



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Effets de la consommation de petites doses de cacao sur les pressions artérielles selon leurs valeurs de base, chez des noirs africains

Edwige SIRANSY-BALAYSSAC<sup>1,2\*</sup>, Soualiho OUATTARA<sup>1</sup>, Joël Michée BOKA<sup>1</sup>,  
Mouchia Hermance WODJE<sup>1</sup>, Aya Liliane KONDO<sup>1</sup>, Paule-Denise YAPO<sup>1</sup>,  
Marc Hugues ZOH<sup>1</sup>, Cyrille Serges DAH<sup>1,3</sup> et Pascal BOGUI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physiologie et d'Explorations Fonctionnelles, Unité de Formation et de Recherche en Sciences Médicales, Université Félix Houphouët-Boigny, 01 BPV 34 Abidjan 01, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Service des Explorations Fonctionnelles et Endoscopiques, Centre Hospitalier Universitaire de Yopougon, 21 BP 632 Abidjan 21, Côte d'Ivoire.

<sup>3</sup>Service des Explorations Fonctionnelles, Centre Hospitalier Universitaire de Cocody, BPV 13 Abidjan, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant ; E-mail: [edwinisis@yahoo.fr](mailto:edwinisis@yahoo.fr), Tel : (+225)0707925169

Received: 02-06-2021

Accepted: 02-10-2021

Published: 30-10-2021

### RESUME

La baisse des pressions artérielles augmente avec la quantité de flavanols dans le cacao consommé. Or, le goût amer du cacao rend cette consommation difficile. Le but du travail a été de déterminer les effets de la consommation de petites doses de cacao selon les niveaux des pressions artérielles de sujets noirs africains. Au total, 56 noirs africains, masculins, âgés de 18 à 30 ans, ont été randomisés en 32 consommateurs de 2 g de poudre à 100% de cacao par jour et 24 témoins. Les pressions artérielles systolique (PAS) et diastolique (PAD) ont été mesurées à jeun, à J1 (sans cacao), J8, J15 et J22. Leurs variations entre J1 et les autres jours ont été comparées entre les sous-groupes d'un même groupe établis selon le niveau des PAS (<110 mmHg et  $\geq 110$  mmHg) et PAD (<75 mmHg et  $\geq 75$  mmHg) à J1. A la 1<sup>ère</sup> semaine (J8), les variations négatives (baisse) de la PAS des consommateurs ayant à J1 une PAS  $\geq 110$  mmHg ont été significativement différentes de celles des autres consommateurs (-5,5 $\pm$ 6,2 mmHg versus 0,4 $\pm$ 5,0 mmHg, p=0,01). Chez le sujet jeune noir africain, les petites doses de cacao favorisent une baisse plus importante des PAS les plus élevées.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Flavanols, Hémodynamique, Repos, Mélanoderme, Jeune.

## Effects of small amount of cocoa on blood pressure according to base level, among black Africans

### ABSTRACT

The decrease in blood pressure increases with the amount of flavanols in the cocoa consumed. However, the bitter taste of cocoa makes it difficult to consume. The aim of the work was to determine the effects of small doses of cocoa intake on the blood pressure levels among black Africans. A total of 56 black African men aged 18-30, were randomized to 32 consumers of 2 g of 100% cocoa powder per day and 24 controls. The systolic

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v15i5.4>

8878-IJBSC

(SBP) and diastolic (DBP) arterial pressures were measured on an empty stomach, on D1 (without cocoa), D8, D15, and D22. Their variations between D1 and the other days were compared between the subgroups of a group established according to the level of SBP (<110 mmHg and  $\geq$ 110 mmHg) and DBP (<75 mmHg and  $\geq$ 75 mmHg) on D1. At the 1st week (D8), the negative variations (decrease) in SBP of consumers with a SBP  $\geq$ 110 mmHg on D1 were significantly different from those of other consumers (-5.5 $\pm$ 6.2 mmHg versus 0.4 $\pm$ 5.0 mmHg,  $p=0.01$ ). In young black Africans, small doses of cocoa promote a greater drop in the highest SBP.

© 2021 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Flavanols, Hemodynamic, Rest, Melanoderme, Young.

## INTRODUCTION

Les résistances vasculaires périphériques sont un déterminant de la pression artérielle. Toute diminution de ces résistances induit une vasodilatation avec en corollaire une baisse de la pression artérielle. Divers facteurs environnementaux peuvent réduire ces résistances vasculaires par augmentation de la production endothéliale de monoxyde d'azote (NO). Le NO, par son action vasodilatatrice, induit une baisse des pressions artérielles (Carré et al., 2009).

Les flavanols, molécules organiques de type flavonoïde de la famille des polyphénols (Ding et al., 2006; Arora et al., 2019) sont retrouvés en quantité variable dans les plantes (Amonkan et al., 2010; Fagbohoun et al., 2015; Nguemo Dongock et al., 2018) et dans les fruits et légumes (Amiot et al., 2012). Ils stimulent la production endothéliale de NO entraînant ainsi une baisse des résistances vasculaires. Depuis plusieurs années, le cacao est reconnu pour sa richesse en flavanols (Steinberg et al., 2003; Ding et al., 2006; Yapo et al., 2013). Divers auteurs se sont ainsi intéressés aux effets de la consommation régulière de différentes quantités de cacao sur les pressions artérielles systolique (PAS) et diastolique (PAD) (Ried et al., 2010; Desh et al., 2010; Ried et al., 2017; Balayssac-Siransy et al., 2018). Ces travaux ont permis de mettre en évidence une baisse des pressions artérielles d'autant plus importante que le niveau des pressions artérielles de base a été élevé. En effet, les sujets ayant les PAS de base les plus élevées ont présenté une variation de la PAS allant de -12 à -2 mmHg contre -7 à +4,6 mmHg chez ceux ayant les PAS les plus basses. De même, pour les PAD, les sujets ayant les pressions les

plus élevées ont présenté une variation allant de -7,9 à -1,6 mmHg contre -5,5 à +6,6 mmHg chez ceux ayant les pressions les plus basses. Une étude réalisée dans une population de sujets jeunes sains masculins noirs africains recevant 5 g de poudre à 100% de cacao (840 mg de flavonoïdes) a mis en évidence une baisse significativement plus importante des PAS chez les sujets dont le niveau de la PAS de base a été plus élevé (Balayssac-Siransy et al., 2018). Cette dose de 5 g de poudre à 100% de cacao a correspondu à une cuillère à café pleine de poudre. Or la poudre à 100% de cacao revêt un goût amer rendant sa consommation souvent difficile.

