



The 1st International Conference on Local Resource Exploitation

www.lorexp.org / info@lorexp.org

REF: LOREXP_2021_A1156 Pages: 658–678



Amélioration du procédé traditionnel de production du jus d'anacarde (*Anacardium occidentale* L.) *Improvement of the traditional production process for cashew juice (Anacardium Occidentale L.)*

Jérale Tchihebo Ngoko^{1,*}, Josiane Ngatchic², Clément Saïdou³ et Nicolas Njintang Yanou²

¹ FBE. SARL, Garoua-Cameroun

² ENSAI, Université de Ngaoundéré, P.O. Box 455, Ngaoundéré-Cameroun

³ IUT, Université de Ngaoundéré, P.O. Box 455, Ngaoundéré-Cameroun

* Auteur Correspondant : gerarldngokotchihebo@gmail.com / Tél : (237) 698 705 138 / (237) 674 022 879

RÉSUMÉ :

L'objectif principal de ce travail était d'améliorer le procédé traditionnel de production du jus de pomme d'anacarde (*Anacardium Occidentale* L.), en vue d'obtenir un produit de bonne qualité organoleptique. L'empois d'amidon de patate douce a été utilisée pour clarifier par sédimentation, la charge en particules et les composés responsable des dépôts. Un plan d'optimisation a été construit tenant en compte trois facteurs de procédé et un facteur catégoriel. Un ensemble de 40 (quarante) formulations ont été étudiées et générées par le logiciel Design Expert. Il ressort que les particules de gros poids moléculaires ont été retenus dans les pores du gel d'amidon formé durant la rétrogradation dans le jus, par un mécanisme d'absorption, illustré ici par une évaluation de la porosité du dépôt formé. Cette absorption se fait en fonction du temps, de la température de rétrogradation et en fonction de la taille des particules des composés. Le surnageant obtenu a été évalué à l'aide d'un turbidimètre néphéline permettant de déterminer la turbidité du jus. De même, les analyses physicochimiques ont montré que le gel d'amidon n'influence pas négativement la composition physico-chimique du jus. Une comparaison faite entre les jus produits suivant les méthodes traditionnelles, et ceux produits par le procédé amélioré montre que le gel d'amidon permet de réduire significativement les particules. La turbidité respective des deux procédés traditionnels du Nord et de Extrême Nord sont de (287 NTU et 310 NTU) ; une charge en flore totale respective de ($8 \cdot 10^4$ et $10 \cdot 10^4$ UFC/ml) ; des moisissures ($4 \cdot 10^4$ et $3 \cdot 10^4$ UFC/ml) et *Escherichia coli* de ($2 \cdot 10^2$ et $4 \cdot 10^4$ UFC/ml). Le jus blanchi, clarifié et pasteurisé a une turbidité de (9,58 NTU) et une flore totale de (0,00 UFC) indiquant que l'amidon de patate douce clarifie et conserve mieux les éléments nutritionnels que le gel d'amidon de pomme de terre. Il serait conseillé d'utiliser 2,7 % d'emplois d'amidon en fonction du volume total du jus à clarifier, durant 120 minutes à 28 °C.

Mots clés : Pomme d'anacarde, Procédé, Jus, Amidon, Optimisation.

ABSTRACT:

The main objective of this work was to improve the traditional process of producing cashew apple juice (*Anacardium Occidentale* L.), in order to obtain a product of good organoleptic quality. Sweet potato starch paste has been used to clarify by sedimentation, the particulate load and compounds responsible for deposits. An optimization plan was built taking into account three process factors and one categorical factor. A set of 40 (forty) formulations were studied and generated by the Design Expert software. It appears that the large molecular weight particles were retained in the pores of the starch gel formed during retrogradation in the juice, by an absorption mechanism, illustrated here by an evaluation of the porosity of the deposit formed. This absorption takes place as a function of the time, of the retrogradation temperature and as a function of the size of the particles of the compounds. The supernatant obtained was evaluated using a nepheline turbidimeter to determine the turbidity of the juice. Likewise, physicochemical analyzes have shown that the starch gel does not negatively influence the physicochemical composition of the juice. A comparison made between the juices produced by traditional methods and those produced by the improved process shows that the starch gel significantly reduces particles. The respective turbidity of the two traditional processes in the North and the Far North of Cameroon are (287 NTU and 310 NTU); a respective total flora load of ($8 \cdot 10^4$ and $10 \cdot 10^4$ CFU / ml); molds ($4 \cdot 10^4$ and $3 \cdot 10^4$ CFU / ml) and *Escherichia coli* ($2 \cdot 10^2$ and $4 \cdot 10^4$ CFU / ml). The blanched, clarified and pasteurized juice has a turbidity of (9.58 NTU) and a total flora of (0.00 CFU) indicating that sweet potato starch clarifies and retains nutritional elements better than starch gel potato. It would be advisable to use 2.7 % of the starch solution, depending on the total volume of juice to be clarified, for 120 minutes at 28 °C.

Key words: Cashew apple, Process, Juice, Starch, Optimization.

1. INTRODUCTION

Le jus de fruits se définit comme le liquide non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible de fruits sains, parvenus au degré de maturation approprié et frais ou conservés dans des conditions saines (CODEX STAN 247-2005). Par ailleurs, un marché porteur se développe autour du jus de fruits aux nouveaux goûts et aux hautes valeurs nutritionnelles, liées, en particulier, à des teneurs élevées en composés antioxydants (Muhammad Siddiq et al., 1994). Parmi ces fruits rouges nous retrouvons les pommes d'anacarde qui est un fruit de l'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) ; Cette pomme est riche en sucres, vitamine C, provitamine A et minéraux ; (Soro et al., 2008). Malgré ces aspects positifs, les pommes restent sous valorisées. Cette situation s'expliquerait par le goût astringent et l'aspect trouble du jus, dus à sa richesse en tanins (200 à 400 mg/100 ml) (Dossou, 2014). Les enquêtes préliminaires sur la consommation du jus d'anacarde dans le septentrion camerounais ont montré que la production du jus d'anacarde est une opération effective, mais son acceptation est très faible du fait de son goût non apprécié (IRAD, GIZ, 2014). Plusieurs techniques ont été utilisées pour améliorer la qualité de ce jus parmi lesquelles la filtration sur filtre presse (Dossou et al., 2008), l'ultrafiltration et la filtration tangentielle (Soro., 2012). Toute fois le coût des opérations est très élevés, ce qui ne met pas le jus à la portée de nombreuses populations. C'est dans cet optique que se pose la question de recherche : les gels d'amidons de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et de patate douce (*Ipomoea batatas*) pourront être utilisé comme clarifiant du jus d'anacarde ? Pour répondre à cette question l'objectif général de ce travail est d'utiliser les gels d'amidons de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et de patate douce (*Ipomoea batatas*) comme agent clarifiant. Plus spécifiquement il sera question :

- D'étudier l'influence du temps et de la température sur l'action du gel à pouvoir clarifier le jus,
- D'étudier l'influence des deux types de gel sur les propriétés physicochimiques et microbiologiques des jus d'anacarde clarifié.
- Faire l'analyse financière des jus clarifié par ces deux agents clarifiants.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Matériel biologique

Les pomme d'anacarde de variétés jaune et rouge ont été récoltés dans une plantation au nord Cameroun, dans le département de la Bénoué et plus précisément à Djaligo. Par contre les tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum*) et de patate douce (*Ipomoea batatas*) qui ont été utilisés pour extraction de leur amidon respectif ; l'achat s'est fait dans le marché de Dang.

2.2. Procédés de production traditionnel et amélioré

Les procédés sont présentés sur les figures 1 et 2.

