

## Caractéristiques des blocs galactogènes fabriqués à partir des espèces végétales réputées galactogènes pour améliorer la technique d'alimentation des vaches laitières au Burkina Faso

### [ Galactagogues blocks characteristics made from plants species considered as galactagogues for improving dairy cows feeding technique in Burkina Faso ]

SAWADOGO Rayinwende Irène and MILLOGO Vinsoun

Ecole Doctorale Sciences Naturelles et Agronomie, Laboratoire de recherche et d'enseignement en santé et biotechnologie animales, Institut du Développement Rural (IDR), Université Nazi Boni, Burkina Faso

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** Feeding dairy cows during the dry season is still a bottle neck for milk production in Burkina Faso and farmers use their indigenous knowledges for improvement. The research question is how to better handle those indigenous knowledges by improving methodologically the making process of galactagogues blocks which could be used as supplementary feed for lactating cows. The objective was to make two galactagogue blocks, one contains small millet and monkey's bread (called BAMPS) and the other one, *Vigna unguiculata* (Soy bean) and *Euphorbia hirta* (called GALACTO) to increase dairy cows milk synthesis. The method has been to collect forage and concentrate ingredients in urban and peri-urban area of Ouagadougou in 2023. Samples were run for chemical analysis, total proteins and carbohydrates contents. At the same time, total coliform and toxicity test of aflatoxines were also done on the initial solutions in 2024. Samples were all free from total aflatoxines and aflatoxines B1 in 2024. The total bacteria count was 10 UFC/g *Adansonia digitata's* powder and  $2.1 \times 10^5$  UFC/g,  $4.6 \times 10^4$  UFC/g,  $3.3 \times 10^4$  UFC/g for *Vigna unguiculata*, *Pennisetum glaucum* and *Euphorbia hirta* (whole plant), respectively. The data were subjected to descriptive statistics using Excel 2016. The previous results contributed to produce square dries galactagogues of 100, 200, 300 and 400 grammes (made June 2024). *Zea mays* bran was used as support-structure in the current experimental conditions. The results showed good hardness by pressing with thumb and consistence under full hand-pressure. BAMPS was a white-dirt colour with *Zea mays* smell. GALACTO was clear-green colour with *Vigna unguiculata* smell. It could be concluded that, it is technical possible to make galactagogues blocks from above animal feed ingredients for feeding system in Burkina Faso. The hypothesis of the current study was verified and the objective met for the upcoming experimental test on animal.

**KEYWORDS:** ingredients, BAMPS, GALACTO, galactagogues, animal.

**RESUME:** Au Burkina Faso, nourrir les vaches laitières en saison sèche est comme un goulot d'étranglement chez la plupart des éleveurs laitiers qui font recours à leurs savoirs endogènes. Comment produire des galactagogues à partir de ces savoirs pour une utilisation plus large ? L'objectif était de développer deux blocs galactogènes, un à base de petit mil et de pain de singe (appelé BAMPS) et l'autre à base de *Vigna unguiculata* (haricot ou niébé) et de *Euphorbia hirta* (appelé GALACTO) pour accroître la lactation des vaches laitières. La méthode a consisté à collecter les ingrédients dans la zone péri-urbaine et urbaine de Ouagadougou (année 2023), faire la bromatologie, les protéines et sucres totaux, les coliformes totaux ainsi que la toxicité des solutions mères (année 2024). Les ingrédients étaient exempts d'aflatoxines totales et des aflatoxines B1 (année 2024). La charge bactérienne inférieure était 10 UFC/g pour la poudre *Adansonia digitata* et respectivement  $2,1.10^5$  UFC/g,  $4,6.10^4$  UFC/g et de  $3,3.10^4$  UFC/g pour *Vigna unguiculata*, de *Pennisetum glaucum* et de *Euphorbia hirta* (plante entière). Les statistiques descriptives ont été appliquées aux données à l'aide de Excel 2016. Ces résultats ont permis de produire les produits galactogènes de forme carré de 100, 200, 300 et 400 grammes à l'état sec (fabriqués en juin 2024). Le support-structure était le son de maïs préparé dans les conditions expérimentales. Les résultats ont montré une bonne dureté à la pression du pouce, une bonne cohésion à la pression de la main. Quant à l'odeur, elle était celle du *Zea mays* pour le BAMPS de couleur blanc-sale et du *Vigna unguiculata* pour le GALACTO de couleur vert-clair. En conclusion, il est techniquement

possible de fabriquer des blocs galactogènes à partir des ingrédients alimentaires suscités, qu'on peut étendre pour une alimentation animale au Burkina Faso. Ce qui vérifie l'hypothèse de travail et permet à l'objectif de l'étude d'être atteint pour ensuite réaliser le test expérimental sur les animaux.

**MOTS-CLEFS:** ingrédients, BAMPS, GALACTO, galactogènes, animal.

## 1 INTRODUCTION

Au Burkina Faso, le problème de l'alimentation des vaches laitières de races locales se pose avec acuité surtout pendant la saison sèche conduisant à une chute de l'offre de lait local alors que la consommation du lait et des produits laitiers est en pleine augmentation. Cela se justifie du fait de la croissance démographique, de l'urbanisation et du changement des habitudes alimentaires, notamment celles de la classe moyenne [1]. Cependant, au Burkina Faso, entre 1970 et 2018, cette consommation est passée de 4,1 à 21,6 millions de tonnes d'équivalent lait par an [2]. En effet, l'alimentation des vaches laitières repose sur l'exploitation des parcours naturels et des résidus de culture avec une complémentation en saison sèche [3]. La maîtrise des techniques d'ensilage pose problème et la qualité des ensilés est souvent médiocre. La plupart des producteurs ont alors tendance à compenser les déficits quantitatifs et qualitatifs des fourrages secs et ensilés par l'augmentation des doses de concentrés dans les rations pour maximiser la production laitière. Les rations qui en résultent sont déséquilibrées, trop riches en énergie et pauvres en fibres, compromettant les capacités productives et reproductives des vaches laitières [4].

L'amélioration du niveau de l'alimentation des vaches laitières de race locales constitue donc un grand défi auquel sont confrontés les élevages bovins laitiers traditionnels. En outre, au Burkina Faso, la production du lait est assurée en majorité par des vaches de race locale qui ne produisent qu'en moyenne 1 à 2 litres/jour [5]. Plus de 90% de la consommation de lait et de produits laitiers est attribuée aux grandes villes comme Bobo-Dioulasso et Ouagadougou principalement [6]. Les principaux pôles de production sont les régions des Hauts-Bassins (1 986 831 L/an), le Centre (568 918 L/an), le Centre-Nord (373 562 L/an) et l'Est (222 236 L/an) [7]. Cette faible production est parfois insuffisante pour satisfaire les besoins journaliers du noyau familial de l'éleveur et de la population en générale.

Pour remédier à ce problème, certains éleveurs dans leurs pratiques traditionnelles font recours à des plantes ou des médicaments galactogènes pour stimuler, induire ou améliorer la production de lait chez les vaches [8]. En outre, les travaux de recherches effectuées par [9], [10] et [11] ont rapporté que l'utilisation des plantes galactogènes pour augmenter la productivité laitière. Ceci étant l'alternative la plus évidente pour optimiser la production laitière des vaches de races locales. Cependant, [12] ont prouvé que les espèces végétales galactogènes utilisées sous plusieurs formes par les éleveurs améliorent jusqu'à 40% la production laitière chez les vaches locales au Bénin.

