

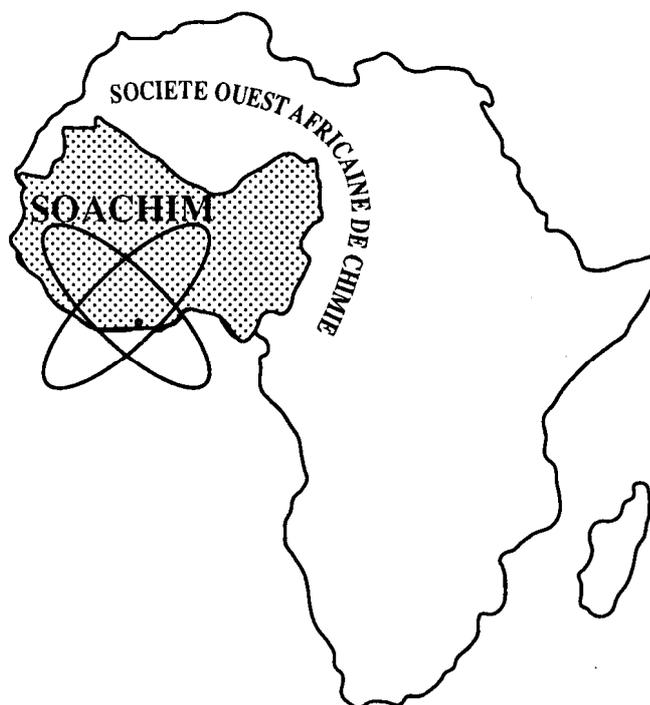
*Optimisation de la torréfaction des tourteaux de graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) par la méthode des surfaces de réponses*

**Alioune Sow, Mady Cissé, Nicolas Cyrille Mensah Ayessou,
Omar Ibn Khatab Cissé, Khadim Niane, Mama Sakho, Codou Mar Diop**

Journal de la Société Ouest-Africaine de Chimie

J. Soc. Ouest-Afr. Chim.(2018), 045 : 42 - 48

23^{ème} Année, Juin 2018



ISSN 0796-6687

Code Chemical Abstracts : JSOCF2

Cote INIST (CNRS France) : <27680>

Site Web: <http://www.soachim.org>

Optimisation de la torréfaction des tourteaux de graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) par la méthode des surfaces de réponses

Alioune Sow, Mady Cissé*, Nicolas Cyrille Mensah Ayessou, Omar Ibn Khatab Cissé, Khadim Niane, Mama Sakho, Codou Mar Diop

Laboratoire d'Electrochimie et des Procédés Membranaires (LEPM), ESP-UCAD, Dakar
Centre d'Etudes sur la Sécurité alimentaire et les Molécules fonctionnelles (CESAM-RESCIF), ESP-UCAD, Dakar

(Reçu le 29/08/2017 – Accepté après corrections le 11/08/ 2018)

Résumé : L'objectif de l'étude est de définir les conditions optimales de torréfaction des tourteaux de graines de baobab déshuilés pour la production de « café de baobab » moulu. Un plan composite centré a été utilisé pour évaluer les effets de la température et du temps de torréfaction sur le potentiel antioxydant et la couleur du « café de baobab ». Pour la torréfaction, la température et le temps ont été variés respectivement de 200 à 220 °C et de 10 à 20 minutes. Des modèles de régression multiple ont été développés avec la méthodologie de surfaces de réponses (RSM). Les résultats visualisés avec les graphiques des surfaces de réponses montrent que la température et le temps influencent significativement les réponses enregistrées. Les conditions optimales de torréfaction des tourteaux de graines de baobab déshuilés pour l'élaboration du « café de baobab » sont de 204,13 °C et 14,51 minutes. Dans ces conditions, la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur prédits ont été respectivement de 3,858 mgGAE.g⁻¹, 52,36 % et 11,39.

