



Bouillie thérapeutique infantile à base de *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze (Taccaceae) et de *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. (Bixaceae)



RÉSUMÉ

Objectif : Le présent travail vise à obtenir une bouillie thérapeutique infantile à faible viscosité apparente à base de farines de *Tacca leontopetaloides* (TLFE) et *Cochlospermum tinctorium* (CT), deux plantes tropicales ayant des propriétés alimentaires et médicinales. C'est pourquoi la combinaison des farines issues des deux plantes a été testée. **Méthodologie et résultats :** Les méthodes utilisées dans cette étude ont permis de déterminer des propriétés fonctionnelles des deux farines TLFE et CT et d'effectuer l'étude de la viscosité apparente de la bouillie. Aussi, une modélisation de la viscosité apparente a été effectuée sur des bouillies selon le dispositif de Doehlert. Dans ces conditions, une bouillie à base de 10 g TLFE /100 mL d'eau présente une viscosité apparente de 18,95 Pa.s contre 14 Pa.s pour une bouillie obtenue par la combinaison de 8 g de TLFE et 2 g de CT, soit une réduction de la viscosité apparente de 26,12%. **Conclusion et application de la recherche :** La combinaison des deux farines apparaît essentielle pour obtenir une bouillie infantile peu visqueuse et à rôle thérapeutique, mais des recherches supplémentaires sont nécessaires. Les deux farines contiennent des composés bioactifs qui permettent de restaurer la santé humaine (arrêt de la diarrhée), ou une régulation physiologique permettant la remise en fonction des organes vitaux à l'exemple du foie. En pratique, la jaunisse et la diarrhée infantiles sont traitées avec facilité avec une telle bouillie.

Mots-clés : *Cochlospermum tinctorium*, *Tacca leontopetaloides*, bouillie, infantile, viscosité.

Therapeutic gruel for infants based on *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze (Taccaceae) and *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. (Bixaceae)

ABSTRACT

Objective: The present study aimed at obtaining a therapeutic infant gruel with low apparent viscosity based on flours issued from *Tacca leontopetaloides* (TLFE) and *Cochlospermum tinctorium* (CT), two tropical plants having food and medicinal properties. **Methodology and results:** The methods used in the present report allowed determination of functional properties of the two flours TLFE and CT, and the of apparent viscosity of the gruel. Furthermore, a modelling of the apparent viscosity was realized on gruels according to Doehliert experimental design. Consequently, a gruel based on 10 g TLFE /100 mL of water showed an apparent viscosity at 18.95 Pa.s versus 14 Pa.s for a gruel obtained by combination of 8 g of TLFE and 2 g of CT, generating an apparent viscosity reduction of 26.12%.

Conclusion and application of the results: The combination of the two flours appears essential to obtain an infant gruel with low viscosity and with a therapeutic role; nevertheless, additive researches are necessary. The results of the present study are within range for an easy exploitation. For the two flours contain bioactive component that lead to restore human health (stopping of diarrhea), or physiological regulation by regenerating the activity of life organs function, for example the liver. In practice, jaundice disorder and infantile diarrhea are easily corrected with such gruel.

Key words: *Cochlospermum tinctorium*, *Tacca leontopetaloides*, infant, gruel, viscosity.

INTRODUCTION

Cochlospermum (Bixaceae) et *Tacca* (Taccaceae) sont deux genres hermaphrodites de la strate herbacée. Ils possèdent des rôles alimentaires et médicaux des zones tropicales. Appartenant au genre *Cochlospermum*, on rencontre des espèces qui sont des plantes médicinales importantes, notamment *C. religiosum*, *C. vitifolium*, *C. angolense*, *C. planchonii* et *C. tinctorium*. (Solon *et al.*, 2012). Couramment en Afrique, *C. planchonii* et *C. tinctorium* sont utilisées à la fois comme sources alimentaires (Meganou, 2007) et plantes médicinales (Togola *et al.*, 2005). L'usage médical oblige à plus d'investigations. Ainsi, un inhibiteur cristallin d'enzymes à P-450, l'aminopyrine-N-déméthylase et l'aniline-hydroxylase, a été identifié chez *C. planchonii*. Il s'agit du formate de zinc (0,3% du rhizome) qui œuvre comme agent hépatoprotecteur dans le traitement de la jaunisse (Aliyu *et al.*, 1995 ; Okechukwu *et al.*, 2015). Chez *C. religiosum* (Sasikala et Savithramma, 2012), la synthèse de nanoparticules d'argent aux propriétés biocides a été démontrée (Hansen, 2009). Les ions Ag⁺ présentent un large spectre d'action, aussi bien contre les bactéries à Gram positif et à Gram négatif, que les levures, les