Ainsi, une valorisation optimale de ces pratiques pourrait à la fois améliorer les performances zootechniques des animaux (vaches de race locale) et réduire les coûts alimentaires au Burkina Faso. La technique des blocs multi nutritionnels décrite par [13] et vulgarisée par de nombreux organismes constitue un moyen de valorisation de ces pratiques endogènes. Par ailleurs, le Ministère en charge de la recherche et de l'innovation du Burkina Faso a officiellement lancé les activités du projet « Blocs Multi nutritionnels » en 2013 à Dori (Région du Sahel). Produit à base d'éléments locaux, ces blocs permettront de développer durablement les spéculations animales au Burkina Faso [14] du fait que l'effet bénéfique des blocs multi nutritionnels a été démontré par [15]. Ce sont autant de raisons qui ont motivé ce présent travail dont l'objectif est de développer deux blocs galactogènes à base de petit mil et de pain de singe (BAMPS) et une préparation galactogène (GALACTO) composée de *Vigna unguiculata* (haricot ou niébé) et de *Euphorbia hirta* pour accroître la lactation chez les vaches laitières. De manière spécifique, les caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques (teneurs en sucres et en protéines totaux, le dosage des coliformes totaux et la teneur en aflatoxines) de ces aliments seront déterminées ainsi que la qualité et le degré de toxicité pour faciliter leur utilisation dans les dispositifs expérimentaux et aussi par les éleveurs laitiers péri-urbains du Burkina Faso. L'hypothèse de travail est qu'il est possible de faire des blocs à stimulation laitière à partir des espèces végétales répertoriées et réputées galactogènes au Burkina Faso.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 ZONE D'ETUDE

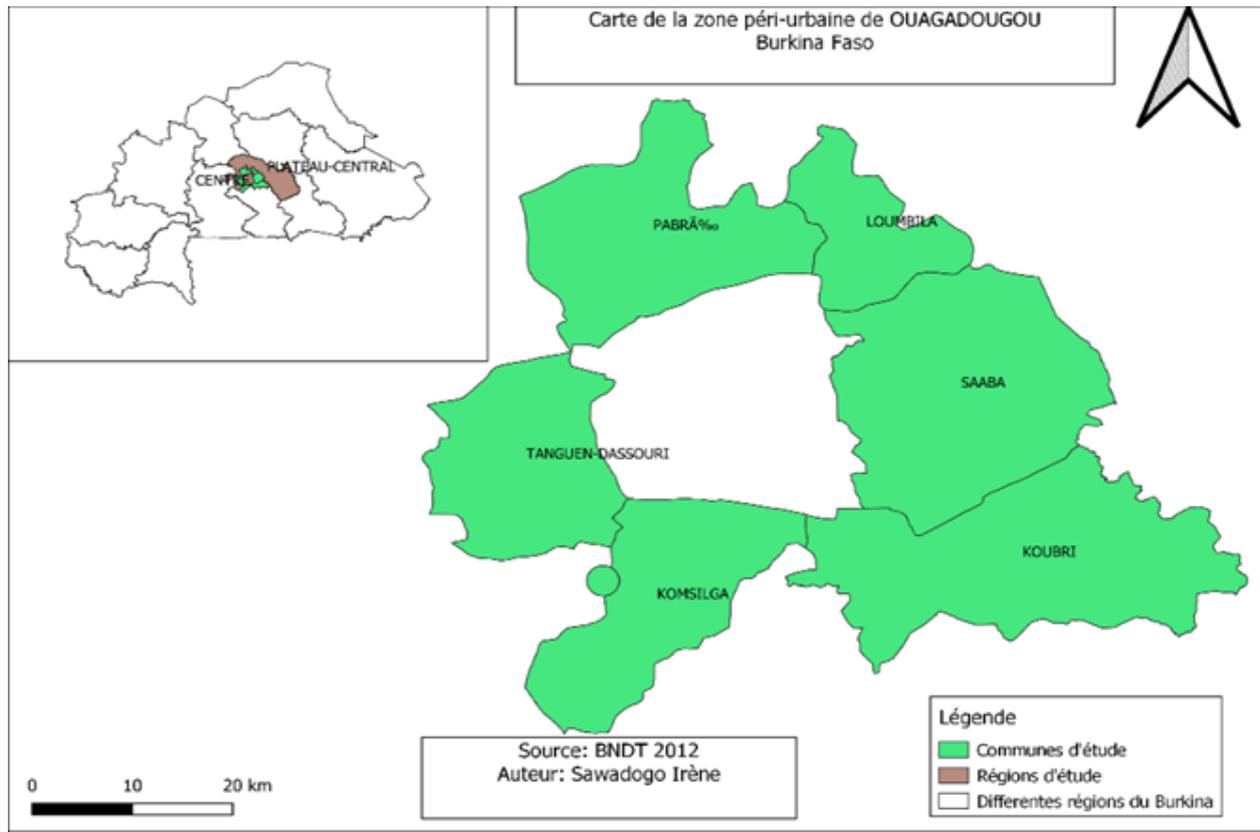


Fig. 1. Carte de la zone d'étude (BNTD, adapté par Sawadogo en 2023)

La présente étude a été réalisée en 2023 et 2024 dans les localités de la zone péri-urbaine de Ouagadougou et la ville de Ouagadougou. Elles relèvent de la province du Kadiogo située dans la Région du Centre (zone Nord Soudano-sahélienne du Burkina Faso). La zone d'étude s'étend sur un rayon de 50 km à partir de Ouagadougou. C'est une zone d'intérêt pour une étude portant sur l'élevage laitier de façon générale et particulièrement sur l'alimentation des animaux laitiers du fait qu'elle constitue le premier bassin laitier du pays. En effet, elle regroupe environ 45,8% des vaches laitières des fermes améliorées et semi-améliorées et la première Région productrice de lait en termes de quantité de lait collectée par an (60,6%) soit environ 902 888 litres [16]. Elle est caractérisée par le développement de l'activité laitière, avec plusieurs dizaines d'unités de transformation laitière fonctionnelle.

### 2.2 LIEU ET TECHNIQUE DE COLLECTE DES MATIERES PREMIERES

La collecte des matières premières composée de *Pennisetum glaucum* (petit mil), de *Adansonia digitata* (pain de singe) et de *Vigna unguiculata* (haricot ou niébé) a été effectuée dans le marché de Kokologho, commune rurale située dans la Région du Centre Ouest du Burkina Faso à 45 km de la ville de Ouagadougou et à 55 Km de celle de Koudougou. Le marché est en effet le terminal des circuits d'approvisionnement de la ville en divers produits. Il est le lieu où s'organisent les modes de stockage et de distribution des produits offrant non seulement une gamme de produits variés, mais permet aussi de générer des revenus. Les produits proposés au marché de Kokologho attirent de nombreux clients qui viennent de contrées plus ou moins éloignées de la commune. Cela serait dû au fait que les céréales occupent de plus en plus une place de choix dans la composition du panier de la ménagère, même dans les grandes villes du pays. Pour les espèces non collectées dans les marchés comme *Euphorbia hirta*, la technique d'arrachage manuel de la plante entière a été utilisée, le conditionnement et le transport ont été réalisés à l'aide des sacs à farine. Arrivé au laboratoire, les plantes étaient triées, séchées sur les bâches plastiques de farine et ensuite broyées pour utilisation.

La collecte de *Euphorbia hirta* a été effectuée dans les zones marécageuses de la ville de Ouagadougou précisément dans les abords des retenus d'eau de Tanghin, au sein de l'Université Joseph KI-ZERBO et de l'école nationale d'élevage et de santé animale (ENESA). Le ravitaillement du pain de singe a été effectué par le marché de Bendogo, quartier situé au secteur 42 de la ville de Ouagadougou.

### **2.3 NETTOYAGE DE LA MATIERE PREMIERE**

C'est une étape qui consiste à trier manuellement les graines abimées avant de procéder au broyage après vannage. En effet, elle vise à détecter et à retirer les corps étrangers que ce soient endogènes (morceaux de gousse, feuilles...etc.) et/ou exogènes (larves, bouts de plastique, bois, cailloux...etc.). Cette étape est suivie par le pesage des matières premières.

### **2.4 PESAGE DE LA MATIERE PREMIERE**

Un peson de marque Electronic Kitchen Scale de 5 kg de portée et de 1 g de précision a été utilisé pour peser les matières premières.

### **2.5 PRETRAITEMENT MECANIQUE DE LA MATIERE PREMIERE**

Ce genre de traitement est principalement représenté par le broyage. C'est une opération consistant à diviser les matières premières afin d'obtenir des particules de granulométries réduites. Cette technique permet d'augmenter la surface d'échange entre le solide et le solvant d'extraction (eau distillée) et à faciliter l'extraction par cassure des tissus et des parois cellulaires. Cependant, un mixeur de marque Binatone Simply better a été utilisé pour faire le broyage afin de faciliter l'extraction. Pour ce faire, deux broyages successifs ont été effectués la première a consisté en la réduction en poudre. Cela a consisté à écraser à plusieurs reprise la matière première en tamisant à l'aide d'un tamis à mailles très fin. A la suite de cette étape, les farines obtenues ont été mélangées deux à deux (*Adansonia digitata* (pain de singe) plus *Pennisetum glaucum* (petit mil) et *Vigna unguiculata* (haricot ou niébé) plus *Euphorbia hirta*). Ce mélange fut trempé dans de l'eau distillée pendant une (01) heure avant d'être broyer à nouveau afin d'obtenir de préparation très fine.