Mots-clés : *Adansonia digitata* L. ; graine ; tourteaux ; torréfaction ; café de baobab

Optimization of the roasting of baobab seeds cake (*Adansonia digitata* L.) using the response surfaces methodology

Abstract : The objective of the study is to define the optimum conditions for the roasting of removed oil cake seed for the production of ground baobab coffee. A central composite design was used to evaluate the effects of roasting temperature and time on the antioxidant potential and color of baobab coffee. For roasting, the temperature and time were varied respectively from 200 to 220 °C and from 10 to 20 minutes. Multiple regression models have been developed with the response surface methodology (RSM). The results visualized with the response surface graphs show that temperature and time significantly influence recorded responses. The optimum roasting conditions of the removing oil cake seeds for the production of baobab coffee are 204.13 °C and 14.51 minutes respectively for temperature and time. Under these conditions, the predicted polyphenol content, free radical scavenging and color difference were 3.858 mgGAE.g⁻¹, 52.36 % and 11.39, respectively.

Keywords : *Adansonia digitata* L. ; seeds; cake ; roasting ; baobab coffee

* Correspondance, courriel : mady.cisse@ucad.edu.sn

1. Introduction

Les graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) renferment des concentrations très importantes en termes de protéines (18,4 %), de lipides (12,2 %) et de glucides (45,1 %) [1] et sa valeur énergétique est estimée entre 381,53 et 462,60 kcal/100g [2-4]. Nkafamiya *et al.* [5] avaient reporté des éléments minéraux avec une prédominance du potassium, du calcium et du magnésium. Certains éléments minéraux comme le zinc, le fer et le cuivre ont été mentionné avec des teneurs faibles [1, 5]. Haddad [6] signale la présence des vitamines B1, B2 et B3. Dans les graines où tous les acides aminés essentiels sont présents, les majoritaires sont l'acide glutamique, l'acide aspartique, la leucine et la glycine [1, 7]. Cependant, l'arginine, la méthionine et le tryptophane sont les moins représentés [7]. Par ailleurs, les graines de baobab renferment des composés phénoliques solubles parmi lesquels l'acide cinnamique, l'acide caféique, le quercétine et le catéchine [8]. En raison de leurs teneurs en acide caféique, les graines de baobab torréfiées donnent un succédané du café [8, 9]. Ainsi, le « café de baobab », utilisé comme café de substitution, connaît dans certaines régions d'Afrique une utilisation croissante. Cependant, la torréfaction des graines de baobab, à ce jour, ne bénéficie pas des procédés conformes aux réglementations. Les industriels du café estiment la torréfaction comme l'étape primordiale qui permet de développer l'arôme, la flaveur et le goût. Par conséquent, ils préconisent la maîtrise de cette technique pour répondre aux exigences et réglementations régissant le café. Pour cela, la torréfaction des tourteaux de graines de baobab en lieu et place des graines de baobab permettrait d'éliminer l'arrière-goût induit par la teneur en huile importante des graines. Ainsi, l'utilisation des tourteaux pour la production de café doit être optimisée pour se rapprocher au mieux des caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques du café conventionnel. Ces dernières années, la méthode de surface de réponse est largement employée car permettant d'obtenir le maximum de renseignements avec le minimum d'expérimentations. Ainsi, cette méthodologie a été utilisée à travers plusieurs études pour la détermination des conditions optimales de torréfaction du café robusta [10], du café arabica [11], du café de maïs [12], de graine de sésame [13], et d'extraction de l'huile de moringa [14], de l'huile de hemp [15] et de jus de calices de roselle séchés [16]. Lors de l'opération de torréfaction habituelle du café robusta, les paramètres tels que l'humidité, l'activité de l'eau, l'activité antioxydante, les

polyphénols totaux, l'acide chlorogénique, la teneur en trigonelline et la couleur (L^* , a^* , b^*) [17] sont suivis. Ainsi, l'objectif de cette étude est de définir les conditions optimales de torréfaction des tourteaux de graines de baobab permettant de mieux préserver le potentiel antioxydant et la couleur du « café de baobab ». Par conséquent, les effets de la température et du temps de torréfaction ont été évalués avec la méthodologie de surfaces de réponses (RSM).

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Les tourteaux graines de baobab (*Adansonia digitata* L.) utilisés ont été obtenus auprès de l'entreprise Baobab Des Saveurs (BDS), spécialisée dans la valorisation des matières premières africaines. Par ailleurs, ces tourteaux de baobab proviennent de graines issues de fruits collectés en 2017 dans la localité de Bignona (12°45'0" Nord et 16°30'0" Ouest), du Sénégal.

