

Effet de la macération, de l'infusion et la décoction sur l'extraction aqueuse des polyphénols des feuilles séchées de *Combretum Micranthum*

Papa Guedel FAYE^{1,2*}, Edouard Mbarick NDIAYE¹, Bou NDIAYE¹, Oumar Ibn Khatab CISSE^{2,3},
Nicolas Cyrille AYEISSOU^{1,2} et Mady CISSE^{1,2}

¹ Université Cheikh Anta Diop, Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar, Département Génie Chimique et Biologie Appliquée, Laboratoire Eau, Energie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI), BP 5080 Dakar Fann, Sénégal

² Centre d'Etudes sur la Sécurité Alimentaire et les Molécules Fonctionnelles (CESAM), Dakar, Sénégal

³ Université Iba Der THIAM, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture, BP A296 Thiès Sénégal

(Reçu le 12 Août 2022 ; Accepté le 28 Septembre 2022)

* Correspondance, courriel : papaguedel.faye@ucad.edu.sn

Résumé

Afin d'évaluer la meilleure méthode d'extraction aqueuse des polyphénols totaux, trois méthodes d'extraction à savoir la décoction, la macération et l'infusion ont été testées. L'analyse de la variance (ANOVA) montre des différences significatives ($p < 0,05$) sur différents paramètres évalués. Les résultats révèlent que la décoction à $100\text{ }^{\circ}\text{C}/70\text{ mn}$ donne la plus grande concentration en polyphénols totaux extraite. Soit $5,703 \pm 0,123\text{ g.AG.}100\text{ g}^{-1}$ en décoction, $1,32 \pm 0,04\text{ g AG.}100\text{ g}^{-1}$ en infusion ($100\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ mn}$) et $0,26 \pm 0,01\text{ g.AG.}100\text{ g}^{-1}$ en 48 h de macération à $25 \pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'intensité de la coloration jaune en décoction est 2.45 fois supérieure à celle obtenue en infusion à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ et 3,49 fois pour la macération. L'intensité de la coloration rouge est 9 fois supérieure en décoction qu'en macération, et 1,2 fois en infusion. La conductivité augmente de façon significative avec les températures d'infusion, elle passe de $815,4 \pm 1,7\text{ }\mu\text{C.cm}^{-1}$ à $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ à $978,01 \pm 0,65\text{ }\mu\text{C.cm}^{-1}$ à $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Une classification avec l'utilisation du logiciel R version 3.2.4. 2017 a permis de différencier les méthodes d'extractions en fonction de la quantité maximale de polyphénols totaux extraite dans les conditions d'essais.

Mots-clés : *infusion, décoction, macération, polyphénols, extraction, coloration.*

Abstract

Effect of maceration, infusion and decoction on the aqueous extraction of polyphenols from dry leaves of *Combretum Micranthum*

In order to evaluate the best method of aqueous extraction of total polyphenols, three methods of extraction namely decoction and maceration and infusion were tested. The analysis of variance (ANOVA) shows significant differences ($p < 0.05$) on different parameters evaluated. The results reveal that the decoction at $100\text{ }^{\circ}\text{C}/70\text{ min}$ gives the highest concentration of total polyphenols extracted. That is $5.703 \pm (0.123)\text{ g.AG.}100\text{ g}^{-1}$ in decoction, $1.32 \pm (0.04)\text{ g AG.}100\text{ g}^{-1}$ in infusion ($100\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ min}$) and $0.26 \pm (0.01)\text{ g.AG.}100\text{ g}^{-1}$ in 48 h

maceration at $25 \pm (4^\circ\text{C})$. The intensity of the yellow color in decoction is 2.45 times greater than that obtained in infusion at 100°C and 3.49 times for maceration. The intensity of the red color is 9 times greater in decoction than in maceration, and 1.2 times in infusion. The conductivity increases significantly with the infusion temperatures, it goes from $815.4 \pm (1.7) \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ at 50°C to $978.01 \pm (0.65) \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ at 100°C . A classification with the use of R software version 3.2.4. 2017 made it possible to differentiate the extraction methods according to the maximum quantity of total polyphenols extracted under the test conditions.