Sachant que les effets du cacao sont liés à la quantité de flavanols contenue dans le produit (Al-Faris, 2008) et que le sujet de race noire a une faible biodisponibilité du NO comparativement aux sujets caucasiens (Kalinowski et al., 2004; Glyn et al., 2012; Ozkor et al., 2014), le but de ce travail a été d'évaluer les effets de la consommation régulière de 2 g de poudre à 100% de cacao (contenant 336 mg de flavonoïdes) sur les PAS et PAD, selon les niveaux de base, dans une population de sujets jeunes, sains, masculins et noirs africains.

## MATERIEL ET METHODES

### Approbation éthique

Cette étude a été approuvée par le Comité éthique du Centre Hospitalier Universitaire de Yopougon (Abidjan, Côte d'Ivoire) et a respecté les lignes directives de la Déclaration d'Helsinki. Tous les patients ont été informés du but et du protocole de cette étude et ont donné leur consentement éclairé.

## Population d'étude

### Critères de sélection

La population a été constituée d'étudiants volontaires des universités Félix Houphouët-Boigny et Nanguï Abrogoua (Abidjan, Côte d'Ivoire). L'origine noire africaine, le genre masculin, un âge compris entre 18 et 30 ans inclus et un indice de masse corporelle compris entre 18,5 et 29,9 kg/m<sup>2</sup> ont été les critères d'inclusion des sujets. Le tabagisme (actif et passif), la consommation régulière d'alcool, un diabète connu, une dyslipidémie connue, une symptomatologie ou pathologie cardio-vasculaire (hypertension artérielle incluse), respiratoire, hématologique, une fatigue inexplicée, un sujet très actif ayant un score de Ricci et Gagnon supérieur à 35 points, la prise récente ou actuelle d'un médicament pouvant modifier la pression artérielle, la consommation régulière de produits à base de cacao ou riches en flavonoïdes (fruits, noix café, thé, vin) ont été des critères de non-inclusion.

Ces critères de sélection ont été recherchés à l'aide d'une fiche d'enquête organisée en deux parties : une pour le recueil des données de l'interrogatoire et une pour l'inscription des valeurs du poids et de la taille mesurés. La taille a été mesurée, à l'aide d'une toise verticale graduée en centimètre (Gima, Italy) et le poids à l'aide d'une balance électronique (Exacta Type Premium, Germany).

Au cours du déroulement du protocole de l'étude, l'exclusion d'un sujet a été faite devant une pression artérielle systolique inférieure à 90 mmHg, la prise d'un médicament pouvant modifier la pression artérielle, une indisponibilité à une convocation, un désengagement, la survenue d'une pathologie médicale ou chirurgicale, un stress majeur, l'apparition d'effets indésirables liés à la consommation de la poudre de cacao (allergie, troubles digestifs, dégoût, nervosité) et une absence injustifiée.

### Echantillon

Sur la base des critères d'inclusion et de non-inclusion, parmi 410 étudiants volontaires,

64 ont été retenus (Figure 1) puis randomisés en deux groupes : un de 32 consommateurs de cacao et un de 32 témoins non-consommateurs de cacao. Sur la base des critères d'exclusion, 8 témoins ont été exclus (Figure 1) et 49 ont exécuté entièrement le protocole d'étude à savoir 24 témoins et 32 consommateurs de cacao ayant un âge moyen respectif de 21,4 ± 2,3 et 21,7 ± 1,8 ans (p=0,6) et un indice de masse corporelle moyen respectif de 21,5±2 et 21,3 ± 2 kg/m<sup>2</sup> (p=0,62).

### Poudre de cacao

Le choix de la poudre de cacao a été identique à celui d'une étude précédente (Siransy-Balayssac et al., 2021). Trois marques de poudre à 100% de cacao disponibles dans les grandes surfaces à Abidjan (Côte d'Ivoire) ont été sélectionnées : TAFISSA, NESTLE et RYAN'S. Les dosages des flavonoïdes de ces poudres ont été effectués par le laboratoire des Procédés Industriels, de Synthèse, de l'Environnement et des Energies Nouvelles (LAPISEN) de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire). Le dosage des flavonoïdes totaux a été réalisé selon Marinova et al. (2005). Les dosages effectués ont montré des teneurs en flavonoïdes plus importantes dans les poudres TAFISSA et NESTLE (Tableau 1). En tenant compte de la facilité d'approvisionnement et du coût de la marque TAFISSA, cette dernière a été retenue pour la présente étude. La poudre de cacao TAFISSA provient de la variété *Forasteros*. Les poudres utilisées provenaient des trois lots suivants : PS100-17 074/17-088 du 15 mars 2017 au 15 mars 2019 ; PS100-17 075/17-131 du 16 mars 2017 au 16 mars 2019 ; PS100-17 138/17-143 du 18 mai 2017 au 18 mai 2019.

### Protocole d'étude

Il s'était agi d'une étude expérimentale, prospective, randomisée et en simple aveugle, les enquêteurs au poste de mesure ne connaissant pas le statut consommateur ou témoin des sujets.