2.2. Plan d'expérience et analyse statistique

La méthodologie des surfaces de réponses a été utilisée afin d'étudier l'effet des facteurs indépendants de torréfaction des tourteaux de baobab à savoir la température (X_1) et le temps (X_2) sur la teneur en polyphénols (Y_1), l'activité anti-radicalaire (Y_2) et l'écart de couleur (Y_3) des cafés de baobab produits. Le plan d'expériences sélectionné est un plan composite centré et étoilé comportant dix (10) essais avec l'échantillon prélevé (**Tableau I**). Pour cela, la température (X_1) et le temps (X_2) ont varié respectivement de 200 à 220 °C et de 10 à 20 minutes. Ces deux facteurs expérimentaux sont relativement proches de ceux utilisés dans la torréfaction conventionnelle du café. Chaque facteur expérimental avait cinq (5) niveaux (-1,414 ; -1,0 ; 0,0 ; 1,0 ; 1,414). Aussi, le plan en un bloc a été sélectionné et l'ordre des expériences a été randomisé. Le modèle par défaut est quadratique avec six (6) coefficients. Pour exprimer les réponses observées en fonction des facteurs expérimentaux, le modèle polynomial de second ordre a été retenu et s'écrit suivant l'équation (1) :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 \quad (1)$$

Où β_0 est la constante, β_1 et β_2 sont les coefficients linéaires, β_{11} et β_{22} sont les coefficients quadratiques, et β_{12} est le coefficient d'interaction. Par ailleurs, le plan d'expériences, les coefficients de régression des modèles, les analyses de variances et les graphiques ont été réalisés et/ou déterminés au

moyen du logiciel dénommé Statgraphics Centurion XVI (version 16.2.04). Aussi, les résultats du plan d'expérimentation représentent les moyennes d'analyses réalisées en triplicata.

Tableau I : Variables codées et réelles du plan d'expériences pour l'optimisation de la torréfaction des tourteaux de graines de baobab

Numéro d'expérience	Température (°C, X ₁)		Time (min, X ₂)	
	Valeurs		Valeurs	
	Codées	réelles	Codées	réelles
1	1,414	224	0,0	15
2	-1,0	200	-1,0	10
3	-1,414	196	0,0	15
4	-1,0	200	1,0	20
5	0,0	210	0,0	15
6	1,0	220	-1,0	10
7	0,0	210	0,0	15
8	1,0	220	1,0	20
9	0,0	210	1,414	22
10	0,0	210	-1,414	8

2.3. Torréfaction des tourteaux de graines de baobab

La torréfaction des tourteaux de graines de baobab a été réalisée au moyen d'une étuve (marque Memmert). Au préalable, la température de l'étuve a été portée à la température souhaitée. Une fois cette température atteinte, une masse de tourteaux déshuilés a été introduite et étalée rapidement en une couche mince sur du papier aluminium. Après cette étape, l'étuve a été fermée correctement. Pour chaque barème, le chronomètre a été déclenché lorsque la sonde intégrée à l'étuve ait affiché la température de torréfaction expérimentale souhaitée. Les tourteaux torréfiés ont été sortis de l'étuve aussitôt la durée atteinte et refroidis à la température ambiante. Ainsi, le café de baobab obtenu a été broyé à l'aide d'un moulin à couteaux (Moulinex de type AR 11) puis passées à un tamis de maille 1mm, conditionné puis conservé dans un endroit sec avant le début des analyses.

2.4. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux est déterminée selon la méthode décrite par Georgé *et al.* [18]. Au préalable, une masse de 0,10 g de café de baobab moulu a été pesée, à 0,0001g près, dans un bécher de 100 mL. Pour extraire les polyphénols totaux, un volume de 10 mL d'un mélange acétone/eau (70 : 30, v/v) a été ajouté à cette masse puis agité pendant 30 minutes à la température ambiante. Un volume de 50 µL d'extrait a été prélevé et mélangé à un volume de 450 µL d'eau distillée. Pour cela, trois tubes à vis ont été réquisitionnés pour le dosage de chaque échantillon. Un volume de 2,5 mL de réactif de Folin-Ciocalteu, diluée au dixième (1/10^{ème}), a été ajouté dans chacun des tubes à vis. Ces tubes ont

été agités au Vortex puis incubés pendant deux minutes à la température ambiante. Après ce temps, une quantité de 2,5 mL d'une solution aqueuse de carbonate de sodium (75 g.L⁻¹) a également été versée dans chaque tube à vis. Ces derniers agités à nouveau au Vortex ont été bouchés puis placés dans un bain-marie (Memmert) à 50 °C pendant 15 minutes. Aussitôt refroidis avec de l'eau froide, les absorbances ont été mesurées à 760 nm contre de l'eau distillée grâce à un spectrophotomètre UV (SPECORD 200 PLUS).