Keywords : *infusion, decoction, maceration, polyphenols, extraction, coloring.*

1. Introduction

En Afrique de l'Ouest, *Combretum micranthum* est une plante très utilisée en médecine traditionnelle. Selon l'UNICEF (2004), près de 11 millions d'enfants meurent chaque année dans la plupart des pays d'Afrique tropicale, dont environ 70 % sont dus au paludisme et à la diarrhée [1]. La décoction de cette plante est consommée comme boisson pour traiter le paludisme [2]. Appeler kinkeliba au Sénégal, c'est une plante qui pousse dans la plupart des pays du Sahel (Burkina Faso, Guinée, Sénégal, Mali, Niger, Guinée-Bissau). Cette plante est retrouvée également en Côte d'Ivoire et au Soudan [3, 4]. Diallo et al. (2001) ont rapporté que les propriétés diurétiques de *Combretum micranthum* s'expliquent par la présence de nitrate de potassium et divers acides-alcools [5]. Dans le traitement de l'insuffisance hépatique, de la constipation, des bronchites et de la toux, les feuilles sont utilisées en infusion à 10 %. Selon [6], la poudre de fruits est employée pour traiter les dermatoses suintantes des enfants (type impétigo). Taura et al. (2009) ont mis en évidence les activités antibactériennes et antifongiques des extraits d'organe de *Combretum micranthum* [7]. L'effet antidiabétique des feuilles de *Combretum micranthum* est révélé par CHIKA et al. (2010). Au Sénégal, les feuilles séchées sont vendues attachées en rameau et ficelées [8]. Plusieurs auteurs ont relatés des mécanismes d'actions thérapeutiques des composés phénoliques contre le cancer, inflammation, paludisme et maladies cardiovasculaires [9 - 12]. Les composés phénoliques contenus dans les feuilles de kinkéliba peuvent se comporter comme des antioxydants en éteignant radicaux des systèmes biologiques avec leur cycle phénolique et leurs multiples fractions hydroxyle. Les composés qui présentent une telle activité antioxydant peuvent également présenter des propriétés anti-activité inflammatoire [13, 14]. Les polyphénols sont le résultat du métabolisme secondaire des plantes à travers des voies métaboliques fondamentales [15, 16]. Selon [16], ces métabolites secondaires sont impliqués dans la défense des plantes contre le rayonnement ultraviolet et contre les agressions d'agents pathogènes [16]. Le terme « polyphénols » est utilisé pour désigner l'ensemble des composés phénoliques des végétaux [17]. Ces composés regroupent une multitude de molécules présentes dans le règne végétal [18 - 20]. Laurent a montré en 1983 qu'en outre des propriétés diurétiques et cholagogues, les feuilles et l'extrait fluide de *Combretum micranthum* possèdent une activité antibiotique vis-à-vis du *Staphylocoque*, du *Streptocoque* et l'*Entamoeba coli* [21]. Cette action a été aussi montrée sur *Shigella sp.*, *Salmonella parathyphi B*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumonia* et *Klebsiella ozaenae*. Les extraits aqueux des racines de l'espèce nigériane présentent également un pouvoir antibiotique important vis-à-vis des organismes Gram + et Gram - [22, 23]. La durée de décoction, la température d'infusion et macération restent des paramètres non maîtrisés par les populations pour l'extraction des polyphénols totaux. L'objectif principal de ces travaux est de déterminer la quantité maximale de polyphénols totaux extraite ainsi que l'évolution de la couleur en utilisant trois méthodes d'extractions aqueuses (maceration, décoction et infusion). La finalité est de proposer aux populations la meilleure méthode pour l'extraction aqueuse des polyphénols totaux des feuilles de *Combretum micranthum* et le meilleur barème qui va permettre une extraction maximale. Des feuilles séchées de kinkéliba seront utilisées, la méthode de Folin sera utilisée pour le dosage des polyphénols totaux, les résultats seront traités par le logiciel R version 3.2.4 (2017) et minitab 17.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel végétal

Les feuilles séchées de *Combretum micranthum* viennent de la région de Thiès du Sénégal récoltées et séchées. Elles sont conditionnées avec les tiges de la plante et vendues sur les différents marchés de Dakar (**Figure 2**).



Figure 1 : *Feuille fraiches*

Figure 2 : *Feuille et tiges ficelées*

Figure 3 : *Feuilles séchées*

2-2. Méthodes d'extraction

2-2-1. Méthode d'extraction par décoction

La décoction est une méthode d'extraction des composés solubles par introduction des feuilles de *Combretum micranthum* dans l'eau en ébullition constante à 100 °C. Les feuilles sont d'abord triées à la main et pesées (**Figure 4, 5**), 25 ± 0,1 g de feuille est conditionnée dans des sachets en plastique (**Figure 6**) pour le besoin des différents tests.



Figure 4 : *Triage des Feuilles*

Figure 5 : *Pesée de 25g*

Figure 6 : *Sachets de 25 g*

Un volume de 1500 mL d'eau est utilisé. L'eau est portée à ébullition constante à 100 °C puis on introduit les 25 g de feuille. Un chronomètre est démarré dès l'introduction des 25 g de feuilles. Un prélèvement est effectué toutes les 10 mn jusqu'à 90 mn à température constante (100 ° C) pour l'analyse des différents paramètres.

2-2-2. Méthode d'extraction par infusion

L'infusion est la mise en suspension des feuilles séchées de *Combretum micranthum* dans de l'eau chaude (proche de l'ébullition) afin d'extraire les constituants utiles, suivi d'un refroidissement.

Pour l'extraction par infusion 5 tests sont réalisés :

- ✓ Test 1, 1500 mL d'eau est portée 100 °C, puis 25 g de feuille est ajouté et on déclenche le chronomètre, on laisse refroidir au bout de 60 mn avant de faire les analyses.
- ✓ Pour les tests 2, 3, 4, 5 le même principe est appliqué pour différentes températures d'infusion (80 °C, 70 °C, 60 °C et 50 °C).

2-2-3. Méthode d'extraction par macération

La macération est la mise en contact prolongée à froid des feuilles séchées de *Combretum micranthum* en vue d'extraire les composés solubles. Le ratio de 25 g /1,5 L d'eau est utilisé à la température ambiante de laboratoire (25 ± 4 °C) pour une durée de 48 h.

2-2-4. Détermination des polyphénols totaux

La teneur de ces composés phénoliques totaux des extraits de *Combretum micranthum* a été estimée par la méthode de Folin - Ciocalteu qui est basé sur la réduction en milieu alcalin de la mixture *phosphotungstique phosphomolybdique* du réactif de Folin par les groupements oxydables des composés phénoliques, conduisant à la formation des produits de réduction de couleur bleue. Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 760 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols totaux présents dans l'extrait [24].

2-2-5. Détermination des paramètres de couleur

La couleur des échantillons des produits obtenus a été mesurée à l'aide d'un colorimètre (type : KONICA MINOLTA, Japon) sur la base du système de couleur CIELAB (L^* , a^* , b^* et L^* , C^* , h , YI). Les paramètres de couleur (L^* , a^* , b^* et L^* , C^* , h , YI) ont été mesurés 3 fois pour chaque échantillon. L^* , a^* , b^* décrivent respectivement les couleurs noir-blanc, Vert-Rouge et Bleu-Jaune: L^* (0 = Noir, 100 = Blanc); a^* (- a = Vert, + a = Rouge); b^* (- b = Bleu, + b = Jaune) **Figure 7**[25].