### **2.6 MODE D'OBTENTION DE LA SOLUTION MERE**

Une filtration à l'aide d'un tamis très fin a été effectuée pour une durée de dix (10) heures afin d'extraire un maximum de soluté contenu dans la préparation. A la fin de la filtration, deux aliquotes ont été constitués, un pour la détermination des sucres et de protéines totales et un deuxième pour les tests de toxicité à l'Agence nationale de sécurité alimentaire, de l'environnement, de l'alimentation et du travail (Burkina Faso).

### **2.7 DIAGRAMME DE PREPARATION DES SOLUTIONS GALACTOGENES**

La figure 2 résume les différentes étapes de collecte des matières premières jusqu'à l'obtention des solutions pour les différentes analyses.

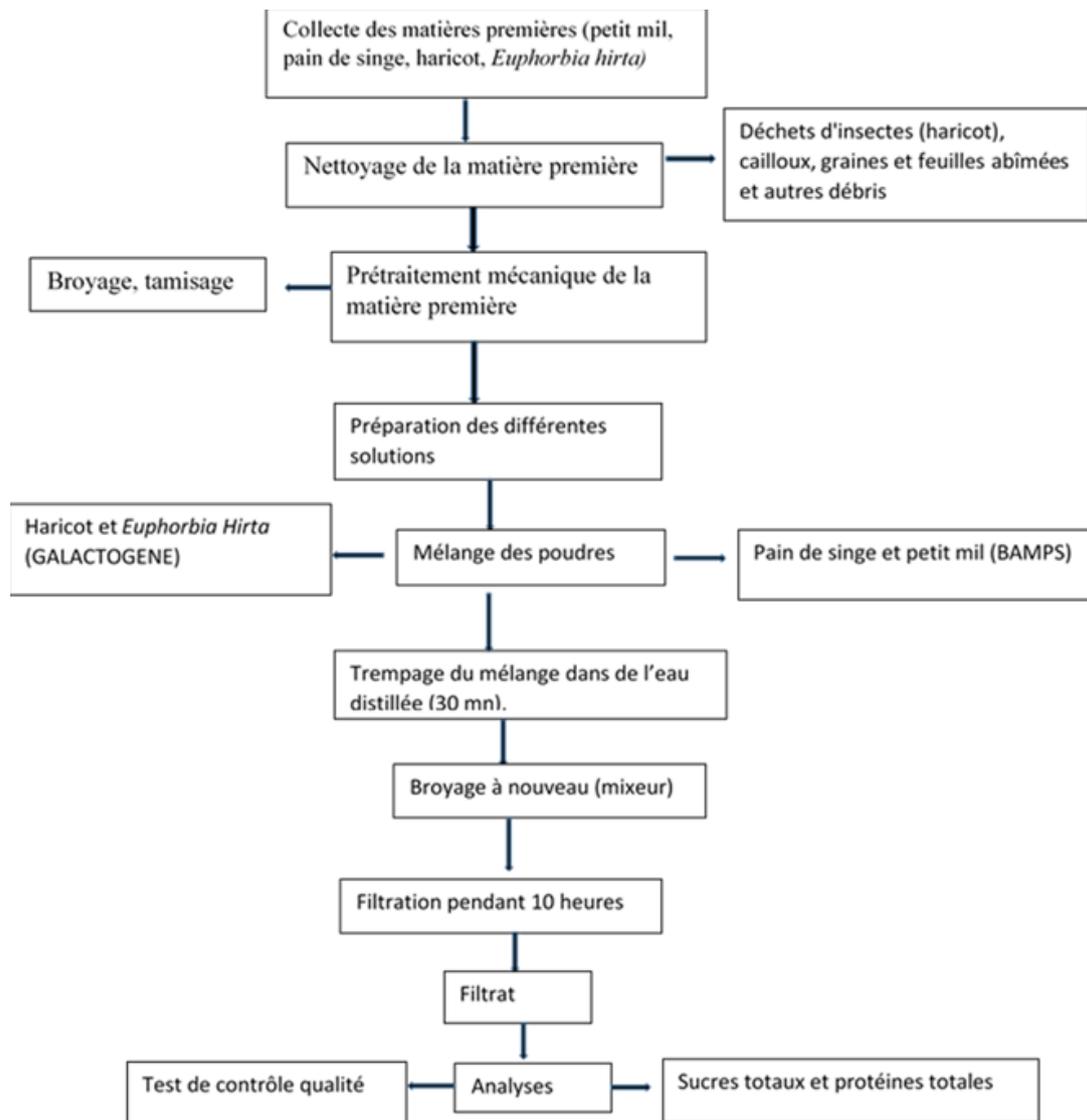


Fig. 2. Diagramme de préparation des solutions mères

## 2.8 RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX

Les analyses microbiologiques ont porté sur la recherche des coliformes totaux selon la norme [17]. Les coliformes sont recherchés dans les aliments car ils sont de bons marqueurs de l'hygiène fécale.

### 2.8.1 PRINCIPE

La numérotation des colonies s'est faite par la caractéristique des coliformes totaux qui se développent en 24 heures à +37°C sur gélose VRBL (gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre) puis la confirmation du nombre de colonies par fermentation du lactose.

### 2.8.2 PREPARATION DES SOLUTIONS MÈRES

Les solutions mères ont été réalisées aussi bien pour les échantillons solides que liquides. Pour ce faire, 10 g ou 10 mL de l'échantillon étaient pesés de façon aseptique dans un sachet stomacher stérile, auquel on ajoutait 90 mL de diluant stérile. Le mélange est homogénéisé au stomacher pendant deux minutes. Cette suspension constituait la solution mère et correspond à la dilution 1/10.

### 2.8.3 PREPARATION DES DIFFERENTES DILUTIONS DECIMALES

La méthode utilisée était la dilution en cascade (Figure 3). Pour ce faire, 1 mL de la suspension mère était prélevé et introduit dans un tube à essai contenant 9 mL de diluant préalablement stérilisé à +121°C pendant quinze minutes. La solution ainsi obtenue constituait la dilution  $10^{-1}$ . Ensuite, 1 mL de cette solution était prélevé et ajouté dans un autre tube à essai contenant 9 mL de diluant stérile. On obtient ainsi la dilution  $10^{-2}$ , on procédait ainsi de suite pour obtenir toutes les dilutions désirées.