2.5. Détermination de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante a été évaluée avec le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) suivant la méthode rapportée par Oliveira *et al.* [19] avec quelques ajustements. Une masse de 0,10 g de café de baobab a été diluée dans un volume de 25 mL de méthanol permettant d'obtenir une solution de concentration 4000 µg.mL⁻¹. Après dilution, la solution utilisée avait une concentration de 640 µg.mL⁻¹. Ainsi, 2,7 mL de DPPH (40 µg.mL⁻¹) préparés dans le méthanol ont été introduits dans un tube à essais contenant 0,3 mL de la solution. Le mélange a été agité pendant cinq (5) minutes, puis incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 30 minutes. Après cette période d'incubation, l'absorbance a été lue à 517 nm contre un blanc (0,3 mL de la solution et 2,7 mL de méthanol) à l'aide d'un spectrophotomètre UV (SPECORD 200 PLUS). L'absorbance du control (0,3 mL de DPPH et 2,7 mL de méthanol) est déterminée à cette longueur d'onde. Cette activité est comparée à un antioxydant témoin (quercétine). L'activité anti-radicalaire est exprimée en pourcentage de DPPH réduit suivant l'équation 2 :

$$AAR (\%) = \frac{Absorbance_{contrôle} - Absorbance_{échantillon}}{Absorbance_{contrôle}} \quad (2)$$

2.6. Détermination de la couleur

Un colorimètre (CM-5, Konica Minolta Sensing Americas Inc., US) a été utilisé pour déterminer les paramètres de couleurs L*, a*, b*, ΔE des différents cafés de baobab. La composante L* indiquant la clarté ou luminance varie du noir au blanc ; la composante a* correspond au couple antagoniste vert-rouge ; la composante b* correspond au couple antagoniste bleu-jaune ; ΔE correspond à l'écart de couleur. Au préalable, le calibrage a été effectué au moyen des tourteaux non torréfiés (L₀ = 51,40 ; a₀ = 3,62 ; b₀ = 6,76). L'écart de couleur est calculé à partir de l'équation 3 :

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2} \quad (3)$$

3. Résultats et Discussion

3.1. Analyse statistique

Les résultats d'analyses sont consignés dans le **Tableau II** et l'analyse des variances dans les **Tableaux III, IV** et **V**. A la lecture du tableau II, il ressort que la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur ont variés respectivement de 1,303 à 4,92 mgGAE.g⁻¹ ; 11,914 à 57,321 % ; 7,015 à 13,948. La température (X₁) et

le temps (X₂) sont les facteurs influençant de façon significative la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante à un niveau de confiance de 95 %. Pour l'écart de couleur, le facteur température de torréfaction a été noté avec un effet significatif. Cependant, il ressort de ces tableaux que toutes les contributions quadratiques (X₁², X₂²) ainsi que l'interaction (X₁X₂) n'ont pas d'impact significatif sur la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur.

Tableau II : Résultats pour la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur observés avec le plan composite centré

Numéro d'expérience	Observé			Désirabilité	
	Polyphénols mgGAE.g ⁻¹	DPPH (%)	ΔE	Observé	Prévu
1	2,869	17,728	11,335	0,327927	0,379794
2	1,303	11,914	13,948	0,0	0,186207
3	4,92	30,912	11,969	0,651046	0,536518
4	3,091	47,548	12,199	0,657248	0,670298
5	1,52	26,966	10,301	0,265597	0,0
6	4,594	57,321	7,015	0,428682	0,0
7	3,046	45,335	13,551	0,683854	0,670298
8	4,744	49,908	7,256	0,44978	0,598274
9	1,869	12,37	11,049	0,105492	0,332468
10	4,008	48,856	8,791	0,566014	0,522842