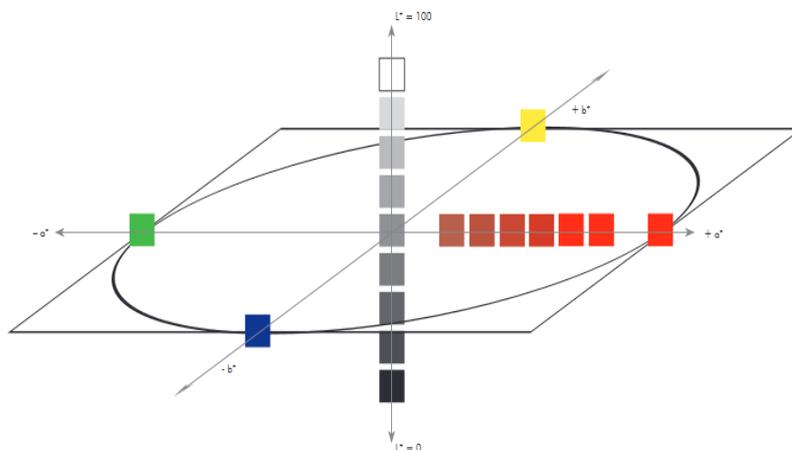


Figure 7 : Paramètres de couleur (a , b , L)[22]

2-2-6. Détermination de la matière sèche soluble (Brix)

Le Brix est défini comme la concentration en matières sèches solubles d'une solution aqueuse. Cette concentration mesurée à 25 °C par l'indice de réfraction est ensuite exprimée par le pourcentage en masse (g/100 g), est mesurée selon une méthode normalisée (NA 5669) au moyen d'un réfractomètre universel. Réfractomètre type Abbe ATAGO avec lecteur digital et correction de température.

2-2-7. Détermination de la conductivité et du pH

La conductivité est déterminée par un conductimètre intégrant la mesure du pH (*Hanna instruments, Germany*) à 25 °C.

2-2-8. Analyses statistiques

Les résultats ont été soumis à une analyse de variance ANOVA à un facteur avec le logiciel R version 3.2.4 Révisée (2017) et le logiciel Minitab17. La valeur X de chaque échantillon est assignée d'une lettre en exposant (X⁽ⁱ⁾ où i = a, b, c, etc.). Les échantillons portant la même lettre ne sont pas statistiquement différentes au seuil de 5 %.

3. Résultats et discussion

3-1. Détermination de quelques paramètres physiques et de couleur pour les trois méthodes d'extraction des polyphénols totaux

Les *Tableaux 1, 2 et 3* présentent les résultats des paramètres en fonction de la température d'infusion, de la durée de décoction et de macération.

Tableau 1 : Paramètres physiques et de couleur des produits après infusion à différentes températures

Paramètres	Infusion 100 °C	Infusion 80 °C	Infusion 70 °C	Infusion 60 °C	Infusion 50 °C
pH à 25 °C	7,01 ^b ± 0,05	7,26 ^{bc} ± 0,05	7,23 ^c ± 0,05	7,38 ^{ab} ± 0,03	7,47 ^a ± 0,04
Brix g/100g	0,46 ^a ± 0,05	0,40 ^{ab} ± 0,00	0,30 ^{bc} ± 0,00	0,23 ^{cd} ± 0,05	0,13 ^d ± 0,05
Conductivité µs/cm à 25 °C	978,01 ^a ± 0,65	939,90 ^a ± 1,79	890,20 ^b ± 1,60	887,18 ^b ± 0,65	815,40 ^c ± 1,70
PARAMÈTRES DE COULEURS					
A	16,83 ^a ± 0,14	7,40 ^b ± 0,07	6,20 ^b ± 0,20	3,90 ^{bc} ± 0,03	2,02 ^c ± 0,22
B	24,99 ^a ± 0,17	14,15 ^c ± 0,11	13,98 ^c ± 0,15	17,37 ^{ab} ± 0,03	14,42 ^b ± 0,14
L	85,82 ^b ± 0,31	91,20 ^a ± 0,80	93,52 ^a ± 0,80	93,10 ^a ± 0,29	94,23 ^a ± 3,06

Tableau 2 : Paramètres physiques après décoction à durée différentes à 100 °C

DÉCOCTION	pH à 25 °C	Brix g/100 g à 25 °C	Cond µs/cm 25 °C
10 mn	8,84 ^a ± 0,01	0,35 ^f ± 0,05	925,05 ^b ± 0,15
20 mn	8,86 ^{abc} ± 0,03	0,40 ^e ± 0,00	1037,00 ^{ab} ± 0,00
30 mn	8,91 ^{abc} ± 0,01	0,45 ^{ef} ± 0,05	1116,66 ^{ab} ± 0,57
40 mn	8,91 ^{abc} ± 0,01	0,60 ^{de} ± 0,00	1189,00 ^a ± 6,00
50 mn	8,90 ^{abc} ± 0,01	0,80 ^d ± 0,00	1078,00 ^{ab} ± 1,00
60 mn	8,92 ^{abc} ± 0,01	1,05 ^c ± 0,05	1102,66 ^{ab} ± 2,51
70 mn	8,94 ^a ± 0,00	1,02 ^{bc} ± 0,00	1124,00 ^{ab} ± 10,00
80 mn	8,76 ^c ± 0,01	1,35 ^{ab} ± 0,05	943,31 ^b ± 0,55
90 mn	8,77 ^{bc} ± 0,01	1,55 ^a ± 0,05	975,85 ^{ab} ± 2,65

Tableau 3 : Paramètres de couleur (A, B, L) après décoction à durée différentes à 100 °C