champignons ou les virus (Feng *et al.*, 2000). Et, les espèces du genre *Cochlospermum* ont une chimie très similaire. En cas de « jaunisse », *C. tinctorium* est utilisée en raison de ses effets bénéfiques sur le foie que des publications scientifiques ont confirmé. Aussi, elle a fait état de 60% à 70% des réussites cliniques dans les cas d'hépatite B (Togola *et al.*, 2005). Dans cette optique, des rhizomes de *C. tinctorium* sont utilisés contre la fièvre, l'hépatite, la douleur abdominale, les infestations des helminthes et des bilharzies (Ekanem, 1994). Selon Etuk *et al.* (2009), les extraits du rhizome de *C. tinctorium* guérit les affections hépatiques en permettant la régénération des cellules hépatiques. Quant au genre *Tacca*, il renferme en son sein plusieurs espèces ou variétés qui sont porteuses des rhizomes ou tubercules. Le caractère commun des différentes espèces du genre *Tacca* est la mauvaise appétibilité dont les principes actifs sont très variables (Yokosuka *et al.*, 2004 ; Kitjaroennirut, 2005). D'origine polynésienne, *T. leontopetaloides* est une espèce productrice de tubercules à teneur élevée en amidon hautement digestible. Il a une distribution géographique naturelle en Afrique soudano-sahélienne, de l'Asie du Sud-Est à

l'Australie (Attama et Adikwu, 1999). Par ailleurs, les espèces du genre *Tacca*, par exemple *Tacca chantrieri* et *T. leontopetaloides*, produisent des taccalonolides qui sont des stéroïdes hautement oxygénés qui bloquent la division mitotique en interphase occasionnant ainsi la formation de faisceaux épais de microtubules. De ce fait, les taccalonolides sont antimitotiques et initient une mort cellulaire par apoptose (Tinley *et al.*, 2003 ; Risinger et Mooberry, 2010 ; Dike *et al.*, 2017). Souvent, les enfants en bas âge souffrent de

malnutrition d'origine diverses (parasitaire, bactérienne, virale). En fait, la bouillie de *Tacca leontopetaloides* leur est souvent donnée. C'est une bouillie très visqueuse qui se prête difficilement à la consommation par les enfants. L'objectif de la présente étude est de favoriser l'exploitation des effets bénéfiques ou effets nutraceutiques combinés des deux plantes chez les enfants malnutris, cela par le biais de la consommation de bouillie de la féculé de *Tacca leontopetaloides* fluidifiée à l'aide de la farine de *C. tinctorium*.

MATERIEL ET METHODES

Matériel biologique : Le matériel biologique a été constitué de la farine du tubercule de *T. leontopetaloides*

(L.) Kuntze (Taccaceae) et de celle de la racine de *C. tinctorium* A. Rich. (Bixaceae), (planches 1 et 2).

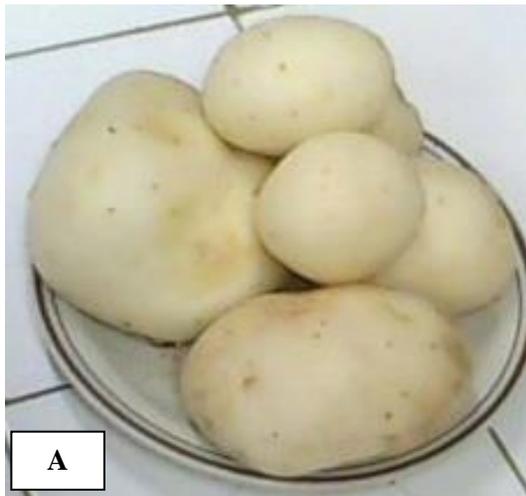


Planche 1 : Tubercules de *T. leontopetaloides*. (A) : Tubercules entiers de tacca - (B) : Section de tubercules de tacca