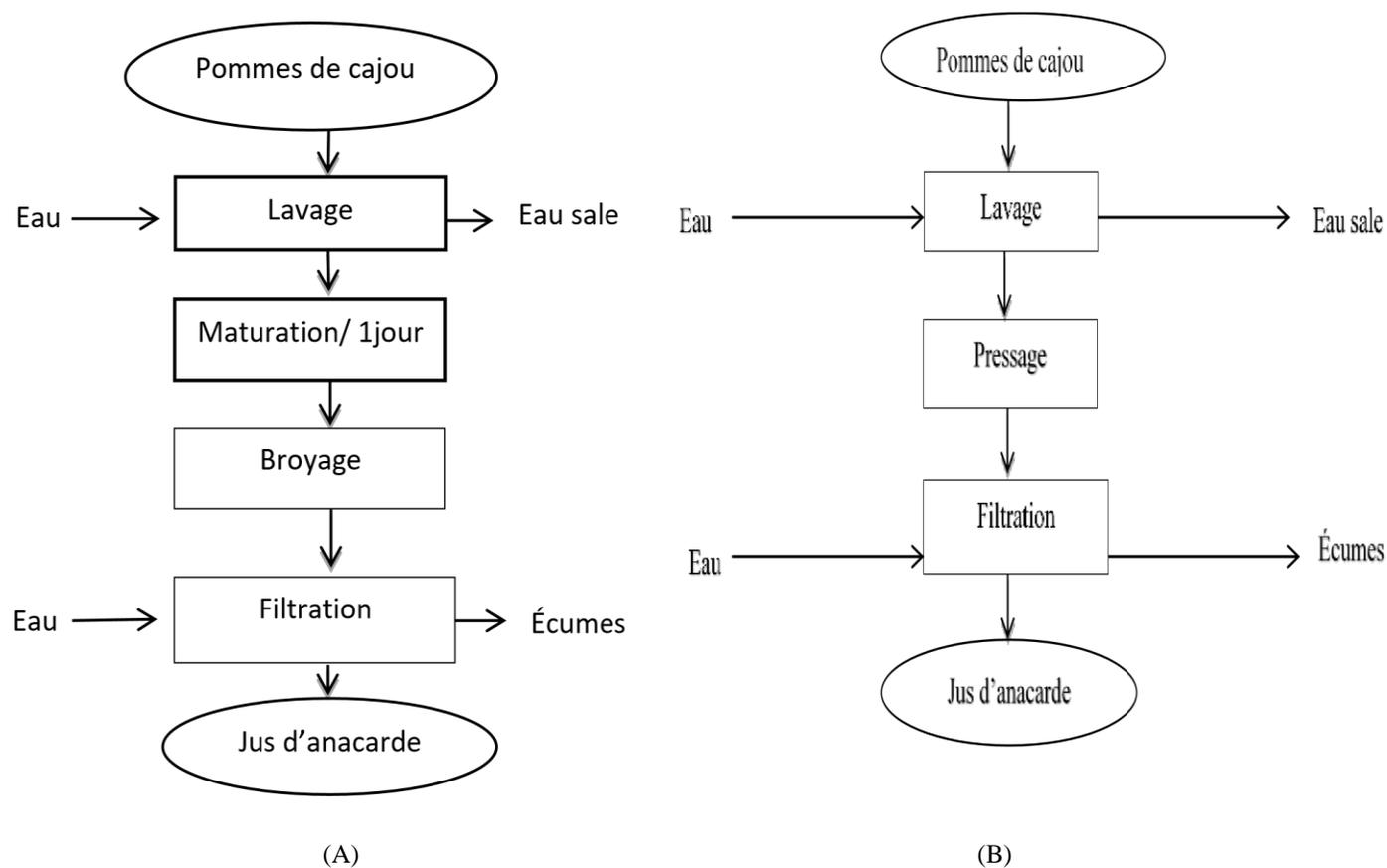


Figure 1. Procédés de production artisanale des jus d’anacarde dans les régions du Nord (A) et de L’Extrême-Nord (B)

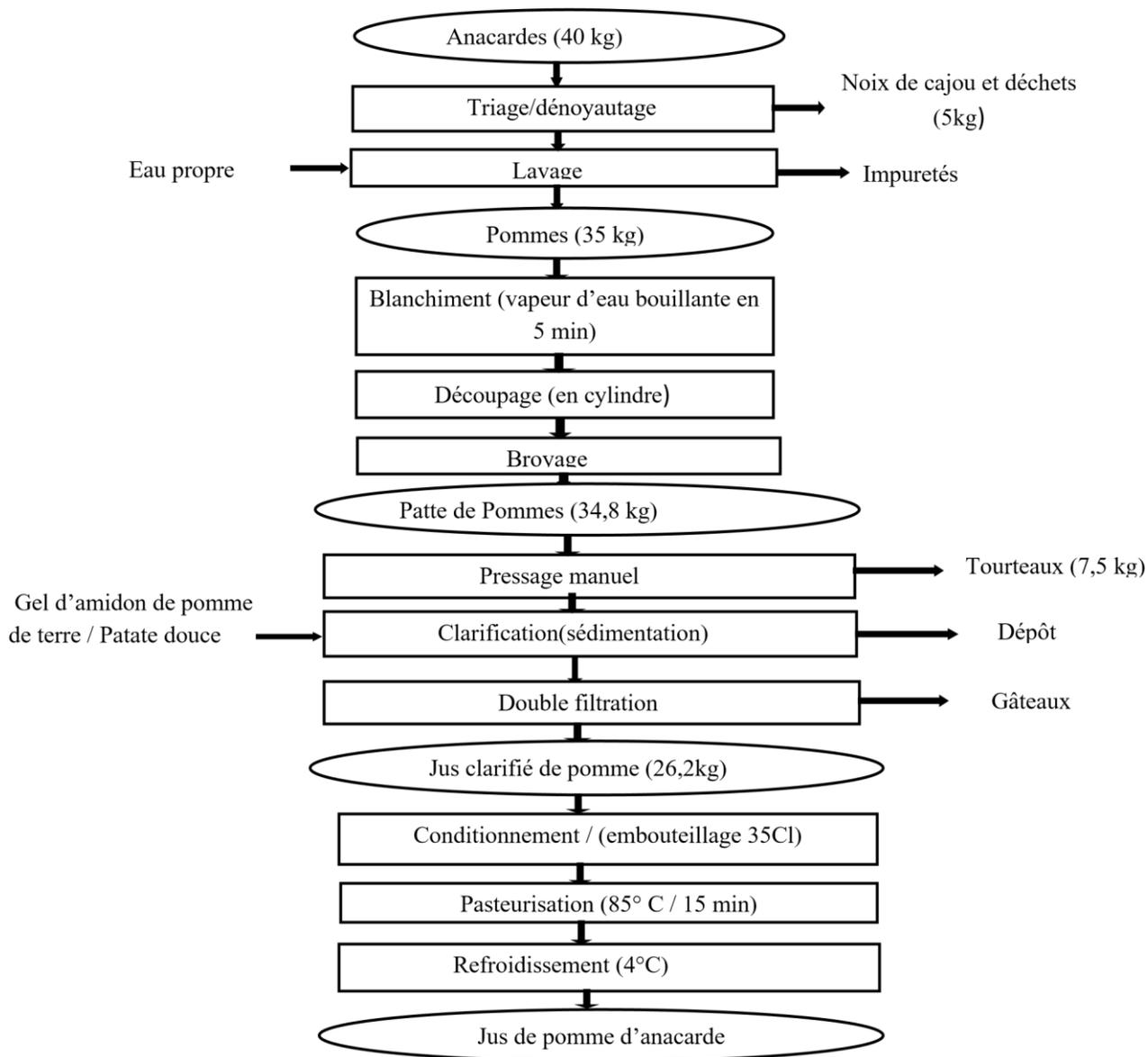


Figure 2. Procédé amélioré de production du jus d’anacarde

2.3. Analyses physiques

La masse des échantillons a été mesurée à l’aide d’une balance numérique portative POCKET SCALE MH-Série, calibrée automatiquement avec une température d’opération recommandée comprise entre 10 et 30 °C avec une précision de 0.1 g. Les dimensions de la pomme de cajou ont été déterminées grâce à un pied à coulisse de modèle JUNIOR avec une précision de 1 /50. Les propriétés physiques mesurées sont la hauteur de la pomme, la largeur et l’épaisseur. La mesure de ces dimensions a été faite suivant la méthode de Silou décrite par Diakabana et al. (2013). Les indices de calibre (Ic) et de sphéricité (Is) ont été calculés.

2.4. Analyses physico-chimiques

Cette analyse est initialement faite sur la poudre de pommes d'anacarde, obtenue par Sublimation au moyen d'un lyophilisateur de marque CHRIST à pression 1 mbar et à température de -55°C ; Le pH a été déterminé par la méthode OIV-MA-BS-13 de type 1. La matière sèche soluble ou le degré Brix a été mesuré à l'aide d'un réfractomètre de la série HANNA. Les sucres réducteurs extraits ont été dosés par la méthode colorimétrique au DNS décrite par Fischer et Stein (1961) et les sucres totaux, le dosage spectrophotométrie des sucres et leurs dérivés par la méthode de Dubois et al., (1956). Acidité titrable ; elle a été déterminée par la méthode AFNOR (1982). L'acidité totale est la somme des acidités titrables lorsqu'on amène le pH à 7 par addition d'une solution alcaline titrée. Les composés phénoliques : ils ont été extraits avec l'éthanol 70%, et ensuite dosés par le réactif de Folin - Ciocalteu (Marigo, 1973) ; les teneurs en polyphénols totaux, tanins, flavonoïdes ont été déterminées et exprimées respectivement en équivalent acide gallique, acide gallique et acide rutine. Quant à la vitamine C, son extraction a été réalisée par trituration à l'acide acétique 95% et son dosage effectué à l'aide d'une solution d'iode. Le blanc du dosage était constitué d'une gamme de solution de vitamine C titré. Les caroténoïdes ont été extraits à l'aide du mélange hexane-acétone : 30/70 (v/v), puis soumis à la lecture au spectrophotomètre entre 430 et 450 nm (AOAC, 1975). L'azote total a été déterminé après minéralisation des échantillons selon la méthode de Kjeldahl (AFNOR, 1984), et dosage selon la technique colorimétrique de Devani et al. (1989). Les minéraux tel que le fer, le calcium et magnésium ont été déterminés après calcination à 550°C selon la norme NF : T 60-209 (AFNOR, 1982) ; les méthodes par colorimétrie suivant la méthode de Rodier (1978) et par titrimétrie à l'EDTA de l'AFNOR (1982) ont été utilisées.

En plus des analyses physicochimiques portées sur la matière première brute, les analyses telles que la turbidité par néphélométrie ou l'indice de turbidité du produit examiné est relevé et exprimé en NTU, la colorimétrie à l'aide d'un colorimètre suivant espace CIELAB (1976) ou $L^*a^*b^*$ ont été déterminées. L'évaluation de l'activité antioxydante in vitro a été portée sur le pouvoir réducteur total (PRT) selon la méthode de Oyaizu (1986) et le DPPH (2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazyl) mesurée selon le protocole décrit par Athamena et al. (2010).

2.1. Analyses microbiologiques

Sur le plan microbiologique, les paramètres qui ont été analysés sont la flore totale mésophile (milieu PCA), *Escherichia Coli*, *Salmonella* et les levures et moisissures (milieu OGA).

2.2. Analyses sensorielles

Un test hédonique a été utilisé pour décrire l'appréciation des produits à travers leur aspect visuel (couleur et limpidité), gustatif (sucre, acidité, astringence) et leur acceptabilité générale.