DECOCTION	A	B	L
10 mn	32,66 ^a ± 0,05	47,24 ^{de} ± 0,09	58,94 ^d ± 0,32
20 mn	29,93 ^{ab} ± 0,21	45,58 ^e ± 0,39	62,58 ^{cd} ± 0,28
30 mn	29,14 ^{abc} ± 0,15	49,63 ^{cde} ± 0,20	64,12 ^c ± 0,25
40 mn	26,15 ^{bc} ± 0,16	51,96 ^{bcd} ± 0,18	65,26 ^c ± 0,35
50 mn	28,65 ^{abc} ± 0,21	65,28 ^e ± 0,21	71,65 ^{ab} ± 0,39
60 mn	25,57 ^{cd} ± 0,13	62,45 ^{ab} ± 0,21	72,81 ^b ± 0,45
70 mn	26,94 ^{bc} ± 0,08	59,69 ^{abc} ± 0,31	75,15 ^{ab} ± 0,45
80 mn	21,42 ^{de} ± 0,04	58,11 ^{abcd} ± 0,06	73,91 ^b ± 0,16
90 mn	20,38 ^e ± 0,26	61,15 ^{abc} ± 0,49	78,58 ^b ± 0,27

3-2. Suivi de la conductivité en infusion, décoction et en macération

Le suivi de la conductivité donne une idée sur l'extraction progressive des sels minéraux et des matières organiques des feuilles (*Figures 8, 9*).

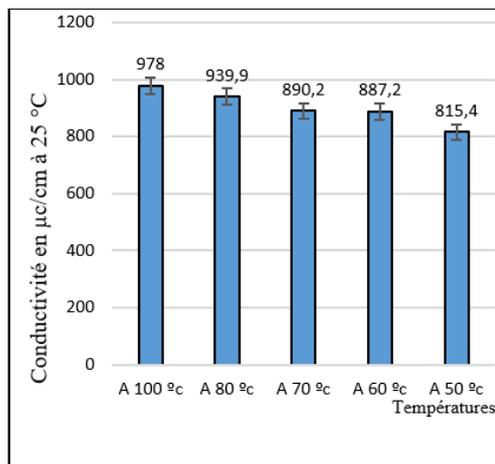


Figure 8 : Évolution de la conductivité en fonction de la température d'infusion

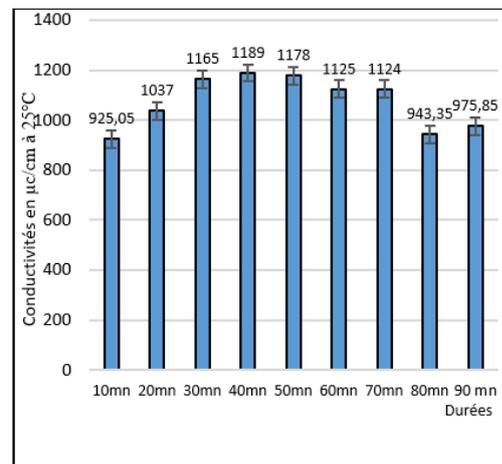


Figure 9 : Évolution de la conductivité en fonction de la durée de décoction

La conductivité évolue proportionnellement avec les températures d'infusion. Elle augmente de façon significative de $815,4 \pm 1,7 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 50 °C et $978,01 \pm 0,65 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 100 °C . Pour la décoction la conductivité passe de $925,05 \pm 0,15 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ en 10 mn de décoction à $1124,00 \pm 10,00 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$ en 70 mn de décoction. Cette augmentation de la conductivité s'associe à l'extraction des minéraux et d'autres composés présents sur les feuilles (sel de calcium, sel de magnésium, sel de sodium, sel de potassium, citrate). La conductivité est directement proportionnelle à la quantité de substances dissoutes, ainsi plus la concentration de solide dissoute est importante plus la conductivité croît. L'infusion à température croissante et la décoction favorisent l'extraction progressive des minéraux des feuilles de *Combretum micranthum*. Les résultats montrent une chute de la conductivité à partir de 80 mn de décoction $943,31 \pm 0,55 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$. En effet la décoction poussée favorise l'extraction progressive de la matière organique des feuilles qui par opposition des sels minéraux conduit très faiblement le courant électrique. Après 48 h de macération à la température ambiante de $25\text{ °C} \pm 4\text{ °C}$, la conductivité affichée est de $1033 \mu\text{C}\cdot\text{cm}^{-1}$.

3-3. Suivi du pH en infusion, décoction et macération

Le potentiel hydrogène, noté pH, est une mesure de l'activité chimique des protons ou ions hydrogène en solution. L'évolution du pH en infusion et décoction est présentée sur les **Figures 10, 11**.