Tableau III : Analyse de la variance pour Polyphénols

Source	Somme des carrés	DDL	Moyenne quadratique	Rapport F	Probabilité
X ₁	12,4812	1	12,4812	49,89	0,0021
X ₂	2,03802	1	2,03802	8,15	0,0462
X ₁ ²	0,0526447	1	0,0526447	0,21	0,6702
X ₁ X ₂	0,701406	1	0,701406	2,80	0,1694
X ₂ ²	0,0190163	1	0,0190163	0,08	0,7964
Erreur totale	1,00064	4	0,250161		
Total (corr.)	16,276	9			

R² = 0,93852 ; R² ajusté = 0,861671 ; Erreur-type d'estimation = 0,500161

Tableau IV : Analyse de la variance pour l'activité anti-radicalaire DPPH

Source	Somme des carrés	DDL	Moyenne quadratique	Rapport F	Probabilité
X ₁	1181,42	1	1181,42	25,81	0,0071
X ₂	588,163	1	588,163	12,85	0,0231
X ₁ ²	229,974	1	229,974	5,02	0,0885
X ₁ X ₂	317,677	1	317,677	6,94	0,0579
X ₂ ²	239,812	1	239,812	5,24	0,0840
Erreur totale	183,123	4	45,7807		
Total (corr.)	2601,26	9			

R² = 0,929602 ; R² ajusté = 0,841605 ; Erreur-type d'estimation = 0,0676614

Tableau V : Analyse de la variance pour le changement de couleur ΔE

Source	Somme des carrés	DDL	Moyenne quadratique	Rapport F	Probabilité
X ₁	18,2449	1	18,2449	10,60	0,0312
X ₂	6,33124	1	6,33124	3,68	0,1276
X ₁ ²	6,13794	1	6,13794	3,57	0,1320
X ₁ X ₂	8,96404	1	8,96404	5,21	0,0846
X ₂ ²	10,3169	1	10,3169	5,99	0,0706
Erreur totale	6,88383	4	1,72096		
Total (corr.)	52,2868	9			

R² = 0,688345 ; R² ajusté = 0,703776 ; Erreur-type d'estimation = 1,31185

3.2. Effets de la température et du temps

Les coefficients de régression des modèles développés sont listés dans le **Tableau VI**. Les surfaces de réponse ainsi que les contours des surfaces pour la teneur en polyphénols, l'activité antiradicalaire DPPH et l'écart de couleur des cafés de baobab élaborés sont présentés par la **Figure 1**. La teneur en polyphénols est liée linéairement à la température de torréfaction ($p < 0,05$) et au temps ($p < 0,05$), et les effets quadratiques et d'interaction sont insignifiants. Les résultats renseignent aussi que la teneur en polyphénols diminue avec l'augmentation de la température et du temps de torréfaction. En effet, les composés phénoliques sont détruits aux températures cuisson^[20]. Lors de ces essais, la teneur en polyphénols la plus élevée a été obtenue avec une température de torréfaction de 196,0 °C et un temps de torréfaction de 22,0 min (**Figure 1**). Les composés phénoliques seraient associés à la texture et à la qualité sensorielle des cafés. En effet, selon Votavová *et al.*^[17], les réactions pyrolytiques commencent à 190 °C en provoquant l'oxydation, la réduction, l'hydrolyse, la polymérisation, la décarboxylation et de nombreux autres changements chimiques. Elles conduisent à la formation de substances essentielles caractérisant les qualités sensorielles du café.

Tableau VI : Coefficients de régression des polynômes de second degré entre les conditions de torréfaction et la qualité des « cafés de baobab ».

Coefficient	Polyphénols (Y ₁)	DPPH (Y ₂)	ΔE (Y ₃)
β_0	53,0836	-2344,03	-647,267
β_1	-0,456426	26,2781	5,53023
β_2	1,5789	-30,3496	8,29215
β_{12}	0,00108694	-0,0718235	-0,0117365
β_{11}	-0,008375	0,178235	-0,02994
β_{22}	0,00261307	-0,293443	-0,0608645

Tout comme la teneur en polyphénols, l'activité antioxydante est inversement proportionnelle à la température de torréfaction ($p < 0,05$) et au temps ($p < 0,05$), mais les effets quadratiques et d'interaction sont insignifiants. Aussi, l'activité antioxydante la plus élevée a également été notée pour une température et un temps de torréfaction de 196,0 °C et 8,0 minutes. Ces valeurs restent très proches de celles rapportées par Chung *et al.*^[11] sur des graines de café (*Coffea arabica* L.) torréfiées qui étaient de 182 °C et 7 minutes. Ces résultats confirment l'existence d'une corrélation entre la teneur en composés phénoliques et l'activité anti-radicalaire^[12, 21]. Néanmoins, les deux surfaces de réponse ne présentent pas les mêmes allures (**Figures 1 et 2**).

