

# Activité antioxydante et anti-hyperglycémique du Sorgho

---

N'Guessan Bra Yvette FOFIE<sup>1\*</sup>, Edwige Alida ODOH<sup>1</sup>, Martin KIENDRÉBÉOGO<sup>2</sup>,  
Rokia SANOGO<sup>3,4</sup>, Diénéba KONE-BAMBA<sup>1</sup>

## Résumé

Le diabète sucré est une pathologie fréquemment rencontrée dans les communautés surtout ceux vivants dans les pays en développement. Cette maladie, en progression constante, pose un grave problème économique et baisse le confort du malade. La recherche de remède accessible à tout diabétique nous a amené à nous intéresser aux grains de *Sorghum bicolor*. L'objectif de cette étude est de rechercher l'activité antioxydante et antihyperglycémique des grains de sorgho. La recherche et l'évaluation de l'activité antioxydante s'est fait selon la méthode de Blois basé sur la réduction du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). La recherche de l'activité antihyperglycémique, comparativement à ceux du glibenclamide et de la metformine, s'est effectuée sur le rat hyperglycémique par surcharge en glucose. Les composés de la fraction acétate d'éthyle du sorgho, dévoilés par le réactif de Godin, ont montré un potentiel anti-oxydant révélé par le DPPH sur chromatographie sur couche mince de silice. Cette réaction en solution, par la lecture de la densité optique à la longueur d'onde  $\lambda = 570$  nm, a montré une  $IC_{50}$  à  $339,667 \pm 13,868 \mu\text{g/mL}$ . L'extrait aqueux, à 200mg/Kg à montré une très bonne activité antihyperglycémique. Ces résultats montrent la présence de composés anti-oxydants et de substances antihyperglycémiques dans le sorgho.

**Mots-clés :** Antihyperglycémique, Antioxydante, glibenclamide, metformine, *Sorghum bicolor*

## Antioxidant and anti-hyperglycemic activity of *Sorghum bicolor*

### Abstract

Diabetes mellitus is increasing worldwide, especially in the developing countries. This disease, in constant progression, is a serious economic problem and lowers patient comfort. The search for remedy that will be readily available and affordable to everyone with diabetes has led us to investigate fruit of *Sorghum bicolor*. The objective of this study was to investigate the antioxidant and antihyperglycemic activity of *Sorghum bicolor* (sorghum) The search and evaluation of the antioxidant activity was done according to the method of Blois based on the reduction of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). The search for antihyperglycaemic activity was performed on rats, having received glucose overdose. This activity was compared to those of glyburide and metformin. The compounds of the ethyl acetate fraction of Sorghum, revealed by Godin reagent, have shown an antioxidant capacity revealed by DPPH on thin layer chromatography of silica. This reaction in solution, by reading the optical density at 570 nm, showed an  $IC_{50}$  of  $339.667 \pm 13.868 \mu\text{g/mL}$ . The aqueous extract at 200mg / Kg showed very good antihyperglycaemic activity. These results showed the presence of antioxidants compound and antihyperglycaemic substances in sorghum.

**Keywords:** antihyperglycaemic, Antioxidant, glyburide, metformin, Sorghum

---

<sup>1</sup> UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Abidjan, 22 BP 747 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup> Laboratoire de Biochimie & Chimie Appliquées (LABIOCA), Université de Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso

<sup>3</sup> Département de médecine traditionnelle de Bamako, Mali

<sup>4</sup> Faculté des sciences Pharmaceutique de Bamako, Mali

\* Auteur correspondant, E-mail : yvette.fofie08@yahoo.fr

## Introduction

L'intérêt des plantes médicinales en Afrique n'est plus à démontrer car plus de 80 % de la population ont recours à la médecine traditionnelle pour se soigner ; A ce sujet, l'utilisation de plantes médicinales pour le traitement des maladies métaboliques s'accroît de plus en plus dans le monde (OMS, 2010). Des enquêtes ethnobotaniques et ethno médicales réalisées par certains auteurs dont N'GUESSAN (2008), TRA BI (2008) et FOFIE (2014), font ressortir plus d'une centaine de plantes utilisées en médecine traditionnelle en Côte d'Ivoire.

De façon particulière, le bilan fait ressortir un éventail de plantes à usage anti hyperglycémique. Parmi celles-ci, *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (Poaceae) a retenu notre attention.

*Sorghum bicolor* est une Poaceae originaire d'Afrique. C'est une plante qui se caractérise par un système racinaire puissant qui explique en grande partie sa capacité à supporter les sécheresses. Cette espèce est cultivée soit pour ses grains, soit comme fourrage, soit pour ses tiges (ANONYME, 2014). Cependant, il existe un autre type de sorgho qui est le sorgho colorant dont on extrait un bio-colorant issu principalement des gaines foliaires (KAYODE *et al.*, 2011).

Traditionnellement, le grain de *Sorghum bicolor* est utilisé dans le traitement de la blennorragie, la toux, l'anémie et le traitement de la diarrhée (NEUWINGER, 2000).

Cette céréale a aussi fait l'objet d'études scientifiques réalisées tant du point de vue phytochimique que pharmacologique mettant en évidence des activités variées. Ces travaux concernent surtout les effets myorelaxant, l'anémie, le traitement de l'hépatite (KAYODE *et al.*, 2011).

Cette étude a pour objectif de contribuer à l'utilisation de cette céréale en tant que anti diabétique et antioxydant.