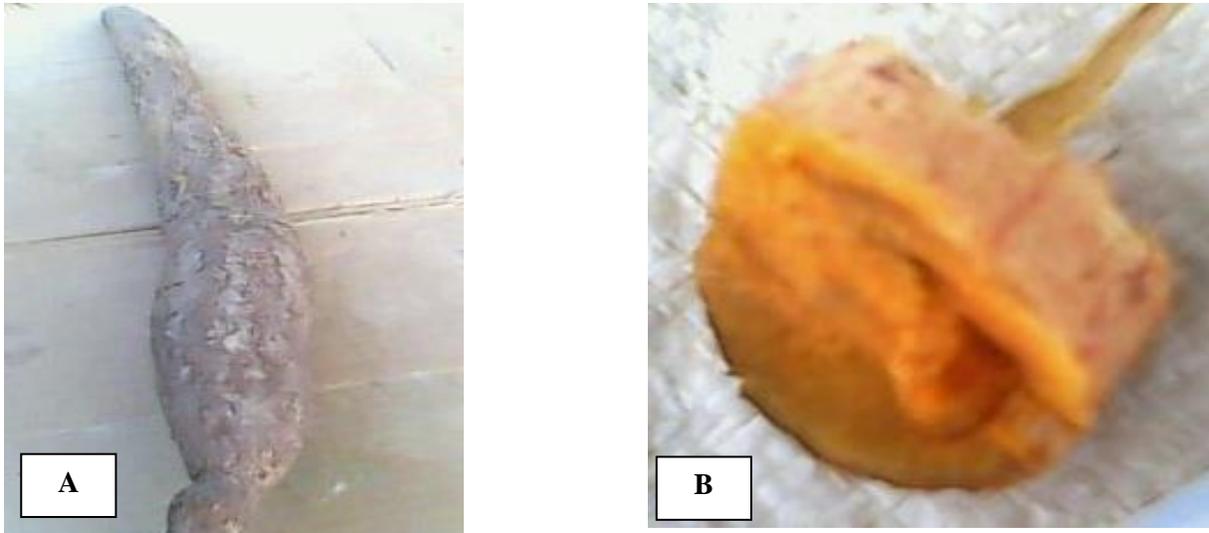


Planche 2: Racine de *C. tinctorium*. (A) : Racine entière de *C. tinctorium* – (B) : Racine épluchée de *C. tinctorium*

Ce sont deux plantes non-conventionnelles dont les organes comestibles ont été récoltés au Tchad : *T. leontopetaloides* à Binder et *C. tinctorium* à Mindaoré (Mayo-Kebbi). La transformation de ces collectes en farines a été effectuée au Laboratoire de Biophysique, Biochimie Alimentaires et Nutrition de l'ENSAI. La

production de la féculé extraite de *T. leontopetaloides* (TLFE) a été réalisée comme mentionnée précédemment dans une de nos publications (Ndouyang *et al.*, 2014). Deux farines de *C. tinctorium* ont été produites selon la Figure 1 ;

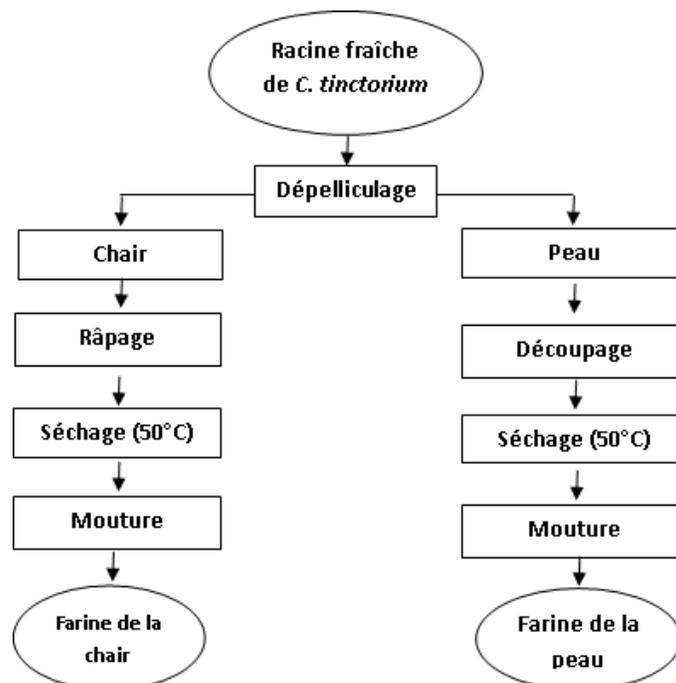


Figure 1. Diagramme de production des farines de la peau et de la matrice intérieure de *C. tinctorium*

MÉTHODES

Détermination de quelques propriétés physicochimiques des farines : Des propriétés physicochimiques des poudres ont été déterminées. Il s'agit de la plus petite concentration gélifiante (Coffman & Garcia (1977), de la capacité d'absorption d'eau apparente (par rapport à la masse sèche) et réelle (par rapport à la prise d'essai) (Phillips *et al.* (1988), de l'indice de solubilité dans l'eau (Anderson *et al.*, 1969) et du pouvoir gonflant (Tester et Morrison, 1990).

Mesure de la viscosité : La mesure de la viscosité a été effectuée à l'aide d'un rhéomètre programmable

(Brookfield, DV-III Ultra) muni d'un axe rotatif à palette selon Mouquet et Trèche (2001) sur des bouillies préparées à raison de 8 à 10% de farine. Deux étapes ont été réalisées : (i) des bouillies de concentrations croissantes en TLFE, 2,5% ; 5% ; 7,5% et 10 % dans 200 ml d'eau distillée ont été préparées ; (ii) des suspensions à partir des farines TLFE et CT (50% CTM + 50% CTP) ont été réalisées selon le plan expérimental de Doehlert (1970) avec 2 répétitions (Tableau 1).

Tableau 1. Matrice d'expérience du plan d'expérience en variables codées et réelles (Doehlert, 1970)

Essai n°	Variables codées		Variables réelles	
	X1	X2	TLFE (g.MS/100 ml)	CT (g.MS/100 ml)
1	0	0	4,5	2,0
2	1	0	8,0	1,0
3	0,5	0,866	6,0	3,0
4	0	0,866	4,5	3,0
5	-0,5	0,866	3,0	3,0
6	-1	0	1,5	2,0
7	-0,5	-0,866	3,0	1,0
8	0	-0,866	4,5	1,0
9	0,5	-0,866	6,0	1,0

TLFE=Fécule Extraite de *T. leontopetaloides* ; CT= Farine de *C. tinctorium*.