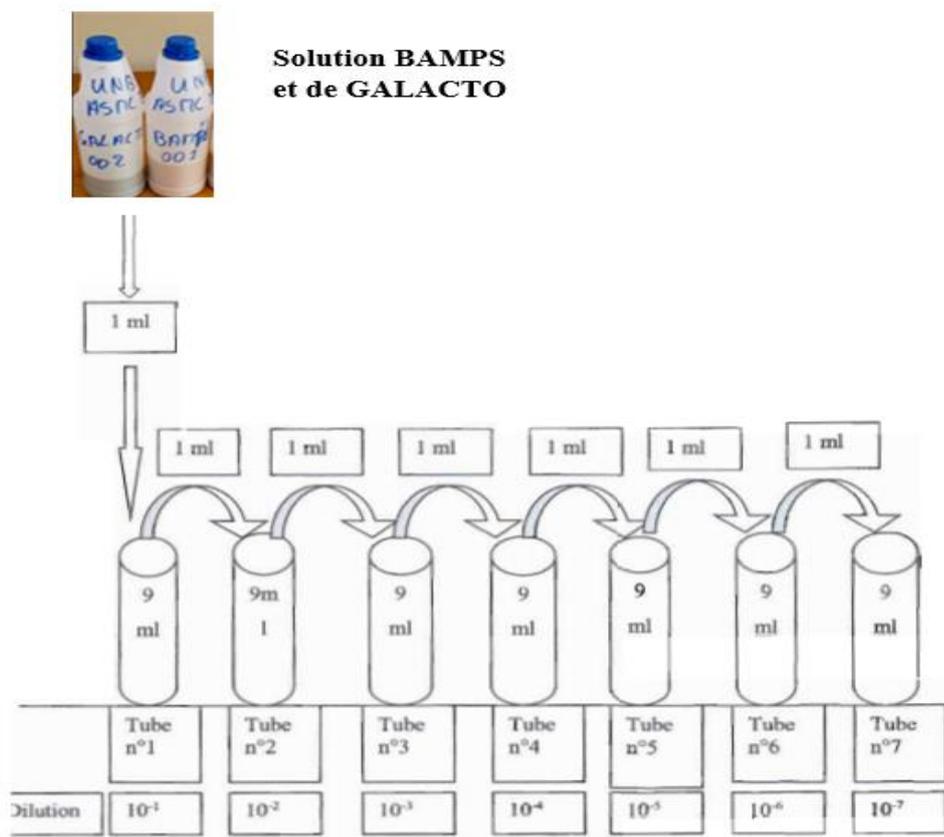


Fig. 3. La technique de dilution en cascade à partir d'une solution mère

### 2.8.4 ENSEMENCEMENT

La technique utilisée était l'ensemencement en profondeur. Les boîtes de Pétri stériles étaient étiquetées (date, milieu de culture, dilution et code de l'échantillon) et il y était introduit 1 mL de dilution auquel il était ajouté environ 10 à 15 mL de milieu préalablement stérilisé. La solution obtenue était homogénéisée suivant la technique standardisée suivante: maintenir la boîte couverte sur la surface de la paillasse et lui faire décrire quatre (04) cercles dans le sens des aiguilles d'une montre, quatre cercles en sens inverse, quatre allers-retours de haut en bas et quatre allers-retours de gauche à droite. Les boîtes ainsi ensemencées étaient laissées pour la solidification. Un témoin négatif était réalisé en coulant environ 10 à 15 mL de la gélose dans une boîte de Pétri stérile.

### 2.8.5 INCUBATION

Les boîtes de dilutions  $10^0$  à  $10^{-5}$  étaient incubées dans une étuve de  $+37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  pour la recherche de coliformes totaux pour une durée de  $24\text{h} \pm 2\text{h}$ .

### 2.8.6 DENOMBREMENT DES COLONIES ET EXPRESSION DES RESULTATS

Pour le dénombrement, les boîtes de deux dilutions successives étaient retenues. Les boîtes dont le nombre de colonies étaient situées entre 5 et 150 étaient retenues pour le dénombrement des coliformes. Les boîtes de pétri dont le nombre de colonies était supérieur à 150 marquée non dénombrés (ND). Le nombre de colonies sur chaque boîte était compté de la façon suivante: la boîte de

pétri était orientée en direction de la lumière et les colonies étaient pointées et comptées à l'aide d'un marqueur. Le nombre de microorganismes était calculé suivant la formule ci-dessous :

$$N = \frac{\sum C}{V \times (n_1 + 0,1 \times n_2) d}$$

N= Nombre total de germes (UFC/ml)

ΣC: Somme des colonies des boîtes des deux (02) dilutions retenues

n<sub>1</sub>: Nombre de boîte de la plus faible dilution

n<sub>2</sub>: Nombre de boîte de la seconde dilution

d: Facteur de dilution correspondant à la plus faible dilution

V: volume de l'inoculum introduit (mL)

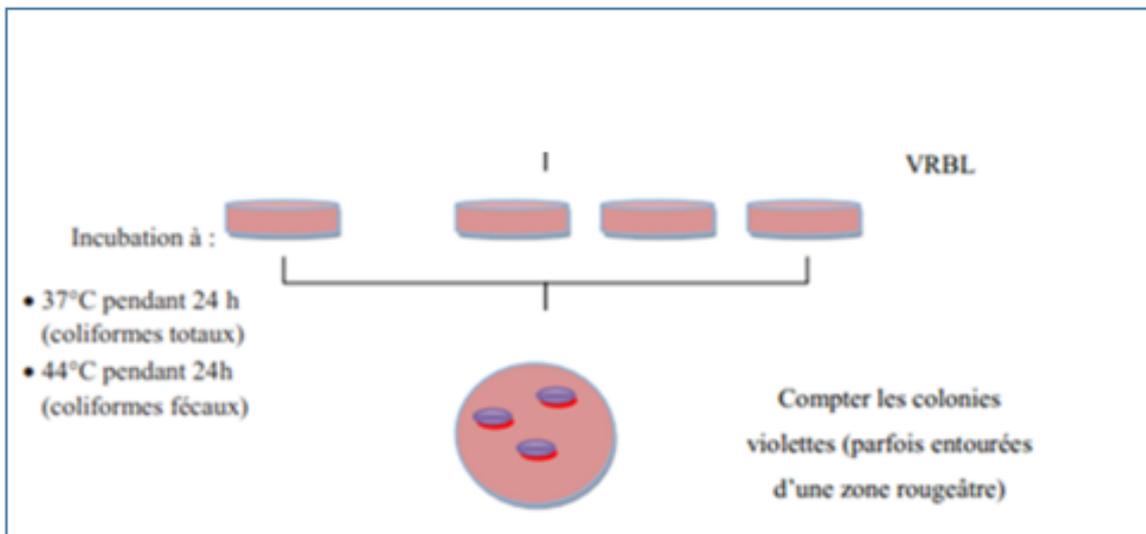


Fig. 4. Recherche et dénombrement des coliformes par comptage des colonies sur milieu VRBL

## 2.9 DOSAGE DES SUCRES TOTAUX

### 2.9.1 PRINCIPE

Les oses sont stables en milieu acide. Cependant, s'ils sont chauffés en acide concentré, ils donnent des furfuraldéhydes par cyclisation et déshydratation. Les furfurals et ses dérivés ont la propriété de se condenser avec le phénol pour former des complexes marrons absorbables à 490 nm.

### 2.9.2 MODE OPERATOIRE

Ce test a suivi la méthode de [18] avec des modifications. Dans 25 µL de chacun des échantillons, a été ajouté 0,5 mL de phénol (5 %) et 1,5 mL d'acide sulfurique concentré. Le mélange a été chauffé à 100°C pendant 5 min. Après refroidissement dans la glace, les absorbances ont été lues à 450 nm contre un blanc constitué de 25 µL d'éthanol (80 %) à la place des échantillons. Les tests ont été faits en triplicata et les résultats ont été exprimés en équivalent glucose pour 100 mL d'échantillon suivant la courbe standard de glucose ( $y = 15,072x - 0,0199$ ;  $R^2 = 0,9991$ ) et équivalent fructose pour 100 mL d'échantillon ( $y = 26,021x + 0,0386$ ;  $R^2 = 0,999$ ).

## 2.10 DOSAGE DES PROTEINES TOTALES

### 2.10.1 PRINCIPE

La méthode de [19] est une méthode colorimétrique qui permet de doser la concentration protéique d'un échantillon. Cette méthode est basée sur l'adsorption d'un colorant le bleu de coomassie G250 qui se lie à des molécules de protéines à pH acide selon deux façons. Le groupe de triphénylméthane se lie aux résidus hydrophobes des acides aminés alors que les groupes sulfonates

anioniques interagissent avec les chaînes latérales cationiques des protéines (les chaînes latérales de l'arginine, de la lysine et de l'histidine). Ceci entraîne la formation d'un complexe chromogène présentant un maximum d'absorption à 595 nm. Il existe une corrélation entre la quantité de colorant formé dans une solution et la concentration en protéine.

### **2.10.2 MODE OPERATOIRE**

La teneur en protéines totales des échantillons a été mesurée par la méthode de [19] avec quelques modifications. Ainsi, le milieu réactionnel a été constitué de 50 µL de l'échantillon et 2,5 mL du réactif protéique. Ce mélange a été homogénéisé et incubé à température ambiante pendant 15 min. Après incubation, les absorbances ont été lues au spectrophotomètre à 595 nm. Les tests ont été effectués en triplicata et les résultats exprimés en équivalent BSA pour 100 mL d'échantillon.

### **2.11 DOSAGE DES AFLATOXINES**

#### **2.11.1 MODE OPERATOIRE**

Dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2 et détermination de la teneur totale en aflatoxines B1, B2, G1, G2 dans les céréales, les fruits à coque et les produits dérivés par la méthode de [20], méthode par chromatographie liquide à haute performance (CLPH).

#### **2.11.2 BUT**

Le présent mode opératoire a pour but de décrire les différentes étapes du dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2 et détermination de la teneur en aflatoxines totales (B1, B2, G1, G2).

#### **2.11.3 DOMAINE D'APPLICATION**

Le présent mode opératoire s'applique au dosage des aflatoxines B1, B2, G1, G2 et détermination de la teneur en aflatoxines totales (B1, B2, G1, G2) dans les céréales, les fruits à coque et produits dérivés par chromatographie liquide à haute performance en phase inversée, avec purification sur colonne d'immunoaffinité et dérivation post-colonne. La limite de quantification de l'aflatoxine B1 et de la somme des aflatoxines B1, B2, G1, G2 est de 8µg/kg.