## Matériels et méthodes

Le matériel utilisé comprend des produits chimiques que sont, les réactifs et solvants de puretés analytiques et des appareils de mesure. Parmi ceux-ci notons, le glibenclamide et la metformine ont été utilisés comme substances de référence pour le test antidiabétique, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) a été utilisé pour la recherche et l'évaluation de l'activité antioxydant. La glycémie a été mesurée à l'aide d'un glucomètre. (Accu-Chek Active Roche, Allemagne).

Le matériel animal a été constitué de rats adultes des deux sexes, de la race Wistar âgés de 4 à 12 semaines. Les animaux ont été acclimatés pendant 2 semaines avant l'expérimentation sous la supervision d'un comité éthique. Tous les animaux ont été maintenus dans des conditions standard. La température ambiante était de  $22 \pm 2$  ° C et une humidité relative de 45 à 55 %. Chaque cycle de la lumière et l'obscurité a duré 12 heures. Les animaux ont eu accès à des aliments *ad libitum*, à l'eau du robinet et à un aliment adapté pour les rongeurs qui est pellets.

Le matériel végétal a été constitué des grains séchés de *Sorghum bicolor* (L.) Moench., ont été achetés sur le marché d'Abidjan. Un herbier de chaque drogue a été constitué et gardé au Centre National de Floristique de l'Université Félix Houphouët-Boigny.

Le fruit du sorgho a été nettoyé puis séchée à la température ambiante au soleil. Le matériel végétal sec a été pulvérisé grossièrement à l'aide d'un broyeur pour ce qui concerne le fruit non décortiqué (FND). Le fruit décortiqué (FD) a aussi été broyé grossièrement. Le son (SON) a été recueilli. Après cette étape, tous les trois échantillons ont été mis au frais.

## Préparation d'extrait

Le décocté des grains non décortiqué (FND) a été obtenu en faisant bouillir 100 grammes de cet échantillon dans un litre d'eau distillée pendant 15 minutes. Le filtrat a constitué l'extrait extemporané (e). Cette préparation a aussi concerné les grains décortiqués (FD) et le son (SON).

Les extraits secs ont été obtenus à partir des aliquotes de filtrat passés à l'évaporateur rotatif sous pression réduites avant de les soumettre à la lyophilisation (Heto-Drywinner modèle DW 1,0-60<sup>E</sup>). Ces extraits secs ont été quantifiés puis conservés au réfrigérateur à 4 °C avant leur utilisation pour les différents tests de recherche et de dosages d'activités.

Après la décoction aqueuse, une macération du son a été faite à l'aide d'un mélange de d'eau et d'alcool (1:1 v/v). Une autre macération des gains non décortiqué a été faite à l'aide de solvant organique à polarité croissante. Ces solvants sont l'éther de pétrole, le chloroforme, l'acétate d'éthyle, le méthanol et l'eau.

### Recherche et dosage de l'activité anti-oxydant par DPPH

La recherche de L'activité antioxydante a été effectuée sur une plaque de chromatographie sur couche mince (CCM) de silice puis révélé par le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

La mesure de cette activité a été réalisée par la méthode de VELAZQUEZ *et al.* (2003). Cette méthode est fondée sur la mesure de l'absorbance à  $\lambda = 517$  nm de la couleur jaune obtenue quand un radical libre stable DPPH réagit avec un antioxydant. Le DPPH, radical libre de couleur violette est réduit en un composé de couleur jaune en présence de composés anti-radicaux. L'intensité de la coloration, mesurée au spectrophotomètre UV-visible de type Epoch, est inversement proportionnelle à l'activité anti-radicalaire des extraits dont on souhaite déterminer l'activité.

En pratique, les conditions expérimentales ont été réalisées en triplicata avec 7 concentrations. Une série de 7 dilutions successives, au  $\frac{1}{2}$ , sont réalisées à partir de solution échantillon à 1 mg/mL dans du méthanol. Deux cent (200)  $\mu$ L d'une solution méthanolique fraîchement préparée de DPPH (20 mg/L) ont été mélangés avec 100  $\mu$ L de chaque concentration d'extrait. Après 15 minutes d'incubation dans l'obscurité, à la température ambiante, les absorbances ont été lues à 517 nm contre un contrôle négatif (100  $\mu$ l de méthanol et 200  $\mu$ l de DPPH). Le pourcentage

$$\text{Inhibition (\%)} = [(A_B - A_A)/A_B] * 100$$

d'inhibition du radical DPPH a été calculé selon la formule de MILIAUSKAS (2004) :

$A_B$  : Absorbance du blanc ;  $A_A$  : Absorbance de l'extrait.

La valeur de la concentration inhibant 50 % du radicale DPPH (IC50) a été déterminée graphiquement. Une faible valeur de IC50 est indicatrice d'une importante activité anti-radicalaire.

### Évaluation de l'activité anti hyper glycémique

Ce test consiste à provoquer une hyperglycémie temporaire chez le rat non diabétique puis à vérifier l'effet des extraits des plantes étudiées sur l'hyperglycémie.