Les préparations ont été introduites au bain-marie et remuées de temps en temps pour éviter la prise en boule de la farine sous l'effet de la chaleur. Les suspensions ont été maintenues au bain-marie bouillant pendant 20 min, puis retirées du bain-marie pour être ramenées et maintenues à la température de 45 °C pour la lecture en double successivement en 30 s et 60 s, température à laquelle des bouillies sont habituellement consommées. Les mesures ont été effectuées en centipoise (cP), puis converties en Pascals seconde (1Pa.s=1000 cP).

Les résultats de l'étape 1 ont été exprimés sous forme de courbe de viscosité apparente à partir du modèle mathématique d'Ostwald-de-Waele ou loi en puissance (Koszkul et Nabialek, 2004), permettant une modélisation approximative d'un fluide non-newtonien sans seuil en reliant la contrainte critique ou de cisaillement σ au taux de cisaillement ($\dot{\gamma}$) à partir de l'équation suivante :

$$\sigma = K\dot{\gamma}^n$$

σ =contrainte de cisaillement (Pa) ; K (Pa.s) = indice de consistance ; $\dot{\gamma}$ = taux de cisaillement (s⁻¹).

En notant μ , la viscosité dynamique apparente (Pa.s), cette équation peut aussi s'écrire :

$$\mu = \frac{\sigma}{\dot{\gamma}} = K\dot{\gamma}^{n-1}$$

L'indice de consistance K (Pa.s) et l'exposant n sont des indices de comportement d'écoulement– la température ambiante a été de 25 °C. Les paramètres des équations et les constantes ont été déterminés par la régression non linéaire des moindres carrés. Ici, l'objectif est de savoir si le fluide est rhéofluidifiant ou pseudoplastique ($0 < n < 1$) ou newtonien ($n=1$), voire rhéoépaississant ou dilatant ($n > 1$).

Pour l'étape 2, les résultats ont été exprimés en termes de surface de réponses tridimensionnelle en fonction des quantités de farines utilisées, soit :

$$Z = z_0 + a*x + b*y + c*xy + d*x^2 + e*y^2,$$

où x est la proportion de TLFE (%), y est la proportion de CT (%) et z est la viscosité (Pa.s), et où z_0, a, b, c, d, e sont des constantes – la température ambiante a été de 24,2 °C.

Analyses statistiques : Les moyennes et les écartypes des résultats ont été calculés sur la base de trois

répétitions. Quand un effet est significatif ($p < 0,05$), le test de classement multiple de Duncan a été utilisé pour comparer les moyennes deux à deux. Les traitements des données ont été effectués par Sigmaplot 12.1 et

Statgraphics Plus 5.0 pour générer les courbes d'isoreponses, l'équation du modèle mathématique quadratique avec interaction, et des effets principaux de deux farines.

RÉSULTATS

Plus petite concentration gélifiante, Capacité d'absorption d'eau, indice de solubilité dans l'eau et pouvoir gonflant. Ces quatre paramètres sont présentés dans le tableau 2.

Plus petite concentration gélifiante ou PPCG. Ce paramètre a une importance capitale dans les préparations industrielles en raison de sa portée culinaire. Non défini pour les farines de *C. tinctorium*, il est de 1% pour TLFE. Cette farine TLFE a ainsi un pouvoir épaississant élevé par rapport à bien d'autres poudres alimentaires. Cette caractéristique de la féculé de *T. leontopetaloides* justifie son emploi comme épaississant des préparations culinaires et médicinales. L'usage de la pomme de terre comme agent épaississant des sauces pourrait être remplacé dans les milieux où la disponibilité de TLFE est bon marché.

Capacité d'absorption d'eau apparente (CAEa) et réelle (CAEr). La CAEa ou CAEr définissent l'avidité de des poudres vis-à-vis de l'eau. La TLFE absorbe réellement en moyenne 129,91%. Quant aux farines de *C. tinctorium*, la CAEr varie de 463,55% à 595,21%, soit une moyenne de 529,38 % pour la farine de CT, laquelle est constituée de 50% CTM et 50% CTP. Une poudre alimentaire est facilement manipulable lorsqu'elle absorbe assez d'eau. Ainsi, les poudres alimentaires couramment utilisées dans l'industrie présentent des CAEr qui sont de 120% à 126% pour des variétés de niébé, ou 105% à 110% à pour les variétés de voandzou (Kaptso, 2008). En fait, la fixation de l'eau par des farines