Le protocole exécuté a été identique à celui d'une précédente étude (Siransy-Balayssac et al., 2021). Dans un premier temps, les sujets inclus dans l'étude ont été informés des aliments riches en flavonoïdes à éviter 7 jours avant la date fixée pour la 2<sup>ème</sup> étape. Cette dernière a duré 3 semaines pendant lesquelles les sujets ont été reçus à J1 (1<sup>er</sup> jour, sans cacao), J8 (8<sup>ème</sup> jour ou fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ou S1), J15 (15<sup>ème</sup> jour ou fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ou S2) et J22 (22<sup>ème</sup> jour ou fin de la 3<sup>ème</sup> semaine ou S3). A chacun des quatre jours, les sujets ont été admis le matin à jeun entre 7 h et 8 h. Les pressions artérielles systolique (PAS) et diastolique (PAD) et la fréquence cardiaque (FC) ont été relevées aux 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> minutes de repos. A J1, après les mesures, un enquêteur a reçu individuellement chaque sujet et lui a communiqué son statut témoin ou consommateur de cacao. Pour les consommateurs, aux quatre jours, l'enquêteur a dilué 2 g de poudre de cacao dans de l'eau que le sujet a consommé en sa présence puis, il lui a remis les 6 autres doses de 2 g pour les 6 autres jours de la semaine débutée ainsi qu'une fiche alimentaire pour y noter les aliments consommés au quotidien. Comme les consommateurs, les témoins ont été reçus individuellement par l'enquêteur. Ils n'ont reçu ni cacao ni placebo pendant les 3 semaines de suivi. Pendant toute la durée de l'étude, aucun sujet ne devait modifier son niveau d'activité physique habituel ni son régime alimentaire.

### **Plan d'analyse statistique**

#### **Constitution de sous-groupes**

A partir des mesures de J1, des sous-groupes ont été constitués chez les témoins et chez les consommateurs sur la base d'une précédente étude (Siransy-Balayssac et al., 2021) : PAS  $\geq 110$  et  $< 110$  mmHg, PAD  $\geq 75$  et  $< 75$  mmHg et FC  $\geq 60$  et  $< 60$  battements par minute.

#### **Paramètres étudiés**

A chacun des 4 jours de réception, l'indice de masse corporelle (IMC) a été

calculé (à partir de la taille prise à J1 et du poids du jour) et les moyennes individuelles de la PAS, de la PAD et de la FC ont été obtenues à partir des 3 mesures effectuées aux 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> minutes de repos. Les variations de ces moyennes ont été calculées à chacune des 3 semaines (J8 ou S1, J15 ou S2 et J22 ou S3) par rapport à J1. Les moyennes de l'IMC et, les moyennes et les variations de la PAS, de la PAD et de la FC des groupes et sous-groupes ont été calculées et comparées entre elles.

#### **Analyses statistiques**

Les données obtenues ont été catégorisées et analysées avec le logiciel R4.0.2. Les descriptifs de l'IMC, des PAS, PAD et FC ont été faits par groupe (témoin et consommateur de cacao) et par sous-groupes définis par les niveaux de PAS, PAD et FC. La distribution des groupes et sous-groupes ne suivant pas toujours une loi normale, les analyses comparatives ont été faites avec le test de Wilcoxon-Mann-Whitney pour les moyennes entre deux groupes ou sous-groupes et le test de Friedman pour comparer l'évolution hebdomadaire des valeurs sur trois semaines dans un groupe ou sous-groupe. Les tests évaluant des changements des valeurs paramétriques en fonction du temps ont été unilatéraux. Les analyses ont été conduites avec une erreur de type I à 0,05.

#### **Calcul de la taille de l'échantillon**

La détermination de la taille de l'échantillon a été basée sur la formule du test t de Student pour populations appariées, en vue de détecter une variation d'au moins 1 mmHg des pressions artérielles chez les consommateurs de cacao avec une déviation standard de 1,5 mmHg, comme utilisé dans une précédente étude menée dans une population similaire ayant consommé 10 g de poudre de cacao TAFISSA pendant 3 semaines (Siransy-Balayssac et al., 2021). La taille minimale nécessaire obtenue a été de 21 sujets par groupe.