En pratique, les rats choisis pour ce test, à jeun pendant 18 heures, sont été pesés pour constituer des lots homogènes avant d'être marqués pour les différencier. Puis, la glycémie de base (TGB) de chaque animal est mesurée grâce au glucomètre Accu – Chek® Active Go (Roche). Le poids de chaque animal a permis de lui administrer une surcharge de glucose afin de créer une hyperglycémie avec une solution de glucose à 30 % soit une dose de 3 g/kg de poids corporel. Cette administration a été faite par gavage (GHARRAS *et al.*, 1999). Les rats ayant présenté une hyperglycémie supérieure ou égale à 0,5 mmol/L par rapport à la glycémie de base au bout de 30 minutes, ont été retenus puis réorganisés en lot homogène. Chaque lot a été constitué de 6 rats. Immédiatement, après l'état d'hyperglycémie, objectivé par la mesure de la glycémie, les lots ont été traités par gavage avec l'eau distillée, l'extrait aqueux de drogue ou un antidiabétique oral de référence. Le volume d'administration est de 10 mL/ kg de pc.

La glycémie, après traitement de chaque animal a été mesurée toutes les 30 minutes (t) pendant 90 minutes. La détermination de la glycémie a été faite en appliquant une goutte de sang de la veine caudale sur une bandelette réactive Accu – Chek® Active. La lecture a été faite en mg/dL puis multiplié par le facteur 5,55 (inverse du poids du glucose (180)). Ainsi, les valeurs exploitées ont été en mmol/L. L'activité anti-hyper-glycémiant a été exprimée en pourcentage de

$$\% \text{ Réduction} = ((\text{HGPO} - \text{TG}) * 100) / \text{HGPO}$$

réduction (% réduction) de l'hyperglycémie provoquée dans le temps par rapport à l'hyperglycémie (HGPO) du groupe témoin et suivant la formule ci-dessus :

HGPO : valeur de l'hyper-glycémie provoquée par voie orale du groupe témoin ;

TG : valeur de la glycémie au temps t.

Les différents lots ont été traités comme suit :

Lot 1 : rats normoglycémiques traités avec de l'eau

Lot 2 : rats rendus hyperglycémiques traités avec de l'eau

Lot 3 : rats rendus hyperglycémiques traités avec le glibenclamide 5 mg/kg

Lot 4 : rats rendus hyperglycémiques traités avec la metformine à 500 mg/kg

Lot 5 : rats rendus hyperglycémiques traités avec l'extrait extemporané du fruit non décortiqué (FND) à (1000 mg/kg) ;

Lot 6 : rats rendus hyperglycémiques traités avec l'extrait sec du fruit non décortiqué (FND) à 100 mg/kg ;

Lot 7 : rats rendus hyperglycémiques traités avec l'extrait sec du fruit non décortiqué (FND) à 200 mg/kg ;

Lot 8 : rats rendus hyperglycémiques traités avec l'extrait sec du fruit décortiqué (FD) à

200 mg/kg ;

Lot 9 : rats rendus hyperglycémiques traités avec l'extrait sec du son (SON) à 200 mg/kg.

### Analyse statistique

Les données obtenues pour l'étude des activités antidiabétiques hypoglycémiantes et sont exprimées en moyenne  $\pm$  écart-type.

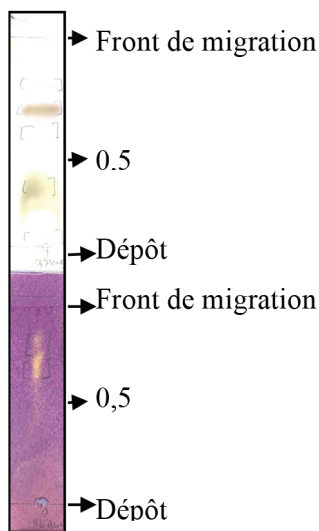
La comparaison entre les différents groupes a été effectuée par analyse de variance (ANOVA), et le test t de Student a été utilisé pour séparer les moyens. Une valeur de  $p < 0,01$  est considérée comme hautement significative et une valeur  $p < 0,05$  est significative.

## Résultats

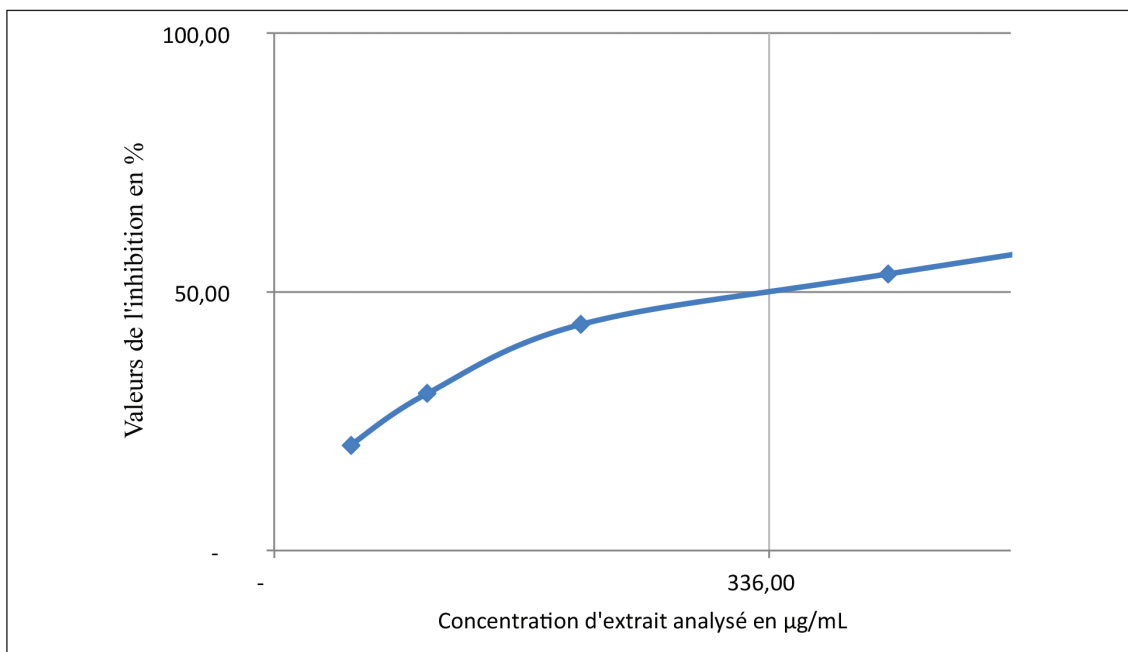
### La recherche et l'évaluation de l'activité anti-oxydant