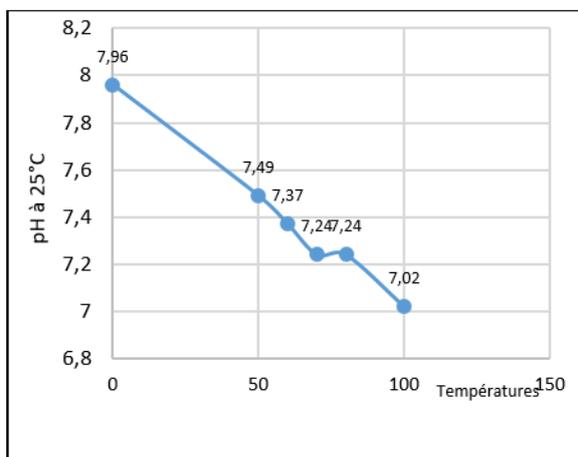


Figure 10 : Évolution du pH en fonction de la température d'infusion

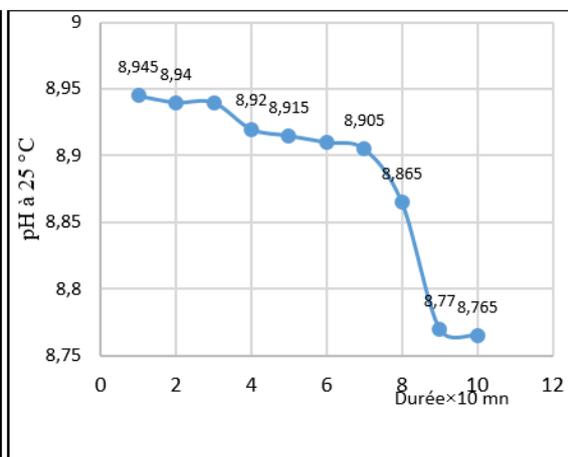


Figure 11 : Évolution du pH en fonction de la durée de décoction

Les résultats montrent une chute du pH en fonction de la température d'infusion et de la durée de la décoction. A une infusion de 50 °C le pH est de $7,47 \pm 0,04$ il diminue à $7,26 \pm 0,05$ à 80 °C et $7,01 \pm 0,05$ à 100 °C. Après 100 mn de décoction le pH passe de 8,95 à $8,77 \pm 0,01$. Cette baisse du pH pourrait être expliquée par l'extraction progressive des acides phénols contenus dans la feuille de *Combretum micranthum*. D'autres acides sont signalés par différents auteurs (palmitique, oléique, linoléiques, acides aminés, acides malique, citrique, oxalique ; acides tartrique, acide glycolique) par [22, 23, 26 - 28]. Après 48 h de macération le pH affiché est 8,74.

3-4. Suivi de la concentration en polyphénols totaux en infusion en décoction et en macération

Les teneurs en polyphénols totaux obtenus par les trois méthodes d'extraction, sont présentées sur les **Figures 12, 13**.

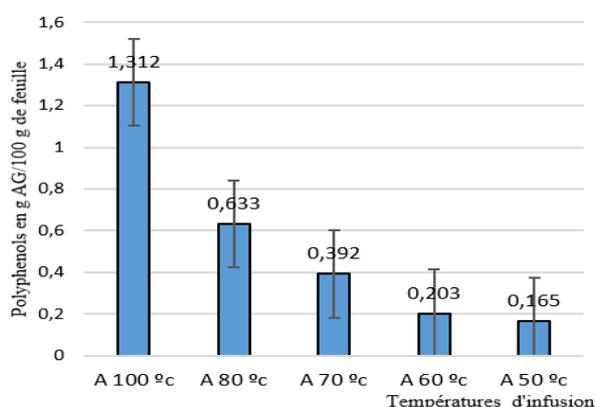


Figure 12 : Évolution de la quantité de Polyphénols en fonction de la température d'infusion

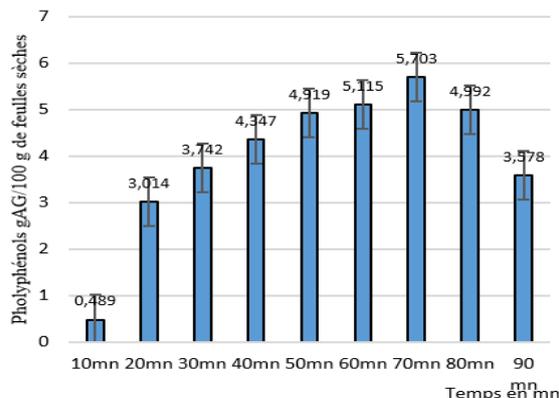


Figure 13 : Évolution de la quantité de polyphénols en fonction de la durée de décoction

La concentration en polyphénols totaux varie en fonction de la température et de la durée de décoction à 100 °C. Elle passe 0,165 à 1,312 g.AG.100 g⁻¹ de feuille sèches entre 50 °C et 100 °C d'infusion (**Figure 12**), de 0,489 à 5,703 g.AG.100 g⁻¹ de feuille sèches entre 10 et 90 mn de décoction à 100 °C (**Figure 13**), et de 0,260 g.AG.100 g⁻¹ de feuille sèches en 48 h de macération à 25 ± 4 °C. La valeur de polyphénols obtenue en décoction est 4.3 fois supérieure à la valeur obtenue en infusion et 22 fois à la valeur obtenue en macération. Par ailleurs, l'extraction à l'éthanol/Eau enregistre la plus grande teneur en polyphénols totaux 61,03 g.AG.100 g⁻¹ de feuilles sèches. Les travaux conduits par [29-31], confirment que l'éthanol en combinaison avec l'eau permet une meilleure extraction des polyphénols totaux. Les résultats révèlent qu'une durée de décoction supérieure à 70 mn favorise la baisse de la concentration en polyphénols totaux. Une baisse de 37,26 % est observée soit 2,125 g.AG.100 g⁻¹ de feuille sèches. Cette baisse de polyphénols totaux en décoction à 100 °C peut être attribuée à l'effet de la température et la durée du traitement. Selon la littérature, l'extraction des composés phénoliques à des températures élevées (valeur supérieure 80 °C) affecte la stabilité des composés en raison de la dégradation chimique et enzymatique ou des pertes par décomposition thermique [32, 33]. À ce stade, le temps d'extraction devient important, car des périodes d'extraction plus importantes peuvent entraîner des pertes plus importantes de polyphénols. Plusieurs auteurs ont étudié l'influence de différentes conditions d'extraction sur les rendements d'extraction de composés phénoliques de source végétale [34, 35]. Le logiciel R a permis de faire une classification globale des différents traitements sur l'extraction des polyphénols totaux (**Figure 14**).