2.3. Analyses statistiques

Les formulations ont été déterminées à l'aide d'un plan D-optimal à 4 facteurs, donc 3 facteurs de procédé (proportions du gel d'amidon, temps et température) et un facteur catégoriel (type d'amidon). Le plan d'expérience a été créé et analysé grâce au logiciel Design Expert 12. Les réponses physicochimiques ont été modélisées et le tableau ANOVA, couplé à l'analyse des critères statistiques classiques, tels que le R², le R² ajusté, l'analyse absolue de déviation moyenne (AADM), le facteur de Biais (Bf) et le facteur d'exactitude (Af), nous ont permis de décider de la validité des modèles. Les réponses sensorielles ont été représentées suivant une analyse en composante principale (ACP) grâce au complément XLSTAT 2014.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

3.1. Caractéristiques physicochimiques de la pomme d'anacarde

3.1.1. Caractérisation physique

Le tableau 1 montre les caractéristiques physiques des deux variétés de pommes. Ces deux variétés ne sont pas statistiquement différentes sur le plan physique. Ces résultats seront très utiles pour la conception des équipements de transformations des fruits d'anacarde.

Tableau 1 : Paramètres physiques de l'anacarde.

Caractéristiques physiques	Valeurs obtenues (Variété rouge)	Valeurs obtenues (Variété jaune)
Poids (g)	55,36 ± 5,94	55,09 ± 5,94
Longueur (cm)	5,60 ± 0,9	5,55 ± 0,72
Largeur (cm)	2,91 ± 0,61	2,77 ± 0,73
Diamètre (cm)	2,75 ± 0,5	2,55 ± 0,71
Rendement en matière fraîches (%)	90,36 ± 0,15	90,66 ± 0,20
Rendement en matière sèche (%)	13,53 ± 0,03	14,35 ± 0,07
Ph	4,11 ± 0,03	4,00 ± 0,05
Brix	10,70 ± 0,15	10,86 ± 0,12
Indice de calibre (cm ³)	8,21 ± 3,59 ^E -14	8,12 ± 5,8E-14
Indice de sphéricité (cm ³)	23,54 ± 7,18 ^E -15	23,14 ± 2,37 ^E -14

Il ressort du tableau 1 que les fruits d'anacarde de variété jaune et rouge ont respectivement les poids moyens de 55,36 g et 55,09 g ; longueurs moyennes de 5,60 cm et 5,55 cm ; largeur moyenne de 2,91 cm et 2,77 cm et un diamètre moyen de 2,75 cm et 2,55 cm ; ces résultats sont similaires aux travaux de Gbohaida et al. (2015) et Abou et al (2015). Ce tableau montre également que les rendements en pommes des différentes variétés de fruits est très élevé par rapport à leurs rendements en poudre. Par ailleurs ces résultats montrent que pour 100

g de fruits d'anacarde on obtient 90,51 % en moyenne pour les deux variétés de pommes d'anacarde et soit respectivement 14,28 % et 13,57% de poudre de variété jaune et rouge de matière sèche. Quant aux ph et le Brix de ces pommes les résultats obtenus sont légèrement inférieurs aux résultats obtenus par Dossou et al. (2008) au Bénin cette différence pourrait être due aux facteurs pédologiques et climatiques.

3.1.2. Caractérisations chimiques

Le tableau 2 présente les teneurs en éléments chimiques des variétés d'anacardes rouge et jaune. Sur le plan statistique, la différence notamment en ce qui concerne les paramètres teneur en eau, acidité titrable et taux de composé phénolique n'est pas significative.

Tableau 2 : Paramètres chimiques de l'anacarde.

Compositions chimiques	Valeurs obtenues (Variété rouge)	Valeurs obtenues (Variété jaune)
Eau des poudres (%)	4,90 ± 0,01	4,62 ± 0,07
Humidité des pommes (%)	86,93 ± 0,67	89,2 ± 0,43
Matière sèche (%)	96,11 ± 0,94	96,16 ± 0,55
Cendre (%)	4,06 ± 0,02	3,8 ± 0,36
Protéine total (mg/100 g)	501,67 ± 0,03	513,51 ± 0,04
Acidité titrable (mg d'acides citrique /100 g)	480,62 ± 0,06	476,21 ± 0,02
Sucres totaux (mg/100 g)	13901,5 ± 0,04	12855,4 ± 0,01
Sucre réducteur (mg/100 g)	9886,5 ± 0,01	9553,9 ± 0,01
Polyphénols totaux (mg EqAG/100 g de MS)	3846,18 ± 0,07	3752,28 ± 0,03
Flavonoïdes (mg EqR/100 g de MS)	129,23 ± 0,14	131,26 ± 0,01
Tanins totaux (mg EAG/100 g de MS)	346,59 ± 0,10	338,89 ± 0,1
Vitamine C	422,13 ± 0,05	431,22 ± 0,07
Caroténoïdes	0,31 ± 0,01	0,054 ± 0,02
Fer	1,24 ± 0,42	1,67 ± 0,38
Magnésiums	169,12 ± 0,03	191,95 ± 0,33
Calciums	26,1 ± 0,02	28,62 ± 0,03

Il ressort du tableau 2 que la poudre des fruits d'anacarde a une faible teneur en eau pour ce qui est de deux variété rouge (4,9 %) et jaune (4,62%). Ceci montre que la poudre de ces fruits d'anacarde peut être conservées pendant au moins six mois (Mapongmetsem et al., 2012). Par ailleurs ce résultat est proche de ceux obtenus par Lautié et al. (2008) respectivement (4,56% et 4,38%) et ceux de Soro (2012) et Dossou (2008) (4,6% et 4,45%) en côte d'Ivoire et au Bénin. Il en est de même pour l'humidité de la pomme d'anacarde soit 87,5% pour la variété rouge et 86,2% pour la variété jaune. La légère différence constatée entre ces résultats peut s'expliquer par la provenance des fruits et les conditions écologiques. Quant à l'humidité des pommes la variété jaune est plus riche en eau que la variété rouge ces résultats se rapprochent des résultats de Gbohaida et al. (2015). En ce qui concerne la teneur en cendre des deux variétés d'anacarde rouge et jaune, on relève également un faible pourcentage respectivement (4,06% et 3,4%), ce qui laisse comprendre que les fruits d'anacarde sont une source non négligeable de minéraux. Ces résultats sont similaires à ceux de Gbohaida et al. (2015) (4,97% en moyenne pour les deux variétés). La teneur en sucre totaux dans la poudre de pomme d'anacarde s'avère

très importante soit respectivement 12,9 g et 13,90 g pour 100 g de matière de pomme jaune et rouge. Ces résultats sont par ailleurs légèrement supérieurs à celui Lautié et al. (2012) qui ont obtenu 10 à 12 g en moyenne pour les deux variétés en Côte d'Ivoire. Les résultats obtenus dans cette étude peuvent s'expliquer en tenant compte des facteurs climatiques, pédologiques et la période de récoltes de ces fruits.

La teneur en polyphénols totaux a été estimée par la méthode de Folin- Ciocalteu et est exprimée en mg d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg Eq AG/g MS) et en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage. Les résultats montrent clairement que la poudre de pomme d'anacarde est une source non négligeable de polyphénols totaux, soit 3846,18 mg EqAG/g de MS pour la variété rouge et 3752,28 mg EqAG/g de MS. Sur le plan comparatif, il est à noter que les valeurs obtenues dans cette étude sont supérieures à celles de Soro et al. (2012) soit respectivement 2881mg EqAG/100 g pour la variété jaune 2926 mg EqAG/100 g pour la variété rouge mais semblable aux résultats de Lautié (2012) et Dossou (2008) qui sont compris entre 2506.510 à 4247.690 mgEqAG/100 g de matière sèche. En ce qui concerne la teneur en tannins totaux elle a aussi été estimée par la méthode de Folin- Ciocalteu et est exprimés en mg d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EqAG/gMS). Les résultats montrent que les deux variétés de pomme d'anacarde rouge et jaune sont une source en tannins totaux, soit respectivement 346,59 mg EqAG/100 g de MS et 3338,89 mg EqAG/100 g. Ces résultats sont semblables à ceux obtenu par Lautié et al. (2012) au Bénin et Dossou, 2008 qui tourne autour de 290 à 380 mg Eq AG/100 g MS. La différence observée entre ces résultats peut s'expliquer par le lieu et la saison de récolte ainsi que la méthode de dosage utilisée. Quant à la teneur en flavonoïdes totaux elle a été estimée par la méthode au trichlorure d'aluminium et est exprimée en mg équivalent de rutine/g du matériel végétal sec. Les résultats révèlent que les pommes d'anacarde sont une source importante de flavonoïdes totaux, soit 129,2 mg EqR/100 g de MS de la variété rouge et 131,26 mg EqR/100 g MS l'extrait des fruits.

3.2. Evaluation des paramètres physicochimiques du jus clarifié

Les résultats d'analyse physicochimique des différentes formulations ont été considérés comme réponse du plan d'expérience, et modélisés sous forme mathématique à l'aide du logiciel Design Expert 12 (équations 1, 2, 3 et 4). La modélisation de l'évolution des paramètres en fonction des paramètres du plan d'expérience montre que certains effets sont significatifs (P -value < 0,05), et d'autres ne le sont pas. Les résultats ANOVA correspondants sont présentés dans les tableaux 3, 4, 5, 6 et 7 et les paramètres statistiques de validation classiques dans le tableau 8.