L'effet anti-oxydant a été étudié grâce au DPPH de couleur violette. La décoloration jaune constatée sur les couches de chromatographie (figure 1) a été réalisée en solution, au contact des extraits de drogues. L'intensité de cette décoloration jaune a été lue à 517 nm.

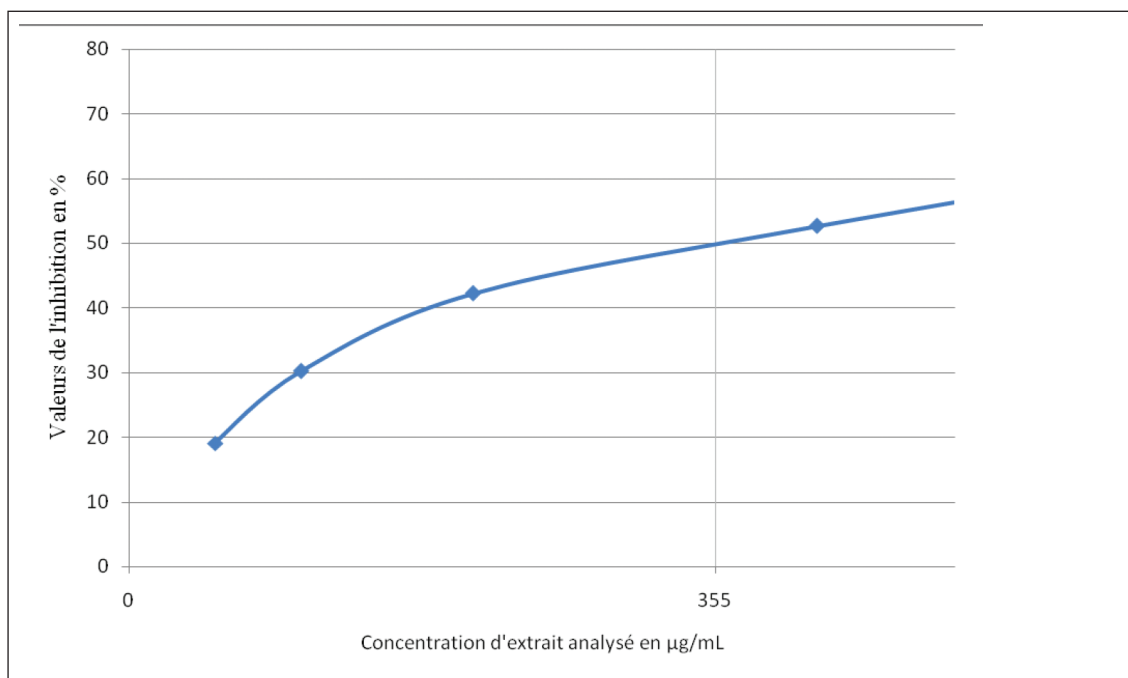
La présence de composé anti-oxydant révélé par la CCM a conduit à mesurer l'activité anti oxydante en déterminant graphiquement la quantité de substance anti oxydante nécessaire pour diminuer la concentration initiale de DPPH de 50 % ( $IC_{50}$ ). La détermination graphique de la concentration inhibant 50 % de DPPH a été recherchée. Ces mesures ont été faites en triplicata. Cette réaction en solution, par la lecture de la densité optique à 517 nm, a montré une concen-



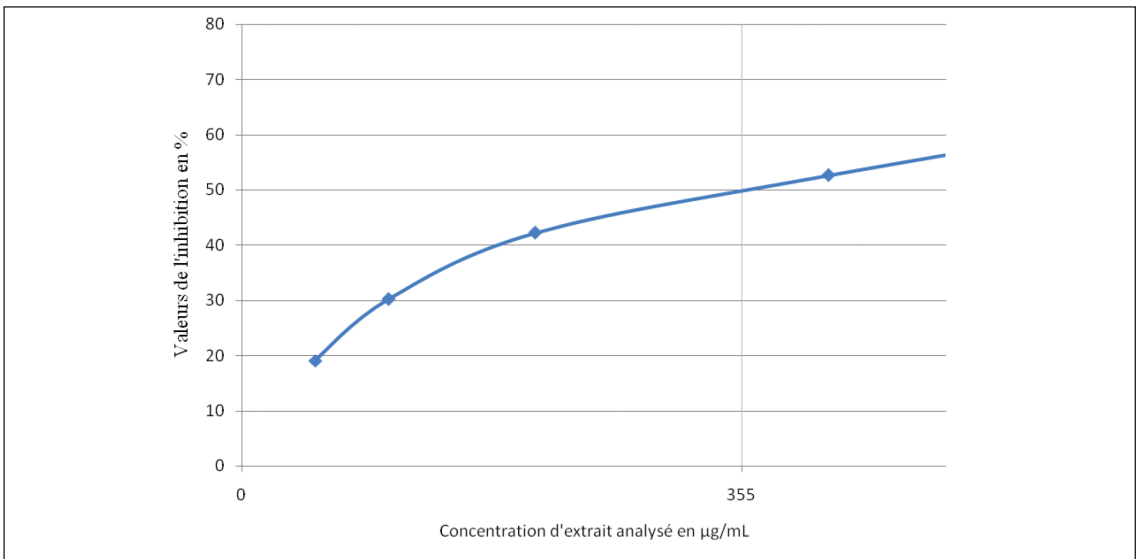
**Figure 1.** Chromatogramme de l'extrait extemporané du sorgho