#### **2.11.4 PRINCIPE**

L'échantillon pour essai est extrait avec un mélange d'eau et de méthanol. L'extrait d'échantillon est filtré, dilué avec de l'eau ou du PBS et déposé sur une colonne d'immunoaffinité contenant des anticorps spécifiques des aflatoxines B1, B2, G1 et G2. Les aflatoxines sont isolées, purifiées et concentrées sur la colonne, puis libérées des anticorps avec du méthanol. Les aflatoxines sont quantifiées par chromatographie liquide à haute performance (CLPH) en phase inversée avec détection par fluorescence et dérivation post-colonne.

#### **2.11.5 EXTRACTION**

- Peser 25g ± 0,1g (m<sub>0</sub>) de l'échantillon dans un flacon ambré
- Ajouter 5g de chlorure de sodium.
- Ajouter 125 ml de la solution d'extraction
- Agiter le mélange avec un agitateur rotatif environ 30 minutes.
- Filtrer le mélange avec du papier filtre Wattman, et recueillir le filtrat dans un flacon ambré (V1).

#### **2.11.6 CALCULS**

Calculer la masse m<sub>t</sub>, en grammes, de l'échantillon présent dans la fraction du second filtrat pris pour la colonne d'immunoaffinité (V4) en utilisant l'équation ci-dessous.

$$m_t = m_0 \times \frac{V_2 \cdot V_4}{V_1 \cdot V_3}$$

Où :

$m_0$  est la prise d'essai en g (25 g);

$V_1$  est le volume total du premier filtrat, en millilitres ( $V_1 = 125$  mL);

$V_2$  est Le fraction du volume du premier filtrat prise pour dilution, en millilitres ( $V_2=15$  m L);

$V_3$  est volume total du second filtrat, en millilitres ( $V_3 = 45$  mL);

$V_4$  est Le fraction du volume du second filtrat, en millilitres ( $V_4 = 15$  m L).

Calculer la fraction de masse de chaque aflatoxine  $w_i$  en microgrammes par kilogramme d'échantillon en utilisant l'équation ci-dessous (Méthode de standard externe):

$$w_i = \frac{V_5 \times m_i}{V_6 \times m_t}$$

Où

$V_5$  est le volume de l'éluât, en microlitres, ( $V_5 = 2000$   $\mu$ L);

$V_6$  est le volume de l'extrait purifié et injecté en microlitres ( $V_6 = 100$   $\mu$ L);

$m_i$  est la masse de chaque aflatoxine  $i$  correspondant à la mesure de l'aire ou la hauteur du pic lue sur la courbe de calibration, présent dans le volume d'injection en nanogramme.

## 2.12 FABRICATION DES BLOCS GALACTOGENES

### 2.12.1 ETAPES DE PREPARATION DE MELANGE

A l'aide d'une bassine, faire dissoudre du sel (NaCl) 5% dans les différentes solutions galactogènes préalablement préparées. Ajouter le son de maïs obtenu en pilant le maïs (60% du filtrat) dans un mortier pour éviter la contamination dans les moulins avec les sons d'autres denrées alimentaires. Bien effectuer le mélange à l'aide de la main jusqu'à obtenir une pâte homogène.

### 2.12.2 MOULAGE

Le mélange obtenu est alors introduit dans des moules (forme de cube en aluminium) individuelles fortement tassés à l'aide de la main afin d'éviter la fermentation des blocs galactogènes.

### 2.12.3 DEMOULAGE ET SECHAGE

Enfin, les blocs sont démoulés et laissés à l'air libre à l'abri du soleil (salle aérée bien ventilée) mais avec retournement régulier. Au bout d'une semaine, les blocs sont prêts à être utilisés. Ces différentes étapes de fabrication des blocs sont représentées par la Figure 5.

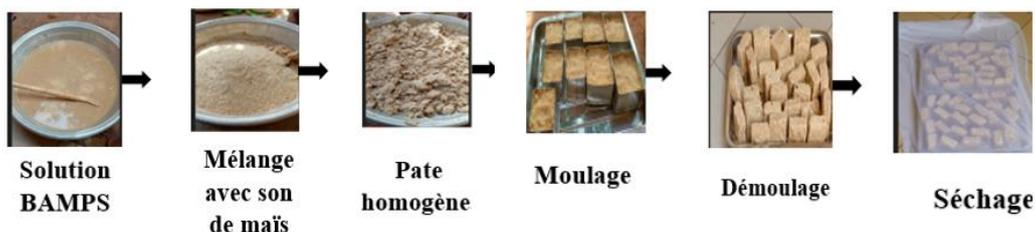


Fig. 5. Les différentes étapes de fabrication des blocs galactogènes, Crédit Photo Sawadogo (2024)

## 2.13 ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

Les échantillons ont été analysés en triple pour chaque paramètre en ce qui concerne les analyses microbiologiques et physico-chimiques. Le calcul de la moyenne et des écarts types, des protéines totales et des sucres totaux ont été effectués respectivement avec les fonctions « moyenne » et « écartype » du logiciel Excel 2016.

### 3 RESULTATS

#### 3.1 DENOMBREMENT DES COLIFORMES TOTAUX

Selon les résultats du dénombrement des coliformes totaux, une charge bactérienne inférieure à 10 UFC/g a été observée pour la poudre *Adansonia digitata*. Par contre, les charges bactériennes les plus importantes qui sont de  $2,1.10^5$  UFC/g,  $4,6.10^4$  UFC/g et de  $3,3.10^4$  UFC/g ont été notées pour les graines de *Vigna unguiculata*, de *Pennissetum glaucum* et de *Euphorbia hirta* (plante entière) respectivement. Le Tableau 1 nous présente ces différents résultats accompagnés des références normatives

**Tableau 1. Analyse des coliformes totaux**

	Paramètres mesurés	
<b>Nature et référence de l'échantillon</b>	Coliformes totaux	Référence normative
<b>Poudre <i>Adansonia digitata</i></b>	NE = moins de 10	
<b><i>Euphorbia hirta</i> (entière)</b>	N = $3,3.10^4$	[ $2,2.10^4$ – $4,8.10^4$ ]
<b>Graines <i>Pennissetum glaucum</i></b>	N = $4,6.10^4$	[ $3,3.10^4$ – $6,5.10^4$ ]
<b>Graines <i>Vigna unguiculata</i></b>	N = $2,1.10^5$	[ $1,3.10^5$ – $3,3.10^5$ ]

#### 3.2 DOSAGES DE SUCRES TOTAUX ET PROTEINES TOTALES

Les teneurs en sucres totaux des échantillons se situent entre  $0,57 \pm 0,02$  E<sub>Glu</sub>/100 mL contre  $0,22 \pm 0,01$  E<sub>Glu</sub>/100 mL pour le glucose et  $0,33 \pm 0,01$  E<sub>Fruc</sub>/100 mL et  $0,13 \pm 0,01$  E<sub>Fruc</sub>/100 mL pour le fructose alors que les protéines totales se situent entre  $365,10 \pm 2,97$  E<sub>BSA</sub>/100 mL contre  $174,80 \pm 3,21$  E<sub>BSA</sub>/100 mL respectivement de la solution de BAMPS et du GALACTO. Des deux paramètres (sucres totaux et protéines totales), les plus faibles teneurs ont été obtenues avec la solution GALACTO tandis que la solution de BAMPS a enregistré les teneurs les plus élevées.

**Tableau 2. Dosages de sucres totaux et protéines totales des échantillons**

Echantillons	Sucres totaux		Protéines totales (E <sub>BSA</sub> /100 mL)
	E <sub>Glu</sub> /100 mL	E <sub>Fruc</sub> /100 mL	
BAMPS	$0,57 \pm 0,02$	$0,33 \pm 0,01$	$365,10 \pm 2,97$
GALACTO	$0,22 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	$174,80 \pm 3,21$

E: Equivalent; Glu: Glucose; Fruc: Fructose; BSA: Bovine Sulphate Albumine

#### 3.3 DOSAGE DES AFLATOXINES

Les résultats du dosage des aflatoxines totales réalisé par la méthode ISO/DIS160550.2 (2002) sur la solution galactogène a révélé une absence des aflatoxines totales et des aflatoxines B1, aflatoxines B2, aflatoxines G1, aflatoxines G2. Tandis que dans le BAMPS, les résultats ont démontré la présence de certaines aflatoxines à savoir les aflatoxines G2 de 1,02 ppb, les aflatoxines totales de 1,02 ppb. Le Tableau 3 présente ces résultats exprimés en parti par billion (ppb) équivalent à µg/Kg.