Turbidité =

$$12,8905 - 3,1 * A - 2,105 * B - 2,95 * C - 1,49 * D + 1,38125 * A * B - 0,00625 * A * C + 1,24 * A * D + 1,00625 * B * C + 0,255 * B * D - 0,57 * C * D + 3,66136 * A^2 - 0,813636 * B^2 + 2,16136 * C^2 \quad (1)$$

Couleur =

$$19,4971 - 6,33473 * A - 2,03077 * B - 0,06123 * C + 0,0073825 * D - 1,27241 * A * B - 0,00414375 * A * C + 0,038895 * A * D - 0,0404812 * B * C + 0,071665 * B * D - 0,11777 * C * D \quad (2)$$

Vitamine C =

$$333,822 - 1,2055 * A - 0,4855 * B + 0,195 * C + 0,052 * D - 0,55625 * A*B + 0,16875 * A*C - 0,0155 * A*D - 0,05625 * B*C + 0,0445 * B*D - 0,055 * C*D - 1,3575 * A^2 + 0,1425 * B^2 + 0,245 * C^2 \quad (3)$$

Pouvoir réducteur =

$$265,86 - 68,1868 * A - 11,015 * B - 61,2433 * C + 3,52088 * D - 4,06257 * A*B + 43,5791 * A*C - 1,24014 * A*D - 4,43745 * B*C + 2,59831 * B*D - 0,45344 * C*D - 77,3379 * A^2 - 9,67962 * B^2 - 1,13787 * C^2 \quad (4)$$

Tableau 3 : Analyse des variances pour le suivi de la turbidité. Modèle quadratique.

Source	Sum of Squares	ddl	Mean Square	F-value	p-value	
Model	854.45	13	65.73	9.14	< 0.0001	significant
A-Température	192.20	1	192.20	26.73	< 0.0001	
B-Temps	88.62	1	88.62	12.33	0.0017	
C-Gel Amidon	174.05	1	174.05	24.21	< 0.0001	
D-Source Amidon	88.80	1	88.80	12.35	0.0016	
AB	30.53	1	30.53	4.25	0.0495	
AC	0.0006	1	0.0006	0.0001	0.9926	
AD	30.75	1	30.75	4.28	0.0487	
BC	16.20	1	16.20	2.25	0.1454	
BD	1.30	1	1.30	0.1809	0.6741	
CD	6.50	1	6.50	0.9037	0.3505	
A ²	73.73	1	73.73	10.25	0.0036	
B ²	3.64	1	3.64	0.5064	0.4830	
C ²	25.69	1	25.69	3.57	0.0699	
Residual	186.94	26	7.19			
Lack of Fit	179.50	16	11.22	15.08	< 0.0001	significant
Pure Error	7.44	10	0.7442			
Cor Total	1041.40	39				

La valeur F du modèle, de 9,14, indique que le modèle est globalement significatif au seuil de 5 %. La probabilité pour que cette valeur soit due à un bruit est inférieure à 0,01 %. Au seuil de 5 %, les coefficients des facteurs A, B, C et D, les interactions AB et AD, et le coefficient du terme A² sont significatifs. Par contre, la valeur F du lack-of-fit, de 15,08 indique que le Lack of Fit est significatif, et que cette valeur élevée est sûre à 99.99 %. Ce résultat indique que le modèle obtenu ne traduit pas bien le comportement de la turbidité en fonction des différents facteurs. Le R² est de 0,8205, le R² prédit de 0,4580 et le R² ajusté de 0,7307. Ces deux derniers présentant un écart de plus de 0,2, indique que le modèle n'est peut-être pas approprié.

Toutefois, l'adéquation de la précision (Adeq Precision) qui mesure le ratio du signal sur le bruit, est de 13,940. Cette valeur est supérieure à 4, valeur minimum conseillée pour valider le signal dans le domaine expérimental étudié.

En procédant à une réduction du modèle ('Backward Elimination Regression'), par l'élimination des termes dont la P-value est supérieure à 0.1, nous obtenons le modèle quadratique réduit présenté dans l'équation (5) et le tableau ANOVA présenté sur le tableau 4, ainsi que les paramètres statistiques de validation classiques.

Turbidité (quadratique réduit) =

$$12,7888 - 3,1 * A - 2,105 * B - 2,95 * C - 1,49 * D + 1,38125 * A*B + 1,24 * A*D + 3,35625 * A^2 + 1,85625 * C^2 \quad (5)$$

Tableau 4 : Analyse des variances pour le suivi de la turbidité.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	826.81	8	103.35	14.93	< 0.0001	significant
A-Température	192.20	1	192.20	27.77	< 0.0001	
B-Temps	88.62	1	88.62	12.80	0.0012	
C-Gel Amidon	174.05	1	174.05	25.14	< 0.0001	
D-Source Amidon	88.80	1	88.80	12.83	0.0012	
AB	30.53	1	30.53	4.41	0.0440	
AD	30.75	1	30.75	4.44	0.0432	
A ²	72.09	1	72.09	10.41	0.0029	
C ²	22.05	1	22.05	3.19	0.0841	
Residual	214.59	31	6.92			
Lack of Fit	207.14	21	9.86	13.26	< 0.0001	significant
Pure Error	7.44	10	0.7442			
Cor Total	1041.40	39				

La valeur F du modèle indique que le modèle est significatif. Les termes du modèle significatifs au seuil de 5 % sont la température (A), le temps (B), la concentration en gel (C), la source d'amidon (D) et les termes AB, AD et A². Il y a eu une amélioration de l'écart entre de R² ajusté et le R² prédit qui est en-dessous de 0,2. l'AADM et le facteur d'exactitude sont sortis des bornes d'acceptation. Par conséquent, nous conservons donc le modèle (1).

Tableau 5 : Analyse de la variances (ANOVA) pour le suivi de la couleur du jus d’anacarde clarifié. Modèle de la somme séquentielle pour une interaction à deux facteurs (**2FI model**)

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	911.48	10	91.15	73.38	< 0.0001	significant
A-Température	802.58	1	802.58	646.17	< 0.0001	
B-Temps	82.48	1	82.48	66.41	< 0.0001	
C-Gel Amidon	0.0750	1	0.0750	0.0604	0.8076	
D-Source Amidon	0.0022	1	0.0022	0.0018	0.9669	
AB	25.90	1	25.90	20.86	< 0.0001	
AC	0.0003	1	0.0003	0.0002	0.9882	
AD	0.0303	1	0.0303	0.0244	0.8771	
BC	0.0262	1	0.0262	0.0211	0.8855	
BD	0.1027	1	0.1027	0.0827	0.7757	
CD	0.2774	1	0.2774	0.2233	0.6400	
Residual	36.02	29	1.24			
Cor Total	947.50	39				

Ici également, le modèle est significatif et les termes significatifs du modèle au seuil de 5 % sont A, B et AB.

Tableau 6 : Analyse de la variances (ANOVA) pour le suivi de la vitamine C. Modèle quadratique.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	53.55	13	4.12	26.04	< 0.0001	significant
A-Température	29.06	1	29.06	183.76	< 0.0001	
B-Temps	4.71	1	4.71	29.81	< 0.0001	
C-Gel Amidon	0.7605	1	0.7605	4.81	0.0375	
D-Source Amidon	0.1082	1	0.1082	0.6839	0.4158	
AB	4.95	1	4.95	31.30	< 0.0001	
AC	0.4556	1	0.4556	2.88	0.1016	
AD	0.0048	1	0.0048	0.0304	0.8630	
BC	0.0506	1	0.0506	0.3201	0.5764	
BD	0.0396	1	0.0396	0.2504	0.6210	
CD	0.0605	1	0.0605	0.3825	0.5416	
A ²	10.14	1	10.14	64.08	< 0.0001	
B ²	0.1117	1	0.1117	0.7061	0.4084	
C ²	0.3301	1	0.3301	2.09	0.1605	
Residual	4.11	26	0.1582			
Cor Total	57.66	39				

Tableau 7 : Analyse de la variances (ANOVA) pour le suivi du pouvoir réducteur des jus.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	2.730E+05	13	20999.52	19.18	< 0.0001	significatif
A-Température	92988.68	1	92988.68	84.92	< 0.0001	
B-Temps	2426.61	1	2426.61	2.22	0.1486	
C-Gel Amidon	75014.74	1	75014.74	68.50	< 0.0001	
D-Source Amidon	495.86	1	495.86	0.4528	0.5069	
AB	264.07	1	264.07	0.2412	0.6275	
AC	30386.14	1	30386.14	27.75	< 0.0001	
AD	30.76	1	30.76	0.0281	0.8682	
BC	315.06	1	315.06	0.2877	0.5962	
BD	135.02	1	135.02	0.1233	0.7283	
CD	4.11	1	4.11	0.0038	0.9516	
A ²	32896.30	1	32896.30	30.04	< 0.0001	
B ²	515.32	1	515.32	0.4706	0.4988	
C ²	7.12	1	7.12	0.0065	0.9363	
Residual	28470.77	26	1095.03			
Cor Total	3.015E+05	39				

Il ressort des valeurs de la statistique de Fisher des tableaux 3, 5, 6 et 7 que les modèles peuvent être utilisés pour décrire le comportement de nos échantillons, vis à vis des réponses étudiées. Le tableau 8 présente les paramètres de validation des quatre modèles.

Tableau 8 : Paramètres statistiques de validation des modèles.

Paramètre	Turbidité	Couleur	Vitamine C	Pouvoir réducteur	Turbidité réduit
R ²	0.8205	0,9620	0,9287	0,9056	0.7939
R ² ajusté	0,7307	0,9489	0,8930	0,8583	0.7408
R ² prédit	0,4580	0,9250	0,8182	0,8329	0.6186
AADM	0,1051	0,3337	0.0037	0,5744	0,4162
Bf	1,0137	1,0004	1,0000	1,0021	1,012
Af	1,1077	1,3700	1,0037	1,6652	1,4531

Les évolutions des différentes réponses en fonction des paramètres significatifs (en gardant les autres facteurs à la valeur au centre), sont présentées sur les figures 3, 4, 5 et 6.