**Figure 2 essai-1.** Courbe d'inhibition du DPPH de l'extrait hydro-méthanolique du son de *Sorghum bicolor* (L.) Moench



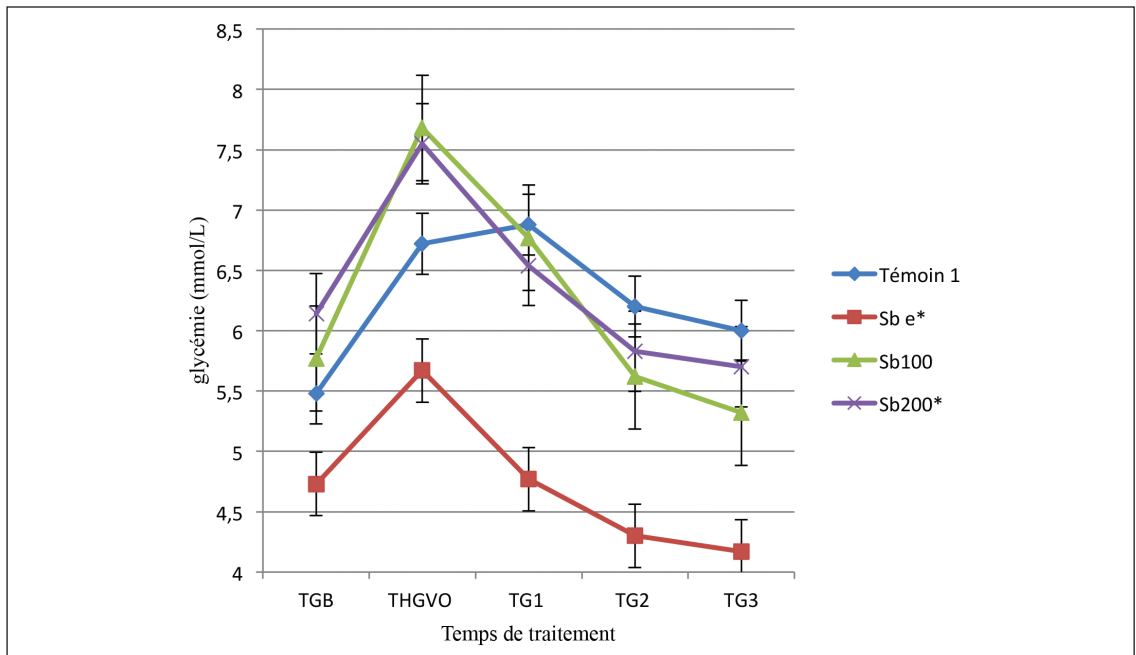
**Figure 2 essai-2.** Courbe d'inhibition du DPPH de l'extrait hydro-méthanolique du son de *Sorghum bicolor* (L.) Moench



**Figure 2** essai-3. Courbe d'inhibition du DPPH de l'extrait hydro-méthanolique du son de *S. bicolor* (L.) Moench

tration inhibitrice ou IC50 à  $339,667 \pm 13,868 \mu\text{g/mL}$ .

En effet, plus la concentration inhibant 50 % (IC50) du radical DPPH est faible, plus l'extrait a



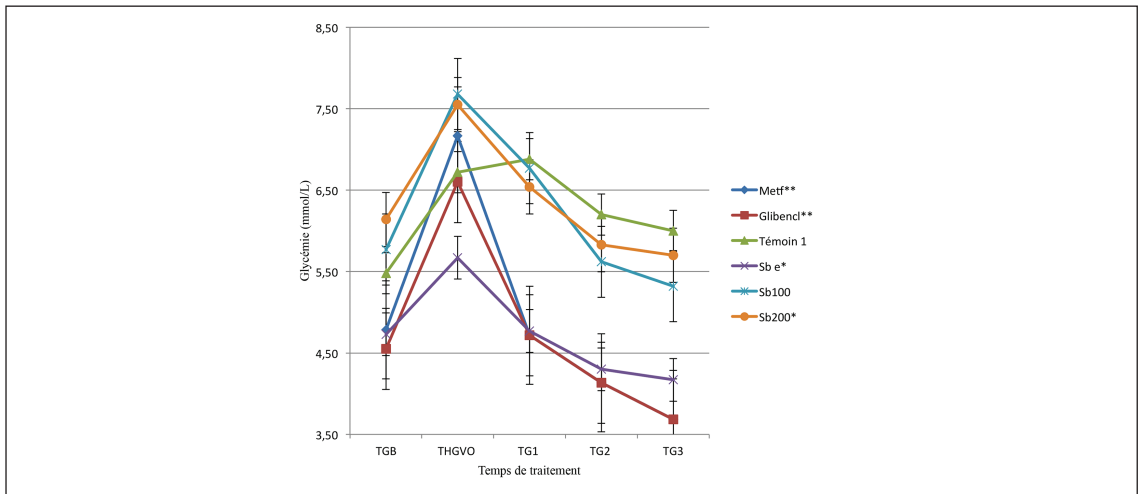
**Figure 3.** Influence des différentes doses d'extraits de *Sorghum bicolor* sur l'hyperglycémie provoquée chez les rats.