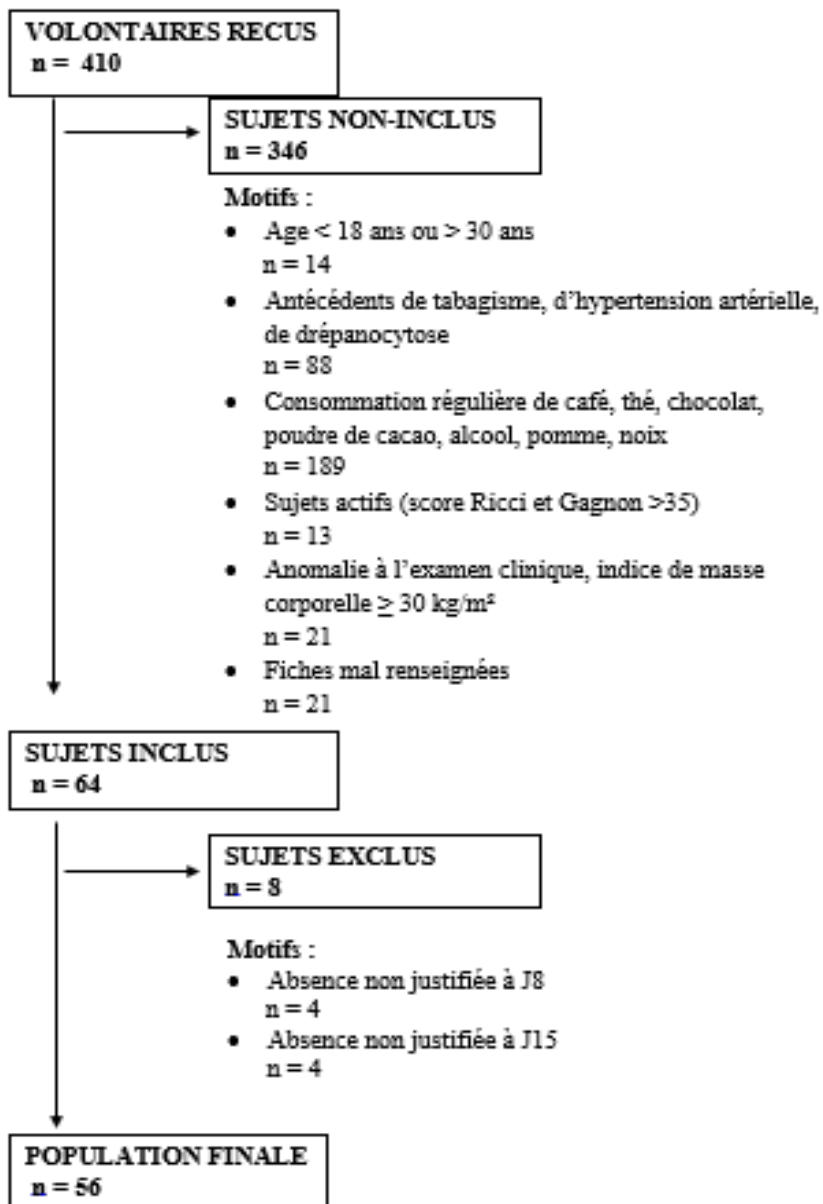


Figure 1 : Effectifs des sujets et motifs de non-inclusion et d'exclusion.

Tableau 1 : Teneurs en flavonoïdes des trois poudres de cacao.

Poudres à 100% cacao	Moyennes ± écarts types des flavonoïdes (mg/g eq)
TAFISSA	168 ± 3
NESTLE	165 ± 7
RYANS	111 ± 3

Légende : EQ : équivalent quercétine

## RESULTATS

### Indice de masse corporelle

Au cours des trois semaines de suivi, aucune différence significative de l'IMC n'a été observée dans chacun des groupes ni entre les groupes témoin et consommateur (Tableau 2).

### Pression artérielle systolique

Il n'y a pas eu de différence significative des moyennes et des variations de la PAS dans chacun des groupes témoin et consommateur de cacao, ni entre ces groupes au cours du suivi (Tableau 3).

Chez les témoins, le sous-groupe ayant à J1 une PAS supérieure ou égale à 110 mmHg a présenté des variations négatives de la PAS (traduisant une baisse de la PAS) statistiquement similaires aux variations positives de la PAS (traduisant une hausse de la PAS) du sous-groupe ayant à J1 une PAS inférieure à 110 mmHg (Tableau 4). Chez les consommateurs, le sous-groupe ayant à J1 une PAS supérieure ou égale à 110 mmHg a présenté des variations négatives de la PAS (traduisant une baisse de la PAS) tandis que l'autre sous-groupe a eu des variations positives (traduisant une hausse) de la PAS. Une différence significative entre les variations de la PAS de ces deux sous-groupes a été notée à la 1<sup>ère</sup> semaine (Tableau 4).

### Pression artérielle diastolique

Il n'y a pas eu de différence significative des moyennes et des variations de

la pression artérielle diastolique (PAD) dans chacun des groupes témoin et consommateur de cacao, ni entre ces groupes au cours du suivi (Tableau 5).

Chez les témoins, les variations de la PAD du sous-groupe ayant à J1 une PAD supérieure ou égale à 75 mmHg ont été statistiquement différentes des variations négatives de la PAD (traduisant une baisse de la PAD) du sous-groupe ayant à J1 une PAD inférieure à 75 mmHg aux 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> semaines de suivi (Tableau 6). Il en a été de même chez les consommateurs chez qui, les variations de la PAD du sous-groupe ayant à J1 une PAD supérieure ou égale à 75 mmHg et celles du sous-groupe ayant à J1 une PAD inférieure à 75 mmHg ont été statistiquement similaires de la 1<sup>ère</sup> à la 3<sup>ème</sup> semaine (Tableau 6).

### Fréquence cardiaque

Dans les deux sous-groupes de consommateurs établis selon le niveau de la FC (<60 mmHg et ≥60 mmHg), il a été noté une augmentation de la FC de la 1<sup>ère</sup> à la 3<sup>ème</sup> semaine (traduites par des variations allant vers des valeurs plus positives). Chez les témoins, un seul sujet a eu une FC à J1 <60 bpm. Les tests statistiques n'ont donc pas été faits entre les deux sous-groupes témoins. Il n'y a pas eu de différence statistique entre les variations de la FC des deux sous-groupes de consommateurs aux 3 semaines de suivi.

**Tableau 2** : Moyennes de l'indice de masse corporelle des groupes de témoins et de consommateurs de cacao.

Groupes	Moyennes de l'indice de masse corporelle (kg/m <sup>2</sup> )				p
	J1	J8	J15	J22	
Témoins n= 24	21,5±2,0	21,5±2,0	21,4±2,0	21,4±2,0	0,66
Consommateurs n= 32	21,3±2,0	21,4±1,9	21,5±1,9	21,5±2,0	0,06
p	0,62	0,77	0,90	0,78	

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : J1: mesure de base sans cacao ; J8 :8<sup>ème</sup> jour ; J15 : 15<sup>ème</sup> jour; J22 : 22<sup>ème</sup> jour ; n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

**Tableau 3 :** Moyennes et variations de la pression artérielle systolique des groupes témoin et consommateur.

Groupes	Pression artérielle systolique (mmHg)								
	Moyennes				p	Variations			p
	J1	J8	J15	J22		S1	S2	S3	
Témoins n= 24	110±9	110±8	109±9	110±9	0,23	0,6±6,7	-1,1±6,2	-0,1±6,1	0,14
Consommateurs n= 32	107±8	106±7	107±7	108±9	0,42	-1,7±6,0	-0,2±5,6	0,2±6,5	0,30
p	0,30	0,06	>0,99	0,40		0,21	0,40	0,81	

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : J1: mesure de base sans cacao ; J8 :8<sup>ème</sup> jour ; J15 : 15<sup>ème</sup> jour; J22 : 22<sup>ème</sup> jour; S1 : fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ; S2 : fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ; S3 : fin de la 3<sup>ème</sup> semaine ; n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

**Tableau 4 :** Variations de la pression artérielle systolique des sous-groupes témoins et consommateurs, selon le niveau de la pression artérielle systolique à J1.

