

MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS
SECONDAIRE SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BAMAKO



REPUBLIQUE DU MALI
UN PEUPLE – UN BUT – UNE FOI

**FACULTE DE MEDECINE DE PHARMACIE ET D'ODONTO -
STOMATOLOGIE**

Année universitaire : 2008-2009

N°.....

Titre

**Contrôle de qualité et formulation
galénique (granulés, comprimés) de la
poudre de pulpe du fruit de *Adansonia
digitata L.* (Bombacaceae)**

Thèse

Présentée et soutenue publiquement le 31/03/2009

Devant la faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto – Stomatologie

Par Mlle **Esther COULIBALY**

Pour obtenir le Grade de **Docteur en Pharmacie** (Diplôme d'Etat)

JURY

- Président : Pr Boubacar Sidiki CISSE
- Membre : Dr Sergio GIANI
- Co-directeur : Dr Yaya KANE
- Directeur : Pr Drissa DIALLO

FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO-STOMATOLOGIE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2008-2009

ADMINISTRATION

DOYEN:

1^{er} ASSESSEUR:

2^{eme} ASSESSEUR:

SECRETAIRE PRINCIPAL:

AGENT COMPTABLE:

ANATOLE TOUNKARA – PROFESSEUR

DRISSA DIALLO – MAÎTRE DE CONFERENCE AGREGE

SEKOU SIDIBE – MAÎTRE DE CONFERENCES

YENIMEGUE ALBERT DEMBELE– PROFESSEUR

COULIBALY FATOUMATA TALL- CONTROLEUR DES FINANCES

PROFESSEURS HONORAIRES

Mr Alou BA

Mr Bocar SALL

Mr Souleymane SANGARE

Mr Yaya FOFANA

Mr Mamadou L. TRAORE

Mr Balla COULIBALY

Mr Mamadou DEMBELE

Mr Mamadou KOUMARE

Mr Ali Nouhoum DIALLO

Mr Aly GUINDO

Mr Mamadou M. KEITA

Mr Sinè BAYO

Mr Sidi Yaya SIMAGA

Mr Abdoulaye Ag RHALLY

Mr Boulkassoum HAIDARA

Mr Boubacar Sidiki CISSE

Mr Massa SANOGO

Ophthalmologie

Orthopédie Traumatologie – Secourisme

Pneumo-phtisiologie

Hématologie

Chirurgie Générale

Pédiatrie

Chirurgie Générale

Pharmacognosie

Médecine interne

Gastro-entérologie

Pédiatrie

Anatomie-Pathologie-Histoembryologie

Santé Publique

Médecine interne

Législation

Toxicologie

Chimie Analytique

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D.E.R. & PAR GRADE

D.E.R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES

1. PROFESSEURS

Mr Abdel Karim KOUMARE

Mr Sambou SOUMARE

Mr Abdou Alassane TOURE

Mr Kalilou OUATTARA

Mr Amadou DOLO

Mr Alhousseini Ag MOHAMED

Mme SY Assitan SOW

Mr Salif DIAKITE

Mr Abdoulaye DIALLO

Mr Gangaly DIALLO

Mr Djibril SANGARE

Mr Abdoul Kader TRAORE dit DIOP

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

Orthopédie Traumatologie

Urologie

Gynéco-Obstétrique

ORL

Gynéco-Obstétrique

Gynéco-Obstétrique

Anesthésie-Réanimation

Chirurgie viscérale

Chirurgie Générale **Chef de D.E.R.**

Chirurgie Générale

2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Abdoulaye DIALLO

Mr Mamadou TRAORE

Mr Sadio YENA

Mr Youssouf COULIBALY

Mr Zimogo Z SANOGO

Ophthalmologie

Gynéco-Obstétrique

Chirurgie thoracique

Anesthésie-Reanimation

Chirurgie Générale

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Filifing SISSOKO	Chirurgie Générale
Mr Sekou SIDIBE	Orthopédie-Traumatologie
Mr Abdoulaye DIALLO	Anesthésie-Reanimation
Mr Tieman COULIBALY	Orthopédie-Traumatologie
Mme TRAORE J THOMAS	Ophthalmologie
Mr Mamadou L. DIOMBANA	Stomatologie
Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE	Gynéco-Obstétrique
Mr Nouhoum ONGOÏBA	Anatomie & Chirurgie Générale

4. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Issa DIARRA	Gynéco-Obstétrique
Mr Samba Karim TIMBO	ORL
Mme TOGOLA Fanta KONIPO	ORL
Mme Djeneba DOUMBIA	Anesthésie Réanimation
Mr Zanafon OUATTARA	Urologie
Mr Adama SANGARE	Orthopédie- Traumatologie
Mr Sanoussi BAMANI	Ophthalmologie
Mr Doulaye SACKO	Ophthalmologie
Mr Ibrahim ALWATA	Orthopédie - Traumatologie
Mr Lamine TRAORE	Ophthalmologie
Mr Mady MAKALOU	Orthopédie-Traumatologie
Mr Aly TEMBELY	Urologie
Mr Niani MOUNKORO	Gynécologie/ Obstétrique
Mr Tiémoko D. COULIBALY	Odontologie
Mr Souleymane TOGORA	Odontologie
Mr Mohamed KEITA	ORL
Mr Boureima MAIGA	Gynéco-Obstétrique
Mr Youssouf SOW	Chirurgie Générale
Mr Djibo Mahamane DIANGO	Anesthésie-réanimation
Mr Moustapha TOURE	Gynécologie

D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

1. PROFESSEURS

Mr Daouda DIALLO	Chimie Générale & Minérale
Mr Amadou DIALLO	Biologie
Mr Moussa HARAMA	Chimie Organique
Mr Ogobara DOUMBO	Parasitologie-Mycologie
Mr Yénimégué Albert DEMBELE	Chimie Organique
Mr Anatole TOUNKARA	Immunologie
Mr Bakary M. CISSE	Biochimie
Mr Abdourahamane S. MAÏGA	Parasitologie
Mr Adama DIARRA	Physiologie
Mr Mamadou KONE	Physiologie

2. MAÎTRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Amadou TOURE	Histoembryologie
Mr Flabou BOUGOUDOGO	Bactériologie – Virologie
Mr Amagana DOLO	Parasitologie – Mycologie Chef de D.E.R.
Mr Mahamadou A THERA	Parasitologie – Mycologie

3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Mahamadou CISSE	Biologie
Mr Sékou F. M. TRAORE	Entomologie médicale
Mr Abdoulaye DABO	Malacologie – Biologie Animale
Mr Ibrahim I. MAÏGA	Bactériologie – Virologie

4. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Lassana DOUMBIA	Chimie Organique
Mr Mounirou BABY	Hématologie
Mr Moussa Issa DIARRA	Biophysique
Mr Kaourou DOUCOURE	Biologie
Mr Bouréma KOURIBA	Immunologie
Mr Souleymane DIALLO	Bactériologie/ Virologie
Mr Cheick Bougadari TRAORE	Anatomie pathologie
Mr Guimogo DOLO	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Mouctar DIALLO	Biologie/ Parasitologie
Mr Abdoulaye TOURE	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Boubacar TRAORE	Parasitologie - Mycologie

5. ASSISTANTS

Mr Mangara M. BAGAYOKO	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Djbril SANGARE	Entomologie-Moléculaire Médicale
Mr Bokary Y. SACKO	Biochimie
Mr Mamadou BA	Biologie, Parasitologie Entomologie Médicale
Mr Moussa FANE	Parasitologie /Entomologie

D.E.R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

1. PROFESSEURS

Mr Mamadou K. TOURE	Cardiologie
Mr Mahamane MAÏGA	Néphrologie
Mr Baba KOUMARE	Psychiatrie- Chef de D.E.R.
Mr Moussa TRAORE	Neurologie
Mr Issa TRAORE	Radiologie
Mr Hamar A. TRAORE	Médecine Interne
Mr Dapa Aly DIALLO	Hématologie
Mr Moussa Y. MAIGA	Gastro-entérologie-Hépatologie
Mr Somita KEITA	Dermato-Léprologie
Mr Boubacar DIALLO	Cardiologie
Mr Toumani SIDIBE	Pédiatrie

2. MAÎTRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Bah KEITA	Pneumo-Phtisiologie
Mr Abdel Kader TRAORE	Médecine Interne
Mr Siaka SIDIBE	Radiologie
Mr Mamadou DEMBELE	Médecine Interne
Mme SIDIBE Assa TRAORE	Endocrinologie
Mr Daouda K. MINTA	Maladies infectieuses
Mme Mariam SYLLA	Pédiatrie

3. MAITRES DE CONFERENCE

Mr Mamady KANE	Radiologie
Mr Sahare FONGORO	Néphrologie
Mr Bakoroba COULIBALY	Psychiatrie
Mr Bou DIAKITE	Psychiatrie
Mr Bougouzié SANOGO	Gastro-entérologie
Mr Adama D. KEITA	Radiologie
Mr Soungalo Dao	Maladies infectieuses

4- MAITRES ASSISTANTS

Mme Habibatou DIAWARA	Dermatologie
Mr Kassoum SANOGO	Cardiologie
Mr Seydou DIAKITE	Cardiologie
Mr Arouna TOGORA	Psychiatrie
Mme DIARRA Assétou SOUCKO	Médecine interne
Mr Boubacar TOGO	Pédiatrie
Mr Mahamadou TOURE	Radiologie
Mr Idrissa A. CISSE	Dermatologie
Mr Mamadou B. DIARRA	Cardiologie
Mr Anselme KONATE	Hépatogastro-entérologie
Mr Moussa T. DIARRA	Hépatogastro-entérologie
Mr Souleymane DIALLO	Pneumologie
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie
Mr Cheick Oumar GUINTO	Neurologie

D.E.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

1. PROFESSEUR

Mr Gaoussou KANOUTE	Chimie Analytique Chef de D.E.R
Mr Ousmane DOUMBIA	Pharmacie Chimique
Mr Elimane MARIKO	Pharmacologie

2. MAITRES DE CONFERENCE AGREGES

Mr Drissa DIALLO	Pharmacognosie
Mme Rokia SANOGO	Pharmacognosie

3. MAITRES DE CONFERENCE

Mr Alou KEITA	Galénique
Mr Benoît Yaranga KOUMARE	Chimie analytique
Mr Ababacar I. MAÏGA	Toxicologie

4. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Yaya KANE	Galénique
Mr Saibou MAIGA	Législation
Mr Ousmane KOITA	Parasitologie Moléculaire
Mr Yaya COULIBALY	Législation
Mr Loséni BENGALY	Pharmacie Hospitalière
Mr Sékou BAH	Pharmacologie

D.E.R. SANTE PUBLIQUE**1. PROFESSEUR**

Mr Sanoussi KONATE Santé Publique

2. MAÎTRE DE CONFERENCES AGREGES

Mr Moussa A. MAÏGA Santé Publique

3. MAITRE DE CONFERENCES

Mr Mamadou Souncalo TRAORE Santé Publique
 Mr Massambou SACKO Santé Publique
 Mr Samba DIOP Anthropologie Médicale
 Mr Seydou DOUMBIA Epidémiologie
 Mr Alassane A. DICKO Santé Publique

4. MAÎTRES ASSISTANTS

Mr Adama DIAWARA Santé Publique
 Mr Hamadoun SANGHO Santé Publique
 Mr Akory AG IKNANE Santé Publique
 Mr Hammadoun Aly SANGO Santé Publique

5. ASSISTANTS

Mr Oumar THIERO Biostatistique
 Mr Seydou DIARRA Anthropologie Médicale

CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

Mr N'Golo DIARRA Botanique
 Mr Bouba DIARRA Bactériologie
 Mr Salikou SANOGO Physique
 Mr Boubacar KANTE Galénique
 Mr Souleymane GUINDO Gestion
 Mme DEMBELE Sira DIARRA Mathématiques
 Mr Modibo DIARRA Nutrition
 Mme MAÏGA Fatoumata SOKONA Hygiène du Milieu
 Mr Mahamadou TRAORE Génétique
 Mr Lassine SIDIBE Chimie Organique

ENSEIGNANTS EN MISSION

Pr. Doudou BA Bromatologie
 Pr. Babacar FAYE Pharmacodynamie
 Pr. Mounirou CISS Hydrologie
 Pr Amadou Papa DIOP Biochimie.
 Pr. Lamine GAYE Physiologie

Dédicaces et Remerciements

Dédicaces

- **A mon Père Céleste** : qui dans toute sa grâce a été fidèle, par sa présence, son soutien et surtout par son amour.