Sb : *Sorghum bicolor* (L.) Moench. e : extrait extemporanée (1000 mg/Kg). GB : Glycémie de base ; THGPO (THGVO) = Hyper-glycémie provoquée par voie orale.

une très bonne activité anti-oxydante.

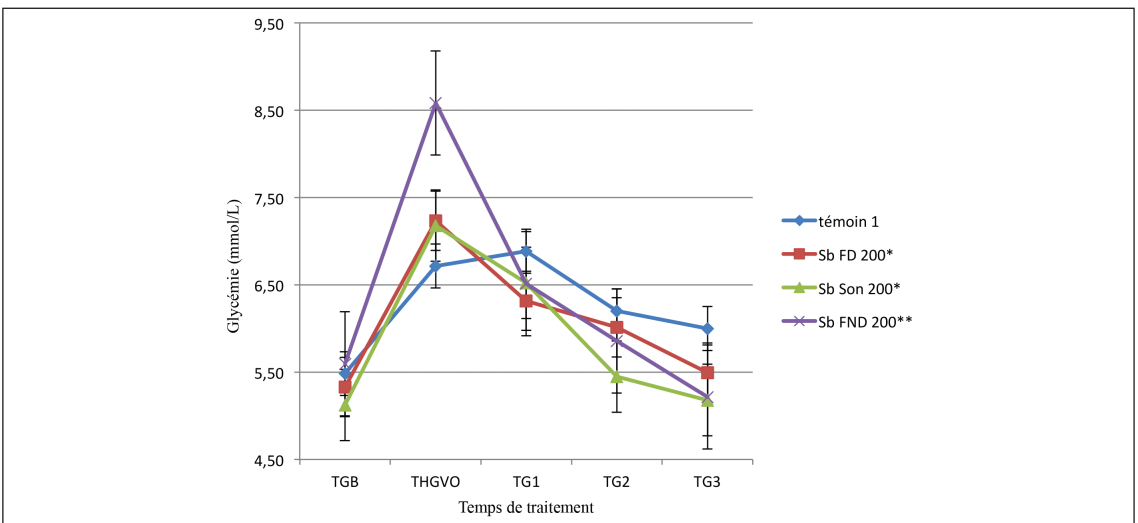
## Effet des extraits des drogues de *Sorghum bicolor* sur l'hyperglycémie provoquée chez le rats

Toutes les doses testées ont entraîné une baisse de l'hyperglycémie. La dose de 100 mg/kg n'a



**Figure 4.** Influence des différentes doses d'extraits de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. sur l'hyperglycémie provoquée comparativement aux lots témoins de références

pas eu d'effet significatif. Les doses de 200 mg/kg et 1000 mg/kg ont eu chacun un effet significatif sur l'hyperglycémie provoquée. La progression des pourcentages de diminution de la dose de 200mg/kg de pc est de (-13,42 -22,74% -24,12) et celle de 1000 (ou extrait extemporanée) est de (-15,88 -24,50 -26,47) ont été graduelle et semblable (figure 3).

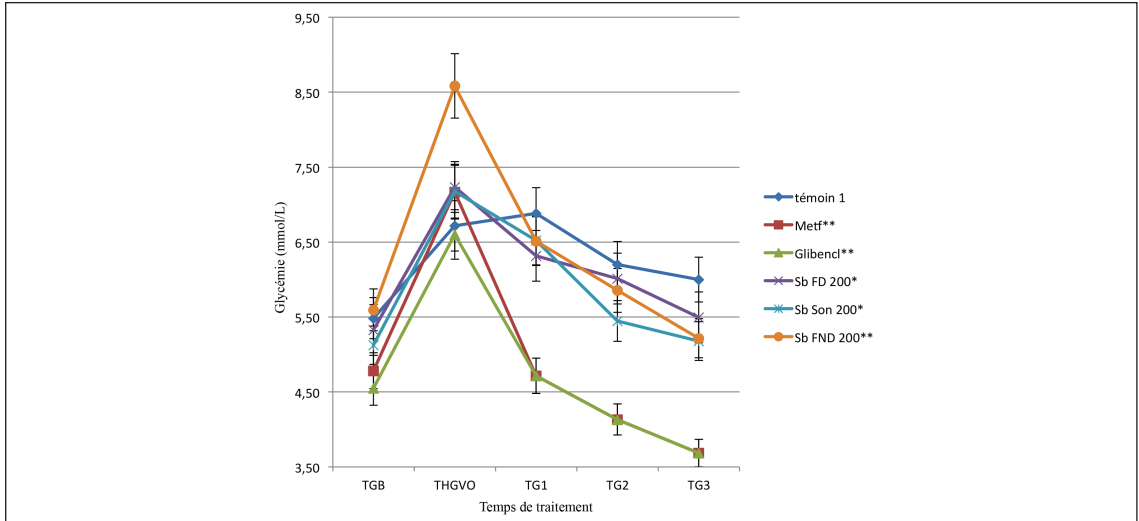


**Figure 5.** Influence des différentes doses d'extraits hydro-méthanolique des drogues de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. sur l'hyperglycémie provoquée chez les rats



La dose de 1000 mg/kg baisse l'hyperglycémie provoquée dès la 1<sup>ère</sup> période comme les substances de référence. Cette baisse a été plus modérée après, tandis que l'action des substances de référence sur la glycémie a continué. Les effets des doses des extraits de sorgho ne sont pas comparables aux effets des substances de référence utilisées (figure 4).