**Tableau 3. Rapport d'analyse de contrôle qualité**

Paramètres	Méthodes	Valeurs normales	Résultats GALACTO	Résultats BAMPS	Unité	Décision
<b>Aflatoxines totales (B1, B2, G1, G2)</b>	ISO/DIS160550.2 (2002)	≤ 4,0	0	1,02	ppb	Conforme
<b>Aflatoxines B2</b>	ISO/DIS-16050.2: 2002	≤ 2,0	0	0	ppb	Conforme
<b>Aflatoxines G2</b>	ISO/DIS-16050.2: 2002	≤ 2,0	0	1,02	ppb	Conforme
<b>Aflatoxines G1</b>	ISO/DIS-16050.2: 2002	≤ 2,0	0	0	ppb	Conforme
<b>Aflatoxines B1</b>	ISO/DIS-16050.2: 2002	≤ 2,0	0	0	ppb	Conforme

### 3.4 FABRICATION DES BLOCS GALACTOGENES

#### 3.4.1 LES DIFFERENTES MASSES DES BLOCS GALACTOGENES

Plusieurs masses de blocs galactogènes ont été fabriquées à savoir des blocs de 100g, 200g, 300g, 400g mais tous de forme cubique comme indiqué dans la Figure 6.

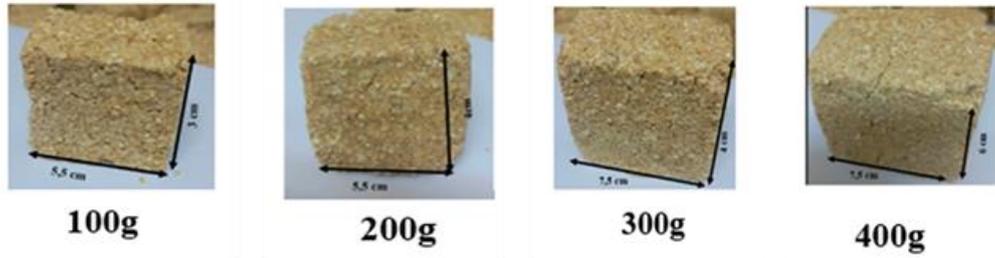


Fig. 6. Les différentes dimensions des blocs galactogènes (Sawadogo, 2024)

#### 3.4.2 FABRICATIONS DES BLOCS GALACTOGENES

##### 3.4.2.1 DURETE ET COHESION

Après séchage, ces deux paramètres ont été testés manuellement. La dureté a été estimée en exerçant une pression avec le pouce sur le milieu du bloc galactogène. Celle de nos blocs que ce soit BAMPS ou la préparation galactogène (GALACTO) était bonne, puisque le pouce s'enfonçait très peu après le séchage. Quant à la cohésion, elle a été estimée en essayant de rompre le bloc galactogène à la main. Nos deux blocs étaient bien en cohésion puisqu'ils ne se rompaient pas facilement à la main.

##### 3.4.2.2 ODEUR

Tous nos blocs galactogènes présentent une odeur relativement agréable qui tire vers l'odeur du son de *Zea mays* pour le BAMPS et de *Vigna unguiculata* pour la préparation galactogène.

##### 3.4.2.3 COULEUR

Les blocs galactogènes ne présentent aucune moisissure. Le BAMPS présente une couleur blanc sale caractéristique de celle du son de *Zea mays*. Tandis que la préparation galactogène présente une couleur vert-claire, caractéristique au mélange de couleur de *Euphorbia hirta* et de son de *Zea mays*. Le Tableau 4 représente les différentes caractéristiques (poids, dimension, dureté, cohésion, couleur et odeur) des différents blocs galactogènes fabriqués.

Tableau 4. Caractéristiques des blocs galactogènes

Blocs	Poids initial (g)	Poids final (g)	Dimensions (LxLxh)(Cm)	Dureté	Cohésion	Couleur	Odeur
BAMPS	100	63	5,5 x 5,5 x 3	***	***	Blanc sale	Bonne
BAMPS	200	120	5,5 x 5,5 x 4	***	***	Blanc sale	Bonne
BAMPS	300	200	7,5 x 7,5 x 6	***	***	Blanc sale	Bonne
BAMPS	400	257	7,5 x 7,5 x 5	***	***	Blanc sale	Bonne
GALACTO	100	61	5,5 x 5,5 x 3	***	***	vert clair	Bonne
GALACTO	200	117	5,5 x 5,5 x 4	***	***	vert clair	Bonne
GALACTO	300	200	7,5 x 7,5 x 6	***	***	vert clair	Bonne
GALACTO	400	256	7,5 x 7,5 x 5	***	***	vert clair	Bonne

## 4 DISCUSSION

Dans la présente étude, les coliformes totaux présentent une charge élevée dans la majorité de des échantillons (Tableau 1). En effet, ces charges en coliformes totaux enregistrés dans certains échantillons étaient supérieures à la norme microbiologique de  $10^3$  UFC/g

pour les farines de petit mil [21]. Cela pourrait se justifier par la qualité médiocre de nos matières premières en raison des lieux de prélèvement. En outre, les graines de *Vigna unguiculata* et de *Pennisetum glaucum* sont produits par les producteurs par battage et séchage à même le sol pouvant alors être les voies propices de contamination des coliformes totaux. Aussi, la récolte de *Euphorbia hirta* s'est effectuée au bord des cours d'eau tels que le barrage de Tanghin qui sont des endroits perpétuellement humides. Dans ces conditions, l'eau pourra être une source de contamination si elle n'est pas de bonne qualité. Concernant la poudre de *Adansonia digitata*, le processus d'obtention de la poudre est très long car la pulpe contenue dans la capsule est obtenue après extraction de la coque (souvent à la main), séchage, pilage et tamisage du contenu de la capsule [22]. Cela pourrait être l'une des voies de contamination par les coliformes totaux si les mesures d'hygiène ne sont pas respectées.

Les coliformes étant des germes indicateurs de négligence aux règles d'hygiène, la présence de ces microorganismes pourrait aussi être liée à des mauvaises conditions de stockage dans les magasins pour la revente avant notre expérimentation. Les coliformes présentent des germes qui peuvent se révéler pathogènes si la charge est très élevée alors que les méthodes de concentrations peuvent également jouer un grand rôle dans la contamination de ces germes

Par ailleurs, des précautions d'hygiène doivent être maximales. Ainsi, les vaches laitières doivent-elles consommer des ingrédients alimentaires sains pour un apport azotée optimale pour produire une quantité importante de lait. Également, les teneurs en protéines des aliments formulés peuvent avoir un impact positif sur la réparation des tissus et la musculation. Ils sont donc extrêmement importants pendant la croissance et au cours de la gestation. Nos résultats ont présenté une teneur en sucres totaux et en protéines totales plus marquées dans la solution de BAMPS que dans la solution GALACTO. Cela pourrait être due à la présence de *Euphorbia hirta* dans cette dernière préparation galactogène. Dans le même ordre d'idées, selon des études antérieures menées par [23], les feuilles fraîches d'*Euphorbia hirta* contiennent moins de protéines (0,527%) et une teneur aussi faible en sucres totaux (2,92g/100g). Par contre, dans la solution de BAMPS, on rencontre une teneur plus élevée en sucres totaux du fait de la présence de la pulpe d'*Adansonia digitata* (Tableau 2). En outre, selon les études menées par Cissé (2012), l'espèce *Adansonia digitata* contient 3 g/100g de protéines et se situe dans la moyenne des autres espèces malgaches. Elle est très similaire à celles rapportées par [24] et [25] qui ont rapporté 3,6 g/100 g pour l'espèce africaine *Adansonia digitata*. Toutefois, [26] ont observé une grande variation avec des valeurs allant de 2,5 g/100 g à 17,0 g/100 g chez l'espèce *Adansonia digitata*. Les travaux de [27] ont montré des teneurs en glucides très élevées (41 à 48%), d'amidon (22 à 32%) comme proportions de sucres totaux. Ces différences sont probablement liées aux conditions agro-pédo-climatiques des zones d'étude.