L'explication viendrait du qu'à l'issue de la torréfaction, les propriétés antioxydantes du café peuvent être maintenues ou améliorées avec l'apparition de composés possédant une activité antioxydante comme les produits de réaction de Maillard^[22].

L'écart de couleur est linéairement lié à la température de torréfaction ($p < 0,05$). Aussi, l'effet quadratique ainsi que l'effet d'interaction n'ont pas été significatifs. Cet écart de couleur s'est accentué avec l'augmentation de la température de torréfaction. : le plus élevé a été enregistré pour une température de torréfaction de 216,69 °C et un temps de torréfaction de 14,82 min (**Figure 3**).

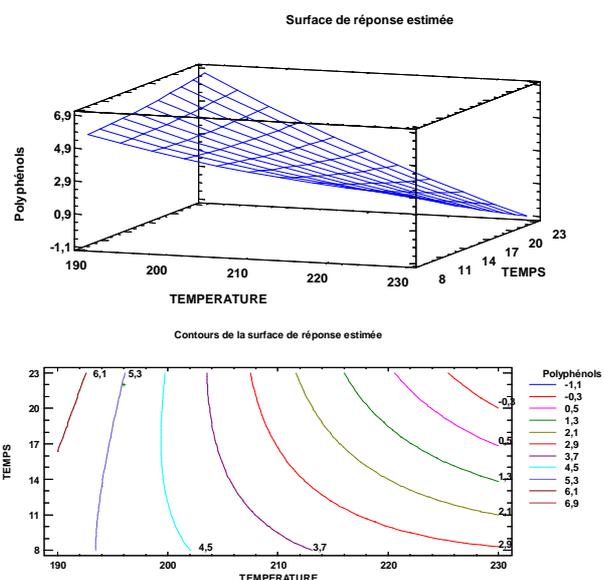


Figure 1 : Surface de réponse estimée (A) et contours de la surface de réponse estimée (B) pour la teneur en polyphénols

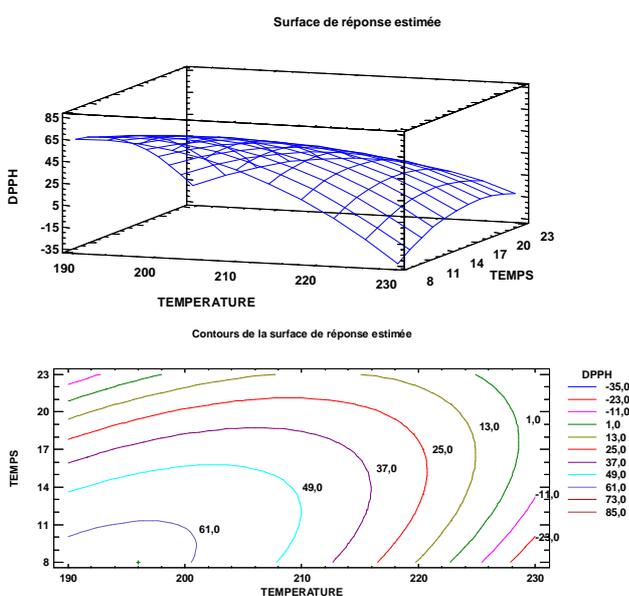


Figure 2 : Surface de réponse estimée (A) et contours de la surface de réponse estimée (B) pour l'activité anti-radicalaire DPPH