Sans mon Dieu, Père Eternel, je ne saurai que devenir. Comme j'aime le dire tu es ma fierté, car c'est toi qui m'as choisie en donnant ton fils Jésus-Christ, mourir sur la croix pour toute l'humanité, et que par cette voie l'humanité ait la vie éternelle.

Je rends grâce à Dieu pour toute sa bienveillance. Merci Papa.

- **A mon père Etienne Coulibaly** : élever, éduquer constituent les actes les plus nobles de la vie. Etre un repère pour un enfant est une grâce et un don de Dieu. Baba, tu es notre repère. Ton courage, ta force, ta persévérance, ta joie de toujours aller de l'avant dans le travail, sont notre force, notre engouement pour le travail.

Oui Baba, tu es notre fierté, nous prions l'Eternel Dieu, qu'il te soutienne et te bénisse abondamment, en sorte que tu puisses nous voir suivre tes pas et que tu sois fier de nous en retour. Sache que ce travail est le tien.

- **A ma maman Awa Ballo** : Mâ, je ne sais quoi dire, tu es toujours là quand nous avons besoin de toi, nous aider dans l'apprentissage de leçons, nous conseiller et nous guider dans nos choix.

Mâ, l'épouse exemplaire, tu as su nous inculquer le respect, l'honnêteté et la persévérance dans le travail. Mâ, ce travail est la tienne, reçois ici toute ma gratitude. Que l'Eternel te bénisse et te donne longue vie de pouvoir être fière de nous en retour.

- **Mes Tantes**

- **Elisabeth**, tu as été ma maman, je suis aujourd'hui le fruit de tous tes efforts, de ton amour, de ta disponibilité, de tes attentions à mon égard.
- **Néma**, ma tante, ma grande sœur, ma confidente, je ne saurai quoi dire de plus, merci.

Votre absence, je l'ai su manifester à une présence continuelle. Ce travail est le votre.

- **A mes grands parents**

- **Zoumane** : auprès du Seigneur tu reposes, reçois ma reconnaissance. Ton courage, ton dévouement, ton assiduité dans l'éducation nous a été d'un grand apport. Par toi, nous avons appris à devenir des braves hommes. Reçois ici toute ma gratitude dans ce travail.
 - **Mme Coulibaly Néma** : ma Bintou, reçois ma gratitude dans ce travail pour ton amour, ton soutien dans la prière et conseil. Ce travail est la tienne.
 - **Sékou Balla et Djénéba Fané** : bien que je ne vous ai pas bien connu, à travers mes parents, j'ai vu votre ardeur dans le travail. Ce travail, je vous le dédie.
-
- **A Tante Anne et Famille** : votre soutien sur tous les plans et votre amour m'ont comblée de force et de courage pour ce travail. Recevez ici ma profonde gratitude.
 - **A Philippe Fané et Famille** : un des jours que je n'oublierai jamais dans ma vie est mon premier jour à l'école. Par ta présence tonton, ce jour, j'ai su surmonter ma crainte, ma solitude. Dans ce travail, je t'exprime ma profonde gratitude et à ta famille.
 - **A Mme Dioné Assétou et Tata** : votre soutien sur tous les plans et les efforts que vous avez consentis ont été pour moi un apport incommensurable pour la réussite de ce travail. A travers ce travail, recevez mes sincères remerciements ; que Dieu vous comble de bénédiction.
 - **A Arouna Coulibaly et famille** : recevez à travers ce travail ma profonde gratitude pour tout le soutien.
 - **A mon Fiancé Amaka David Guindo** : David, les mots me manquent pour exprimer ma reconnaissance. Ta présence, ton soutien, ton amour ont été une fidélité depuis le jour où le Seigneur nous a fait grâce de nous rencontrer. Ton soutien a été énorme dans la réalisation de ce travail ; il est le tien.
Que l'Eternel notre Dieu soutienne et bénisse cet amour qu'il a établi entre nous, durant toute notre vie.

- **A mes frères et sœurs :** Asaph, Jean, Elise, Angèle, ce travail est le fruit de votre amour, soutien et confiance. Dans ces écrits, recevez mon amour, ma confiance en retour.

Que l'Éternel notre Dieu vous bénisse et vous guide dans vos études et dans tous les aspects de votre vie. Vous serez toujours dans mon cœur.

- **Au GBEEM (Groupe Biblique des Elèves et Etudiants du Mali) :** je ne saurai terminer ma dédicace sans vous citer ; vous avez été une aide, non seulement spirituelle, mais aussi sociale. Dans le besoin, vous étiez là à bras ouvert, merci.

Que l'Éternel Dieu continue de vous utiliser, comme un instrument dans l'accomplissement de ses œuvres.

Remerciements

J'aimerais exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Vous avez été tous une aide inestimable.

Mes remerciements les plus sincères à :

Mr Enock Keïta et famille ;

Mme Coulibaly Nènè et famille : merci tante de tout cœur pour ton amour, reçois dans ces écrits ma profonde gratitude ;

Tante Mme Keïta Mariam Ballo et famille : merci pour le soutien et pour tout ;

A mes cousins et consines : Marth, Rebéca, Elisé Koroba, Elisé, Kaleb, Bakary, Dr Luther Dioné, Béca, Mme Barnas Sarah, Mme Coulibaly Léa, Néma, Yssouf, Marcelle, BécaBé...

A vous tous, je ne saurai écrire tous vos noms ; qu'il est bon de savoir que ses frères sont toujours là pour écouter, conseiller et soutenir ! Merci pour tous, que le seigneur Jésus nous accorde pleine de grâce dans notre vie et nous assiste dans toutes nos entreprises.

A mes tantes : Mme Doumbia Germaine, Mme Niambelé Jeanne, Mme Coulibaly Kanuya, Mme Coulibaly Suzanne, Mme Coulibaly Sara...

A mes Tontons : Mr Etienne Dioné, Dr Etienne Dembelé, Mr Amagoïn Keïta, Mr Philippe, Mr Silace Coulibaly, Mr Emmanuel Coulibaly, Mr Bourama Dembelé, Mr Dramane Sanogo, Dr Josué Coulibaly...

A mon beau frère Josué Djiré et toute sa famille, recevez ici ma profonde gratitude.

A ma grande soeur Dr Djénéba Fofana : tu m'as toujours prise pour ta soeur. Accepte ici ma profonde gratitude.

A mon cousin Dr Damissa Coulibaly : il est merveilleux d'avoir un cousin qui prend bien soins de toi. Reçois ici cousin ma profonde gratitude.

A mes copines : Déné Edith, Karakodjo, Aminata Traoré, Mme Dembélé Eve Sangaré, Mme Traoré Massiriba Koné, Mme Coulibaly Niagali Tangara, Faïty Diarra, Mariam Dembelé, Mariam Koné, Meri pour tout.

A mes camarades de promotion : à vous tous, la 1^{ère} promotion de Numerus-Clésus, Merci pour tout.

A mes aînés : Dr Mory Hélimane Mariko, Dr Samba Sanogo, Dr Abdoulay Sangaré, Dr Nana Cherif Maïga, Dr Haïdara. Merci pour vos conseils et tout.

A mes beaux-frères : Dr Kéné Mark Guindo, Dr Ibrahima Guindo, vous êtes des grands frères pour moi. Merci pour tout.

A mes cadets : Bintou Maïga, Korotimi Karabinta, Ramata Nadio, Badiallo Diawara, Aminata Diallo et Fousseyni Traoré
Bon courage dans votre travail.

A mes encadreurs : Dr Chaka Diakité, Dr Sekou Bâ, Dr Maïga, Prof. Rokia Sanogo, Pr Drissa Diallo, Dr Yaya Kané, Dr Togola, Dr Giani.
Merci pour vos conseils et l'intérêt que vous avez porté sur ce travail.

Aux personnels du DMT : Tonton Fagnan, Tante Tapa, Tonton Adama, Mr Seydou Dembelé, Mr N'Golo Ballo, Mr Fousseny, Mr Youssouf, Mr Wologueme, Tante Takadi, Tante Maïmouna, Tante Kada, Tante Fatoumata, tante Savidata, tante Aïssata, Mme Kadi. Merci pour votre accueil et tous vos soutiens.

Au personnel de la Pharmacie Zone Industrielle

Dr Diakaridia Coulibaly, Dr Thomas Diallo, Dr Lassina Traoré, Mr Hamidou Coulibaly, Mr Oumar Dembélé, Mme Koné Tenimba Bamba, Mlle Maïmouna Keïta, Mr Yaya Traoré, Mr Diakaridia Sidibé, dans ce travail recevez ma profonde reconnaissance pour votre amour et soutien, merci.

Je tiens également à remercier, toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail :

Bactériologie de l'INRSP : Mr Seydou Diarra, Mr Boubakar Traoré, Mlle Maïmouna Kané... etc.

Biochimie de l'INRSP : tous les personnels

UMPP : tous les personnels de la section comprimés et de laboratoire.

Mr Kassim COULIBALY

Merci à vous tous qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Mention Spéciale

- Au projet DADOBAT (domestication et développement du baobab et du tamarinier) pour leur appui technique et financier.
- L'Université d'OSLO (Norvège), merci également à vous pour votre apport technique pour la réalisation de ce travail.
- A toute la famille Coulibaly.
- Au Professeur Drissa Diallo, merci pour votre soutien, vos orientations et votre disponibilité tout au long de ce travail en dépit de vos multiples occupations. Mon Professeur, trouvez ici l'expression de ma profonde gratitude.
- Au Professeur Rokia Sanogo, merci pour votre soutien, votre disponibilité, votre engouement dans le travail, qui ont été un appui énorme dans notre formation. Merci pour tout.
- Au Docteur Sergio Giani chargé des programmes de AIDEMET ONG, Merci pour votre soutien et votre disponibilité.
- Au Docteur Yaya Kané, merci pour votre disponibilité, votre soutien et votre simplicité. Trouvez ici ma profonde gratitude.
- A tonton Fagnan Sanogo, votre soutien, votre disponibilité ont été une fidélité au cours de ce travail. Merci pour tout.
- A mon partenaire de travail au laboratoire Lamine Diarrassouba, merci pour tout.

Hommages aux membres du jury

Hommages

A monsieur le président du jury Mr Boubacar Sidiki CISSE

Professeur honoraire de toxicologie à la FMPOS

Ancien Recteur de l'Université du Mali

Correspondant Membre Etranger de l'Académie de pharmacie de France

Honorable Maître vous nous faites en ce jour un honneur de présider le jury de notre travail, malgré vos multiples occupations.

Pendant notre cycle, nous avons bénéficié de vos enseignements de qualité et nous prouvons à votre égard un profond respect.

Honorable Maître veuillez acceptez notre profonde reconnaissance.

A notre Maître et Directeur de thèse professeur Drissa DIALLO

Maître de conférences agrégé de Pharmacognosie,

1^{er} Assesseur de la FMPOS,

Responsable de l'enseignement de la Pharmacognosie et de la Phytothérapie à la FMPOS,

Chef du Département de la Médecine Traditionnelle de l'INRSP.