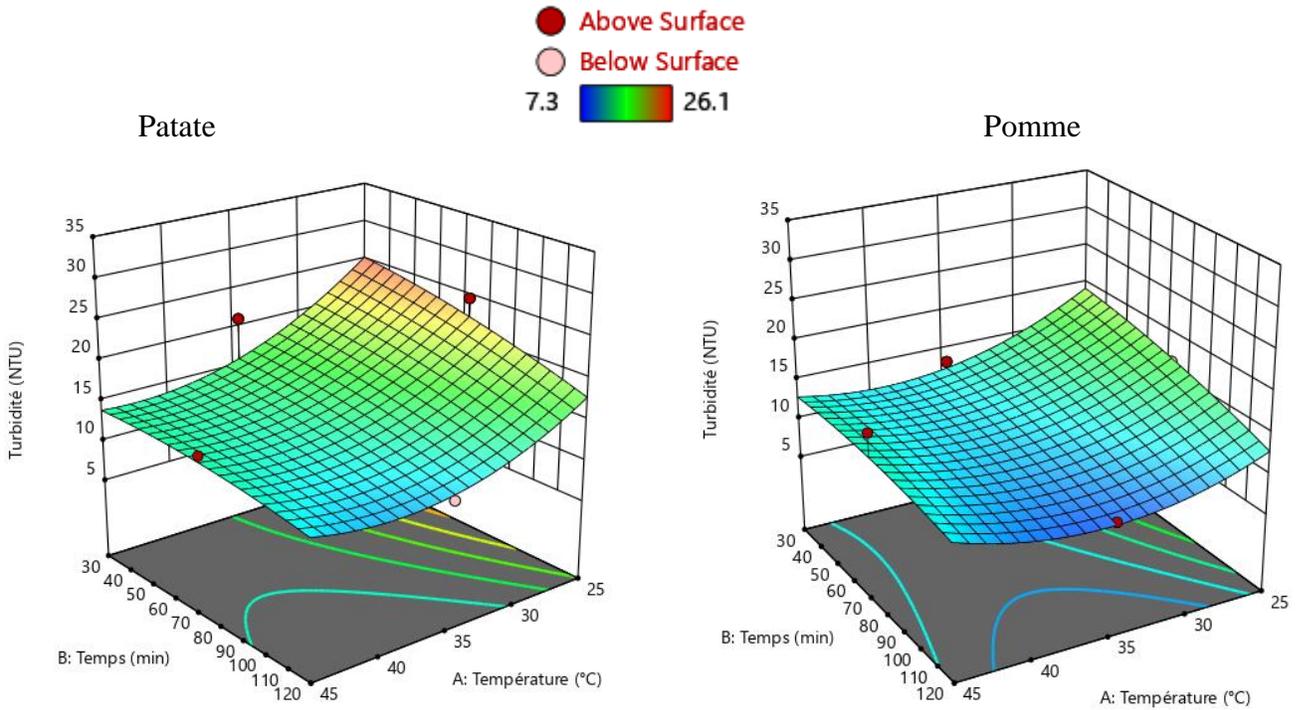


Figure 3 : Influence du temps et de la température sur la turbidité des jus. La concentration du gel d’amidon prise au centre

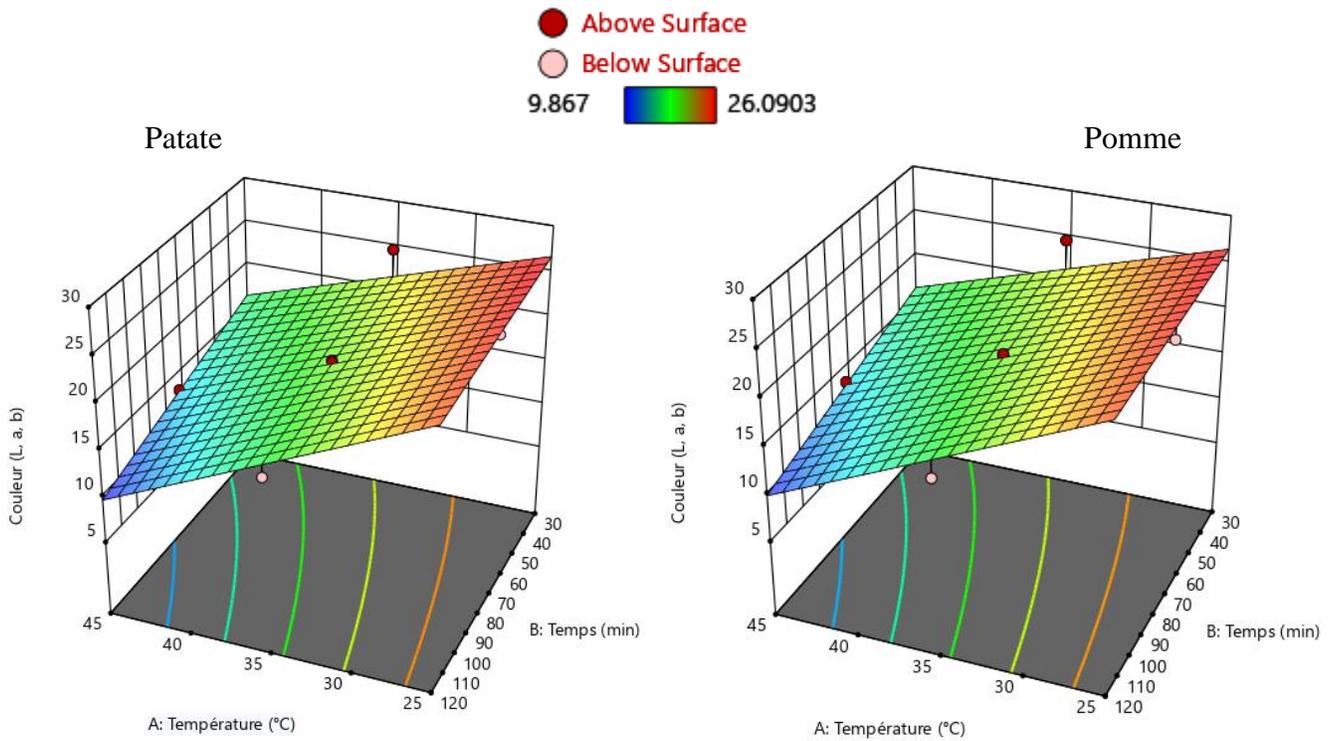


Figure 4 : Influence du temps et de la température sur la couleur des jus. La concentration du gel d’amidon prise au centre

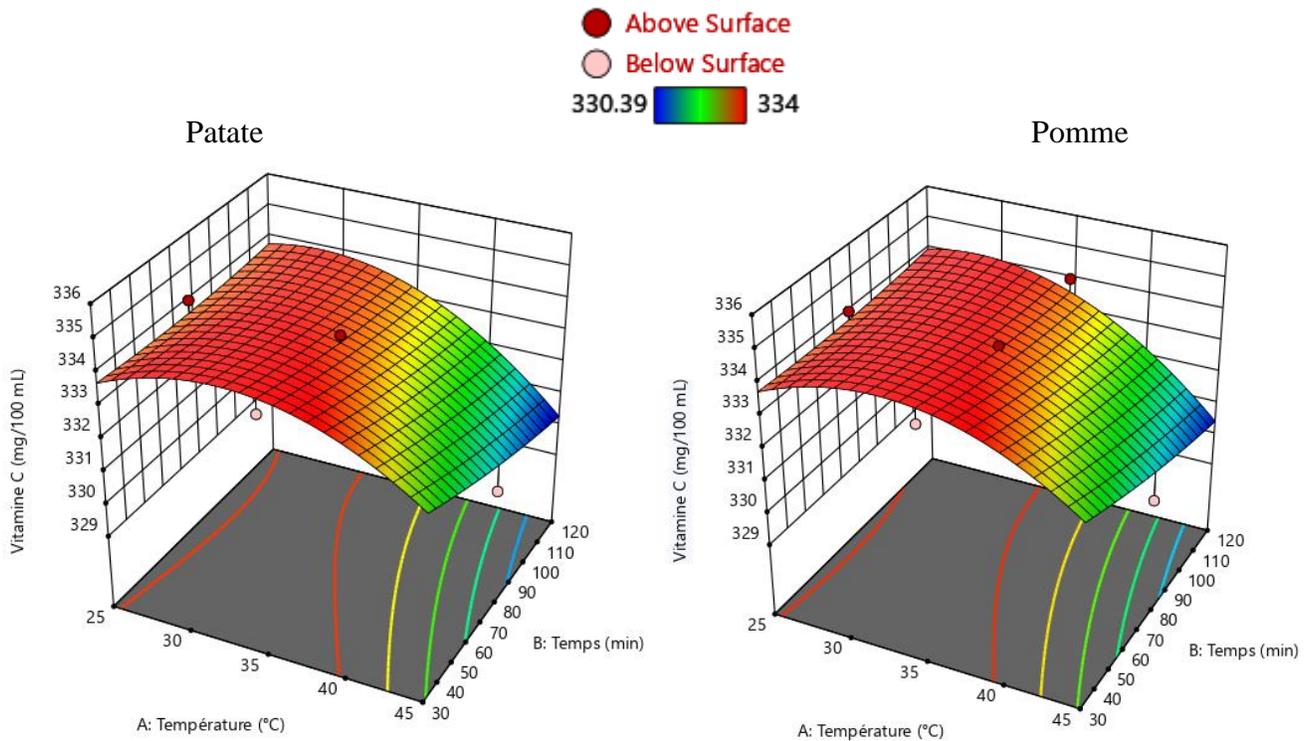


Figure 5 : Influence du temps et de la température sur la concentration en vitamine C des jus. La concentration du gel d’amidon prise au centre