Variations de la pression artérielle systolique (mmHg)									
Sous-groupes	Témoins				p	Consommateurs			
	S1	S2	S3	Sous-groupes		S1	S2	S3	p
PAS <sub>J1</sub> <110 mmHg n=14	2,9±4,7	0,4±5,3	1,5±5,4	0,17	PAS <sub>J1</sub> <110 mmHg n=21	0,4±5,0	1,1±5,2	1,0±5,7	0,41
PAS <sub>J1</sub> ≥110 mmHg n=10	-2,7±7,8	-3,1±7,1	-2,4±6,5	0,61	PAS <sub>J1</sub> ≥110 mmHg n=11	-5,5±6,2	-2,7±5,8	-1,2±8,1	0,23
p	0,06	0,14	0,11		p	0,01	0,10	0,61	

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : PAS<sub>J1</sub> : pression artérielle systolique à J1 ; S1 : fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ; S2 : fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ; S3 : fin de la 3<sup>ème</sup> semaine ; n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

**Tableau 5 :** Moyennes et variations de la pression artérielle diastolique des groupes témoin et consommateur.

Groupes	Pression artérielle diastolique (mmHg)								
	Moyennes				p	Variations des moyennes			p
	J1	J8	J15	J22		S1	S2	S3	
Témoins n= 24	73±6	71±6	70±5	70±6	0,20	-1,7±5,0	-2,3±5,3	-2,4±6,0	0,97
Consommateurs n= 32	70±6	70±6	70±6	70±7	0,92	-0,3±5,0	-0,7±5,3	-0,2±5,4	0,78
p	0,10	0,63	0,90	0,99		0,38	0,29	0,17	

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : J1: mesure de base sans cacao ; J8 :8<sup>ème</sup> jour ; J15 : 15<sup>ème</sup> jour; J22 : 22<sup>ème</sup> jour; S1 : fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ; S2 : fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ; S3 : fin de la 3<sup>ème</sup> semaine n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

**Tableau 6 :** Variations de la pression artérielle diastolique des sous-groupes témoins et consommateurs, selon le niveau de la pression artérielle diastolique à J1.

Variations de la pression artérielle diastolique (mmHg)									
Témoins					Consommateurs				
Sous-groupes	S1	S2	S3	p	Sous-groupes	S1	S2	S3	p
PAD <sub>J1</sub> <75					PAD <sub>J1</sub> <75				
mmHg	1,0 ±4,2	0,6±4,6	-0,3±6,2	0,87	mmHg	0,9±4,7	0,5±5,2	1,1±4,9	0,99
n=13					n=25				
PAD <sub>J1</sub> ≥75					PAD <sub>J1</sub> ≥75				
mmHg	-4,9±4,0	-5,7±4,0	-5,0±4,9	0,70	mmHg	-4,6±3,4	-4,9±3,1	-5,0±4,3	0,37
n=11					n=7				
p	0,002	0,005	0,05	p	0,005	0,01	0,007		

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : PAD<sub>J1</sub> : pression artérielle diastolique à J1 ; S1 : fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ; S2 : fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ; S3 : fin de la 3<sup>ème</sup> semaine ; n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

**Tableau 7 :** Variations de la fréquence cardiaque des sous-groupes témoins et consommateurs, selon le niveau de la fréquence cardiaque à J1.

Variations de la fréquence cardiaque (bpm)									
Témoins					Consommateurs				
Sous-groupes	S1	S2	S3	p	Sous-groupes	S1	S2	S3	p
FC <sub>J1</sub> <60					FC <sub>J1</sub> <60				
mmHg	14,7	18	38,3	-	mmHg	0,2±4,6	2,5±4,7	6,4±5,8	0,004
n=1					n=12				
FC <sub>J1</sub> ≥60					FC <sub>J1</sub> ≥60				
mmHg	-3,9±6,8	-3,5±7,2	-4,1±8,4	0,83	mmHg	-3,0±6,0	-0,7±4,9	3,0±8,5	0,01
n=23					n=20				
p	-	-	-	p	0,10	0,13	0,33		

Données exprimées en moyenne ± écart-type.

Légende : FC<sub>J1</sub> : fréquence cardiaque à J1 ; S1 : fin de la 1<sup>ère</sup> semaine ; S2 : fin de la 2<sup>ème</sup> semaine ; S3 : fin de la 3<sup>ème</sup> semaine ; n : effectif ; p : valeur de p (significatif si p<0,05).

## DISCUSSION

La présente étude expérimentale, prospective et en simple aveugle a été effectuée sur trois semaines dans une population de sujets sains, d'origine noire africaine, âgés de 18 à 30 ans, de genre masculin. Elle a eu pour objectif général de déterminer les effets hebdomadaires de la consommation régulière de 2 g de poudre à 100% de cacao selon les niveaux de base des PAS et PAD. Cette étude a montré une baisse plus importante de la PAS

pour des niveaux de base plus élevés, avec une significativité à la 1<sup>ère</sup> semaine de consommation.