Cher Maître, ce fut un privilège pour nous, d'avoir été encadrés par vous. Nous avons apprécié avec beaucoup d'intérêt votre rigueur scientifique. Nous n'ignorons pas, tous les sacrifices que vous avez faits, pour nous trouver une place dans votre emploi du temps très chargé en dépit de vos multiples responsabilités.

Cher Maître, veuillez accepter l'expression de notre sentiment d'estime et soyez rassuré de notre profonde gratitude.

A notre Maître et Co-directeur de thèse Dr Yaya KANE

Maître assistant en galénique,

Docteur chargé de cours en galénique à la FMPOS.

Cher Maître, tout le long de ce travail, nous avons pu apprécier votre grande valeur scientifique, votre amour pour le travail bien fait. Nous avons bénéficié de votre disponibilité et votre dévouement dans la réalisation de ce travail ; et de votre enseignement.

Nous ne saurons trouver de mots pour exprimer notre reconnaissance.

Cher Maître, veuillez accepter notre profonde gratitude.

A notre Maître membre de jury Dr Sergio GIANI

Promoteur et chargé des programmes de l'Ong AIDEMET(Aide au Développement de la médecine traditionnelle)

C'est un grand honneur pour nous, d'accepter de siéger dans ce jury.

Cette acceptation nous offre l'occasion, de vous exprimer notre profond respect. Votre qualité humaine, votre amour dans la recherche scientifique, fait de vous un homme exemplaire et aimable.

Cher Maître, veuillez recevoir le témoignage de notre profonde reconnaissance.

Abréviations

Listes des abréviations et formules chimiques

AIDEMET	: Aide au Développement de la médecine traditionnelle
AlCl₃	: Trichlorure d'Aluminium
Ara	: Arabinose
BAW	: Butanol - Acide acétique - Eau
C à C	: Cuillère à Café
C à S	: Cuillère à Soupe
CAMES	: Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement supérieur
CCM	: Chromatographie sur Couche Mince
Coll.	: Collaborateurs
CPG	: Chromatographie en Phase Gazeuse
CRDI	: Centre de Recherche pour le Développement International
DADOBAT	: Domestication et Développement du Baobab et du Tamarinier
DDPH	: Diphényl-Picryl-Hydrazyl
DMT	: Département de la Médecine Traditionnelle
FAScpD	: Fandjela avec sucre des comprimés obtenus par compression directe
FASV_S	: Fandjela avec sucres voie sèche
FASV_H	: Fandjela avec sucre voie humide
FeCl₃	: Chlorure Ferrique
FMPOS	: Faculté de Médecine de Pharmacie et d'Odontostomatologie
FSScpD	: Fandjela sans sucre des comprimés obtenus par compression directe
FSSV_H	: Fandjela sans sucre voie humide
FSSV_S	: Fandjela sans sucre voie sèche
Gala	: Galactose
Glc	: Glucose
H₂SO₄	: Acide Sulfurique
HCl	: Acide Chlorhydrique
ICS-UNIDO	: International Center for Science and High Technology-United Nation Industrial Development Organisation
IER	: Institut d'Economie Rurale
INRSP	: Institut National de Recherche en Santé Publique
KAScpD	: Kogué avec sucre comprimé obtenu par compression directe
KASV_H	: Kogué avec sucre granulation voie humide
KASV_S	: Kogué avec sucre granulation voie sèche
KOH	: Hydroxyde de Potassium
KSScpD	: Kogué sans sucre des comprimés obtenus par la compression directe

KSSV_H	: Kogué sans sucre granulation voie humide
KSSV_S	: Kogué sans sucre granulation voie sèche
Mac EtOH	: Macération éthanolique
Mac H₂O	: Macération aqueux
MRTC	: Malaria Research Training Center
MTA	: Médicament traditionnel Amélioré
NH₃	: Ammoniac
NH₄OH	: Ammoniaque
OMS	: Organisation Mondiale de Santé
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONUDI	: Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel
PNUD	: Programme des Nations Unies pour le Développement
Rf	: Facteur de rétention
Rha	: Rhamnose
SbCl₃	: Trichlorure d'Antimoine
UMPP	: Usine Malienne de Produits Pharmaceutiques
Xyl	: Xylose

Table des matières

Table des matières

I. INTRODUCTION	1
II. MOTIVATIONS	3
III. OBJECTIFS	4
3.1. OBJECTIF GENERAL	4
3.2. OBJECTIFS SPECIFIQUES	4
IV. TRAVAUX ANTERIEURS	5
4.1. RAPPEL SUR LES GRANULES ET LES COMPRIMES	5
4.1.1. LES GRANULES	5
4.1.2. LES COMPRIMES	6
4.2. RAPPEL SUR LA PHYSIOPATHOLOGIE DE LA DIARRHEE	7
4.2.1. DEFINITION DE LA DIARRHEE	7
4.2.2. PHYSIOPATHOLOGIE	7
4.2.2.1. Facteurs favorisants	8
4.2.2.2. Prévention	8
4.2.2.3. Traitement	9
4.3. MONOGRAPHIE DE LA PLANTE	9
4.3.1. SYSTEMATIQUE DE ADANSONIA DIGITATA	9
4.3.2. ORIGINE	10
4.3.3. HABITATION ET DISTRIBUTION	10
4.3.4. CYCLE DE VEGETATION	10
4.3.5. CARACTERES BOTANIQUEs REMARQUABLES	11
4.3.6. USAGES DU BAOBAB	12
4.3.7. DONNEES CHIMIQUES	18
4.3.8. STRUCTURES DE CERTAINS COMPOSES ISOLES DE ADANSONIA DIGITATA	20
4.3.9. DONNEES PHARMACOLOGIQUEs	21
4.3.10. DONNEES TOXICOLOGIQUEs	23
V. METHODOLOGIE	23
5.1. LIEU D'ETUDE	23
5.2. MATERIEL VEGETAL	25
5.3. METHODES D'ETUDE EXPERIMENTALES	26
5.3.1. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET MACROSCOPIQUES	26
5.3.2. CARACTERES MICROSCOPIQUES	26
5.3.3. CONTROLE DE QUALITE DE LA DROGUE	26
5.3.3.1. Teneur en eau	27
5.3.3.1.1. Méthode gravimétrique	27
5.3.3.1.2. Méthode de l'entraînement azéotropique	27
5.3.3.2. Teneur en cendres	28
5.3.3.2.1. Cendres totales	28
5.3.3.2.2. Cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique à 10%	28
5.3.3.2.3. Cendres sulfuriques	29
5.3.4. ETUDES PHYTOCHIMIQUES	30
5.3.4.1. Teneur en substances extractibles	30
5.3.4.2. Les extractions	31
5.3.4.3. Caractérisation des substances chimiques par les réactions en tube	32
5.3.4.3.1. Alcaloïdes	32
5.3.4.3.2. Substances polyphénoliques	32
5.3.4.3.3. Réaction à la cyanidine	33
5.3.4.3.4. Autres caractérisations	37

5.3.5. CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE (CCM)	38
5.3.5.1. Les dépôts.....	39
5.3.5.2. La migration	39
5.3.5.3. Observation	39
5.3.5.4. Révélation	39
5.3.6. DOSAGE DE CERTAINS ELEMENTS MINERAUX.....	39
5.3.6.1. Dosage des éléments minéraux, le sodium le potassium	40
5.3.6.2. Dosages de calcium et de fers	41
5.3.7. DETERMINATION DE LA TENEUR EN POLYSACCHARIDE.....	42
5.3.7.1. Matériels.....	42
5.3.7.2. La dépolymérisation : le méthanolyse	43
5.3.7.3. La dérivatisation	43
5.3.7.4. La chromatographie en phase gazeuse	44
5.3.8. DETERMINATION DE LA CHARGE BACTERIENNE	45
5.3.8.1. Prélèvement	45
5.3.8.2. Méthodes d'analyse	46
5.3.8.3. Recherche des germes.....	46
5.3.9. FORMULATIONS GALENIQUES	47
5.3.9.1. Granulation.....	47
5.1.3.9.1.1. Granulation par la voie sèche	47
5.1.3.9.1.2. Granulation par la voie humide	47
5.3.9.2. Contrôle de qualité des granules.....	48
5.3.9.2.1. Analyse granulométrique.....	48
5.3.9.2.2. Mesure de l'humidité résiduelle	48
5.3.9.2.3. Essai d'écoulement.....	48
5.3.9.2.4. Essai de stabilité.....	48
5.3.9.2.5. Tests phytochimiques	48
5.3.9.2.6. Test bactériologique	48
5.3.9.3. Fabrication des Comprimés	49
5.3.9.3.1. Essai en cours de fabrication	50
5.1.3.9.3.2. Essai sur les comprimés finis	50
VI. RESULTATS.....	52
6.1. MATERIEL VEGETAL.....	52
6.1.1. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET MACROSCOPIQUES.....	52
6.1.2. CARACTERES MICROSCOPIQUES	53
6.1.3. DOSAGES.....	53
6.1.4. ETUDES PHYTOCHIMIQUES.....	54
6.1.4.1. Extractions	54
6.1.4.2. Caractérisations des groupes chimiques en tubes.....	55
6.1.4.3. La Chromatographie sur Couche Mince (CCM).....	56
6.1.4.4. Dosages des minéraux.....	62
6.1.4.5. La charge bactérienne	62
6.1.4.6. Le dosage des monosaccharides	63
6.1.4.7. La formulation galénique.....	64
6.1.4.7.1. Les granulés.....	64
6.1.4.7.1.1. Humidité résiduelle	64
6.1.4.7.1.2. Granulométrie	65
6.1.4.7.1.3. Ecoulement.....	67
6.1.4.7.1.4. Stabilité	68
6.1.4.7.1.5. Dosage des minéraux	68
6.1.4.7.1.6. Dissolution des granules	69
6.1.4.7.2. Les comprimés	70
6.1.4.7.2.1. Uniformité de masse.....	70
6.1.4.7.2.2. Caractères macroscopiques des comprimés.....	72
6.1.4.7.2.3. Dureté	72
6.1.4.7.2.4. Friabilités.....	73
6.1.4.7.2.5. Temps de délitement ou temps de désagrégation :	73
VII. COMMENTAIRES ET DISCUSSION	75

VIII. CONCLUSION.....	82
IX. RECOMMANDATIONS	84
X. REFERENCES	85
FICHE SIGNALETIQUE.....	90
<i>SERMENT DE GALIEN.....</i>	<i>92</i>

Liste des tableaux et figures

Tableaux

Tableau I : Composition de SRO	9
Tableau II : Caractéristiques de lieux de récoltes	26
Tableau III : Caractères organoleptiques et macroscopiques des échantillons de la farine de pulpe de baobab	52
Tableau IV : Résultats des dosages effectués sur les échantillons.....	53
Tableau V : Extraction des différents échantillons	54
Tableau VI : Résultat des réactions caractérisations des groupes chimiques des échantillons de pulpe de <i>Adansonia digitata</i>	56
Tableau VII : Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kodjuguni	57
Tableau VIII : Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kogué	58
Tableau IX: Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Fandjela	59
Tableau X: Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kulubasanankoro	60
Tableau XI : La teneur en éléments minéraux contenus dans nos extraits et la farine de pulpe de <i>Adansonia digitata</i>	62
Tableau XII : Composition en monosaccharides des polysaccharides de la pulpe du fruit de <i>Adansonia digitata</i>	63
Tableau XIII : Humidité résiduelle de différents types de granulés en pourcentage	64
Tableau XIV : Granulométrie des granulés de la voie sèche	65
Tableau XV : Granulométrie des granulés de la voie humide	67
Tableau XVI : Moyenne du temps d'écoulement des granulés.....	68
Tableau XVII : Teneur en éléments minéraux en mg pour 100g des granulés.....	69
Tableau XVIII : Masse moyenne et écart-type de 20 comprimés pris en 2 temps pour chaque échantillon	71
Tableau XIX : Moyenne et écart-type de chaque 10 prise d'essai des différents échantillons.....	72
Tableau XX : Pourcentage de poids perdu par des comprimés après les tests de friabilité	73
Tableau XXI : Le temps de désagrégation des différents comprimés en fonction des échantillons.....	74