Il est aussi important pour l'alimentation des vaches laitières de faire attention aux aflatoxines dont les ingrédients peuvent en être la source. Les aflatoxines sont reconnues pour leurs propriétés hautement toxiques, mutagènes, cancérigènes, tératogéniques et hépatotoxiques. Par exemple, l'aflatoxine B1 est la plus dangereuse des mycotoxines en termes de santé humaine et animale [20]. Elle a été classée dans le groupe 1 des cancérigènes puissants de l'Agence Internationale de Recherche sur le Cancer. La teneur en aflatoxine de nos différentes solutions est conforme et inférieure aux valeurs normales de la méthode [20]. Elle est largement inférieure à la teneur résiduelle maximale autorisée (4-30 µg/kg) dans l'alimentation humaine par la Food and Drug Administration [28] et [29]. Nos résultats corroborent avec ceux de [29]. Ces teneurs sont également inférieures aux limites tolérables maximales pour les aflatoxines dans les aliments de consommation humaine et animale en Afrique. En effet, pour protéger les consommateurs contre les risques liés aux mycotoxines, un grand nombre de pays dont 15 pays africains ont légiféré sur certaines mycotoxines notamment les aflatoxines. D'après [30] et [31], ces normes varient de 5 à 20 ppb pour les aliments de consommation humaine alors que pour les aliments de consommation animale, elles varient de 5 à 300 ppb. La réglementation est plus sévère pour les aliments pour nourrissons (0-10 ppb). Cela est dû au fait que le ministère de la santé du Burkina Faso avec la collaboration de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) a mis en place une technologie dénommée AflaSafe, basée sur le principe d'exclusion compétitive qui atténue les effets négatifs de l'aflatoxine [32] et [33]. Cependant, depuis quelques années une nouvelle technologie de contrôle au champ de l'aflatoxine est utilisée au Nigéria, au Kenya, au Sénégal et au Burkina Faso [33]. Son utilisation a donné des résultats probants sur le maïs au Kenya [32]. En outre, les pratiques de gestion agricole tels que la rotation des cultures, la plantation au moment propice, la lutte contre les plantes et animaux nuisibles, l'irrigation et la fertilisation pour palier la sécheresse et le stress nutritionnel augmentent les rendements des cultures appliquées en Afrique et réduisent le risque de formation d'aflatoxine [33]. C'est à l'issue de ces précautions que le BAMPS et la GALACTO ont été fabriqués. En dépit du respect du protocole expérimental et du diagramme dans la présente étude (Figure 2, 5 et 6), la fabrication s'inscrit dans la production artisanale en comparaison à une production industrielle des galactogènes. Le tableau IV donne les caractéristiques physiques du bloc galactogène (BAMPS) et de la préparation galactogène. Les produits présentent un bon aspect et une bonne odeur en fonction de l'utilisation du son de maïs bien traité. Ceci est proche de [34] qui soulignent que les caractéristiques physiques des blocs multi-nutritionnels (BMN) constituent un aspect important à considérer. La dureté des BMN est un facteur qui détermine nettement leur consommation [35] et [36]. [34] ont observé que l'ingestion volontaire diminue au fur et à mesure que la dureté des BMN augmente. Nos résultats ont montré que tous nos blocs galactogènes après séchage ont maintenu une structure suffisamment en cohésion. A cet effet, ils peuvent être transportés sans se déliter mais aussi non friables pour être stockés. Cela est due à un apport en très grande quantité de son de maïs qui, à son tour réduit les espaces entre les particules du bloc galactogène. Ceci permet d'améliorer les forces de liaison entre les particules tout en assurant une meilleure compacité du bloc galactogène. Le son de maïs est répertorié comme un ingrédient de concentré dont l'utilisation est répandue au Burkina Faso et dans la zone d'étude d'où son

incorporation dans les présents travaux comme support-structure. Ces résultats nous allient à ceux de [37] qui affirment qu'il semble que les blocs galactogènes se fragilisent au fur et à mesure que la quantité des feuilles de légumineuses augmente et que la quantité de son de blé diminue. [38] abordent dans le même sens qui concluent qu'un apport modéré de son de blé dans les formules, fait progresser la dureté des blocs multi-nutritionnels. Aussi, le sel a été le principal élément minéral utilisé comme source de chlorure de sodium. En effet, il favorise également la prise des blocs et régularise leur ingestion. Il empêche ou ralentit également le développement des germes pathogènes. Son incorporation est comprise entre 5 et 10% [39]. L'incorporation a été 5% dans la présente étude. C'est ainsi que le sel est utilisé comme conservateur dans l'industrie agro-alimentaire pour la conservation de produits comme le poisson, la viande, les fruits et légumes.

## 5 CONCLUSION

La présente étude a montré qu'il est techniquement possible de fabriquer des blocs galactogènes à base des espèces galactogènes recensées au cours d'une enquête ethnobotanique dans plusieurs régions du Burkina Faso. Ce qui vérifie notre hypothèse de travail et permet à l'objectif d'être atteint. En effet, tous les blocs galactogènes ont présenté de meilleures caractéristiques physiques. Les résultats obtenus pour les analyses des aflatoxines sont tous conformes aux normes préétablies. Cependant, l'analyse des coliformes totaux de tous les échantillons a révélé une non-conformité à la norme préétablie mais est due au non-respect des mesures d'hygiène au cours de la conservation des différentes matières premières. Cependant, cette étude ouvre la voie à un test sur les animaux de laboratoire comme les souris pour rechercher les effets sur leur croissance, production laitière et aussi leurs effets sur les organes vitaux tels que le foie, la rate et les reins. La conformité des résultats sur la toxicité nous permet aussi d'améliorer l'hygiène de fabrication et de l'appliquer sur les vaches laitières en conditions expérimentales d'abord pour proposer plus tard aux fermes laitières du Burkina Faso et d'ailleurs.

## CONFLIT D'INTÉRÊTS

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## TÂCHES DES AUTEURS

SRI a été responsable de l'expérimentation, de l'exploitation des résultats et de la rédaction du manuscrit. VM a validé le protocole expérimental, supervisé les travaux et a participé à la rédaction et au processus de publication du manuscrit. Il a été le responsable scientifique de cette étude.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été financé par le Laboratoire de Recherche et d'Enseignement en Santé et Biotechnologie Animales (LARESBA) de l'Ecole Doctorale Sciences Naturelles et Agronomie à l'Université Nazi Boni, à qui les auteurs voudraient adresser leurs vives gratitude. Nos remerciements vont aussi à l'endroit du Laboratoire de Nutrition Animale du Département de Productions Animales au Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation CREAM pour avoir accepté réaliser les analyses bromatologiques ayant permis de planifier l'étude. Nos remerciements vont aussi à l'endroit de l'Agence nationale de sécurité alimentaire, de l'environnement, de l'alimentation et du travail, et du Département de Technologie Alimentaire (DTA-Ouagadougou) pour respectivement le test de toxicité et la détermination des coliformes totaux. Nos remerciements également les étudiants du LARESBA et aux producteurs des six communes périurbaines de Ouagadougou et ceux de la Région du Plateau Central de qui ont permis la réalisation de l'étude.

## REFERENCES

- [1] Nallet C. 2015. Identifier les classes moyennes africaines: diversité, spécificités et pratiques de consommation sous contrainte. Paris (France): IFRI, 45 p.
- [2] Duteurtre G, Vidal A. 2018. « La filière laitière à Bobo-Dioulasso », rapport final, étude réalisée à la demande d'Afdi, CIRAD Montpellier, 38 p. plus annexes.
- [3] Sarambè C., 2016. Analyse du système d'alimentation des vaches laitières dans les fermes périurbaines de la ville de Ouagadougou. *Institut du Développement Rural*. P.77.
- [4] Magnani, S. 2016. Le Lait local au Sénégal: Intensifier pour développer ? Dynamiques socio-techniques et Anthropologie des pratiques. Thèse doctorale, Marseille: EHESS, p. 392.
- [5] Millogo V., Sissao M., Sidibe-Anago A. G., Moussou T. O., Ouedraogo G. A., 2019. Effet d'une complémentation valorisant les ressources localement disponibles sur les performances de production laitière des vaches en vue de réduire l'intervalle vêlage-vêlage en zone périurbaine de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences* 142: 14529-14539.
- [6] Berd., 2010. Programme de développement de la filière lait au Burkina Faso: Etude de faisabilité, Rapport définitif, MRA, Ouagadougou, 82 p.

