture offre 252,96 Kcal pour 100g de matière fraîche et 402,06 Kcal pour 100g de matière sèche.

## **4. Discussion**

### **4.1. Qualité de la confiture**

#### **4.1.1. Qualité physico-chimique**

Selon les normes préconisées par la FAO dans le CODEX ALIMENTARIUS en 2009, la confiture obtenue répond aux caractéristiques souhaitables, tels qu'une valeur de degré Brix entre 60° et 65° et une valeur de pH qui se situe entre 2,8 et 3,5 [9]. Le taux d'humidité de la formule retenue est conforme aux normes qui imposent une humidité inférieure à 40%. Par conséquent, l'hypothèse spécifique 1 sur la possibilité d'élaboration de confiture à base d'igname a été totalement vérifiée.

#### **4.1.2. Qualité organoleptique**

Les valeurs hédoniques obtenues par les trois essais de formulation montrent que la formule C003 renfermant le plus fort taux de raisin est la plus appréciée par les dégustateurs ; que ce soit pour la classe d'âge enfant-adolescent ou pour la classe d'âge adulte. Cependant, ces résultats montrent également que les moyennes des notes hédoniques données par les enfants et les adolescents sont meilleurs par rapport à celles des adultes. Par ailleurs, l'intensité des descripteurs indiqués par le

profil sensoriel obtenu après l'analyse descriptif montre la dominance de l'odeur, de la couleur et de la saveur de raisin dans la confiture retenue.

En 2021, RATSIMBAZAFY a étudié les caractéristiques sensorielles des différents produits transformés à base de *Dioscorea alata*. Les moyennes des valeurs hédoniques obtenus par chacun de ses produits sont les suivants : chips igname (5,8), fritte d'igname (5,3), amala (6,2) [10]. Plusieurs études ont été également fait sur les qualités organoleptiques de différentes confitures, comme la confiture à base de fraise [11] avec une valeur hédonique de 3,9 et la confiture d'abricot-litchis [12] avec une valeur hédonique de 5,6. La valeur hédonique du présent produit est supérieure ou égal à celle des recherches antérieures sur des produits transformés à base de *Dioscorea alata*. Ainsi, la formule retenue possède des caractéristiques organoleptiques appréciables et convenables à toutes catégories d'âges et donc répond aux critères de la qualité sensorielle, ce qui vérifie totalement l'hypothèse 2 sur le rôle de *Vitis vinifera* dans l'amélioration de la qualité organoleptique de la confiture.

#### 4.1.3. Qualité nutritionnelle

Le tubercule de *D. alata* a une teneur faible en lipide (0,7%) par rapport à la matière sèche [13]. Toutefois, une légère augmentation du taux de lipides (0,9%) lors de la transformation est observée. Selon RATSIMBAZAFY en 2021, la teneur en glucide de *D. alata* par rapport à la matière sèche est de 84,90%. La teneur en glucide par rapport à la matière sèche observé pour la confiture extra igname est de 91,70% [10]. Cette augmentation de la teneur en glucides est due à l'ajout du sucre. La chaleur (cuisson, séchage) est un agent physique susceptible de dénaturer les protéines en provoquant des modifications au niveau des liaisons chimiques de faible énergie, d'où baisse de valeur protéique. Pourtant, la formule étudiée a une teneur intéressante en protéine de 6,17% par rapport à la matière sèche tandis que la teneur en protéine de *D. alata* enregistré dans les régions hautes plateaux de Madagascar est de 6,05% [14].

La valeur énergétique global apportée par 100 g de matière sèche de *D. alata* est de 379,97 Kcal tandis que la valeur énergétique global par 100g de matière sèche de la confiture est de 402,06 Kcal. Cette augmentation est expliquée par les hausses des teneurs en macronutriments de la confiture par rapport à celles de la matière première.