### Pression artérielle systolique

Dans le groupe témoin, les variations de la PAS des deux sous-groupes établis selon le niveau de base de la PAS ont été statistiquement similaires aux trois semaines de suivi. Nos résultats sont en accord avec ceux de divers auteurs (Fraga et al., 2005; Shiina et



al., 2009; Heiss *et al.*, 2015; Balayssac-Siransy *et al.*, 2018; Siransy-Balayssac *et al.*, 2021) ayant mené leurs travaux chez des témoins de race noire ou caucasienne, de genre masculin, âgés de 18 à 30 ans, suivis sur deux ou trois semaines. Ces résultats pourraient s'expliquer par le maintien du même régime alimentaire et du même niveau d'activité physique le long du suivi.

Dans le groupe consommateur, les sujets ayant à J1 une PAS supérieure ou égale à 110 mmHg ont présenté une baisse de la PAS sur les 3 semaines contrairement à ceux ayant à J1 une PAS inférieure à 110 mmHg qui ont eu une augmentation de la PAS. Une différence significative entre les deux sous-groupes a été notée à la 1<sup>ère</sup> semaine. Nos résultats ont été en accord avec ceux d'autres auteurs. Au cours d'une étude effectuée par Balayssac-Siransy *et al.* (2018) sur trois semaines dans une population de 26 sujets jeunes masculins noirs africains recevant 5 g de poudre à 100% de cacao par jour (contenant 840 mg de flavonoïdes), les sujets ayant les PAS de base les plus élevées (PAS  $\geq$ 110 mmHg) ont présenté une baisse de la PAS aux trois semaines de suivi, significativement différentes de l'augmentation de la PAS observée chez ceux ayant les PAS de base les plus basses (PAS <110 mmHg). Il en a été même dans un groupe de 25 sujets jeunes ayant reçu 10 g de poudre à 100% de cacao (contenant 1680 mg de flavonoïdes) pendant trois semaines (Siransy-Balayssac *et al.*, 2021). Les sujets ayant au début de l'étude une PAS supérieure ou égale à 110 mmHg ont présenté une baisse significative de la PAS comparativement à ceux ayant une PAS inférieure à 110 mmHg. Dans diverses populations caucasiennes (Ried *et al.*, 2010), après une consommation journalière de chocolat (contenant 30 à 1218 mg de flavanols) sur 2 à 18 semaines, les variations de la PAS chez les sujets ayant une PAS de base inférieure à 140 mmHg ont été comprises entre -7 et 4,6 mmHg contre -12 et -2 mmHg chez ceux ayant une PAS supérieure à 140 mmHg. Desch *et al.* (2010) ont relevé une baisse plus importante de la PAS à -5,3 mmHg pour les PAS de base les plus élevées contre une baisse

de -3,6 mmHg pour les PAS de base les plus basses, lors d'une consommation de chocolat noir.

Lors de la consommation de cacao, les baisses de la PAS seraient liées à l'action des flavanols du cacao sur l'endothélium vasculaire. Les flavanols stimuleraient l'enzyme NO-synthase endothéliale, favorisant ainsi l'augmentation de la production endothéliale d'oxyde nitrique. L'oxyde nitrique entraînerait une vasodilatation avec en corollaire une baisse de la pression artérielle. De plus, les flavanols du cacao inhiberaient d'une part l'enzyme de conversion de l'angiotensine I donc la formation de l'angiotensine II, puissant vasoconstricteur, et d'autre part l'action vasoconstrictrice de l'endothéline entraînant ainsi une baisse de la pression artérielle (Lamuela-Raventos *et al.*, 2005; Ried *et al.*, 2017). L'accentuation de la baisse de la PAS avec le niveau de PAS serait due au fait que plus la PAS de base est élevée plus la production d'oxyde nitrique est augmentée, via une plus grande stimulation de la NO synthase. Il s'en suivrait une baisse plus importante de la PAS (Taubert *et al.*, 2007).

### **Pression artérielle diastolique**

Les résultats de ce travail chez les témoins se sont rapprochés de ceux de Heiss *et al.* (2015) qui ont retrouvé une baisse mais non significative de la PAD chez 22 témoins caucasiens masculins âgés en moyenne de 26 ans, suivi sur deux semaines et ayant à J1 une PAD >75 mmHg (76 $\pm$ 2 mmHg versus 73 $\pm$ 2 mmHg ;  $p>0,05$ ).

Nos résultats dans le groupe consommateur sont en accord avec ceux de Balayssac-Siransy *et al.* (2018) et Siransy-Balayssac *et al.* (2021) concernant des sujets jeunes masculins noirs africains recevant respectivement 5 g de poudre à 100% de cacao par jour (840 mg flavonoïdes) et 10 g (1680 mg flavonoïdes). Ils ont retrouvé, dans ces deux populations, après trois semaines de consommation, une baisse significative de la PAD chez les sujets ayant les PAD de base les plus élevées ( $\geq$ 75 mmHg). De même, dans divers travaux effectués dans des populations caucasiennes (Ried *et al.*, 2010; Desch *et al.*,

2010; Ried et al., 2017), les sous-groupes de sujets ayant une PAD de base supérieure ou égale à 80 mmHg ont présenté une baisse moyenne de la PAD entre -7,9 et -1,6 mmHg et les sujets ayant une PAD de base inférieure à 80 mmHg ont eu une variation de la PAD entre -5,5 et 6,6 mmHg.

Lors de la consommation de cacao, les flavanols, par action sur l'endothélium vasculaire serait à l'origine d'une baisse de la rigidité artérielle et d'une diminution des résistances périphériques (Vlachopoulos et al., 2007) induisant une baisse de la pression artérielle. Comme pour la PAS, l'accentuation de la baisse de la PAD avec le niveau de PAD serait due à la production plus importante d'oxyde nitrique pour une PAD de base plus élevée (Taubert et al., 2007).