Figures

Figure 1 : Tronc de baobab.....	14
Figure 2 : Feuille de <i>Adansonia digitata</i>	15
Figure 3 : Fruits de <i>Adansonia digitata</i>	16
Figure 4 : Fruit ouvert de <i>Adansonia digitata</i>	17
Figure 5 : Graines de <i>Adansonia digitata</i>	18
Figure 6 : une plante entière avec des fruits de baobab	
Figure 7 : Plante entière de baobab	19
Figure 8 : Structure de certains composés isolés de <i>Adansonia digitata</i>	21
Figure 9 : Le lyophilisateur.....	31
Figure 10 : Photomètre de flamme à dilution automatique	41
Figure 11 : COBAS INTEGRA 400 plus	42
Figure 12 : Schéma résumant la méthodologie.....	51
Figure 13 : Élément de la microscopie de pulpe de Baobab.....	53
Figure 14 : Graphique de l'extraction de la farine de pulpe de baobab	55
Figure 15 : Plaque CCM révélée au DDPH	
Figure 16 : Plaque CCM révélée avec FeCl ₃	61
Figure 17 : Plaque CCM révélée au Godin	61
Figure 18 : Chromatogramme de l'extrait aqueux de la pulpe du fruit <i>Adansonia digitata</i>	63
Figure 19 : Graphique de la granulométrie des granulés de la voie sèche	66
Figure 20 : Graphique de la granulométrie des granulés de la voie humide	67
Figure 21 : Les granulés conditionnés dans les flacons de 60ml	70
Figure 22 : Comprimés à base de pulpe de <i>Adansonia digitata</i>	74
Figure 23 : Configuration de l'entonnoir normalisé.....	98

Introduction

I. INTRODUCTION

Le baobab (*Adansonia digitata* L., famille des *Bombaceae*) est une plante alimentaire (Burkill, 1985) beaucoup utilisée en Afrique et en Asie. La pulpe farineuse du fruit de baobab est utilisée dans la production des boissons ; elle est traditionnellement utilisée comme antidiarrhéique.

La diarrhée aiguë est une cause de mortalité majeure. Selon l'OMS, plus de 3 millions de personnes meurent chaque année de la diarrhée aiguë : les deux tiers sont des enfants de moins de cinq ans. Ces chiffres concernent avant tout les pays en voie de développement, mais aussi de plus en plus les pays industrialisés. La morbidité pédiatrique des diarrhées est importante. Elle est la cause de 25 à 30% des hospitalisations chez les enfants de moins de 3 ans, et d'un nombre considérable de consultations médicales et de journées de travail perdues pour les mères (Aujard et al, 1998).

La possibilité de produire localement des médicaments à partir des matières premières facilement accessibles, est une initiative qui est fortement appréciée et encouragée par l'OMS, l'ONUDI, le PNUD et d'autres organismes internationaux (Arama et al, 1987).

Au Mali, la Politique Nationale de la Médecine Traditionnelle, adoptée par le gouvernement en 2005, vise à l'amélioration de l'état de santé des populations par l'utilisation rationnelle des ressources de la médecine et de la pharmacopée traditionnelles (http://www.koulouba.pr.ml/article_ev.php?id_article=727). Le criblage des plantes dans le domaine de la médecine traditionnelle effectué par le Département de la Médecine Traditionnelle de l'INRSP a permis de mettre sur le marché sept médicaments traditionnels améliorés (MTA) : Gastrosedal, Laxacassia, Dysenterial, Balembo, Hepatisane, Malarial et Psorospermine. Ces MTA sont indiqués respectivement contre l'ulcère, la constipation, la dysenterie, la toux, l'hépatite, le paludisme et les eczémas. Ce criblage continue sur d'autres plantes pour d'autres pathologies infectieuses et chroniques. Il concerne aussi l'amélioration de la présentation galénique des MTA.

Dans le domaine de la formulation galénique, la pulpe farineuse du fruit de *Adansonia digitata* a des propriétés gélifiante, diluante, liante, lubrifiante (Arama et al, 1987), qui permettent son utilisation pour la préparation des granulés et des comprimés.

Les propriétés et la sécurité d'emploi de la pulpe de baobab nous ont poussé à la choisir pour la formulation galénique des granulés et comprimés, qui peuvent être utilisés dans le traitement de la diarrhée et comme un complément alimentaire.

L'objectif de notre étude est donc d'effectuer le contrôle de qualité et de mettre au point de formes pharmaceutiques améliorées, notamment granulés et comprimés à sucer, à base de la farine de fruit de Baobab, réalisables avec une technologie disponible localement et des matières premières locales.

L'étude a été menée en collaboration avec l'IER, dans le cadre du Projet "Domestication et Développement du Baobab et du Tamarinier", financé par l'Union Européenne (INCO-CT-2006-032217-DADOBAT). Elle a eu le support de AIDEMET ONG, dans le cadre d'un contrat de sous-traitance avec l'Université de Gent (Belgique).

Motivations et Objectifs

II. MOTIVATIONS

Ce travail a été motivé pour les raisons suivantes :

- Valoriser et promouvoir les plantes médicinales ;
- Contribuer à l'amélioration de la présentation galénique des médicaments traditionnels ;
- Proposer un excipient naturel, simple, non toxique et disponible pour les formulations galéniques ;
- Contribuer à l'amélioration du coût des médicaments ;
- Formuler un médicament traditionnel antidiarrhéique ;
- Promouvoir un complément alimentaire à base de plantes de la flore africaine.

III. OBJECTIFS

3.1. OBJECTIF GENERAL

Contrôler la qualité de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* L. et d'en faire des formulations galéniques (granulés et comprimés) à utiliser contre la diarrhée et comme un complément alimentaire.

3.2. OBJECTIFS SPECIFIQUES

- Déterminer les caractères macroscopiques de la pulpe du fruit de *Adansonia digitata*
- Identifier les éléments anatomiques de la pulpe de *Adansonia digitata* par microscopie
- Caractériser les constituants chimiques de la pulpe de *Adansonia digitata*
- Déterminer la teneur en eau et en cendres de la farine du fruit de *Adansonia digitata*
- Déterminer les teneurs en éléments minéraux de la farine du fruit de *Adansonia digitata*
- Déterminer la composition en monosaccharides des polysaccharides de la pulpe de baobab
- Déterminer la charge bactérienne (*Salmonella*, *Escherichia coli*) de la farine du fruit de *Adansonia digitata*
- Formuler des granulés et des comprimés à base de la pulpe de fruit de *Adansonia digitata*
- Déterminer les éléments du contrôle de qualité des formes galéniques réalisées (granulés, comprimés).

Travaux antérieurs

IV. TRAVAUX ANTERIEURS

4.1. RAPPEL SUR LES GRANULES ET LES COMPRIMES

4.1.1. LES GRANULES

La granulation a pour but de transformer des particules de poudre cristallisées ou amorphes en agrégats solides plus ou moins résistants et plus ou moins poreux appelés granulés ou grains

Cette opération est décrite ici car elle intervient dans la fabrication de plusieurs formes pharmaceutiques. Le granulé constitue un stade intermédiaire très fréquent dans la fabrication des comprimés, mais il peut aussi être utilisé directement soit sous formes multidoses, soit réparti en doses unitaires telles que gélules, sachets ou paquets.

Les particules y sont liées par des liaisons interatomiques et intermoléculaires diverses : forces de Van der Waal, liaisons hydrogène, etc.

Par rapport à un simple mélange de poudre, le granulé présente un certain nombre d'avantages :

- Meilleure conservation de l'homogénéité,
- Plus grande densité,
- Facilité d'écoulement supérieur,
- Répartition plus homogène pour les dosages volumétriques,
- Plus grandes aptitudes à la compression,
- Porosité supérieure facilitant la dissolution,
- Biodisponibilité.

Ces différentes propriétés sont fonction des adjuvants utilisés et du mode de préparation qui sont donc à choisir en tenant compte du type d'utilisation envisagé. Les granulés peuvent subir un enrobage.

4.1.2. LES COMPRIMES

Les comprimés sont des préparations de consistances solides, contenant un ou plusieurs principes actifs. Ils sont obtenus par compression simple ou multiple. Ils peuvent être enrobés ou non. Ils sont généralement destinés à voie orale. D'autres voies sont utilisables :

- les implants à usage sous cutané,
- les comprimés pour préparation injectable,
- les comprimés pour l'irrigation ou solution à usage externe,
- les comprimés à usage gynécologiques.

Les comprimés nécessitent une composition, une méthode de fabrication et de présentation adaptées à l'usage particulier auquel ils sont destinés. Ils sont de formes circulaires à surface plane ou convexe en général, sous forme de capsule, ou carré. Les comprimés peuvent avoir à leur surface une bande de cassure, des signes, les doses ou autres marques (OMS, 1994). Ils doivent offrir une solidité suffisante pour supporter les différentes manipulations auxquelles ils sont soumis, notamment l'emballage, l'entreposage et le transport, sans se s'éroder ni se briser (OMS, 1994).

Les comprimés ont pour formule galénique : un ou plusieurs principes actifs et les excipients. Les excipients sont utilisés dans la fabrication des comprimés. Les excipients jouent un rôle de vecteur (véhicule ou base). Ils contribuent ainsi à améliorer certaines propriétés du produit (comprimés) telles que la stabilité, le profil biopharmaceutique, l'aspect, l'acceptation par le patient et la facilitation de fabrication.

En fonction de la chimie du principe actif, les excipients sont choisis. Ce choix est également fonction de leur rôle tel que :

- Faciliter l'administration du principe actif,
- Faciliter la pénétration des produits à usage externe,
- Augmenter la durée de l'activité du principe actif,
- Assurer la stabilité du principe actif par conséquent la conservation jusqu'à la limite de péremption.

Les excipients doivent être inertes vis-à-vis du principe actif, des matériels de conditionnement et de l'organisme humain.

Les excipients sont d'origine naturelle, semi-synthétique, synthétique ; donc ils sont souvent choisis dans le domaine alimentaire : amidon, lactose, huile végétale, aromatisant (A. Le Hir, 2001).

Les comprimés constituent une forme galénique très populaire parmi les préparations solides. La raison de cette domination s'explique par les avantages proposés aussi bien aux industriels qu'aux malades. En effet, la production nécessite peu d'étapes de préparation et s'effectue à des cadences élevées d'où un prix de revient moindre. Ils présentent aussi d'autres avantages qui sont les suivants :

- un dosage précis par unité de prise,
- un emploi facile en raison de leur volume réduit et de leur solidité suffisante pour subir les manipulations de conditionnement et de transport,
- un masquage par enrobage de la saveur souvent désagréable des principes actifs, moins perceptible qu'en milieu liquide,
- une meilleure forme pour les principes actifs peu solubles,
- une bonne conservation en milieux sec et condensé (Jérôme Ribet, 2003).

4.2. RAPPEL SUR LA PHYSIOPATHOLOGIE DE LA DIARRHÉE

4.2.1. DEFINITION DE LA DIARRHÉE

La diarrhée est l'émission des selles trop fréquentes (>3x/jour) et/ou abondantes (>250g/jour), due à des microorganismes (bactéries, virus, parasites et champignons, etc.). Elle peut être aiguë ou chronique.

La diarrhée aiguë dure en général au moins de 8 à 10 jours ; elle est précédée d'un transit normal et ne récidive pas à courte durée. La diarrhée chronique dure en général des mois ou des années ; le début d'une diarrhée chronique peut être confondu avec une diarrhée aiguë qui est beaucoup plus fréquente (Pichard et al, 2002).