Toutes les doses testées ont entraîné une baisse de l'hyperglycémie. Les extraits hydro-méthanoliques des différentes drogues du fruit du sorgho, à la dose de 200 mg/kg ont baissé l'hyper-



**Figure 6.** Influence des différentes doses d'extraits hydro-méthanoliques des drogues de *Sorghum bicolor* sur l'hyperglycémie provoquée comparativement aux lots témoins de référence

glycémie provoquée chez le rat. L'activité des extraits du fruit non décortiqué a été très significative. Les effets du son et du fruit décortiqué sont comparables. Mais la progression des pourcentages de diminution est plus accentuée pour le son (-9,15 -24,68 et -28,39) par rapport au fruit décortiqué (-12,66 -16,88 et -24,04).

Le fruit non décortiqué (FND) du sorgho a un effet très significatif sur l'hyperglycémie provoquée par voie orale comparativement aux fruits décortiqués et au son. L'évolution des pourcentages de diminution, comparée à ceux des produits de référence, est en progression.

## Discussion

De nombreuses études ont montré que le traitement par les antioxydants prévient et diminue les risques des complications du diabète (SARIKAPHUTI *et al.*, 2013). Le diabète sucré est un désordre/syndrome métabolique chronique résultant d'une variété d'interactions entre des facteurs héréditaires et environnementaux. Il est caractérisé par une perturbation de la sécrétion de l'insuline ou de l'action des récepteurs ou des post-récepteurs de l'insuline ce qui affecte, par conséquent, le métabolisme des glucides, des protéines et des lipides. En plus, il engendre des lésions sur de nombreux organes, tissus et cellules dont les cellules  $\beta$  pancréatiques (ORHAN *et al.*, 2006). Il existe donc une évidence que les complications liées au diabète sont associées au stress oxydant producteur des radicaux libres qui augmentent pendant le diabète (ARMSTRONG *et al.*, 1991).

Cette étude a montré l'effet des différentes doses des extraits aqueux et hydro-méthanoliques des drogues de *Sorghum bicolor* (L.) Moench acheté en Côte d'Ivoire, sur l'hyperglycémie induite chez les rats Wistar non-diabétiques. Le diabète a été traité avec différentes doses sur une longue période. Les extraits de ces plantes ont amélioré le contrôle du diabète (AYBAR *et al.*, 2001). Par conséquent, la recherche de plantes médicinales plus efficaces est devenue une question importante. Les composés antioxydants sont connus pour leurs activités biologiques, y compris multidirectionnelle anti-diabétique (BRAHMACHARI *et al.*, 2009). Ainsi, cette étude antihyperglycémique des extraits hydro-méthanoliques et du décocté des grains de *Sorghum bicolor* sur la tolérance au glucose par voie orale chez le rat a montré une bonne réduction sans provoquer une hypoglycémie.

La réduction de la capacité antioxydante a été identifiée par chromatographie sur couche mince avec une couleur jaune sur un fond violet (ONAWUMI *et al.*, 2012). L'activité antioxydante peut être liée à la présence de composés polaires avec des polyphénols (N'GUESSAN *et al.*, 2011) dont la présence dans l'extrait d'acétate d'éthyle était remarquable. Cet extrait contient des composés antioxydants majoritaires avec une meilleure capacité de réduction. L'activité antioxydante serait augmentée par des substances moins polaires et non polaires (JAGADEESAN *et al.*, 2011 ; TIWARI *et al.*, 2010).

Mesurer l'absorbance de DPPH à 517 nm en présence d'extraits hydro-méthanoliques des drogues de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. a montré une plus grande réduction du DPPH en raison de l'important travail accompli par le piégeage des extraits (BAKIREL *et al.*, 2008). La concentration Inhibitrice IC<sub>50</sub> qui est la valeur antioxydante nécessaire pour diminuer la concentration initiale DPPH de 50 % a été déterminée graphiquement. L'importance de l'activité antioxydante se traduit par une faible valeur de IC<sub>50</sub>. L'extrait hydro-méthanoliques des drogues de *Sorghum bicolor* (L.) Moench montre une faible valeur de la IC<sub>50</sub>.

## Conclusion

Enfin, l'étude de l'activité anti hyper glycémique de l'extrait hydro méthanolique des différents échantillons de *S. bicolor* a montré une activité statistiquement significative pour chaque extrait. L'extrait hydro-méthanolique des grains décortiqué de *Sorghum bicolor* (L.) Moench. s'est distingué à 200 mg/kg de poids corporel, par des activités anti hyper glycémiques très significatives sur des rats en hyperglycémie temporaire. Cette activité antihyperglycémique trouvée pour chaque drogue peut être due à la présence simultanée de substance dans chaque partie du fruit. Ainsi, le grain du sorgho peut contribuer à la prise en charge douce et efficace du diabète et de ses complications. Il est par conséquent nécessaire d'éduquer la population à consommer régulièrement cet aliment.