se fait selon l'attraction électrostatique et les liaisons hydrogènes. Ainsi, les farines solubles dans l'eau sont riches en cendres, en fibres et en sucres solubles. C'est pourquoi les farines de *C. tinctorium* sont plus solubles que la farine de *T. leontopetaloides* qui a une faible teneur en cendres, en sucres solubles et en fibres. Aussi, la CEA des aliments est influencée par les glucides bien que la teneur en protéines de la matrice alimentaire en soit le paramètre déterminant (Adejuyitan *et al.*, 2009 ; Appiah *et al.*, 2011). Et, la farine de *C. tinctorium* peut donc conférer au mélange son aptitude à colorer les aliments en jaune et à absorber de l'eau, élément déterminant en cuisine. **Indice de solubilité dans l'eau (ISE) et Pouvoir gonflant (PG).** Ces indices renseignent sur la dispersibilité des constituants chimiques des poudres alimentaires dans l'eau. La farine (TLFE) est moins soluble dans l'eau par rapport à la farine de *C. tinctorium* hautement hydrosoluble. Il en résulte que le pouvoir gonflant (PG) de CT est plus du triple de celui de TLFE. Cela peut alors s'expliquer par la composition chimique de TLFE constituée essentiellement de l'amidon (Ndouyang *et al.*, 2009), donc moins gonflant. Quant à la farine CT, sa haute teneur en composés hydrosolubles fait d'elle une farine hautement mouillable. Par voie de conséquence, le rapport CAEr/PG se situe entre 73,57 et 90,75 pour une moyenne de 82,16. Cela démontre que la CAEr est 73,57 fois le PG de la farine TLFE et 84,92 à 90,75 fois le PG de la farine CT, pour une moyenne de 87,84.

Tableau 2 : Quelques propriétés physicochimiques des farines de *T. leontopetaloides* et de *C. tinctorium*

Farines	PPCG (%)	CAE _a (%)	CAE _r (%)	ISE (%)	PG (%)	CAEr/PG
TLFE	1	74,08±3,11 ^a	129,91±8,31 ^a	1,39±0,01 ^a	1,77±0,03 ^a	73,57±4,32 ^a
CTM	-	270,18±1,15 ^b	463,55±20,25 ^b	32,17±0,01 ^c	5,46±0,02 ^b	84,92±3,46 ^b
CTP	-	373,97±12,50 ^c	595,21±124,86 ^c	27,65±1,06 ^b	6,56±0,27 ^c	90,75±0,89 ^c

Les moyennes de la même colonne portant en exposant des lettres différentes sont significativement différentes selon le test de Duncan ($\alpha = 0,05$; $p < 0,01$). PPCG=Plus Petite Concentration Gélifiante, CAEr=Capacité d'Absorption d'Eau réelle ; ISE=Indice de solubilité dans l'eau ; PG=Pouvoir Gonflant ; TLFE=Féculé Extraite de *T. leontopetaloides* ; CTM=Matrice amyliacée de *C. tinctorium* ; CTP=Peau de *C. tinctorium*.

La **figure 2** présente l'évolution de la viscosité dynamique apparente μ et celle de la contrainte de cisaillement σ_c en rapport avec la concentration de TLFE. On observe qu'une bouillie préparée

essentiellement à base de TLFE présente une viscosité apparente μ (Pa.s) en flèche ainsi que la contrainte de cisaillement σ_c (pa) pour une concentration en farine TLFE se situant entre 8 et 10 g/100mL. Dans les deux

cas, la précision de la détermination est grande ($R^2 = 0,9915$). La contrainte de cisaillement de 3219,22 Pa est atteinte lorsque la viscosité apparente est de 18,95 Pa.s pour une bouillie dont la concentration en TLFE est de 10 g dans 100 mL d'eau. Une telle bouillie de TLFE, après refroidissement est difficile à consommer par un enfant car elle devient très consistante et collante. Dans

l'équation de la viscosité apparente, $\mu = 0,006\gamma^{3,432}$ Pa.s, on note que $3,432 = n-1$, soit $n = 4,432$. La valeur de n étant supérieure à 1, la bouillie à base de TLFE est rhéoépaississant ou dilatant. Cela oblige à la recherche des conditions rhéofluidifiantes ou pseudoplastiques ($0 < n < 1$) à 25 °C.

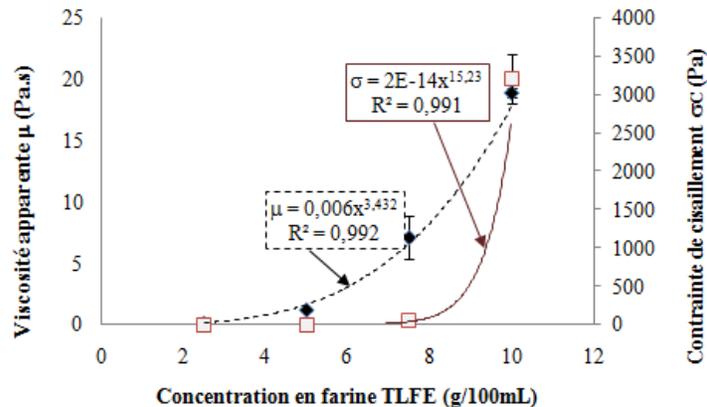


Figure 2. Évolution de la Viscosité dynamique apparente μ et de la contrainte de cisaillement σ_c en fonction de la concentration en féculé de *T. leontopetaloides*