Les baisses significatives de la PAD dans nos sous-groupes aussi bien témoin que consommateur ayant les PAD de base les plus élevées (PAD  $\geq 75$  mmHg), pourraient s'expliquer par la variabilité tensionnelle. Cette dernière est un phénomène physiologique lié aux stimuli de l'environnement (composante irrégulière) et aux variations des cycles cardiaque et respiratoire (composante spontanée) (Grosch et al., 2005 ; Ciaroni, 2007). Mancina et al. (1993) postulent que les sujets ayant une pression artérielle haute devraient avoir un rythme oscillatoire de pression artérielle plus important. Les mécanismes sous-tendant cette observation sont imparfaitement élucidés.

### Limites méthodologiques

Chez la femme, les fluctuations des hormones ovariennes au cours du cycle menstruel influenceraient les pressions artérielles (Moran et al., 2000). L'inclusion du genre féminin dans la population d'étude exigerait un protocole spécifique différent de celui des hommes d'où le choix du seul genre masculin pour ce travail.

Le choix de la population âgée de 18 à 30 ans a été motivé par les données de la littérature selon lesquelles les effets de la consommation régulière de cacao varieraient selon l'âge (Ried et al., 2017). En effet, la consommation de cacao induirait une baisse

plus importante des pressions artérielles chez les sujets de moins de 50 ans (Taubert et al., 2007; Ried et al., 2017).

Cette étude en simple aveugle pourrait constituer un biais méthodologique car ayant tendance à induire une réduction plus importante des pressions artérielles comparativement aux études en double aveugle, quoique statistiquement peu significative (Ried et al., 2017).

### Conclusion

La consommation régulière de petites doses de cacao à 100% de cacao a induit une baisse de la PAS d'autant plus importante que la PAS de base a été élevée, au cours de la 1<sup>ère</sup> semaine de consommation. Aucune variation de la PAD imputable au cacao n'a été observée. Tenant compte de la variabilité tensionnelle et de la période de significativité de nos résultats, une étude cross-over sur une période plus longue serait nécessaire.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de ce manuscrit déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts relatif à la publication de cet article.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

EBS est l'auteur principal de ce travail et a participé à toutes les étapes de sa réalisation (conception du travail, analyse et interprétation des données, rédaction de l'article et approbation de la version finale de l'article). SO a participé à l'analyse et l'interprétation des données, à la rédaction de l'article et à l'approbation de la version finale de l'article. JMK, MHW, ALK, PDY et MHZ ont contribué à ce travail par l'acquisition et l'analyse des données et par l'approbation de la version finale de l'article. CSD et PB ont participé à cette étude par la révision critique de l'article et par l'approbation de la version finale de l'article.

### REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à l'endroit de M. MIAN N'Da N'Dri Anatole (Biostatisticien, Côte d'Ivoire) et de tous les sujets volontaires qui ont participé à ce travail.

## REFERENCES

- Al-Faris NA. 2008. Short term consumption of a dark chocolate containing flavanols is followed by a significant decrease in normotensive population. *Pak. J. Nutr.*, **7**(6): 773-781. DOI: 10.3923/pjn.2008.773.781
- Amiot MJ, Coxam V, Strigler F. 2012. Sources, consommation et principaux facteurs de variations des phytomicronutriments. In *Les Phytomicronutriments*, Tec et Doc (eds). Lavoisier: Paris; 27-47.
- Amonkan AK, Konan AB, Kouakou LK, Bouafou GMK, Bleyere MN, Ahui MLB, Zannou VT, Ouattara H, Datte JY, Kati-Coulibaly S. 2010. Criblage phytochimique et effets d'un extrait aqueux de feuilles de *Ficus exasperata* Vahl. 1805 (Moraceae) sur la pression artérielle et l'activité contractile du cœur chez les mammifères. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **4**(3): 681-691.
- Arora I, Sharma M, Trygve O, Tollefsbol TO. 2019. Combinatorial epigenetics impact of polyphenol and phytochemicals in cancer prevention and therapy. *Int. J. Mol. Sci.*, **20**(18): 4567. DOI: 10.3390/ijms20184567
- Balayssac-Siransy E, Ouattara S, Kouamé BA, Brou M, Kouamé I, Boka KJM, Yao V, Kondo L, Djaha-Toumata K, Agbo-Panzo C, Toowlys A, Dah C, Bogui P. 2018. Effets de la consommation régulière de 5 g de poudre de cacao sur la pression artérielle de sujets noirs africains. *BioAfrica*, **18**: 23-29.
- Carré F, Lévy B, Bonnin P, Chemla D, Dauzat M, Gény B, Hatem S, Lessard Y, Nitenberg A, Ovize M, Pérez-Martin A, Saïag B, Schuster I, Swynghedauw B, Tran Dinh YR. 2009. Physiologie cardiovasculaire. In *Physiologie Humaine*. Pradel : France; 97-192.
- Ciaroni S. 2007. Blood pressure variability: clinical interest or simple curiosity? *Rev Med Suisse*, **3**(102): 664-666, 668.
- Desch S, Schmidt J, Kobler D, Sonnabend M, Eitel I, Sareban M, Rahimi K, Schuler G, Thiele H. 2010. Effect of Cocoa Products on Blood Pressure: Systematic Review and Meta-Analysis. *Am. J. Hypertens.*, **23**(1): 97-103. DOI: 10.1038/ajh.2009.213
- Ding EL, Hutfless SM, Ding X, Girotra S. 2006. Chocolate and prevention of cardiovascular disease: a systematic review. *Nutr Metab (Lond)*, **3**: 2. DOI:10.1186/1743-7075-3-2.
- Fagbohoun L, Coffi A, Ganfon H, Medegan Fagla SR, GBAGUIDI FA, MOREL G, Moudachirou M. 2015. Variability of polyphenolic extracts from different oil palm trees and evaluation of their effect on *Coelaenomenodera lameensis* (Coleoptera, Chrysomelidae) larvae. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(2): 679-691. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.9>
- Fraga CG, Actis-Goretta L, Ottaviani JI, Carrasquedo F, Lotito SB, Lazarus S, Schmitz HH, Keen CL. 2005. Regular consumption of a flavanol-rich chocolate can improve oxidant stress in young soccer players. *Clin Dev Immunol.*, **12**(1): 11-17. DOI: <https://doi.org/10.1080/10446670410001722159>
- Glyn MC, Anderssohn M, Lüneburg N, Van Rooyen JM, Schutte R, Huisman HW, Fourie CM, Smith W, Malan L, Malan NT, Mels CM, Böger RH, Schutte AE. 2012. Ethnicity-specific differences in L-arginine status in South African men. *J Hum Hypertens.*, **26**: 737-743. DOI: 10.1038/jhh.2011.103
- Grosch S, Saint-Remy A, Krzesinski JM. 2005. Variabilité de la pression artérielle: curiosité naturelle ou phénomène à maîtriser? *Rev Med Liege*, **60**(3): 147-153.
- Heiss C, Sansone R, Karimi H, Krabbe M, Schuler D, Rodriguez-Mateos A, Kraemer T, Cortese-Krott MM, Kuhnle GGC, Spencer JPE, Schroeter H, Merx MW, Kelm M. 2015. Impact of cocoa flavanol intake on age-dependent vascular stiffness in healthy men: a randomized, controlled, double masked trial. *Age (Dordr)*, **37**(3): 9794. DOI: 10.1007/s11357-015-9794-9
- Kalinowski L, Dobrucki IT, Malinski T. 2004. Race-specific differences in endothelial