- [7] MRA. 2012. Statistiques du sous-secteur de l'élevage, Annuaire 2011 MRA /DGPSE, Ouagadougou, 155 p.
- [8] Atchouké G.D.L., Dabadé D.S., Adéoti K., Ouikoun C.G., Bello O.D., Dossou J., 2021. Connaissances et pratiques de recettes endogènes pour l'amélioration de la production laitière des vaches locales au Bénin *J. Appl. Biosci. Vol: 161* 2021.
- [9] Akouedegni C., Tossa Gbego I., Daga F., Koudandé D. and Hounzangbé-Adoté M., 2012. Synthèse des connaissances sur les plantes galactogènes et leurs usages en République du Bénin. *Bull Rech Agro Bénin 2012: 24-35*.
- [10] Prakash, C. B., P. T. Durga, C. P. Subash, 2013. Shatavari (*Asparagus racemosus*): Potentials for galactogenic in dairy cows. *Indian Journal of Traditional Knowledge. Vol. 12 (1)*, pp. 9-17.
- [11] Salifou C.F.A., Kassa K.S., Ahounou S.G., Moussa H., Dotché I.O., Agbozo J.M., Issifou M.T., Youssao I.A.K., 2016. Plantes lactogènes des bovins et leurs modes de préparation dans les élevages traditionnels au Bénin. *Livestock Research for Rural Development 29 (2)*, 5p.
- [12] Agani Z., Boko K. C., Akouedegni C. G., Sidi I. H., Bello O. D., Houndonougbo M. F., Dossou J., Babatounde S., 2021. Préparations galactogènes utilisées par les agroéleveurs au Bénin: espèces végétales, proportions d'organes impliqués et production laitière chez les vaches Borgou *Journal of Applied Biosciences 157: 16161-16171*.
- [13] Sansoucy R., Arts G., Preston T.R., 1986. Molasses urea blocks as a multivitamin supplement for ruminants. *FAO Animal Production and Health Paper: Sugarcane as Feed, 72: 263-278*.
- [14] Sidwaya., 2013. Blocs Multinutritionnels: une technologie pour mieux alimenter les animaux. Edition N° 7508 du 25/09/2013 Burkina Faso.
- [15] Gnanda I.B., Bougouma-Yaméogo V.M.C., N'diaye W., Ouédraogo T., Kaboré A., Lodoun B., Sinon B., 2015. L'embouche bovine dans les élevages du Plateau Central du Burkina Faso: Résultats économiques d'une démarche de validation d'un référentiel technico-économique sur la spéculation. *Int. J. Biol. Chem. Sci., 9 (6): 2648-2662*.
- [16] MRAH. 2021. Enquête nationale sur le cheptel (ENECL). Rapport d'analyse. p. 191.
- [17] ISO (International Standard Organization) 4832. 2006. Microbiologie des aliments- Méthode horizontale pour le dénombrement des coliformes- Méthode par comptage des colonies. 6 p.
- [18] Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.T., Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and other substances. *Anal. Chem., 28: 350-356*.
- [19] Bradford M. M., 1976. Rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing principle of protein dye binding. *Analytical Biochemical, 72, 248-254*.
- [20] Norme Internationale ISO 16050 première édition 2003-09-01. *Synthèse de 15 p*.
- [21] Standard for processed cereal-based foods for infants and young children CXS 74-1981. *adopted in 1981, revised in 2006. amended in 2017, 2019, 2023*.
- [22] CISSE I., 2012. Caractérisation des propriétés biochimiques et nutritionnelles de la pulpe de baobab des espèces endémiques de Madagascar et d'Afrique continentale en vue de leur valorisation. *École doctorale: Sciences des Procédés-Sciences des Aliments. P. 167*.
- [23] Kalimasi J., T., 2014. Contribution à l'analyse chimique et nutritionnelle des deux plantes alimentaires sauvages consommées à kisangani et ses environs: *Zanthoxylum gillettii* DEWIL. (*Fagara macrophylla*) et de *Euphorbia hirta* L., *Département des Sciences Biotechnologiques*, p. 62.
- [24] Lockett, C., Calvert, C., Grivetti, L., (2000). Energy and micronutrient composition of dietary and medicinal wild plants consumed during drought. Study of rural Fulani, Northeastern Nigeria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 51 (3)*, 195-208.
- [25] Osman, M., (2004). Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility. *Plant Foods for Human Nutrition, 59 (1)*, 29-33.
- [26] Obizoba, I., Amaechi, N., (1993a). The effect of processing methods on the chemical composition of baobab (*Adansonia digitata* L.) pulp and seed. *Ecol. Food Nutr, 29, 109-205*.
- [27] Cisse M., Sakho M., Dornier M., Mar C., G., 2009. Caractérisation du fruit du baobab et étude de sa transformation en nectar. *ResearchGate*. P. 17 Doi: 10.1051/fruits/2008052.
- [28] Bramstedt, K. A., Kassimatis, K. A., 2004. Study of warning letters issued to institutional review boards by the United States Food and Drug Administration. *Clinical and investigative medicine (2004), 27 (6)*, P. 316.
- [29] Sanou A., Tapsoba F., Zongo C., Savadogo A., Traore Y., 2017. Étude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre unités de production: CMA saint Camille de Nanoro, CSPA Saint Louis de Temnaore, CM saint Camille d'Ouagadougou et CHR de Koudougou, *Nature & Technology Journal. Vol. B: Agronomic & Biological Sciences, 17: 25-39*.
- [30] Fellingner A., 2006. Worldwide mycotoxin regulations and analytical challenges. World Grain Summit: Foods and Beverages, San Francisco, California, USA.
- [31] Njobeh B.P., Dutton F.M., Makun H.A., 2010. Mycotoxins and human health: Significance, prevention and control In Smart Biomolecules in Medicine, Ajay KM, Ashutosh T, Shivani BM (Eds). VBRI Press: India; 132-177.
- [32] Marechera G., Ndwiga J., 2012. Estimation of the potential adoption of Aflasafe among smallholder maize farmers in lower eastern Kenya. *Afric. J. Agric. Resource Econ., 10 (1): 72-85*.
- [33] Dieme E., Fall R., Sarr I., Sarr F., Traore D., Seydi M., 2016. Contamination des céréales par l'aflatoxine en Afrique: revue des méthodes de lutte existante. *Int. J. Biol. Chem. Sci. 10 (5): 2285-2299*.

- [34] Herrera P., Birbe B., Dominguez C., Martinez N., 2007. Experiences with multinutrient blocks in Venezuelan tropics. In Feed supplementation Blocks. Urea-molasses multinutrient blocks: simple and effective feed supplement technology for ruminant agriculture Makkar, HPS, Sanchez M, Speedy AW (eds). *FAO, Animal Production and Health*, 1-12.
- [35] Hadjipanayiotou M., Verhaeghe L., Kronfoleh A.R., Labban L.M., Amin M., Al-Wadi M., Badran A., Dawa K., Shurbaji A., Houssein M., Malki G., Naigm T., Merawi A.R., Haress A.K., (1993). Urea blocks. II. Performance of cattle and sheep offered urea blocks in Syria. *Livest. Res. Rural Dev.*, 5: 1-7.
- [36] Birbe B., Chacon E., Taylhardat L., Garmendia J., Mata D. 1994. Aspectos físicos de Importancia en la fabricación y utilización de bloques multinutricionales. In I Conferencia Internacional Bloques Multinutricionales, Cardozo A, Birbe B (eds). Guanare, Venezuela; 1 - 14.
- [37] Matumuini N. E. F., Mboko V. A., Zougou T. G., Tendonkeng F., Toure I. A., Lemoufouet J., Miegoue E., Malem M., Boukila B., Pamo T. E., 2020. Caractéristiques physiques et ingestion des blocs multinutritionnels (BMN) à base des feuilles d'Albizia lebeck associés à la paille de Hyparrhenia diplandra chez la brebis Djallonké au sud-est du Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14 (1): 143-153.
- [38] Hadjsmail B., Chabaca R., Larwence A. 2010. Blocs multi-nutritionnels à base de rebuts de dattes pour ovins dans les zones arides. Caractéristiques physiques et appétibilité. *Sécheresse*, 21 (4): 266-271. DOI: <http://doi: 10.1684/sec.2010.0260>.
- [39] Tabai S., 2009. Essai de fabrication de blocs multi nutritionnels à base de rebuts de dattes, de pédicelles, de paille d'orge et d'urée. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, Université KasdiMerbah-Ouargla, Algérie, p.106.