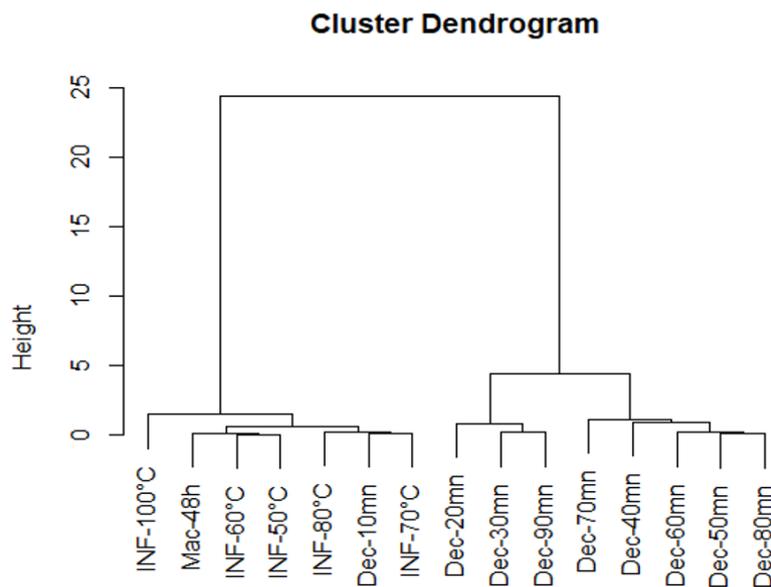


Figure 14 : Classification des différents traitements par rapport à la quantité de polyphénols extraite

La classification fait apparaître 9 classes de traitements. Le meilleur traitement pour l'extraction des polyphénols totaux est la décoction à l'eau à 70 mn/100 °C (5,703 g.AG.100 g⁻¹). Pour l'infusion le meilleur résultat est obtenu est à 100 °C/ 20 mn (1,320 g.AG.100 g⁻¹). Après 48 h de macération, seul 0,260 g.AG.100 g⁻¹ de feuille sèche est extraite. La **Figure 15** montre les quantités de polyphénols extraites par les différentes méthodes d'extractions et la **Figure 16** donne La synthèse de la classification des méthodes et barèmes pour une meilleure extraction à l'eau des polyphénols totaux.

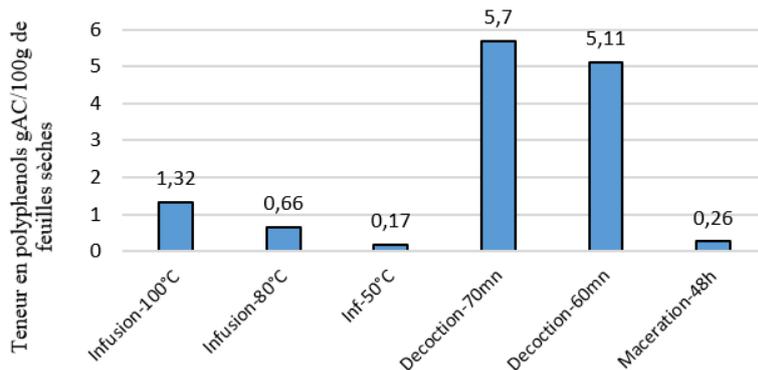


Figure 15 : Quantités de polyphénols en fonction de la techniques d'extraction utilisées

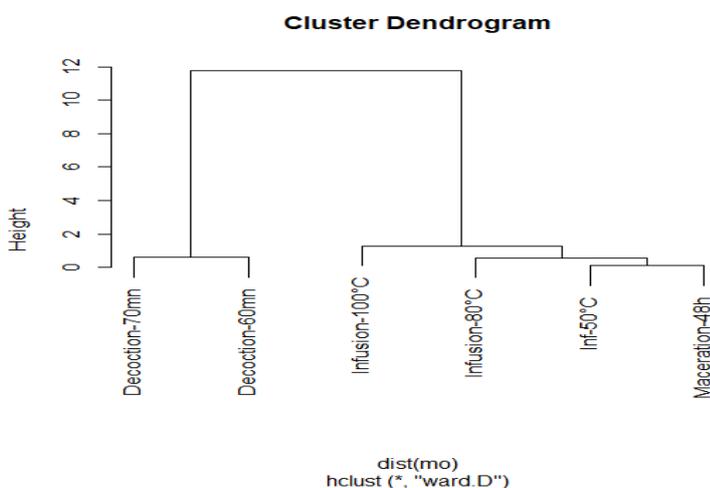


Figure 16 : Classification des différents traitements par rapport à la quantité maximale de polyphénols extraits

3-5. Évolution de la couleur en fonction du traitement de décoction et macération

L'évolution des intensités des couleurs jaunes, rouge et grise au cours de la décoction à 100 °C et l'infusion à différentes températures est donnée sur les **Figures 17, 18, 19, 20, 21**.