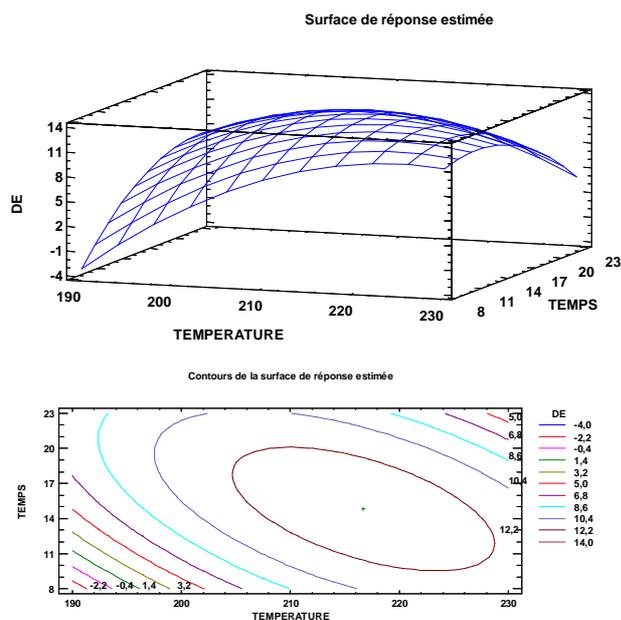


Figure 3 : Surface de réponse estimée (A) et contours de la surface de réponse estimée (B) pour l'écart de couleur

3.3. Optimisation des conditions de torréfaction

Les conditions de torréfaction des tourteaux de graines de baobab pour l'élaboration de « café de baobab » seraient considérées comme optimales lorsque la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur atteignent des valeurs maximales. Ainsi, la température et le temps de torréfaction optimale ont été obtenus par la superposition des courbes de contour des réponses. La **Figure 4** montre la zone des conditions optimales de torréfaction pour la production de café à base de tourteaux de graines de baobab. Les résultats montrent que la température et le temps de torréfaction optimale pour élaborer le café de baobab sont de 204,13 °C et 14,51 minutes. Ces conditions de torréfaction (204°C/15 min) ont été utilisées pour produire du café de baobab. Dans ces conditions, la teneur en polyphénols, l'activité anti-radicalaire et l'écart de couleur prédits du modèle ont été respectivement de 3,858 mg.g⁻¹, 52,36 % et 11,39.

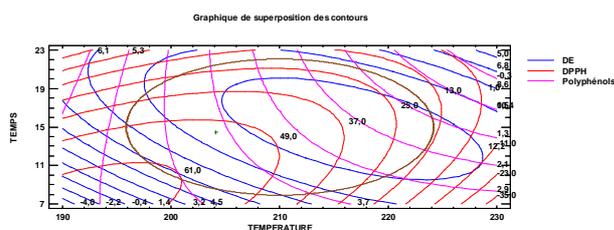


Figure 4 : Graphique de superposition des contours de surfaces de réponses de l'écart de couleur, l'activité anti-radicalaire et la teneur en polyphénols lors de torréfaction des tourteaux de baobab.

4. Conclusion

Dans cette étude, les paramètres de torréfaction des tourteaux graines de baobab pour l'obtention d'un substitut du café « café de baobab » ont été déterminés. Ils permettent de maintenir de bonnes caractéristiques biochimiques et fonctionnelles du produit obtenu notamment en termes d'activités anti radicalaires. La maîtrise du procédé garantit la mise à disposition d'un nouveau produit stable. L'identification et la quantification des composés aromatiques et l'évaluation hédonique à travers des tests sensoriels et consommateurs sont des étapes nécessaires pour une adhésion à grande échelle des consommateurs de ce nouveau produit.

Remerciements

Nous remercions l'entreprise Baobab des Saveurs spécialisée dans la transformation des fruits locaux pour avoir fourni les graines de baobab et sa participation aux divers travaux de recherche de l'équipe.