De ce qui précède, l'adjonction de la farine CT à celle TLFE selon le dispositif expérimental de Doehlert a permis de réduire la viscosité apparente. Une telle bouillie, antimicrobienne et régulatrice physiologique, apparaît facile à consommer par les enfants. Dans ce sens, la figure 3 montre que la combinaison des farines TLFE et CT, favorise la réduction de la viscosité apparente pour une bouillie infantile. La farine CT

provoque donc la diminution de la viscosité dynamique apparente de la bouillie. Selon les courbes d'isoviscosité (figure 3), la plus grande valeur de la viscosité apparente est de 14 Pa.s, au lieu de 18,95 Pa.s, sur une bouillie contenant 8 g TLFE et de 2 g CT pour 100 mL d'eau. On admet qu'un phénomène singulier aurait dû être à l'origine de cette chute de viscosité apparente.

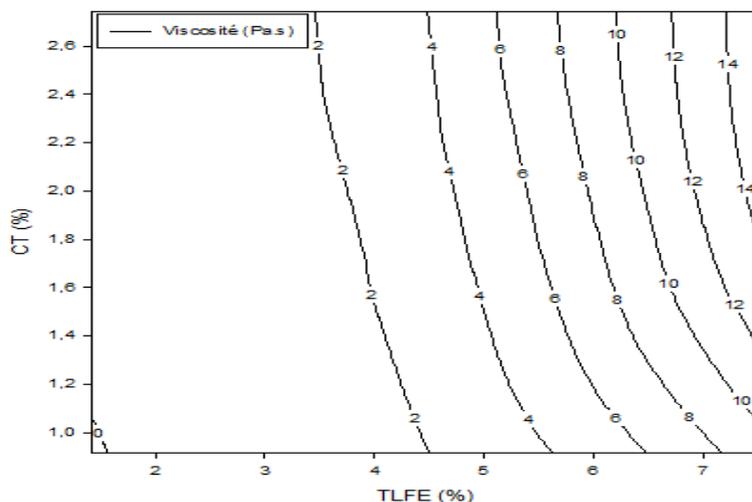


Figure 3. Courbes d'isoviscosité de viscosité de bouillie de TLFE et de la farine de CT

DISCUSSION

Le type de bouillie proposée par le présent travail est dit thérapeutique en raison des bienfaits que peuvent procurer aux enfants les farines TLFE et CT de par leurs constituants bioactifs (Ndouyang *et al.*, 2014 ; Ndouyang *et al.*, 2018a et 2018b). Si la réduction de la viscosité apparente d'une bouillie à base des deux farines est souhaitable, cela tient aux proportions de chacune d'elles dans le mélange. Le modèle du phénomène de réduction de la viscosité est donné par l'équation quadratique avec interaction telle que l'on ait :

$$z = 4,858 - 2,771 * x - 1,295 * y + 0,53 * x * y + 0,397 * x^2 - 0,011 * y^2 \text{ (Pa.s)}$$

; x = % de TLFE et y = % de CT.

Selon ce modèle, le retour de la viscosité apparente de 18,95 Pa.s à 14 Pa.s génère une réduction de 26,12%. Cette diminution de la viscosité apparente a été bien due

à la quantité de *C. tinctorium* dans la bouillie en raison des coefficients de la proportion de cette farine, notamment -1,295 et -0,011 qui multiplient respectivement y et y². De plus, en examinant les effets principaux des deux poudres alimentaires TLFE et CT (figure 4), on retient que la viscosité apparente de la bouillie est due uniquement à la TLFE. On observe que la viscosité de la bouillie s'élève de façon exponentielle quand la quantité de TLFE augmente allant de 1,41 à 7,51 g/100mL. Quant à la farine CT, son effet est moins prononcé si bien qu'elle freine l'augmentation de la viscosité apparente (0,915 à 2,745 g/100mL).

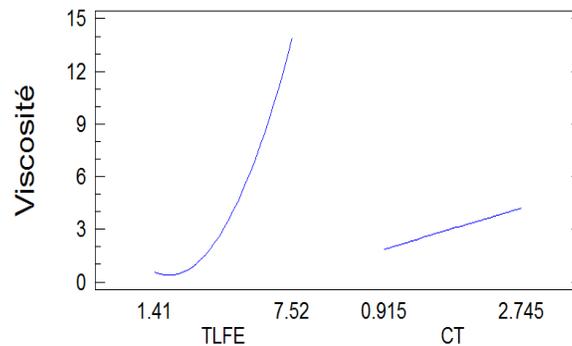


Figure 4. Graphe des effets principaux de TLFE et de CT.