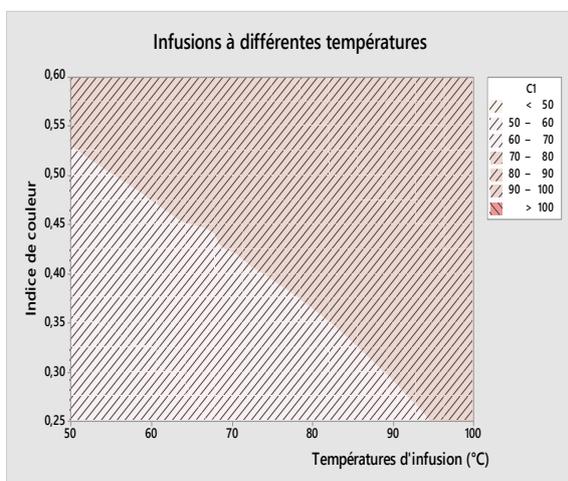


Figure 17 : Évolution de la couleur en l'infusion

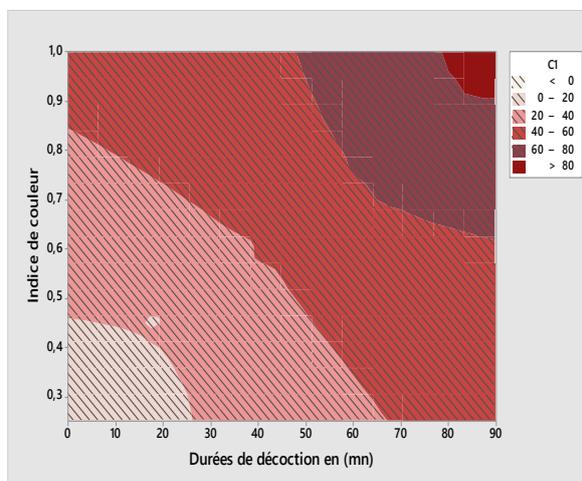


Figure 18 : Évolution de la couleur en décoction



Figure 19 : *Couleur en l'infusion*



Figure 20 : *Couleur en décoction*



Figure 21 : *Couleur en macération*

Les résultats révèlent une augmentation de l'intensité de la couleur jaune donnée par le paramètre de couleur (b) qui passe de $14,42 \pm 0,14$ à $24,99 \pm 0,17$ entre 50°C et 100°C d'infusion (**Figure 17**). L'intensité de la coloration rouge donnée par le paramètre de couleur (a) passe de $2,02 \pm 0,22$ à $16,83 \pm 0,14$ entre 50 et 100°C en infusion et la clarté donnée par le paramètre de couleur (L) diminue elle passe de $94,23 \pm 3,06$ à $85,82 \pm 0,31$ (**Figure 17**). En décoction, les résultats montrent une intensité de la coloration jaune et rouge plus accentuée (**Figure 18**). L'intensité de la coloration jaune passe de $47,24 \pm 0,09$ à $61,15 \pm 0,49$ soit une augmentation de 34 % entre 10 et 90 mn de décoction à 100°C . En décoction, la coloration rouge donnée par le paramètre de couleur (a) passe de $32,66 \pm 0,05$ à $20,38 \pm 0,26$ (rouge sombre). Après 48 h de macération à la température ambiante de $25 \pm 4^\circ\text{C}$, l'intensité de la coloration jaune reste faible par rapport à l'infusion et la décoction. En décoction, l'intensité de la coloration jaune est 2,45 fois supérieure à celle obtenue en infusion à 100°C et 3,49 fois pour la macération (**Figures 19, 20, 21**). L'intensité de la coloration rouge est 9 fois supérieure en décoction qu'en macération, et 1,2 fois en infusion.

4. Conclusion

L'extraction des polyphénols totaux est une étape cruciale pour la valorisation de ces principes actifs des produits végétaux, cette extraction dépend des conditions et de la méthode utilisée. L'objectif de ses travaux était d'étudier l'effet de la macération, de l'infusion et la décoction sur l'extraction des polyphénols totaux du *Combretum Micranthum*. De cette étude, il ressort que la décoction aqueuse est la meilleure technique d'extraction des polyphénols totaux par rapport à l'infusion et la macération aqueuse. Cette décoction aqueuse à 70 mn/ 100°C permet d'extraire $5,703 \text{ g.AG.}100 \text{ g}^{-1}.\text{MS}$, tandis-que l'infusion à $100^\circ\text{C}/20 \text{ mn}$ permet d'extraire $1,320 \text{ g.AG.}100 \text{ g}^{-1}.\text{MS}$ et la macération $0,260 \text{ g.AG.}100 \text{ g}^{-1}.\text{MS}$. L'intensité des couleurs rouge et jaune obtenues en décoction sont plus accentuées que celles obtenues par l'infusion et la macération. Dans la suite, il serait intéressant détaillé ce travail par :

- Dosage des différents types de substances polyphénoliques présentes dans les extraits aqueux de feuilles de *Combretum Micranthum* ;
- L'extraction et la caractérisation des polyphénols dans la poudre de feuilles de *Combretum Micranthum* ;
- Explorer l'activité antioxydant des polyphénols en fonction de la durée de décoction.
- L'extraction des polyphénols avec ajout de carbonate de sodium.

Remerciements

Ce travail a été réalisé au niveau du Laboratoire Eau, Energie, Environnement et Procédés Industriels (LE3PI) et au Centre d'Etudes sur la Sécurité alimentaire et le Développement des Molécules fonctionnelles (CESAM) de l'Ecole Supérieure Polytechnique de Dakar Université Cheikh Anta Diop (Sénégal). Les auteurs remercient vivement les responsables de laboratoire, ainsi que tout le personnel.

Références

- [1] - UNICEF, Le paludisme : une cause majeure de mortalité infantile et de pauvreté en Afrique. UNICEF, (2004) 17 p.
- [2] - M. TRAORE, Le Recours à la Pharmacopée Traditionnelle Africaine dans le nouveau millénaire : «Cas des Femmes Herboristes de Bamako». Centre d'Etudes et d'Actions pour l'Auto Développement, (2010) 15 p.
- [3] - Africa News, « La culture du thé de Kinkeliba au Togo » [archive], sur Africa news, 4 mars 2017 (consulté le 20/07/ 2022)
- [4] - SHIFA ADMIN, « Les vertus du Sekhew (kinkéliba) boisson remède à de nombreux maux », *Shifa - Sante Bien Etre*, 20 mai (2015) ([archive], consulté le 20/07/2022)
- [5] - D. DIALLO, PI. GUISSOU, M. HAÏDARA, C. TALL, O. M. KASILO, La recherche sur la Médecine traditionnelle africaine : Hypertension. *Decade of African Traditional Medecine*, (2001) 59 - 63
- [6] - H. M. BURKILL, The useful plants of West Tropical Africa Vol. 1 The trustess of Royal Botanic Gardens Kew, Singapore, (1985) 960 p.
- [7] - D. W. TAURA, A. H. ARZAI, T. I. OYEYI, Evaluation des activités antimicrobiennes du *Combretum micranthum* ; *Bayero Journal des sciences pures et appliquées*, Vol. 2, N° 1 Bajopas Juin ; 2 (1) (2009) 183 - 185 p.
- [8] - A. CHIKA, S. O. BELLO, Activité antidiabétique d'extrait aqueux de feuilles de *Combretum micranthum* (*Combretaceae*) dans des conditions normales et alloxane- induite chez les rats diabétiques, *Journal of Ethnopharmacology*, 129 (1) (2010) 34 - 7
- [9] - A. M. CLARK, Natural Products as a Resource for New Drugs. *Pharmaceutical Research*, 13 (8) (1996) 1133 - 1141
- [10] - J. W. LI, J. C. VEDERAS, Drug Discovery and Natural Products : End of an Era or an Endless Frontier? *Science*, 325 (2009) 161 - 165
- [11] - R. GAUTAM, S. M. JACHAK, Recent Developments in Anti-Inflammatory Natural Products. *Medicinal Research Reviews*, 29 (5) (2009) 767 - 820
- [12] - K. C. NICOLAOU, J. S. CHEN, S. M. DALBY, From nature to the laboratory and into the clinic. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 17 (2009) 2290 - 2303
- [13] - J. K. LIN, Catechins and inhibitory activity against carcinogenesis. *Nutrition and Cancer Prevention*, (2006) 351 - 367