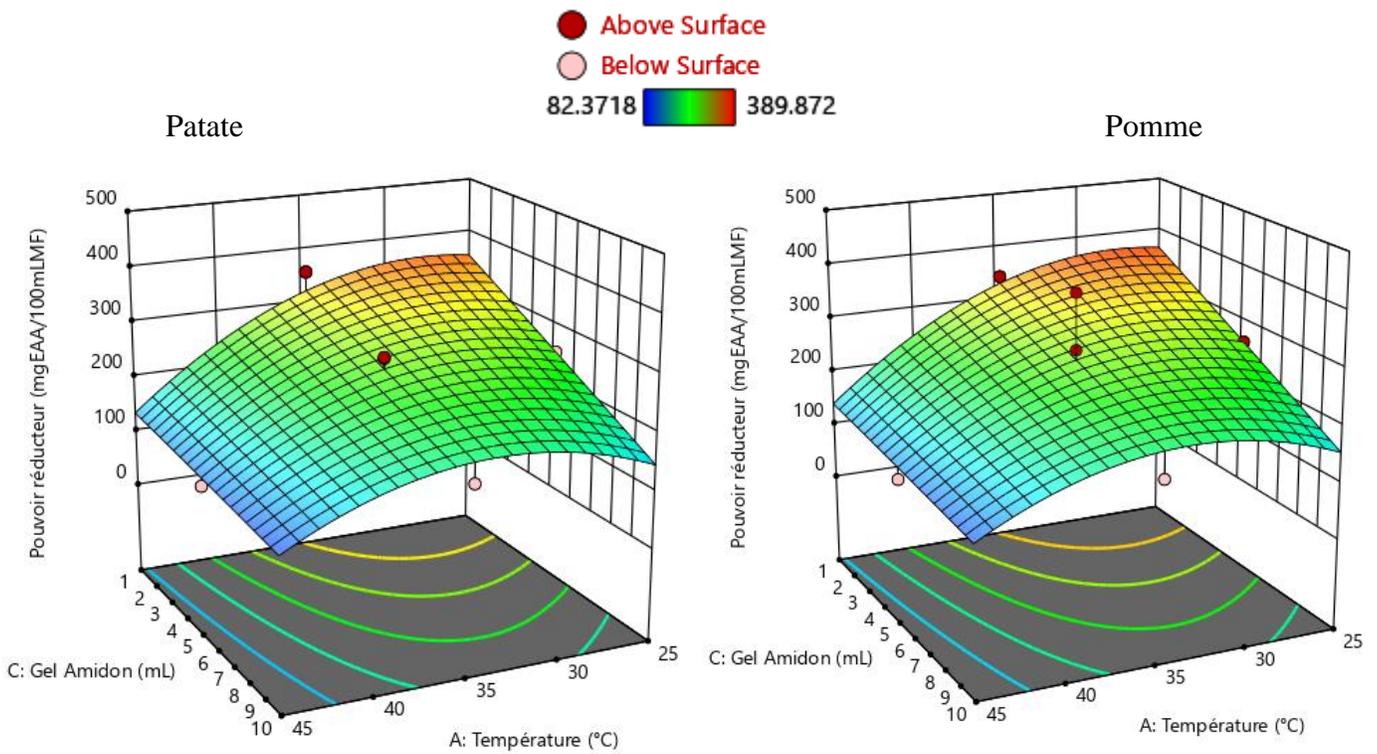


Figure 6 : Influence du temps et de la température sur le pouvoir réducteur des jus. La concentration du gel d’amidon prise au centre

3.3. Optimisation

L'optimisation a consisté à :

- minimiser la turbidité pour réduire au maximum les particules dans le jus et le rendre le plus limpide, non astringent et moins trouble ;
- maximiser la vitamine C pour permettre une bonne conservation du jus et avoir un jus bien riche en vitamines C pour contribuer à la meilleure santé des consommateurs ;
- maximiser la couleur car l'idéal c'est d'avoir un jus qui garderait sa couleur initiale après les traitements, indiquant un bon contrôle d'une éventuelle dénaturation, ou oxydation enzymatique et non enzymatique du jus.
- Maximiser le pouvoir réducteur pour avoir un jus riche en composés antioxydants, pour réduire les radicaux libres et renforcer le système immunitaire des consommateurs.

Le tableau 9 présente les conditions d'optimisation.

Tableau 9 : Paramètres d'optimisation

Facteurs et réponses	Objectif	Borne inférieure	Borne supérieure	Poids inférieur	Poids supérieur	Importance
A:Température		25	45	1	1	3
B:Temps		30	120	1	1	3
C:Gel Amidon		1	10	1	1	3
D:Source Amidon		Patate	Pomme	1	1	3
Turbidité	Minimiser	7,3	26,1	1	1	3
Couleur	Maximiser	9,867	26,0903	1	1	3
Vitamine C	Maximiser	330,39	334	1	1	3
Pouvoir réducteur	Maximiser	82,3718	389,872	1	1	3

Ces conditions d'optimisation fournissent 61 réponses, avec des désirabilités comprises entre 0,765 et 0,813 pour la pomme de terre et des désirabilités comprises entre 0,696 et 0,738 pour la patate. Les conditions pour la meilleure désirabilité sont présentées dans le Tableau 10. Le tableau 11 présente l'ensemble des 61 réponses obtenues.

Tableau 10 : Résultat de l'optimisation, selon la source de l'amidon.

Numéro	Température	Temps	Gel Amidon	Source Amidon	Turbidité	Couleur	Vitamine C	Pouvoir réducteur	Désirabilité	Décision
1	27,382	120,000	2,664	Pomme	13,666	23,447	334,267	324,536	0,813	OK
32	29,059	120,000	2,343	Patate	16,282	21,917	333,996	317,300	0,738	OK

Tableau 11 : Les solutions optimales pour 2 combinaisons de niveaux de facteurs catégoriques (pomme et patate).

Numéro	Température	Temps	Gel Amidon	Source Amidon	Turbidité	Couleur	Vitamine C	Pouvoir réducteur	Désirabilité
1	27.382	120.000	2.664	Pomme	13.666	23.447	334.267	324.536	0.813
2	27.388	120.000	2.700	Pomme	13.620	23.441	334.264	323.763	0.813
3	27.344	120.000	2.631	Pomme	13.728	23.478	334.269	325.188	0.813
4	27.310	120.000	2.679	Pomme	13.692	23.501	334.265	324.079	0.813
5	27.385	120.000	2.737	Pomme	13.580	23.442	334.262	322.952	0.813
6	27.352	119.998	2.598	Pomme	13.762	23.473	334.272	325.924	0.813
7	27.265	120.000	2.608	Pomme	13.803	23.539	334.269	325.549	0.813
8	27.316	120.000	2.773	Pomme	13.581	23.492	334.257	322.048	0.813
9	27.210	120.000	2.667	Pomme	13.768	23.577	334.263	324.165	0.813
10	27.565	119.999	2.754	Pomme	13.452	23.305	334.263	322.866	0.813
11	27.601	119.999	2.616	Pomme	13.591	23.284	334.274	325.903	0.812
12	27.461	120.000	2.839	Pomme	13.418	23.379	334.255	320.872	0.812
13	27.202	120.000	2.521	Pomme	13.944	23.590	334.275	327.338	0.812
14	27.519	120.000	2.486	Pomme	13.795	23.352	334.284	328.610	0.812
15	27.601	120.000	2.813	Pomme	13.365	23.275	334.259	321.662	0.812
16	27.338	120.000	2.419	Pomme	13.984	23.492	334.286	329.797	0.812
17	27.756	119.999	2.496	Pomme	13.643	23.172	334.285	328.656	0.812
18	27.261	120.000	2.241	Pomme	14.250	23.559	334.300	333.554	0.812
19	26.559	119.999	2.527	Pomme	14.351	24.076	334.254	325.716	0.811
20	27.920	119.999	3.241	Pomme	12.715	23.012	334.233	312.943	0.811
21	26.468	119.999	3.236	Pomme	13.620	24.111	334.196	309.377	0.810
22	28.560	119.998	3.009	Pomme	12.615	22.539	334.246	318.332	0.810
23	26.074	119.999	3.305	Pomme	13.819	24.406	334.171	306.223	0.808
24	26.559	119.999	3.722	Pomme	13.078	24.019	334.170	298.692	0.807
25	29.067	120.000	2.444	Pomme	13.012	22.183	334.276	329.619	0.807
26	28.955	119.999	2.038	Pomme	13.575	22.288	334.313	337.931	0.807
27	27.360	120.000	4.051	Pomme	12.272	23.397	334.181	294.194	0.806
28	26.784	119.999	1.022	Pomme	16.239	23.979	334.417	359.776	0.801
29	25.018	119.999	3.226	Pomme	14.681	25.209	334.102	302.688	0.801
30	26.490	119.999	4.606	Pomme	12.379	24.029	334.126	278.269	0.798
31	31.761	30.845	5.496	Pomme	13.862	23.062	334.520	281.474	0.765
32	29.059	120.000	2.343	Patate	16.282	21.917	333.996	317.300	0.738
33	29.064	120.000	2.343	Patate	16.279	21.913	333.996	317.305	0.738
34	29.048	119.999	2.301	Patate	16.331	21.925	333.998	318.143	0.738
35	29.034	120.000	2.407	Patate	16.238	21.936	333.993	316.045	0.738
36	29.016	120.000	2.401	Patate	16.257	21.950	333.994	316.180	0.738
37	28.954	120.000	2.324	Patate	16.377	21.997	333.999	317.765	0.738
38	29.097	119.999	2.481	Patate	16.121	21.888	333.987	314.513	0.738
39	29.029	120.000	2.517	Patate	16.137	21.941	333.987	313.861	0.738
40	28.854	120.000	2.405	Patate	16.372	22.074	333.997	316.215	0.737
41	29.241	120.000	2.466	Patate	16.031	21.778	333.984	314.681	0.737
42	28.956	119.999	2.568	Patate	16.142	21.996	333.986	312.882	0.737
43	29.258	120.000	2.594	Patate	15.900	21.766	333.977	312.137	0.737
44	28.850	120.000	2.642	Patate	16.153	22.078	333.985	311.460	0.737
45	28.671	119.999	2.483	Patate	16.436	22.214	333.996	314.728	0.737
46	28.766	119.999	2.651	Patate	16.208	22.142	333.986	311.307	0.737
47	29.434	120.000	2.092	Patate	16.266	21.629	333.999	321.735	0.737
48	29.390	120.000	2.998	Patate	15.449	21.666	333.956	304.053	0.736
49	29.519	119.999	2.971	Patate	15.381	21.568	333.952	304.459	0.736
50	29.628	119.999	2.939	Patate	15.333	21.484	333.950	304.954	0.736
51	29.891	119.999	2.939	Patate	15.154	21.283	333.938	304.559	0.734
52	29.581	119.999	3.249	Patate	15.112	21.522	333.940	298.979	0.734
53	27.699	120.000	3.399	Patate	16.429	22.961	333.954	294.718	0.729
54	28.856	119.999	4.757	Patate	14.692	22.082	333.935	268.645	0.722
55	34.019	30.001	5.765	Patate	16.332	22.098	334.509	268.131	0.697
56	34.003	30.000	5.823	Patate	16.302	22.108	334.514	267.415	0.697
57	33.996	30.005	5.714	Patate	16.382	22.109	334.507	268.912	0.697
58	33.977	30.000	5.874	Patate	16.284	22.122	334.519	266.836	0.697
59	33.903	30.001	5.616	Patate	16.513	22.154	334.503	270.665	0.697
60	33.787	30.007	5.534	Patate	16.649	22.211	334.501	272.295	0.697
61	33.400	45.320	5.412	Patate	16.577	21.760	334.273	276.681	0.696