4.2.2. PHYSIOPATHOLOGIE

Le mécanisme de contamination le plus fréquent est l'ingestion des microorganismes à partir de boissons, d'aliments contaminés ou par les mains sales.

Un faible niveau d'hygiène individuelle et collective favorise la transmission orofécale d'agents pathogènes responsables de la diarrhée, mais également d'autres maladies.

La sélection intra-intestinale de microorganismes saprophytes ou commensaux par des antibiotiques peut entraîner une diarrhée infectieuse dite entéropathogène (Pichard et al, 2002).

Les agents pathogènes provoquent des nécroses cellulaires et un trouble d'absorption des sécrétions intraluminales, qui par la suite peuvent entraîner la dysenterie. La plupart de ces agents pathogènes produisent de la toxine. Au trouble de réabsorption vient s'ajouter une sécrétion accrue au niveau de l'entérocyte. Il est fondamental de considérer que ce mécanisme sécrétoire est impliqué, à un degré plus ou moins important, dans toutes les diarrhées. En effet, les solutés de réhydratation orale, qui sont les agents véritablement anti-diarrhéiques, doivent être utilisés dans tous les cas de diarrhée, car toutes les étiologies provoquent une activation entérocytaire avec hypersécrétion (Pichard et al, 2002).

4.2.2.1. Facteurs favorisants

Ils sont entre autres :

- bas niveau socio-économique,
- inaccessibilité aux soins,
- allaitement artificiel,
- malnutrition,
- rougeole,
- inaccessibilité à l'eau potable,
- petit poids à la naissance,
- Etc.

4.2.2.2. Prévention

- Promotion de l'allaitement maternel surtout jusqu'à la fin de 4-6 mois (Le lait maternel est stérile et contient des immunoglobulines) ;
- Rénutrition des enfants malnutris ;
- Adductions d'eau potable, forages, aménagement des puits ;
- Promotion de l'hygiène familiale (lavement des mains, conservation des aliments à l'abri des mouches et des agents pathogènes, etc.) ;
- Vaccination contre la rougeole ;
- Supplémentation des enfants en vitamine A.

4.2.2.3. Traitement

Toutes les personnes atteintes de diarrhée doivent bénéficier d'une thérapeutique par les solutés de réhydratation orale. Une partie d'entre elles a besoin de mesures diététiques simples. Tandis que les antibiotiques ne sont indiqués que dans un nombre restreint de cas.

Solutés de réhydratation orale (SRO)

L'introduction des solutés de réhydratation orale a permis de réduire la mortalité des diarrhées aiguës chez les enfants de 60%.

Les SRO sont composés comme suit (Pichard et al, 2002) :

Tableau I : Composition de SRO

Compositions	g/l	mmol /l	Equivalents
Glucose	20	111	4 c à s de sucre
NaCl	3.5	90	¾ c à c de sel fin
KCl	1.5	20	1 verre de jus d'orange ou 2 bananes
Bicarbonate de Na	2.5	30	1 c à c de bicarbonate de cuisine

La maladie est considérée comme une importante cause de malnutrition.

Au cours d'une enquête, il a été observé que les enfants ayant eu de la diarrhée du jour qui précédait l'enquête avaient une prévalence de malnutrition élevé (Soloviev et al, 2004).

4.3. MONOGRAPHIE DE LA PLANTE

La monographie de *Adansonia digitata* est présentée, en donnant tout d'abord la systématique de la plante, puis son origine, son habitat, son cycle végétatif, son caractère botanique et son usage. En plus de ces éléments précités, celle-ci continuera avec les données phytochimiques, pharmacologiques et toxicologiques.

4.3.1. SYSTEMATIQUE DE *ADANSONIA DIGITATA*

- **Nom scientifique** : *Adansonia digitata*
- **Nom vernaculaire** : Baobab
- **Nom bambara** : Sira

- **Règne** : *Plantae*
- **S/règne** : *Tracheobionta*
- **Embranchement** : *Spermatophyta*
- **S/ embranchement** : *Magnoliophyta*
- **Classe** : *Magnoliopsida* ou *Dicotyledone*
- **S/classe** : *Dilleniidae*
- **Ordre** : *Malvales*
- **Famille** : *Bombacaceae* (Malgras, 1992), *Malvaceae* (Tina et al, 2009)
- **Genre** : *Adansonia*
- **Espèce** : *digitata* (USDA, 2009)
- **Synonyme** : *Adansonia sphaerocarpa* (Arama, 1980) *Adansonia chev'* ([http :
www.worldagroforestrycentre.org/sea/products/AFDbases/af/asp/speciesInfo.asp ?sp](http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/products/AFDbases/af/asp/speciesInfo.asp?sp))

4.3.2. ORIGINE

L'origine de *Adansonia digitata* est discutée, mais la plus connue est celle du côté du Nil et de la Mer Rouge. Le nom baobab vient du mot « bu-hibab », un nom arabe qui signifie nombreux grains. Ainsi, son origine est attribuée aux pays arabes (Kerharo et Adam, 1974).

4.3.3. HABITATION ET DISTRIBUTION

Adansonia digitata est répandu dans les zones soudaniennes (soudano-sahéliennes). Il est souvent planté au bord des villages et dans des brousses claires autrefois habitées (Malgras, 1992).

Adansonia digitata s'adapte à tous les types de sols (Kerharo et Adam, 1974 ; Arama, 1980). A cause de ses multiples utilisations chez l'homme et les animaux, il a une grande distribution (Burkill, 1985).

4.3.4. CYCLE DE VEGETATION

Le baobab reste defeuillé pendant les six mois de la saison sèche, sa floraison est tardive. Après une floraison qui commence en Avril, les fruits mûrissent au mois de Juin (Malgras, 1992). Sa production est annuelle (Arama, 1980).

4.3.5. CARACTERES BOTANIQUES REMARQUABLES

Adansonia digitata est un arbre caractéristique de taille 15-20 m de long. Il a un tronc extrêmement énorme et épais qui peut atteindre 20 m de diamètre (Burkill, 1985). Le tronc est également dur, spongieux, avec d'énormes branches tortueuses, généralement étalées (Arama, 1980) et contorsionnées (Malgras, 1992).

Les écorces sont lisses, grisâtres avec des reflets bleutés argentés (Arama, 1980). Le baobab a une cime étalée (Malgras, 1992) ; son système racinaire est fabuleux, pouvant coloniser le sol jusqu'à 150 m du pied et descendant souvent jusqu'à 10 m de profondeur (Boullard, 2001).

Les feuilles de *Adansonia digitata* sont alternes, digitées à bord entier ou denticulé (Malgras, 1992) ; elles sont composées de six à sept folioles, obovées ou ovalées, acuminées, aiguës et légèrement pubescentes au dessus.

Ses fleurs sont grandes, blanches, solitaires, pendantes (10-20cm) (Malgras, 1992). Elles ont des pédicelles très longs pouvant atteindre 80cm. Les fleurs sont pourvues de deux bractéoles et s'épanouissent le soir (Kerharo et Adam, 1974). Les feuilles accompagnent les fleurs (Arama, 1980). La pollinisation s'effectue surtout par les chauves-souris (Arama, 1980 et Burkill 1985).

Les fruits sont des capsules appelées pain de singe. Ces capsules oblongues sont ovoïdes ou arrondies, ligneuses et pubescentes de 8-15cm de large (Arama, 1980 et Malgras, 1992). Les fruits de baobab ont une longueur comprise entre 15 et 35cm. L'épicarpe du fruit est de couleur verdâtre, bronzé (Kerharo et Adam, 1974). Les fruits sont suspendus à l'extrémité d'un long pédoncule (Arama, 1980). Ils renferment de nombreuses graines noires, dures, dans une pulpe blanche, farineuse, acidulée et comestible (Arama, 1980) et entremêlé de fibres rougeâtres (Fortin, 1997).

Le bois du baobab est fibreux et mou. Il stocke de l'eau ce qui permet sa survie pendant la saison sèche (<http://www.championtrees.org/champions/baobab.thm>). Les baobabs ont une capacité de régénération exceptionnelle et vont pouvoir, une fois à terre, se développer à partir des anciennes branches et reformer de véritables arbres. L'intérieur des baobabs est souvent creux et les populations locales ont mis à profit cette particularité pour des utilisations diverses et variées : maison, cellier, fosse septique, tombe d'un griot vénéré, ossuaire, prison. Le baobab africain est un arbre de longévité exceptionnelle. Il a une croissance lente, des

spécimens de près de 2000 ans auraient été trouvés. En fait, ces arbres ne produisent pas de cernes tous les ans du fait des sécheresses récurrentes qui touchent la savane africaine ; il est donc difficile de déterminer leur âge par les méthodes de dendrochronologie (<http://database.prota.org/recherche.htm&TN=ProtaB-1&QBO=AND&QFO=Specoes+codeéQIO=Adansonia+digitata&RF=Affichesweb>).

4.3.6. USAGES DU BAOBAB

❖ Ecorces du tronc

- Usages thérapeutiques

Les écorces ont des propriétés fébrifuge et anti-inflammatoire (en instillation). Elles sont antihémorragiques. Elles sont également anti-diaphorétiques et anti-périodiques ce qui est bénéfique dans le traitement des fièvres qui ne sont pas d'origine paludéenne (Malgras, 1992).

En boisson, la décoction de l'écorce guérit les douleurs du corps (Kokwaro, 1993). L'écorce de baobab est utilisée aussi contre les maux de dents, les gingivites, l'asthme (Malgras, 1992), la stomatite, la conjonctivite (utilisée en gargarisme).

Les écorces réduites en poudre avec les écorces de *Sterculia* et le son du mil, favorisent la lactation. En application locale, elles servent à soigner des plaies. La décoction de l'écorce est utilisée en bain des enfants affaiblis et également en bain chaud contre la fièvre (Kokwaro, 1993). Elle substitue la quinine. Au Mali, des préparations sont utilisées pour faire grossir les sujets maigres (Boullard, 2001). L'écorce est utilisée comme un antidote de strophantine (Burkill, 1985).

- Usages domestique, industriel et artisanal

Elle est utilisée dans le domaine du textile (Kerharo et Adam, 1974) et dans la fumigation de boisson (Arama, 1980). Les écorces sont utilisées dans les cordages (corbeilles, filets, ligne de pêche) dans la fabrication de courroies, de cordes pour les instruments de musique et des filatures.

Dans l'industrie, elles sont utilisées dans la fabrication des papiers d'emballage.

Au Nigeria les semelles des chaussures sont également façonnées en morceau plat par les écorces du tronc de *Adansonia digitata*.



Figure 1 : Tronc de baobab

❖ **Le bois**

- **Usages thérapeutiques**

Son utilisation dans la thérapie est rare. Il a une action antifongique.

- **Usage artisanal**

Sa poudre est utilisée pour faire des étoffes de papiers. Riche en mucilage, le bois de *Adansonia digitata* permet d'empêcher la dessiccation de la plante pendant la saison sèche.

❖ **Le rameau feuillé**

Le rameau ajouté à l'écorce en décoction, est utilisé comme fébrifuge.

❖ **Feuilles**

- **Usages thérapeutiques**

Les feuilles sèches du baobab sont utilisées dans les préparations médicamenteuses.

Elles ont une propriété hypotensive, antihistaminique, diaphorétique, anti-inflammatoire et fébrifuge (Burkill, 1985). Pour certaines ethnies, les feuilles sont utilisées pour leur propriété anti-sudorifique (utilisation dans le traitement de transpiration excessive) et aussi comme aphrodisiaque (Osman, 2005).

Elles sont utilisées contre les maladies des reins, de la vessie et aussi dans le traitement de l'asthme. Elles sont également utilisées contre la fatigue et comme un tonic prophylactique.