- [14] - L. C. L. VAN KEMPEN, K. E. VISSER, L. M. COUSSENS, Inflammation, proteases and cancer. *European Journal of Cancer*, 42 (2006) 728 - 734
- [15] - L. BRAVO, Polyphenols : chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr Rev*, 56 (1998) 317 - 333
- [16] - C. MANACH, A. SCALBERT, C. MORAND, C. REMESY, JIMENEZ, L. Polyphenols : food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr*, 79 (2004) 727 - 747 p.
- [17] - A. FLEURIET, C. JAY-ALLEMAND, J. J. MACHEIX, Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, (2005) 121 - 216 p.
- [18] - O. DANGLES, C. STOECKEL, M. C. WIGAND, R. BROUILLARD, Two very distinct types of anthocyanin complexation : Copigmentation and inclusion. *Tetrahedron Lett*, 33 (1992) 5227 - 30
- [19] - A. E. HAGERMAN, K. M. RIEDL, G. A. JONES, K. N. SOVIK, N. T. RITCHARD, P. W. HARTZFELD, T. L. RICHEL, High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric. Food Chem.*, 46 (1998) 1887 - 92
- [20] - P. SARNI-MANCHADO, V. CHEYNIER, Les polyphénols en agroalimentaire, Ed. Lavoisier (Tec & Doc), Paris, (2006) 300 - 398
- [21] - A. LAURENS, Activité antimicrobienne de quelques espèces médicinales des marchés dakarois. Communication personnelle, (1983)
- [22] - La pharmacopée sénégalaise traditionnelle : plantes médicinales et toxiques Editions, (1974) (341, 346-349 les Combrétacées)
- [23] - Un tour du monde des plantes qui soignent : Afrique, Amériques, Chine, Outremer, Europe. Jacques FLEURENTIN et Bernard WENIGER, (2018) 98 - 99 p.
- [24] - D. O. KIM, W. J. SEUNG, C. Y. LEE, Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81 (2003) 321 - 326
- [25] - Vocabulaire International de l'Éclairage. Publication CIE 17.4.- Publication I.E.C. 50(845). CEI. Genève. Suisse, (1987)
- [26] - E. BASSENE, D. OLSCHWANG et J. L. POUSET, *Herba Hungarica*, 28 (1989) 75
- [27] - E. BASSENE, A. LAURENS, D. OLSCHWANG et J. L. POUSET, *J. of Chromatogr.*, 346 (1985) 428
- [28] - E. KISSEIH, M. LECHTENBERG, F. PETEREIT, J. SENDKER, D. ZACHARSKI, S. BRANDT, C. AGYARE, A. HENSEL, Caractérisation phytochimique et activité cicatrisante in vitro d'extraits de feuilles de *Combretum mucronatum* Schum. Les procyanidines oligomériques en tant qu'inducteurs puissants de la différenciation cellulaire. *J. Ethnopharmacol.*, 174 (2015) 628 - 636
- [29] - V. KATALINIC, S. MOZINA, D. SKROZA, I. GENERALIC, H. ABRAMOVIC, M. MILOS, I. LJUBENKOV, S. PISKERNIK, I. PEZO, P. TERPINC and M. BOBAN, Polyphenolic profile, antioxidant properties and antimicrobial activity of grape skin extracts of 14 *Vitis vinifera* varieties grown in Dalmatia (Croatia). *J. Food. Chem.*, Vol. 119, (2010) 715 - 723 p.
- [30] - N. MULINACCI, D. PRUCHER, M. PERUZZI, A. ROMANI, P. PINELLI, C. GIACCHERINI and F. F. VINCIERI, Commercial and laboratory extracts from artichoke leaves: estimation of caffeoyl esters and flavonoidic compound content. *J. Pharm. and Biomed. Anal.*, Vol. 34, (2004) 349 - 357 p.
- [31] - E. KOFFI, T. SEA, Y. DODEHE and S. SORO. Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci.*, Vol. 5, (2010) 550 - 558 p.
- [32] - A. MOURE, J. M. CRUZ, D. FRANCO, J. M. DOMINGUEZ, J. SINEIRO, H. DOMINGUEZ, M. J. NUNEZ, J. C. PARAJO, Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72 (2001) 145 - 171
- [33] - E. KIASOS, S. MYLONAKI, D. P. MAKRIS, P. KEFALAS, Implementation of response surface methodology to optimise extraction of onion (*Allium cepa*) solid waste phenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (2009) 246 - 252

- [34] - C. BONNAILLIE, M. SALACS, E. VASSILIOVA et I. SAYKOVA, Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea* L.). *Revue de génie industriel*, Vol. 7, (2012) 35 - 45 p.
- [35] - S. JOKIC, D. VELIC, M. BILIC, A. BUCIC-KOJIC, M. PLAN INIC and S. TOMAS, Modelling of the Process of Solid-Liquid Extraction of Total Polyphenols from Soybeans. *J. Food Sci.*, Vol. 28, (2010) 206 - 212 p.