3.4. Analyse microbiologique

L'analyse microbiologie de nos échantillons de jus clarifié portée essentiellement sur les germes à déterminer dans un jus avant toutes consommations d'après la norme du codex Alimentarius. Sur 15 échantillons obtenus d'un prêt test d'analyse sensoriel (un test discriminatoire) porté sur 40 échantillons générés par le plan d'expérience ; donc le panel constitué des espères. Cette analyse portée également sur les jus produits suivant les procédés traditionnels présentés sur la figure1 ; le tableau 12 présente les résultats de cette analyse.

Tableau 12 : résultats analyses microbiologique

Échantillons Normes	Flore total (UFC/ml)	Escherichia Coli (UFC/ml)	Salmonella (UFC/ml)	Levures et Moisissures (UFC/ml)	Dilutions
VL en UFC/ml	1000	10	Absent	1000	10 ⁻⁴
Echantillons	00	00	Absent	00	10 ⁻⁴
DT1	8*10 ⁴	2*10 ⁴	Absent	00/4*10 ⁴	10 ⁻⁴
DT2	10*10 ⁴	4*10 ⁴	Absent	00/3*10 ⁴	10 ⁻⁴

DT1= procédé traditionnel du Nord ; DT2= procédé traditionnel du Extrême Nord ; échantillons= procédé amélioré ; VL = valeurs limites

Les résultats obtenus de nos échantillons montrent que les microorganismes sont absents dans nos jus ce qui nous permet de dire que la pasteurisation est très importante pour la production de ce jus d'anacarde. En comparaison aux résultats obtenus sur les échantillons produit suivant les procédés traditionnels on se rend compte que la charge microbienne de ces jus est importante soit 13*10⁴ et 17*10⁴ respectivement pour TD1 et TD2 ; ces valeurs sont très écartées de la norme ceci dire qu'une exposition aux intoxications alimentaire serait possible.

3.5. Analyse sensorielle

Les données de l'analyse sensorielle ont montré que les échantillons p19 (gel d'amidon de pomme de terre) et pt15 (gel d'amidon de patate douce) sont des meilleurs (figure 7). Ces échantillons ne présentent plus le goût astringent et ayant aspects très acceptables. Il reste a noté que sur le plan nutritionnel l'échantillons p19 présente un bon profil nutritionnel.

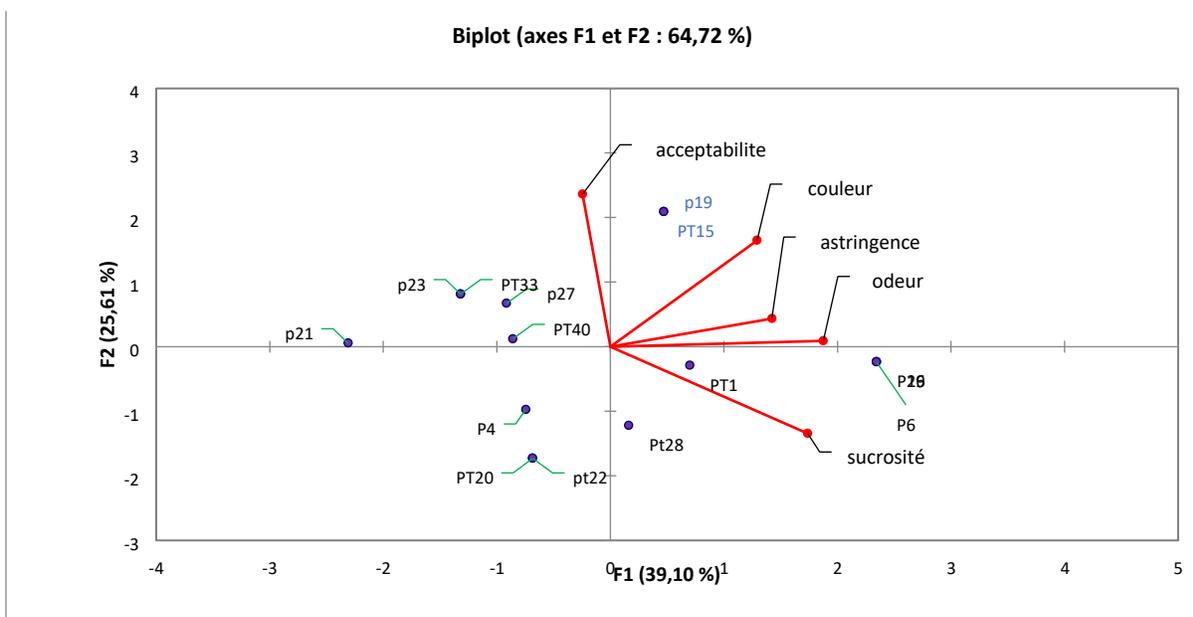


Figure 7. Résultat de l'ACP des données sensorielles

3.6. Analyses comparatives

Le procédé amélioré de production du jus anacarde comparé aux procédé traditionnels présente un jus plus acceptable par le panel (figure 7). Cette figure ressort l'impact des traitements apportés au jus d'anacarde ; nous pouvons ainsi faire allusion à la transmittance et ou turbidité qui montrent la clarté et la turbidité dans les jus ; très appréciable pour le jus amélioré par contre très largement trouble dans les jus traditionnellement obtenus. De même nous dirons aussi que les tanins ; les polyphénols totaux responsables du goût astringent ont été réduits, par contre les minéraux sont plus disponibles dans les jus améliorés car ceux-ci ont été complexés. La figure 8 donne une comparaison entre les composantes des jus produits par le procédé traditionnel et ceux obtenus par le procédé amélioré.

Il ressort de la figure 8 que le jus obtenu par le procédé amélioré présente les éléments chimiques très intéressants, comparés aux autres ; il est à constater que le sucre du jus amélioré est très appréciable que ceux traditionnellement produits ceci serait dû aux microorganismes très abondants dans ces jus et cependant ont consommé ces sucres d'où la fermentation rapide des jus ; une diminution du pH des jus traditionnellement obtenus. Par conséquent, le jus serait plus acide comparé au jus amélioré. La différence entre la concentration en tanins et en polyphénols totaux dans le jus d'anacarde amélioré est très faible comparées à ceux produits traditionnellement, mais ces concentrations restent néanmoins importantes. Par ailleurs, le jus d'anacarde amélioré présente un bon profil nutritionnel et organoleptique en perdant son goût astringent et la formation des colloïdes (du trouble) dans le milieu.