Les feuilles sont indiquées contre les douleurs, les affections, la dysenterie, la diarrhée, les maux d'oreilles et les tumeurs. Elles sont utilisées comme expulsive de vers de guinées (Burkill, 1985).

Les feuilles fraîches de baobab utilisées dans la sauce, empêchent la constipation (Arama, 1980).

- **Usages domestiques**

Les feuilles réduites en poudre sont utilisées dans la préparation des aliments (sauce et couscous). Elles sont aussi utilisées contre les insectes piquants.



Figure 2 : Feuille de *Adansonia digitata*

❖ **Racine**

- **Usages thérapeutiques**

Elle est utilisée en décoction contre la lassitude (fatigue) et en poudre sèche contre le paludisme.

- **Usage domestique et artisanal**

La racine est utilisée dans l'alimentation et dans la production de teinture rouge.

❖ **Fruits**

Figure 3 : Fruits de *Adansonia digitata*

- **Coque vide**

- **Usages thérapeutiques et domestiques**

La coque nettoyée et torréfiée est utilisée contre les dermatoses, la filaire de Bancroft, les hépatites, la cirrhose du foie (Malgras, 1992). Ces fibres en décoction sont utilisées contre l'aménorrhée (Burkill, 1985).

La coque vide est aussi utilisée dans la fabrication de la pâte de savon et comme poudre de tabac.

- **Farine de la pulpe**

- **Usages thérapeutiques**

Légèrement astringente (Malgras, 1992), elle a une propriété antidiarrhéique, antimicrobienne, fébrifuge, anti-dysentérique (Burkill, 1985).

Mêlée à la farine de sorgho et un peu d'eau, la pulpe du baobab est utilisée dans le traitement de la variole et de la rougeole (Malgras, 1992).

Le fruit, réduit en poudre avec ses pépins et mélangé à la farine de mil, est utilisé contre les fausses couches (Malgras, 1992).

La farine de la pulpe guérit les plaies suppurantes.

- **Usages domestiques**

La pulpe brûlée sert à la conservation du poisson fumé.

L'odeur âcre de la pulpe peut être utilisée pour éloigner les insectes ennuyeux (Burkill, 1985).

- **Usages alimentaires**

La farine de la pulpe de *Adansonia digitata* est utilisée pour la préparation des crèmes et des boissons.

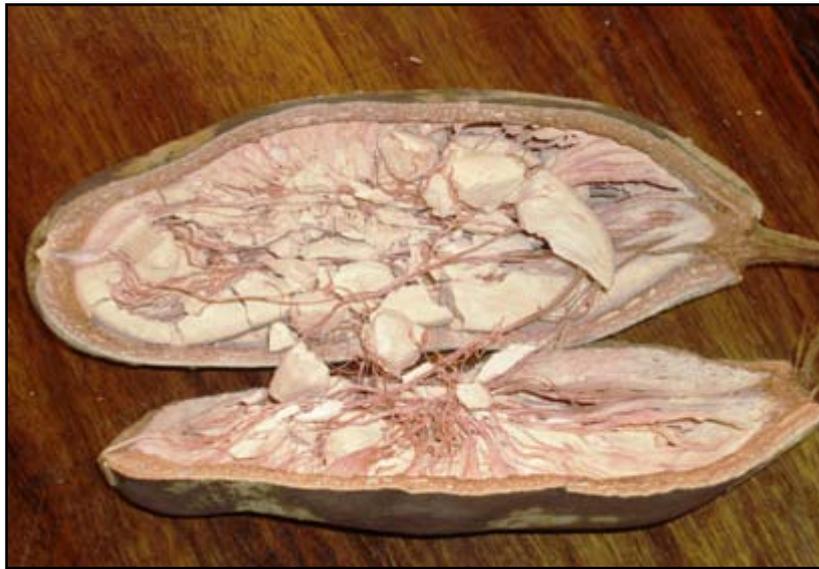


Figure 4 : Fruit ouvert de *Adansonia digitata*

- ❖ **Graines**

- **Usages thérapeutiques**

Elles sont utilisées contre la cirrhose du foie. Les graines torréfiées et pubescentes sont utilisées pour le plombage des dents creuses (Malgras, 1992). Elles sont également utilisées contre la digestion difficile (Boullard, 2001).

- **Usages domestiques**

Les graines peuvent remplacer celles de *Parkia biglobosa* dans la préparation du soubala.

Elles sont utilisées dans la production de savon. L'huile extraite des graines est utilisée lors des galas au Sénégal.

Elles peuvent également substituer le lait (Burkill, 1985).

NB : Le gui d'*Adansonia digitata* est utilisé contre les vers de Guinée (Arama, 1980), les fibres rougeâtres sont utilisées contre l'aménorrhée (Burkill, 1985).



Figure 5 : Graines de *Adansonia digitata*

4.3.7. DONNEES CHIMIQUES

Les feuilles de baobab possèdent des substances suivantes : adansonine, catéchine, tanin, gomme, pectine, alcaloïdes, stérol et triterpène, mucilage (Gaiwo et al, 1989). Elles contiennent des vitamines parmi lesquelles la vitamine A, la vitamine B et la vitamine C, et l'adansonia-flavonoïde. Elles possèdent des éléments minéraux comme le calcium, le potassium, le sodium, le magnésium, le manganèse, le phosphore, le chlore, le fer et le zinc (Kerharo et Adam, 1974) et les acides aminés (Kerharo et Adam, 1974). Les feuilles et le fruit contiennent des protéines, des glucides, des lipides, de la cellulose. Le fruit possède également les éléments minéraux comme le calcium, le potassium, le sodium, le magnésium, le manganèse, le phosphore, le chlore, le fer (Kerharo et Adam, 1974 et Amarteifia et al 2006) et (Osman, 2004). Les vitamines B et la vitamine C, le tanin, les pectines, les stérols et triterpènes (Kerharo et Adam, 1974) sont également présents dans le fruit de *Adansonia digitata*. Le fruit de baobab possède tous les acides aminés sauf la cystine et le tryptophane. Il a dans sa composition des acides organiques (l'acide citrique, l'acide tartrique, l'acide malique, l'acide stéarique, l'acide linoléique, l'acide oléique, l'acide palmitique), des fibres, du sucre et des hydrocarbures (Burkill, 1985 ; Arama et al, 1987 ; Osman, 2005). Le fruit baobab contient du proanthocyanide (Shahat, 2000), des éléments insaponifiables et du tocophérol (Bianchini, 1983).

La pulpe en particulier, est riche en éléments suivants : mucilage, tartrates, acide tartrique, calcium, vitamine B, vitamine C, vitamine A (Kerharo et Adams, 1974), tanin (Fopa, 1994). Les fibres, le potassium, le sodium, le fer sont présents dans la pulpe de baobab (Amarteifio et al, 2006). Elle a dans sa composition de la pectine, des monosaccharides tels que : acide galacturonique, rhamnose, galactose, arabinose, xylose, glucose, fructose (Nour et al, 1980). Elle contient des vitamines et des valeurs nutritionnelles essentielles et nécessaires pour la croissance normale humaine (Yazzie et al, 1987). Les acides aminés tels que : acide aspartique, acide glutamique, serine, histidine, glycine, thréonine, arginine, alanine, prolanine, tyrosine, méthionine, valine, phénylalanine, isoleucine, lysine, cystéine y sont présents (Osman, 2004).

Les graines contiennent des stérols, tocophérols, hydrocarbures, cholestérols (Bianchini, 1982).

Les racines et l'écorce de baobab contiennent du mucilage, des pectines, de l'adansonine. Les alcaloïdes sont signalés dans l'écorce.

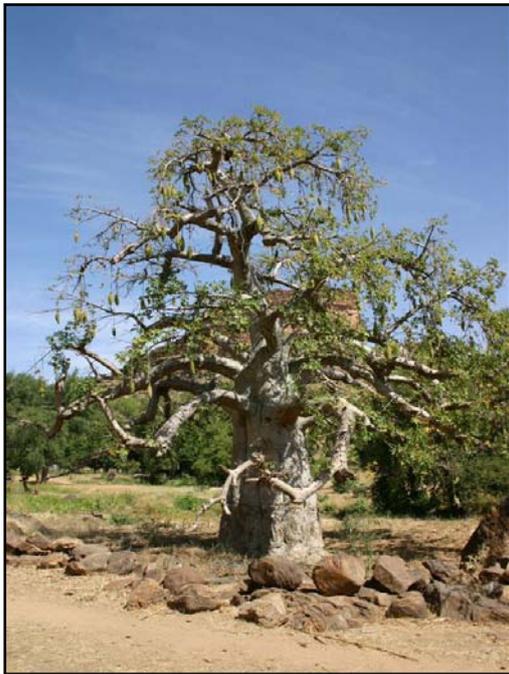


Figure 6 : une plante entière avec des fruits de baobab

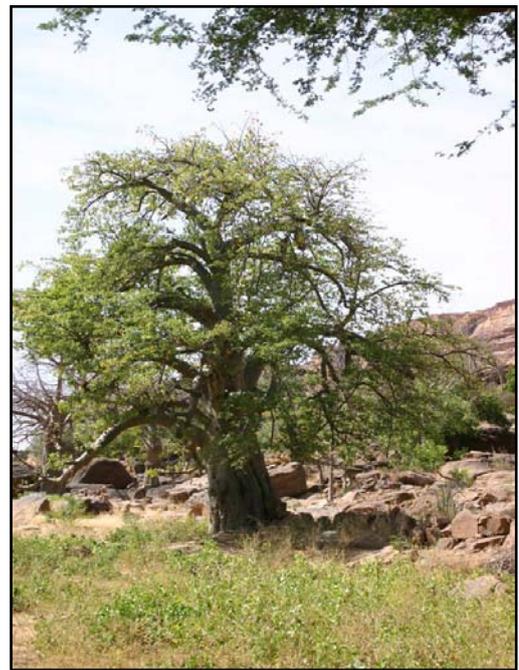
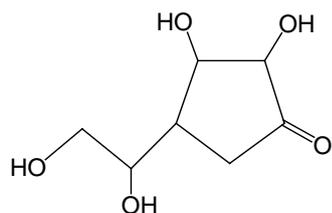
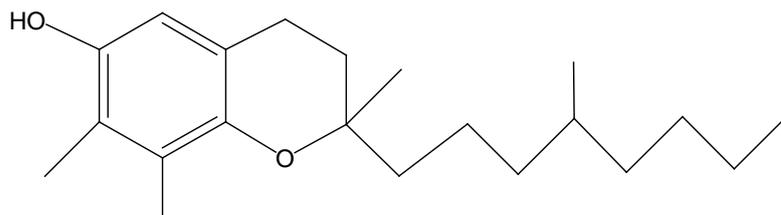


Figure 7 : Plante entière de baobab

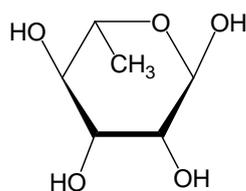
4.3.8. STRUCTURES DE CERTAINS COMPOSES ISOLES DE *ADANSONIA DIGITATA*



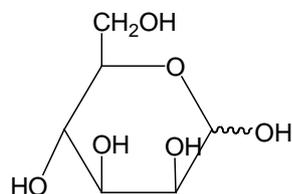
Vitamine C



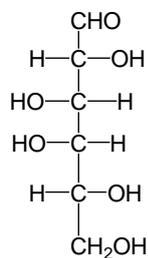
Vitamine E



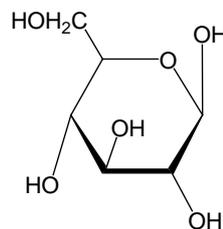
L - rhamnose



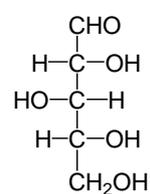
D - mannose



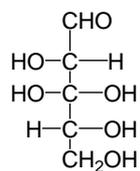
D - galactose



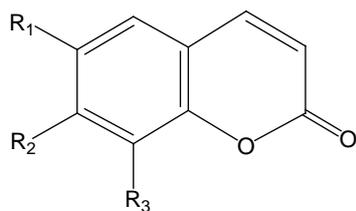
D - glucose



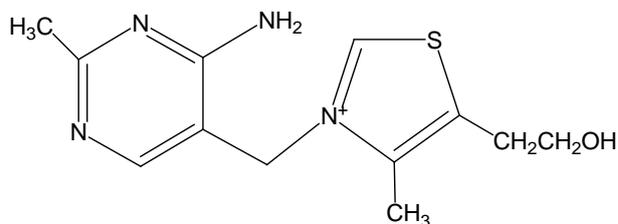
D - xylose



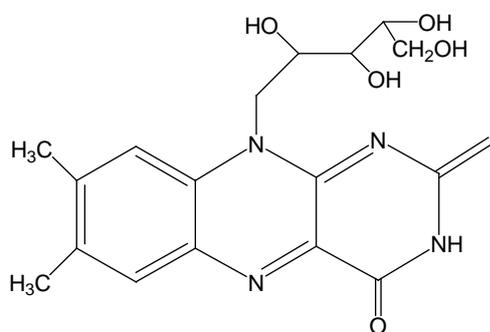
D - arabinose



Les coumarines



Thiamine



Riboflavine

Figure 8 : Structure de certains composés isolés de *Adansomia digitata*

4.3.9. DONNEES PHARMACOLOGIQUES

Adansonia digitata a de nombreuses propriétés pharmacologiques.