Références

- [1] Osman MA. Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility. *Plant Food Hum. Nutr.* (2004), 59, 29-33.
- [2] Ibrahim H, Ameru MO, Onwuka JC, Atolaiye BO, Muhammad J. Amino acid composition of pulp and seed of baobab (*Adansonia digitata* L.). *FUW Trends Sci. Technol. J.* (2016) 1, 74-79.
- [3] Danbature WL, Fai FY, Usman A, Patrick A. Nutritional evaluation of baobab seed. *Int. J. Res. Agric. Food Sci.* (2014) 2, 44-48.
- [4] Ezeagu IE. Baobab (*Adansonia digitata* L.) seed protein utilization in young albino rats: biochemical ingredients and performance characteristics. *Anim. Res. Int.* (2005) 2, 301-305.
- [5] Nkafamiya II, Osemeahon SA, Dahiru D, Umaru HA. Studies on the chemical composition and physicochemical properties of the seeds of baobab (*Adansonia digitata*). *Afr. J. Biotech.* (2007) 6, 756-759.
- [6] Haddad C. *Fruitiers sauvages du Sénégal*. Thèse de doctorat de l'université de pharmacie Montpellier I, Montpellier, France, 2000.
- [7] Bamalli Z, Mohammed AS, Ghazali HM, Karim R. Baobab Tree (*Adansonia digitata* L) Parts: Nutrition, Applications in Food and Uses in Ethno-medicine - A Review. *Ann. Nutr. Disord. Ther.* (2014) 1, 1-9.
- [8] Salih NK-EM, Yahia EM. Phenolics and fatty acids compositions of vitex and baobab seeds used as coffee substitutes in Nuba Mountains, Sudan. *Agric. Biol. J. N. Am.* (2015) 6, 90-93.
- [9] Diop AG, Sakho M, Dornier M, Cissé M, Reynes M. Le baobab africain (*Adansonia digitata* L): principales caractéristiques et utilisations. *Fruits* (2005) 61, 55-69.
- [10] Mendes LC, Menezes HC, Aparecida M, Silva AP. Optimization of the roasting of robusta coffee (C.

- canephora conillon*) using acceptability tests and RSM. Food Qual. Prefer. (2001) 12, 153-162.
- [11] Chung H-S, Kim D-H, Youn K-S, Lee J-B, Moon K-D. Optimization of roasting conditions according to antioxidant activity and sensory quality of coffee brews. Food Sci. Biotechnol. (2013) 22, 23-29.
- [12] Youn K-S, Chung H-S. Optimization of the roasting temperature and time for preparation of coffee-like beverage using the response surface methodology. Food Sci. Technol. (2012) 46, 305-310.
- [13] Kahyaoglu T, Kaya S. Determination of optimum processing conditions for hot-air roasting of hulled sesame seeds using response surface methodology. J. Sci. Food Agric. (2006) 86, 1452-1459.
- [14] Mani S, Jaya S, Vadivambal R. Optimization of Solvent Extraction of Moringa (*Moringa Oleifera*) Seed Kernel Oil Using Response Surface Methodology. Food Bioprod. Process. (2007) 85, 328-335.
- [15] Kostić MD, Joković NM, Stamenković OS, Rajković KM, Milić PS, Veljković VB. Optimization of hempseed oil extraction by n-hexane. Ind. Crop. Prod. (2013) 48, 133-143.
- [16] NGouadjo LC, Youmssi A, Desogbo ZSC, Kayem J. Optimisation de l'extraction des jus des calices séchés de roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). Int. J. Innov. Appl. Studies (2013) 2, 500-511.
- [17] Votavová L, Voldřich M, Ševčík R, Čížková H, Mlejnecká J, Stolař M, Fleišman T. Changes of antioxidant capacity of robusta coffee during roasting. Czech J. Food Sci. (2009) 27, S49-S52.
- [18] Georgé S, Brat P, Alter P, Amio MJ. Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. J. Agric. Food Chem. (2005) 53, 1370-1373.
- [19] Oliveira RT, Junior JM, Nascimento DV, Stefani R. Phytochemical screening and comparison of DPPH radical scavenging from different samples of coffee and Yamba Mates beverages. Int. J. Sci. Res. Publ. (2014) 4, 5, 1-7.
- [20] Wani SM, Riyaz U, Wani TA, Ahmad M, Gani A, Masoodi FA, Dar BN, Nazir A, Mir SA. Influence of processing on physicochemical and antioxidant properties of apricot (*Prunus armeniaca* L. variety *Narmo*). Cogent Food Agric. (2016) 2, 1-12.
- [21] Djeddi S, Yannakopoulou E, Papadopoulos K, Skaltsa H. Activités anti-radicalaires de l'huile essentielle et des extraits bruts de *Thymus numidicus* Poiret., Algérie. Afr. Sci. (2015) 11, 58-65.
- [22] Castillo MD, Ames JM, Gordon MH. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. J. Agric. Food Chem. (2002) 50, 3698-3703.