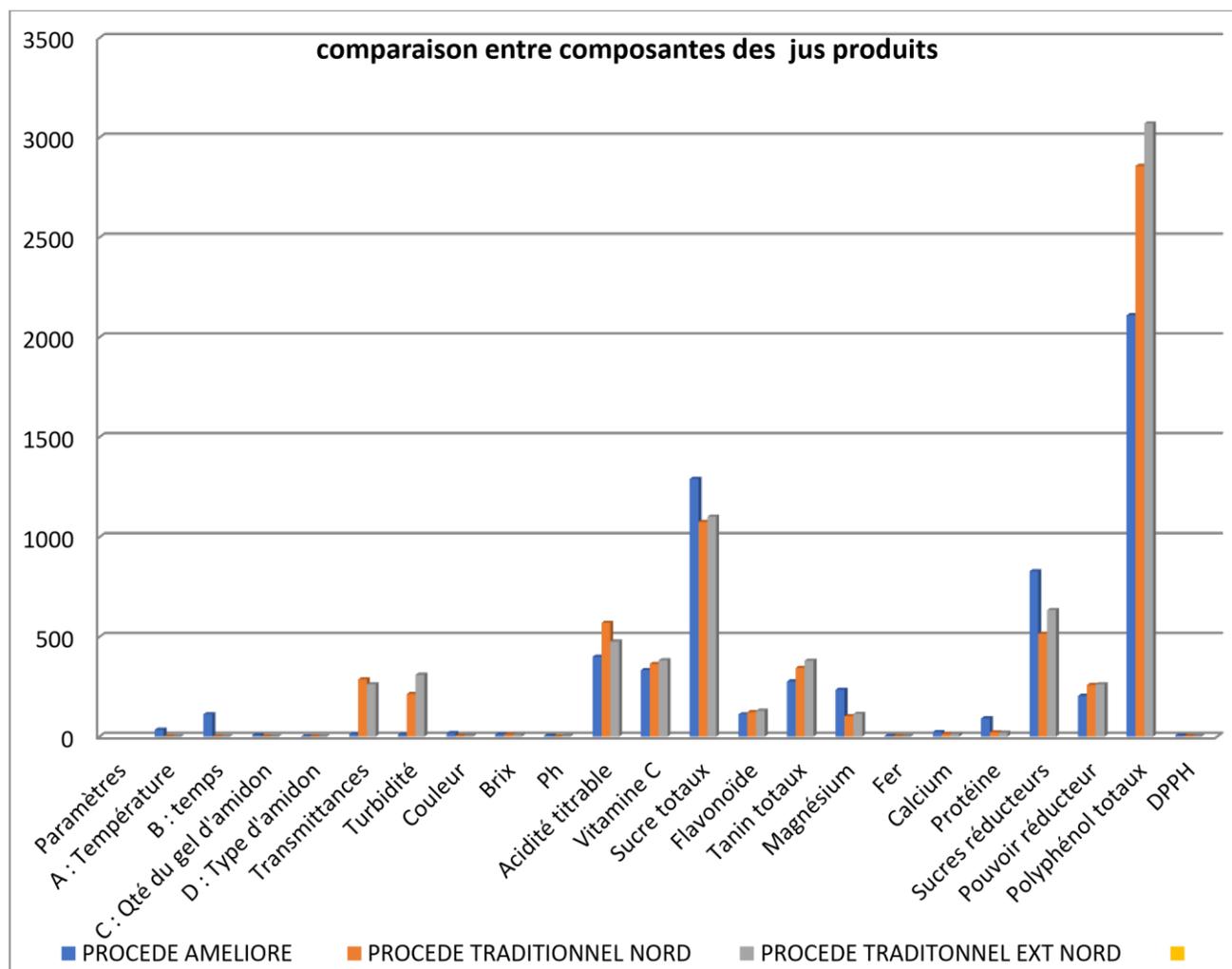


Figure 8. Comparaison entre composantes des jus produits par le procédés traditionnels et le procédé amélioré

La transmittance et la turbidité de ce jus montrent tout de même que le jus amélioré comparé aux jus traditionnellement produits contient encore plus de particules en suspension qui se déposeront plus tard et influenceront par conséquent la qualité du jus. Le gel d’amidon a eu la capacité de réduire par absorption ces molécules et particules dans le jus améliorant ainsi leur qualité.

4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L’objectif principal de ce travail était d’améliorer le procédé de production du jus de pomme d’anacarde (*Anacardium Occidentale* L.). Après les opérations de préparations du fruit jusqu’à l’obtention de la pomme d’anacarde, nous avons procédé à un blanchiment à vapeur bouillante durant 5 minutes. Ensuite, les opérations unitaires mécaniques ont été utilisées jusqu’à l’obtention du jus brut d’anacarde qui a subi une clarification à l’aide d’une membrane filtrante constituée du gel poreux d’amidon. Les résultats obtenus avec les gels d’amidon de patate et de pomme sont tout de même satisfaisants, car le jus obtenu présente une turbidité améliorée comparée aux procédés traditionnels, avec un accent sur les opérations de blanchiment, de pasteurisation et de conditionnement. Le gel à base de l’amidon de pomme, donne une meilleure turbidité

comparée à celui du gel fait à base d'amidon de patate. Sur le plan physicochimique, les gels fait à base d'amidon de patate douce conservent mieux les éléments comparés au gel fait à base de pomme. La proportion moyenne du gel d'amidon de pommes donnant le résultat optimal est de 2,7 % du volume du jus d'anacarde à clarifier et de 2,4 % pour l'amidon de patate douce, durant 120 minutes à environ 28 °C.

5. REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'Équipe « Développement des équipements et outils informatiques / Energies / Procédés / Transformations agro-alimentaires et chimiques » (DEPT) dirigée par Pr Yvette JIOKAP NONO, du Laboratoire LASE de l'IUT de l'Université de Ngaoundéré, pour l'aide apportée dans le traitement des données du plan d'expérience.

6. CONFLITS D'INTÉRÊT

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt.

7. RÉFÉRENCES

- AFNOR, 1982. Recueil des normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes. Jus de fruits. 1ère éd., Paris la défense (France).
- AFNOR, 1984. Recueil de normes françaises. Produits agricoles alimentaires : directives générales pour le dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl. AFNOR, Paris (France).
- AOAC, 1975. Methods of analysis of the association of Official Analytical Chemists, 10th ed. AOAC, Washington, DC.
- Athamena S., Chalghem I., Kassah-Laouar A., Laroui S. and Khebri S., 2010. Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, **11**(1), 69–81.
- CODEX STAN 247-2005. Codex Alimentarius, norme alimentaires internationales, Norme générale pour les jus et nectars de fruit
- Devani M.B., Shishoo J.C., Shal S.A. and Suhagia B.N., 1989. Spectrophotometric method for microdetermination of nitrogen in Kjeldahl digest. *JAOAC*, **76**(6), 953–956
- Diakabana Philippe, Simon C. Kobawila, V. Massengo, Delphin Louembé, 2013. Effet du degré de maturation sur la cinétique de fermentation éthylique de la pulpe de mangue cultivar BOKO. *Cameroon Journal of Experimental Biology*, **9**(1), 1–8. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/cajeb.v9i1.1>
- Dossou J., 2008. Concentration par microfiltration tangentielle et caractérisation d'extraits caroténoïdiques de pomme de cajou. Institut des régions chaudes. Montpellier, SupAgro. Master Recherche, 67p.

- Dossou J., 2014. Développement de paquet technologique innovant pour la valorisation de la pomme de cajou et l'amélioration du bien-être humain et des revenus des producteurs d'anacarde. Faculté des Sciences Agronomiques (FSA), Université d'Abomey-Calvari (UAC), Bénin, 16p.
- Gbohaida V., Issiakou Mossi, Adjou Euloge S., Pascal Agbangnan C., D., Sohounhloùé Dominique C. K. 2015a. Caractéristique physicochimique des différentes variétés de pomme de cajou produites au Bénin. Conférence : *Vème Colloque des Sciences, Cultures et Technologies*, UAC, 28 septembre au 03 octobre 2015.
- Gbohaida V., Issiakou Mossi, Adjou Euloge S., Pascal Agbangnan, Yehouenou Boniface B., Sohounhloùé Dominique C.K., 2015b. Morphological and Physicochemical Characterizations of Cashew Apples from Benin for their use as Raw Material in Bioethanol Production. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, **35**(2), 7–11.
- IRAD, GIZ, 2014. Analyse de la filière anacarde au Nord Cameroun : situation actuelle et perspective de développement, 37p.
- Lautié E., Dornier M., De Souza F. & Reynes M., 2001. Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marchés, *Fruits*, 56, 235–248.
- Mapongmetsem Pierre Marie , Djoumessi Marie Constantine, Yemele Tonleu Myriam, Guidawa Fawa, and Noubissie Tchiagam, 2012. Domestication de *Vitex doniana* Sweet. (Verbenaceae): influence du type de substrat, de la stimulation hormonale, de la surface foliaire et de la position du nœud sur l'enracinement des boutures unimodales. *Journal of Agriculture and Environment for International Development - JAEID2012*, **106**(1), 23–45.
- Marigo G., 1973. Sur une méthode de fractionnement et d'estimation des composés phénoliques sur les végétaux. *Analysis*, **2**(2), 106–110.
- Muhammad Siddiq, Joseph F. Arnold', Nirmal K. Sinha and Jerry N. Cach, 1994. Effect of polyphenol oxidase and its inhibitors on anthocyanin changes in plum juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, **18**(1), 75–84. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.1994.tb00243.x>
- Oyaizu M., 1986. Studies on products of browning reaction. *The Japanese journal of nutrition and dietetics*, **44**(6), 307–315.
- Rodier J., 1978. L'analyse de l'eau : chimie, physico – chimie, bactériologie, biologie. 6^{ème} éd., Dunod Technique, Paris (France).
- Soro D., 2008. Concentration par microfiltration tangentielle et caractérisation d'extraits caroténoïdiques de pomme de cajou. Institut des régions chaudes. Montpellier, SupAgro. Master Recherche Naval, 67p.
- Soro D., 2012. Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse, MONTPELLIER SUPAGRO, Spécialité Génie des Procédés, École doctorale : Sciences des Procédés-Sciences des Aliments, 156p.