- **Les feuilles** ont une propriété antidiarrhéique (Le grand, 1988), leur macéré aqueux a une propriété anti-trypanosomias; le macéré des feuilles séchées est un gastroprotecteur (Karumi et al, 2008).
- **Les fleurs**, après une extraction avec comme solvant méthylène chloride, acetonitrile, méthanol, et eau, à polarité croissante au soxhlet. Elles ont une propriété antibactérienne (*E. coli*, *Cereviseae*, *M. leprea*, *P. crustosum*, *Bifidobacterium subtilis*), antifongique (*C. albicans*), antiviral, et anti-complément immunologique (Locher et al, 1995). Leur extrait méthanolique a une activité antivirale et antiasthmatique (Ananil et al, 2000);

ces propriétés (antivirales et antiasthmatiques) sont également produites par l'extrait méthanolique des racines et les écorces (Ananil et al, 2000).

- **L'épicarpe** a une propriété antiulcéreuse.
- **Les fruits** ont des activités antidiarrhéiques (Le Grand, 1988). Leur extrait aqueux lyophilisé a des propriétés pharmacologiques : anti-inflammatoire (Kerharo et Adam, 1974 ; Ramadan et al, 1994), antalgique, fébrifuge (Baobabtek, 2006). Il a une activité antimicrobienne (Afolabi et Propoola, 2005).
- **Les graines** ont des propriétés antidiarrhéiques (Le Grand, 1988), vulnérable.

En général, le baobab a des propriétés odontalgiques, antipyrétiques, laxatifs, antirachitiques, galactogènes, émoullientes, anti-stomatites, antihémorragique, anti-dermatose. (Boullard, 2001).

La propriété pharmacologique antioxydante :

Cette propriété pourrait s'expliquer par la présence des vitamines C et E.

Vitamine C

La vitamine C est un antioxydant particulièrement efficace contre les dommages créés dans l'organisme par les radicaux libres. Elle est nécessaire pour lutter contre les maladies de dents, gencives, os, peau, muscles, et toutes les infections et blessures. L'organisme humain a perdu toute la faculté d'en produire contrairement aux autres mammifères. Il doit donc la puiser chaque jour dans les aliments tels que les fruits et les légumes (Eromosele et al, 1991 et Basdevant et al, 2001).

23g de poudre du fruit de baobab fourni la quantité d'apport moyen de la vitamine C chez un adulte (Yazzie et al, 1987).

Vitamine E

La vitamine E ou tocophérol est un composé liposoluble. Elle contribue à neutraliser les radicaux qui peuvent s'accumuler dans les membranes lipidiques et les tissus gras de l'organisme. Elle joue aussi un rôle essentiel dans la protection de la membrane cellulaire. La vitamine E évite l'agrégation plaquettaire excessive, responsable des thromboses. Elle a une action protectrice des globules rouges et prévient les maladies vasculaires d'origine athéromateux. Elle a également un effet bénéfique sur le taux de cholestérol.

Les jeunes feuilles de baobab sont riches en vitamine E (Basdevant et al, 2001).

4.3.10. DONNEES TOXICOLOGIQUES

Adansonia digitata a une toxicité très faible. Cependant une toxicité aiguë est observée à une $DL_{50} = 8000\text{mg/kg}$ (<http://www.baobabfruitco.com/Eng/baobabfruit.htm>).

Selon Kerharo et Adams 1974) la $DL_{50}=10\text{g/kg(S/C)}$ chez les souris ; à une dose de $0,10\text{g/kg}$, le baobab provoque une hypotension accompagnée de bradycardie, puis polypnée. Adansonia-flavonoïde isolé est peu toxique avec une $DL_{50}=1\text{g/kg (S/C)}$ chez la souris, le chien et le lapin. En IV, à la dose de $0,01\text{g/kg}$, il conduit à une perméabilité capillaire.

Méthodologie

V. METHODOLOGIE

5.1. LIEU D'ETUDE

Notre étude a été réalisée au Département de la Médecine Traditionnelle sis à Sotuba, qui relève de l'Institut National de Recherche en Santé Publique du Mali.

Le DMT a pour mission la valorisation de la médecine traditionnelle au Mali; certains de ses objectifs sont :

- Cartographier les zones de peuplement naturel des plantes médicinales,
- Produire des médicaments traditionnels améliorés.

Le DMT, de nos jours a apporté dans le domaine pharmaceutique sept médicaments traditionnels améliorés (MTA) qui sont inscrits sur la liste des médicaments essentiels du Mali. Ces MTA sont : Gastrosedal, Laxacassia, Dysenterial, Balembo, Hepatisane, Malarial et Psorospermine.

Les activités de recherche du DMT sont articulées au tour des unités de:

- Science médicale, composée : des salles de consultation, une salle de vente des MTA et un laboratoire clinique.
- Science ethnobotanique composée : des salles de séchage et de pulvérisation des matières premières pour la production des MTA et pour la recherches, les herbiers des espèces de plantes étudiées, l'unité de production des phytomédicaments dénommés les MTA.
- Science pharmaceutique, composée de deux laboratoires de phytochimie et d'un laboratoire pharmacodynamique.

L'équipement technique est fonction des activités effectuée au DMT.

➤ **Extraction :**

Le DMT dispose de: rotavapors, lyophilisateur, système d'extraction d'huile essentielle, du matériel pour extraction liquide-liquide, extraction par contact, et l'extraction par le soxhlet.

➤ **Isolement :**

Le DMT utilise de nombreux matériels pour l'isolement des éléments constitutifs d'une drogue de plante. Ces appareils sont:

- La colonne échangeuse d'ion
- Le collecteur de fraction
- Les colonnes pour chromatographie sur gel;
- Le spectromètre d'absorption atomique.
- L'HPLC (Chromatographie Liquide à Haute Performance)

➤ **Contrôle de qualité**

Le DMT contrôle la qualité des drogues végétales par :

- La spectrométrie à flamme ;
- La CPG (Chromatographie en Phase Gazeuse) ;
- Le four et l'étuve ;
- Le microscope ;
- La lampe UV

➤ **En pharmacodynamie**

Le plethysmomètre ou le dispomètre est utilisé pour l'évaluation de l'activité anti-inflammatoire. En plus d'autres appareils sont utilisés au DMT pour l'étude pharmacodynamique. Ce sont :

- Appareil pour organe isolé ;
- Appareil pour diurèse
- Appareil pour le métabolisme ;
- Appareil pour l'évaluation de l'activité sur les microplaques
- Appareil pour l'évaluation de l'activité anti-cholinestérasique

➤ **Formulation galénique**

Les appareils suivants sont présents dans le DMT utilisables dans les différents mécanismes de la formulation galénique (granulés et comprimés) :

- Mélangeur de type DE
- Granulateur de type FGS

Compresseurs de type EKO

La dureté de type TB24

La friabilité de type TA3R

Le temps de désagrégation de type ZT2

Le DMT dispose également de personnels qualifiés:

Des spécialistes en pharmacognosie, un spécialiste en toxicologie, un spécialiste en pharmacologie, un spécialiste en gastro-entérologie (qui assure le suivi des patients), un technicien supérieur de santé, un technicien de laboratoire, des producteurs de MTA.

Le DMT collabore avec des instituts nationaux comme la direction nationale de la santé, l'Université de Bamako, l'IER, la FEMATH, la SMP (Société malienne phytothérapie), AIDMET, MRTC et d'autres départements de l'INRSP. Il coopère avec des organismes internationaux comme l'OMS, CAMES, ICS-UNIDO, CRDI ; des Universités étrangères comme celle d'Oslo, de Marseille, de Messina, de Ouagadougou, Niamey et de Dakar. Le DMT collabore également avec les ONG étrangère comme la plaque forme italienne et Entanant technologie Terranuova... .. Dans le cadre de cette collaboration, nous avons effectué la détermination de la charge bactérienne et la teneur en minéraux respectivement dans le département de la bactériologie et biochimie de l'INRSP. A l'UMPP, nous avons réalisé la détermination du temps de désagrégation.

5.2. MATERIEL VEGETAL

Il est constitué par la pulpe de *Adansonia digitata* récoltée par l'IER, dans trois localités du Mali. Un échantillon a été acheté à Bamako. Il provenait, selon la vendeuse, de Fandjela (Cercle de Koutiala). Les lieux de récolte des échantillons et leurs caractéristiques sont indiqués dans le tableau II.

Tableau II : Caractéristiques de lieux de récoltes

Morphotype	Unité argroclima – tique	Type de sol	Latitude	Longitude	altitude	Date de récolte des fruits
Kulubasanankoro cercle de Dioïla arrondissement de Massigi	Sud soudanien	Sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés	11°58'54,1''	06°43'47,3''	357	12 /02/08
Kodjuguni cercle de Kayes et arrondissement de Kayes	Nord soudanien	Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux	14°30'08,0''	11°42'05,9''	54	5/02/08
Kogué cercle de Tominian arrondissement de Ouan	Sahélien	Sols ferrugineux tropicaux appauvris	13°39'01,9''	04°14'24,8''	297	22/02/08
Fandjela Cercle de Koutiala arrondissement de Koutiala	Sud soudanien	Sol sablo lumineux	-	-	-	Indéfini

5.3. METHODES D'ETUDE EXPERIMENTALES

5.3.1. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET MACROSCOPIQUES

Le caractère organoleptique de la drogue est effectué par une observation de sa couleur, de sa sensation gustative, et son odorat. Par contre les caractères macroscopiques ont été définis par l'observation à l'œil nu de la drogue.

5.3.2. CARACTERES MICROSCOPIQUES

Une petite quantité de la farine de pulpe du fruit de baobab est incorporée dans deux gouttes des réactifs universels (réactif du Gazet du Chatelier). Cette préparation est déposée sur une lame, puis couverte avec une lamelle. L'ensemble est déposé sur la platine du microscope pour une observation à l'objectif 40. Les différents éléments microscopiques ont été identifiés à partir d'un livre de référence (Jackson et al, 1990) et dessinés.

5.3.3. CONTROLE DE QUALITE DE LA DROGUE

Ce contrôle porte sur le dosage de la teneur en eau, en cendres totales, cendres insolubles dans les acides chlorhydrique et sulfurique.