- function: predisposition of African Americans to vascular diseases. *Circulation*, **109**: 2511-2517. DOI : 10.1161/01.CIR.0000129087.81352.7A
- Lamuela-Raventos RM, Romero-Perez AI, Andres-Lacueva C, Tornero A. 2005. Health effects of cocoa flavonoids. *Food Sci. Technol. Int.*, **113**: 159-176. DOI: 10.1177/1082013205054498
- Mancia G, Di Rienzo M, Parati G. 1993. Ambulatory blood pressure monitoring use in hypertension: research and clinical practice. *Hypertension*, **21**: 510-524. DOI: 10.1161/01.hyp.21.4.510
- Marinova D, Ribarova F, Atanassova M. 2005. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy*, **40**(3): 255-260.
- Moran VH, Leathard H, Coley J. 2000. Cardiovascular functioning during the menstrual cycle. *Clin Physiol.*, **6**: 496-504. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2281.2000.00285.x>
- Nguemo Dongock D, Laohudumaye Bonyo A, Mapongmestem PM, Bayegone E. 2018. Etude ethnobotanique et phytochimique des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires à Moundou (Tchad). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(1): 203-216. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.16>
- Ozkor MA, Rahman AM, Murrow JR, Kavtaradze N, Lin J, Manatunga A, Hayek S, Quyyumi AA. 2014. Differences in vascular Nitric oxide and endothelium-derived hyperpolarizing factor bioavailability in African Americans and Whites. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, **34**(6): 1320-1327. DOI : 10.1161/ATVBAHA.113.303136
- Ried K, Sullivan T, Fakler P, Frank OR, Stocks NP. 2010. Does chocolate reduce blood pressure? A meta-analysis. *BMC Med.*, **8**: 39. DOI : 10.1186/1741-7015-8-39
- Ried K, Sullivan TR, Fakler P, Frank OR, Stocks NP. 2017. Effect of cocoa on blood pressure. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **4**(4):1-105. DOI : 10.1002/14651858.CD008893.pub3
- Shiina Y, Funabashi N, Lee K, Murayama T, Nakamura K, Wakatsuki Y, Daimon M, Komuro I. 2009. Acute effect of oral flavonoid-rich dark chocolate intake on coronary circulation, as compared with non-flavonoid white chocolate, by transthoracic Doppler echocardiography in healthy adults. *Int. J. Cardiol.*, **131**(3): 424-429. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.07.131
- Siransy-Balayssac E, Ouattara S, Ahiboh H, Toh-Bi Y, Gouh FL, Yao KB, Ehouman M, Dah CS, Bogui P. 2021. Weekly physiological changes in blood pressure during three weeks daily consumption of 10 grams of cocoa powder among young black Africans in Côte d'Ivoire. *Front. Physiol.*, **12**: 634791. DOI: 10.3389/fphys.2021.634791
- Steinberg FM, Bearden M, Keen CL. 2003. Cocoa and chocolate flavonoids: Implications for cardiovascular health. *J Am Diet Assoc*, **103**(2): 215-223. DOI: 10.1053/jada.2003.50028
- Taubert D, Roesen R, Schömig E. 2007. Effect of cocoa and tea intake on blood pressure: a meta-analysis. *Arch Intern Med*, **167**(7): 626-634. DOI: 10.1001/archinte.167.7.626
- Vlachopoulos, CV, Alexopoulos NA, Aznaouridis KA, Ioakeimidis NC, Dima IA, Dage A, Vasiliadou C, Stefanadi EC, Stefanadis CI. 2007. Relation of habitual cocoa consumption to aortic stiffness and wave reflections, and to central hemodynamics in healthy individuals. *Am. J. Cardiol.*, **99**(10): 1473-1475. DOI: 10.1016/j.amjcard.2006.12.081
- Yapo KD, Ouffoue SK, Okpekon TA, Kouakou TH. 2013. Soil effect on polyphenols content and antioxidant capacity of new hybrid variety of cocoa from Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(5): 1794-1803. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i5.1>