Les teneurs en macronutriments de la confiture extra-igname sont nettement supérieures à celles des autres confitures, comme la confiture à base de raisin et la confiture d'abricot-litchis (tableau IV). Les résultats de la valeur nutritionnel, surtout la valeur protéique de la formule étudiée sont en raccord avec les résultats positifs obtenus pour le nectar de tamarin, les chips de pommes de terre enrichis avec de poudre de *Moringa oleifera* [4], et les pâtes de fruits enrichies en *Moringa* [15]. La restauration alimentaire ou le remplacement des pertes en nutriments dues aux traitements effectués sur la confiture est donc réussi, principalement pour la protéine. Par conséquent, l'hypothèse 3 sur le rôle de *Moringa oleifera* dans La conservation de la qualité nutritionnelle de la confiture est partiellement vérifié.

#### **4.2. Intérêt de l'étude**

La transformation de ces ressources en confiture est une technique de conservation qui permet de franchir la limite de la saisonnalité et d'obtenir un produit spatiaux-temporellement disponible pour les besoins des consommateurs. L'introduction de nouvelles recettes de confitures à base d'ingrédients peu courants, tels que l'igname, permet aussi de diversifier l'offre alimentaire, offrant ainsi aux consommateurs des options plus saines et innovantes. Cela pourrait créer de nouvelles opportunités économiques pour les agriculteurs locaux et les petites entreprises agroalimentaires.

Les données récentes sur les différents indicateurs mettent en évidence la persistance de la malnutrition à Madagascar. Les régions du grand sud sont en proie à des sécheresses récurrentes depuis 20 ans. Cette partie du pays composée de trois régions, Atsimo Andrefana, Androy et Anosy est une zone structurellement aride qui subit la sécheresse périodiquement associée d'une forte insécurité alimentaire et nutritionnelle. Le même cas est observé pour la partie Sud-Est de l'île (région Atsimo Atsinana, région Vatovavy et région Fitovinany) après le passage des cyclones EMNATI et BATSIRAI en février 2022. Dans tous ces régions, les enfants sont particulièrement frappés. Le Programme National Pour la Nutrition et Santé (PNNS) recommande à ce que les encas apportent l'énergie tout au long de la journée et participent à la diversité alimentaire en favorisant la consommation de fruits et de produits laitiers [16]. Le présent produit remplit cette condition, donc sa vulgarisation entant que encas pour les enfants victimes de la malnutrition dans la partie Sud et Sud-Est de Madagascar semblerait être bénéfique.

## 5. Conclusion

Après avoir suivi les méthodologies prévues, incluant la formulation, l'analyse sensorielle et nutritionnelle, cette étude confirme les trois hypothèses initiales : la faisabilité de la confiture à base d'igname, le rôle de *Moringa oleifera* dans la conservation de la qualité nutritionnelle, et l'impact de *Vitis vinifera* sur la qualité organoleptique. Des formules ont été testées, et la plus appréciée a été retenue, montrant la dominance de la saveur et de l'odeur de raisin. Les analyses indiquent que le produit obtenu respecte les normes et possède une grande valeur nutritionnelle. Cependant, cette étude présente certaines limites, telles que l'impossibilité d'analyser certains éléments importants en raison de contraintes financières, l'incapacité d'effectuer des analyses de préférence auprès des catégories vulnérables à la malnutrition en raison du manque de ressources et de matériel. Ainsi, il serait envisageable de poursuivre cette étude en considérant les perspectives suivantes : amélioration de la composition, étude microbiologique et étude de la DLC (Date Limite de Consommation), étude approfondie de la digestibilité et de la tolérance des produits et étude de faisabilité technico-économique et des chaînes de valeur.

## 6. Références (Norme ACS)

1. FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020*. FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO, 2020.
2. ONN. *Plan National d'Action pour la Nutrition-III 2017-2021*. Office National de la Nutrition, Madagascar, 2017.
3. SUN. *Madagascar, le rapport annuel d'avancement SUN 2017*, S.L., 2017 ; 1p.
4. ANDRIANIRINA, T. I. *Utilisation des feuilles de Moringa oleifera pour l'amélioration de la qualité nutritionnelle de nectars de fruits et de chips de pommes de terre*, Mémoire Master, ESSA, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2012.
5. RAKOTONJANAHARY, R. H. *Essaie d'élaboration de confiture et de sirop de raisin (Vitis vinifera) : caractérisation nutritionnelle et physico-chimique*, Mémoire Master, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2016.
6. ISO. *Analyse sensorielle –Lignes directrices générales pour la sélection, l'entraînement et le contrôle des sujets qualifiés et sujets sensoriels experts*, 2014 ; ISO 8586 -2014.