## Références bibliographiques

**Anonyme, 2014.** Final 2012 Data and Preliminary 2013 Data for 5 major commodity aggregates. (Consulté en Février 2014) <<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?pageid=339&country=53lang=fr>>

**Armstrong D et Al-Awadi F, 1991.** Lipid peroxidation and retinopathy in streptozotocin-induced diabetes. *Free Radical Biology and Medicine* 11:433–436..

**Aybar MJ, Sánchez RAN, Grau A et Sánchez SS, 2001.** Hypoglycemic effect of the water extract of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 74 (2): 125–132.

- Bakirel T, Bakirel U, Keles OU, Ulgen SG et Yardibi H, 2008.** In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in alloxan-diabetic rabbits. *Journal of Ethnopharmacology*. 116:64–73
- Brahmachari G, 2009.** Mother nature: An inexhaustible source of drugs and lead molecules. In: Brahmachari G editor. *Chemistry, Biochemistry and Pharmacology*. 1st éd. New Delhi: Narosa Publishing House. P1-20.
- Fofié N.B.Y., 2014.** Contribution à l'étude botanique, phytochimique et pharmacodynamique de plantes utilisées en médecine traditionnelle africain e: *Euphorbia hirta* L. (Euphorbiaceae), *Ocimum gratissimum* L. (Lamiaceae), *Sorghum bicolor* (L.) Moench. (Poaceae) et *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae). Thèse de Doctorat Sciences Pharmaceutiques et Biologique. Université Félix Houphouët Boigny-Abidjan, 322p
- Gharras L, Hmamouchi M, Lamnouar D et Bengoumi M, 1999.** Etude comparative de l'effet hypoglycémiant de six plantes de la pharmacopée traditionnelle marocaine. *Revue de Medecines et Pharmacopées Africaines*. 13: 71-80.
- Jagadeesan P., Prasad D.A., Pandikumar P., Ignacimuthu S., 2011.** Antioxidant and free radical scavenging activities in common wild greens from Tiruvallur district of *Tamil Nadu, India*. *IJNPR*, 2(2):156-163.
- Kayodé AP, Nout MJ, Linnemann AR, Hounhouigan JD, Berghofer E et Siebenhandl-Ehn S, 2011.** Uncommonly high level of 3-deoxyanthocyanidins and antioxidant capacity in the leaf sheaths of dye Sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(4): 1178-1184.
- Miliauskas G, Venskutonis PR et Van Beek TA, 2004.** Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85: 231-237.
- N'Guessan K, 2008.** Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles chez les peuples Abbey et Kroubo du Département d'Agboville (Côte-d'Ivoire). Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles. Université de Cocody-Abidjan, U.F.R. Biosciences, Laboratoire de Botanique, 235 p
- Neuwinger HD, 2000.** African traditional medicine: a dictionary of plant use and applications. *Medpharm Scientific*, Stuttgart, Germany. 589 p.
- N'Guessan AHO, Déliko CED, Mamyrbékova-Bekro JA, Békro Y-A. 2011.** Teneur en composés phénoliques de 10 plantes médicinales employées dans la tradithérapie de l'hypertension artérielle, une pathologie émergente en Côte d'Ivoire. *Rev de Génie industriel*, 6: 55-56.
- OMS, 2010.** WHO Policy Perspectives on Medicines: Continuity and change—implementing the third WHO Medicines Strategy 2008-2013. WHO/EMP/2010.2 <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s16880e/s16880e.pdf>, 6 p
- Onawumi OOE, Adelowo FE, Ipadeola AO, Edewor TI, Ayoola PB, Odunola OA. 2012.** Preliminary studies on phytochemical and antimicrobial investigation of plants (Irawo-Ile) *Mitracarpus villosus*, *Euphorbia hirta* and *Spermacoce ocymoides*. *IJRRAS*, 10(1): 78-81.
- Orhan N, Aslan M, Deliorman Orhan D, Ergun F et Yesilada E, 2006.** In vivo assessment of antidiabetic and antioxidant activities of grapevine leaves (*Vitis vinifera*) in diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 108: 280–286.
- Sarikaphuti A, Nararatwanchai T, Hashiguchi T, Ito T, Thaworanunta S, Kikuchi K, Oyama Y, Maruyama I et Tancharoen S, 2013.** Preventive effects of *Morus alba* L. anthocyanins on diabetes in Zucker diabetic fatty rats. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 6(3): 689-695.
- Tiwari N, Chaudhary A, Mishra A. 2010.** Phytochemical screening and antioxidant activities of some Indian medicinal plants used for malaria therapy. *Pharmacia Lettre*, 2(5): 335-340.
- Tra Bi FH, Irié GM, N'Gaman KCC, Mohou CHB. 2008.** Études de quelques plantes thérapeutiques utilisées dans le traitement de l'hypertension artérielle et du diabète: deux maladies émergentes en Côte d'Ivoire. *Sci. Nat.*, 5(1): 39-48.
- Velazquez E, Tournier HA, Mordujovich BP, Saavedra G, Schinella GR. 2003.** Antioxydant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia*, 74: 91-97.