L'application de l'équation du modèle ajusté de la combinaison des deux farines sur la viscosité apparente μ (Tableau 3) permet de réduire cette viscosité. Ainsi, à masses égales des deux farines, la viscosité apparente est de 7,4 Pa.s. Cette valeur n'apparaît pas très appréciable en raison du risque que provoquerait la CAEr qui est en moyenne de 529,38% chez CT. Pour tout bénéfice inhérent aux deux farines, le conseil

pourrait être en faveur de 2 à 4 g de CT pour 8 à 6 g de TLFE, soit 10 g de mélange de farines dans 100 mL d'eau ! Dans ce sens, l'effet bénéfique du mélange des aliments a été démontré récemment par plusieurs auteurs (Amino *et al.*, 2015 ; Sidibé *et al.* (2017). Toutefois, une validation ultérieure de ce modèle expérimentale est nécessaire.

Tableau 3. Application de l'équation du modèle de combinaison des deux poudres sur la viscosité apparente μ

TLFE (g/100 mL)	CT (g/100 mL)	Viscosité apparente μ (Pa.s)
10,0	0,0	16,8
9,5	0,5	16,2
9,0	1,0	15,5
8,5	1,5	14,8
8,0	2,0	13,9
7,5	2,5	13,0
7,0	3,0	12,1
6,5	3,5	11,0
6,0	4,0	9,9
5,5	4,5	8,7
5,0	5,0	7,4

CONCLUSION ET APPLICATION DES RÉSULTATS

Le souci pour une bouillie infantile thérapeutique à base de la fécule de *T. leontopetaloides* et de la poudre de *C. tinctorium* pour leurs effets nutraceutiques apparaît partiellement satisfait par cette combinaison. Car la réduction maximale de la viscosité apparente a été inférieure à 50%. De ce fait, elle ne peut être la dernière option à retenir. Il serait intéressant de mener des travaux supplémentaires pour parvenir à une viscosité apparente la plus basse possible et appréciable pour une application à bon escient. Comme l'ont souligné Sidibé et al. (2017), les effets bénéfiques de la combinaison alimentaire est souvent très intéressante

au regard de la chimie des plantes jouant à la fois les rôles alimentaire et médicinal (Ndouyang *et al.*, 2018b). Ces auteurs ont montré que les extraits de *C. tinctorium* sont de puissants neutralisateurs de radicaux qui sont l'origine de plusieurs pathologies. Pratiquement, les diarrhées d'origine bactérienne et la jaunisse ou ictère sont souvent traitées sans difficulté en un à deux jours et en trois à cinq jours respectivement. C'est une bouillie qui permet l'arrêt de la déshydratation. La combinaison des deux farines permet d'obtenir une bouillie fluide facile à manger par les enfants dénutris et/ou déshydratée.

REFERENCES

- Adejujitan JA, Otunola ET, Akande EA, Bolarinwa IF, Oladokun FM, 2009. Some physicochemical properties of flour obtained from fermentation of Tigernut (*Cyperus esculentus*). *Food Sci.* 3(2): 51-055.
- Aliyu R, Okoye ZSC, Shier WT, 1995. The hepatoprotective cytochrome P-450 enzyme inhibitor isolated from the Nigerian Medicinal plant *Cochlospermum planchonii* is a zinc salt. *Journal of Ethnopharmacology*, 48(2): 89-97.
- Amin AKKA, Agbo EA, Dago AG, Gbogouri AG, Brou DK, Dago G, 2015. Comparaison des caractéristiques nutritionnelles et rhéologiques des bouillies infantiles préparées par les techniques de germination et de fermentation. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 9(2): 944-953.
- Anderson RA, Conway HF, Pfeifer VF, Griffin EL, 1969. Pool and extrusion cooking of grain of sorghum grits. *Cereal Science today*, 14: 372-380.
- Appiah F, Asibuo JY, Kumah P, 2011. Physicochemical and functional properties of bean flours of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties in Ghana. *African Journal of Food Science* 5(2):100 – 104.
- Attama AA, Adikwu MU, 1999. The physicochemical properties of starch derived from *Tacca involucreta*. *Nig. J. Nat Prod. And Med.* 3: 71-73.
- Coffman CW, Garcia VV, 1977. Functional properties and amino acids content of a protein isolate from mungo bean flour. *J. food technol*, 12: 473p.
- Dike VT, Vihior B, Boshia JA, Yin, Mei T, Ebiloma GU, de Koning HP, Igoli JO, Gray AI, 2016. Antitrypanosomal Activity of a Novel Taccalonolide from the Tubers of *Tacca leontopetaloides*. *Phytochemical Analysis* 27(3-4): 217-221.
- Doehlert DH, 1970. Uniform Shell Designs. *Journal of the Royal Statistical Society*, 19: 231-239.
- Ekanem JO, 1994. Treatment regimens for malaria as a function of level of chemo-resistance in Africa Malaria/Paludisme et maladies infectieuses, 1: 96-97.
- Etuk EU, Francis UU, Garba I, 2009. Regenerative action of *Cochlospermum tinctorium* aqueous root extract on experimentally induced hepatic damage in rats. *African Journal of Biochemistry Research* 3(1): 001-004.
- Feng QL, Wu J, Chen GQ, Cui FZ, Kim TN, Kim JO, 2000. A mechanistic study of the antibacterial effect of silver ions on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *J. Biomed. Mater. Res.* 52:662.
- Hansen SF, 2009. Regulation and Risk Assessment of Nanomaterials – Too Little, Too Late? *Thèse de doctorat, Université technique du Danemark*, 130 p.
- Kaptso KG, 2008. Potentiel technologique des farines de niébé (*Vigna unguiculata*) et de voandzou (*Vigna subterranea*) pour la préparation du koki (gâteau de pâte cuite à la vapeur). Université de Ngaoundéré, Thèse, pp 144-147.
- Kitjaroennirut N, Jansakul C, Sawangchote P, 2005. Cardiovascular effects of *Tacca integrifolia* Ker-Gawl. extract in rats. *Songklanakarin J. Sci. Technol*, 27(2): 281-289.
- Koszul J, Nabialek J, 2004. « Viscosity models in simulation of the filling stage of the injection molding process », *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 157-158: 183-187