7. MULTON. *Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro alimentaires : Le contrôle de qualité, principes généraux et aspects législatifs*, 2e Ed. Tec & Doc, Lavoisier. Paris, 1991 ; Tome 4 ; pp : 201 à 216.
8. AFNOR. *Recueil des normes françaises : corps gras, grains oléagineux et produit divers*, 5<sup>ème</sup> Ed. ; AFNOR ; Paris, 1993 ; 663p.
9. CODEX ALIMENTARIUS. Norme du Codex pour les confitures, gelées et marmelades ; 2009 ; STAN 296.
10. RATSIMBAZAFY, M. K. *Mise en évidence des espèces d'ignames (Dioscorea) intéressantes dans la région Nord de Madagascar : qualité alimentaire, transformation et conservation*, Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2021.
11. DEGMARA, N. ; SAMAH, H. ; ZOGHBA N. *Essai d'élaboration d'une formulation de confiture à base de fraise et l'évaluation des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et sensoriels*, Mémoire Master, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie ; Algérie, 2019.
12. RAKOTOVOLOLONA, F. L. *Etude de conservation des fruits de saison : fabrication de confiture d'abricot-litchis*, Mémoire Master, ESSA, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2011.
13. RATOLOJANAHARY, E. *Potentialité nutritionnelle et propriétés organoleptiques de 6 types d'igname cultivées et de 5 types d'igname sauvages de Madagascar*, Mémoire Master, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2018.
14. RANDRIAMAMPIANINA, M. *Potentialités nutritionnelles de quatre variétés de Dioscorea alata récoltées sur les Hauts plateaux et des Régions côtières de Madagascar*, Mémoire de DEA, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2003.
15. RASOAMANALINA, A. *Fabrication et caractérisation alimentaire des chips de fruits à pain (Artocarpus incisa) fortifiée au Moringa (Moringa oleifera)*, Mémoire Master, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo ; Madagascar, 2021.
16. FRANCOU et HEBEL. « *Le goûter en perte de vitesse est loin des recommandations* » consommation et modes de vie n CMV, 2017 ; p 209.
17. ADRIAN, J., POTUS, J., FRANGNER. *La science alimentaire de A à Z*, 2<sup>e</sup> Ed ; Technique et documentation ; Lavoisier ; Paris, 1995 ; pp : 478.

## 7. Tableaux

*Tableau I : Méthodes d'analyses nutritionnelles*

<b>Composition nutritionnelle</b>	<b>Méthodes utilisées</b>
Teneur en protéine	Méthode de KJELDHAL [17]
Teneur en lipide	Méthode basée sur l'extraction des lipides contenu dans un échantillon avec un solvant organique, le n-hexane, à l'aide de l'appareil SOXHLET [8]
Teneur en cendre brute	La teneur en cendres totales a été obtenue par calcination à 550°C dans un four à moufle d'une quantité connue d'échantillon [8]
Teneur en glucide	Le taux de glucides totaux de l'échantillon a été déduit de la différence entre la teneur en extrait total et la somme des teneurs en eau, en protéines brutes, en lipides totaux et en cendres brutes [17]
Valeur énergétique total	La valeur énergétique de l'aliment a été obtenue en convertissant les taux des macronutriments (glucides, lipides, protéines) contenus dans l'échantillon en énergie en appliquant les coefficients d'ATWATER [8]

*Tableau II : Compositions des trois formules obtenues*

<b>Formules</b>	<b>Igname (g par 100 g)</b>	<b>Raisin (g par 100 g)</b>	<b>Poudre de <i>Moringa</i> (g par 100 g)</b>	<b>Sucre</b>
<b>F C001</b>	60 %	30 %	10 %	100g par 100g d'ingrédients
<b>F C002</b>	55 %	35 %	10 %	
<b>F C003</b>	45 %	45 %	10 %	