- Mouquet C, Trèche S, 2001. Viscosity of gruels for infants: a comparison of measurement procedures. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 52, 389-400.
- Ndouyang CJ, Ejoh AR, Aboubakar, Facho B, Njintang YN, Mohammadou BA, Mbofung CM, 2009. Valeur nutritionnelle de *Tacca leontopetaloides* (L.) Kuntze, tubercule non conventionnel. *Revue de génie industriel* 3, 24-32.
- Ndouyang CJ, Himeda M, Nguimbou RM, 2018a. Antinutriments et propriétés nutritionnelles *in vivo* de *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. (Bixaceae) chez les jeunes rats (*Rattus norvegicus* L.). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12(2): 884-901.
- Ndouyang CJ, Kaptso G, Nguimbou R M, Scher J, Gaiani C, Facho B, 2018b. Relationship between Secondary Metabolites, Antiradical Activities, and Colour Characteristics of *Cochlospermum tinctorium* A. Rich. (Bixaceae) Root. *Ghana Journal of Science*, 59:79-92
- Ndouyang CJ, Nguimbou RM, Njintang YN, Scher J, Facho B, Mbofung CMF, 2014. *In Vivo* Assessment of the Nutritional and Subchronic Toxicity of *Tacca leontopetaloides* (L.) Tubers. *Scholars Academic Journal of Pharmacy*, 3(1):53-60. Okechukwu EC, Umeh EU, Aguora SOu, 2015. *In Vitro* Antibacterial Activities of *Cochlospermum planchonii* Roots Crude Extracts. *Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 10(1): 115-120.
- Phillips RD, Chinnan MS, Branch AL, Miller J, Mc Watters KA, 1988. Effets of pre-treatment on functional and nutritional properties of cowpea meal. *Journal of Food Sciences*. 153(3): 805-809.
- Risinger AL, and Mooberry SL, 2010. Taccalonolides: Novel Microtubule Stabilizers with Clinical Potential. *Cancer Lett*, 291(1): 14–19.
- Sasikala A, Savithamma N, 2012. Biological Synthesis of Silver Nanoparticles from *Cochlospermum religiosum* and their Antibacterial Efficacy. *J. Pharm. Sci. & Res*, 4(6): 1836-1839.
- Sidibe S, Coulibaly A, Kone D, Doumbia M. 2017. Amélioration de la viscosité et de la densité énergétique des bouillies infantiles préparées à partir de farines composées a base de riz, de niébé de soja et d'arachide. *Agronomie Africaine Sp.29* (1):53–61.
- Solon S, Carollo CA, Brandão LFG, 2012. Phenolic derivatives and other chemical compounds from *Cochlospermum regium*. *Quim. Nova*, 35(6): 1169-1172.
- Tester RF, Morrison WR, 1990. Swelling and gelatinization of cereal starches I. Effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chem*, 67: 551-557.
- Tinley TL, Randall-Hlubek DA, Lea RM, Jackson EM, Cessac JW, Quada JC, Hemscheidt TK, Mooberry SL, 2003. Taccalonolides E and A: Plant-derived Steroids with Microtubule stabilizing Activity. *Cancer Research*, 63: 3211-3220.
- Togola A, Diallo D, Dembélé S, Barsett H, Paulsen BS, 2005. Ethnopharmacological survey of different uses of seven medicinal plants from Mali (West Africa) in the regions Doila, Kolokani and Siby. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 1:7 (9p).
- Yokosuka A, Mimaki Y, Sashida Y, 2004. Taccasterosides A-C, Novel C28-Sterol Oligoglucosides from the Rhizomes of *Tacca chantrieri*. *Chem. Pharm. Bull.* 52 (11): 1396-1398.