*Tableau III : Valeurs nutritionnelles de la confiture retenue*

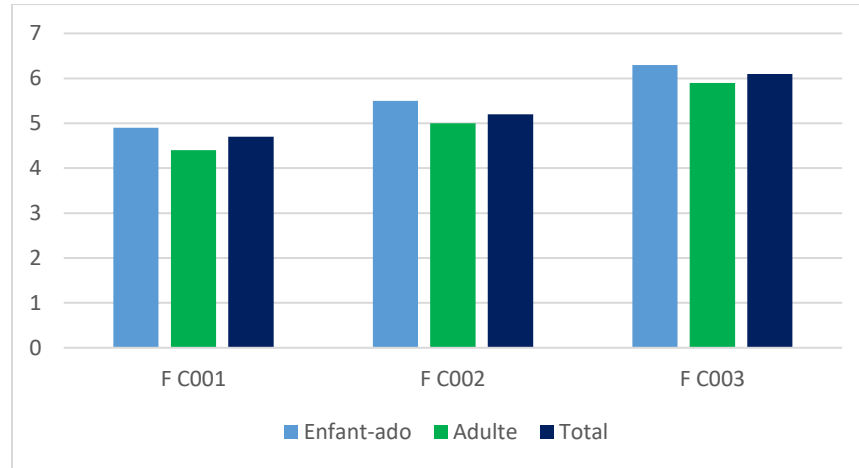
<b>Composants nutritionnels</b>	<b>Teneur en protéines (g)</b>	<b>Teneur en lipide (g)</b>	<b>Teneur en cendre brute (g)</b>	<b>Teneur en glucide (g)</b>	<b>Valeur énergétique total (Kcal)</b>
<b>Par 100 g de matière fraîche</b>	3,93	0,60	0,73	57,96	252,96
<b>Par 100 g de matière sèche</b>	6,17	0,94	1,15	91,70	402,06

*Tableau IV : Valeurs nutritionnelles de quelques confitures*

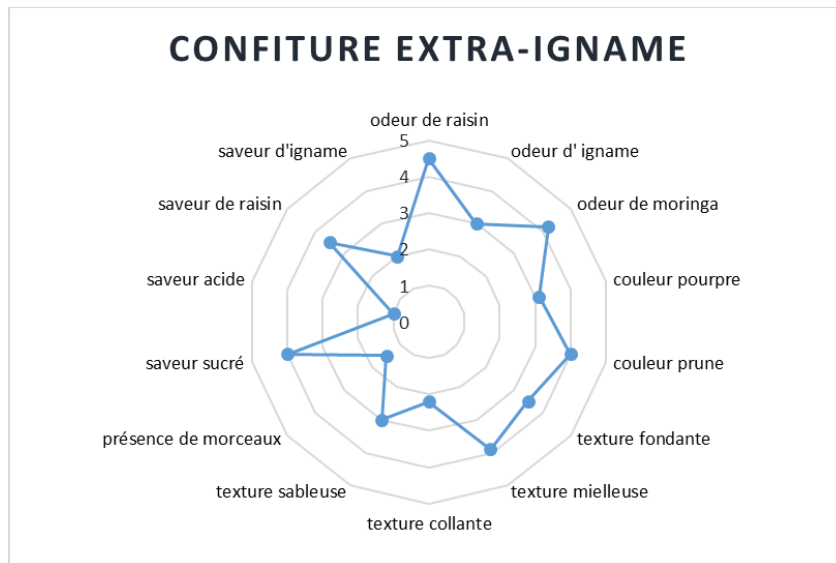
(Source : [5][12])

<b>Nom de la confiture</b>	<b>Confiture de raisin</b>	<b>Confiture d'abricot-litchis</b>	<b>Confiture extra-igname</b>
<b>Protéine par 100 grammes de matière fraîche</b>	0,10	0,40	3,93
<b>Glucide par 100 grammes de matière fraîche</b>	65,06	65,90	57,96
<b>Lipide par 100 grammes de matière fraîche</b>	0,01	0,10	0,60

**8. Figure**



*Figure 1 : Total des notes hédoniques données par l'ensemble de dégustateurs*



*Figure 2 : Profil radar (F C003)*