Ce contrôle permettra de savoir si la drogue se conserve bien (teneur en eau) et sa pureté (teneur en cendres). Ces caractéristiques de la drogue sont importantes dans la détermination de sa composition chimique et de son intérêt pharmaceutique.

5.3.3.1. Teneur en eau

5.3.3.1.1. Méthode gravimétrique

❖ Principe

Il consiste à déterminer la perte en masse d'une quantité connue de la poudre par dessiccation dans l'étuve à la température de 103 ± 2 °C, pendant 24h.

❖ Mode opératoire

5 prises d'essai (1-3g) sont introduites, respectivement dans 5 verres de montre préalablement tarés (T_1 - T_5). Les masses des prises d'essai plus les tares sont notées (P_1 - P_5). Après 24h dans l'étuve à la température de 103 ± 2 °C, les prises d'essais sont de nouveau pesées (P'_1 - P'_5).

La masse d'eau contenue dans la poudre de chaque verre de montre est notée M et donnée par la formule : $M = P - P'$.

La masse de la prise d'essai est : $PE = P - T$.

La teneur en eau de la drogue est :

$$\% \text{ Eau} = \frac{\text{Masse eau}}{PE} \times 100$$

La moyenne des teneurs en eau des 5 verres de montre est ensuite déterminée.

5.3.3.1.2. Méthode de l'entraînement azéotropique

❖ Principe

Il consiste à entraîner l'eau contenue dans une prise d'essai de la drogue par distillation avec un solvant non miscible.

❖ Mode opératoire

Dans un ballon, 100ml de toluène et de 1ml d'eau distillée sont introduits. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant 1h, sous réfrigérant. Après 30mn de repos, le volume (V_1) est lu. Ensuite, 5g de la poudre végétale sont introduits, dans le contenu du ballon.

L'ensemble est ensuite mis en une nouvelle ébullition de 1h de temps. Après 30mn de refroidissement, une nouvelle lecture du volume (V_2) est faite.

Le volume d'eau contenue dans la prise d'essai est calculé selon la formule :

$$V = V_2 - V_1$$

La teneur en eau est définie selon la formule :

$$\% \text{ Eau} = \frac{V_2 - V_1}{PE} \times 100$$

5.3.3.2. Teneur en cendres

5.3.3.2.1. Cendres totales

❖ Principe

Il consiste à déterminer des substances résiduelles non volatiles contenues dans une drogue lorsque cette dernière est calcinée.

❖ Mode opératoire

Elle est faite sur la poudre ayant servi pour la détermination de la teneur en eau.

La poudre est répartie dans trois creusets préalablement tarés (T_1 - T_3), et les poids de l'ensemble (M_1 - M_3) sont notés. Après calcination au four à la température d'environ 600°C , et le refroidissement dans un dessiccateur, de nouveau les creusets avec la prise d'essai (M_1' - M_3') sont pesés.

La masse des cendres totales (MCt) contenues dans le creuset est donnée par la formule :

$$MCt = M' - T$$

La masse de la prise d'essai (PE) est :

PE = la somme des prises d'essai pour la détermination de la teneur en eau.

La teneur des cendres totales (% Ct) est :

$$\% \text{ Ct} = \frac{MCt}{PE} \times 100$$

5.3.3.2.2. Cendres insolubles dans l'acide chlorhydrique à 10%

❖ Principe

Il consiste à faire un dosage pondéral du résidu en faisant bouillir les cendres totales dans l'acide chlorhydrique à 10%. C'est une méthode pour évaluer le contenu de la drogue végétale en élément siliceux.

❖ **Mode opératoire**

Cette détermination de teneur est faite sur les cendres totales. Les cendres totales sont introduites dans un erlenmeyer, 10ml de l'acide chlorhydrique à 10% y sont ajoutés. L'ensemble est porté à l'ébullition pendant 15mn au bain-marie. Après refroidissement, nous avons recueilli et lavé la matière non soluble sur un papier filtre sans cendre. Le filtre est transféré dans un creuset sec préalablement pesé (T). Le creuset contenant le papier filtre est ensuite incinéré à l'étuve pendant 24h, puis pesé (M) et calciné pendant 6h au four à la température de 600°C. Après refroidissement dans un dessiccateur, le creuset contenant les cendres (M') est repesé.

La masse des cendres chlorhydriques (mCc) est :

$$MCc = M' - T$$

La masse de la prise d'essai est :

PE = la somme des prises d'essai pour la détermination de la teneur en eau

La teneur en cendre chlorhydrique (%Cc) est :

$$\% Cc = \frac{mCc}{PE} \times 100$$

5.3.3.2.3. *Cendres sulfuriques*

❖ **Principe**

Ces cendres sont les substances résiduelles non volatilisées recueillies lorsque l'échantillon de la drogue est calciné avec du H₂SO₄. Ces cendres déterminent la quantité de substances inorganiques contenues dans la drogue.

❖ **Mode opératoire**

Dans un creuset préalablement taré, une prise d'essai de 2 à 3g de la poudre est introduite et l'ensemble est pesé (M). La poudre est ensuite humectée avec de H₂SO₄ à 50% et laissée à l'étuve pendant 24h pour le sécher. Puis le creuset et son contenu sont portés à la calcination dans le four à la température de 600°C pendant 6h, et le pesé après refroidissement (M').

La masse des cendres sulfuriques (MCs) est :

$$MCs = M' - T$$

La masse de la prise d'essai est :

$$PE = M - T$$

La teneur des cendres sulfuriques (%MCs) est :

$$\% Cs = \frac{MCs}{PE} \times 100$$

5.3.4. ETUDES PHYTOCHIMIQUES

5.3.4.1. Teneur en substances extractibles

❖ Substances extractibles par l'eau

Faire une décoction pendant 15mn avec 1g de la poudre de la drogue, dans 20ml d'eau distillée. Laisser-la refroidir pendant 20mn. Filtrer et mettre le filtrat dans une capsule vide préalablement pesée (N_1) et évaporer à sec. La capsule est ensuite pesée à froid (N_2) et la teneur en substance extractible avec l'eau (%Seau) est calculé selon la formule suivante :

$$\% \text{Seau} = N_2 - N_1 \times 100$$

❖ Substances extractibles par l'éthanol à 70%

Introduire dans un erlenmeyer 100ml d'éthanol à 70% et 5g de la prise d'essai (PE) de poudre de la drogue. Mélanger et placer-le sous l'agitation magnétique pendant 24h. Le lendemain, filtrer sur papier et compléter à 100ml avec de l'éthanol à 70%. Concentrer à sec au rotavapor, le filtrat est ensuite mis dans une capsule vide préalablement pesée (P_1), évaporer à sec dans l'étuve à la température de 110°C; puis peser de nouveau la capsule (P_2).

La teneur en substances extractibles par l'éthanol à 70% (%SEtOH) est donnée par la formule :

$$\% \text{SEtOH} = \frac{P_2 - P_1}{PE} \times 100$$

5.3.4.2. Les extractions

Deux extractions à 10% sont réalisées, toutes les deux sont des macérations. Il s'agit de la macération aqueuse et la macération éthanolique à 70%.

❖ Extraction avec l'eau

10g de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* sont introduits dans un erlenmeyer, 100ml d'eau distillée y sont ajoutés. L'ensemble a été mis sous l'agitation magnétique à la température ambiante du laboratoire pendant 24h. Après les 24h, nous avons filtré sur compresse d'abord puis sur coton ; le filtrat obtenu a été concentré à l'aide du rotavapor sous vide à la température de 55°C. Nous avons ensuite lyophilisé le macéré concentré. Les extraits lyophilisés ont été récupérés dans des petits flacons en verre sec et stériles.

❖ Extraction éthanolique

10g de poudre de la drogue ont été introduits dans un erlenmeyer, nous avons ajouté 100ml de l'éthanol à 70%. L'ensemble a été mis sous l'agitation magnétique pendant 24h à la température ambiante du laboratoire. Après les 24h nous avons filtré sur compresse puis sur coton. Le filtrat ainsi obtenu a été concentré à l'aide du rotavapor sous vide à la température de 55°C. Puis nous avons lyophilisé le macéré concentré, après quelques jours de congélation. Les extraits lyophilisés ont été mis dans des petits flacons en verre et stériles.



Figure 9 : Le lyophilisateur

5.3.4.3. Caractérisation des substances chimiques par les réactions en tube

Les groupes chimiques contenus dans nos échantillons ont été caractérisés par des réactions en tubes.

5.3.4.3.1. *Alcaloïdes*

Ils forment un groupe important de substances naturelles d'intérêt thérapeutique par leur diversité structurale et l'éventail de leurs activités pharmacologiques. Ce sont des substances azotées qui agissent comme des bases.

❖ **Solution à analyser**

Ajouter à de la poudre végétale (10g) de l'acide sulfurique dilué au 1/10 (50ml) dans un erlenmeyer de 250ml. L'ensemble a été laissé en macération à la température du laboratoire pendant 24 heures puis filtré. Le filtrat a été complété à 50ml avec de l'eau distillée.

Ajouter directement sur la poudre végétale (10g) 25ml d'ammoniaque dilué au 1/2 et 25ml de Chloroforme dans une ampoule à décanter.

Soutirer la phase organique séché sur sulfate de sodium anhydre et faire une évaporation à sec pour récupérer avec de l'acide chlorhydrique dilué au 1/10.

❖ **Caractérisation**

Prendre 2 tubes à essai dans lesquels, introduire 1ml du filtrat. Dans le premier tube, ajouter 5 gouttes de réactif de Mayer (solution aqueuse de mercuri-iodure de potassium) ; dans le deuxième tube et 5 gouttes de réactif de Dragendorff (solution aqueuse d'iodo-bismuthate de potassium). La présence d'alcaloïdes est caractérisée par la formation d'un précipité dans chaque tube.

5.3.4.3.2. *Substances polyphénoliques*

❖ **Solution à analyser**

La solution à analyser est un infusé de la poudre végétale à 5 %.

Dans un erlenmeyer de 250ml 5g de la poudre végétale est ajouté 100ml d'eau bouillante. Arrêter l'ébullition, surmonter d'un entonnoir et laisser infuser 15 mn. Le filtrat a été complété à 100ml avec de l'eau distillée.

❖ **Caractérisation**

▪ **TANINS**

Ce sont des esters de l'acide gallique ou de glucose. Leurs propriétés biologiques sont liées à leur pouvoir de former des complexes avec les macromolécules en particulier les protéines.

Dans un tube à essai contenant de l'infusé (1ml), ajouter une solution aqueuse diluée de FeCl_3 à 1% (1ml). En présence de tanins, il se développe une coloration verdâtre ou bleu noirâtre.

- **Tanins catéchiques**

A l'infusé à 5% (5ml), ajouter 1ml d'alcool chlorhydrique (5ml d'éthanol 95° alcoolique, 5ml d'eau distillée, 5ml d'HCl concentré). Le mélange est ensuite porté à ébullition pendant 15 minutes.

En présence de tanins catéchiques, il y a formation d'un précipité rouge soluble dans l'alcool amylique.

A 30ml d'infusé à 5% ajouter 15ml de réactif de Stiasny (10ml de formol à 40%, 15ml d'acide chlorhydrique concentré). Le mélange est chauffé au bain-marie à 90°C pendant 15 minutes. L'obtention d'un précipité montre la présence de tanins catéchiques.

- **Tanins galliques**

Filtrer et saturer le filtrat d'acétate de sodium pulvérisé, ajouter 1ml goutte à goutte d'une solution de FeCl_3 à 1%, le développement d'une teinte bleu-noire montre la présence de tanins galliques.

▪ **FLAVONOÏDES**

Ce sont les pigments universels des végétaux responsables de la coloration des fruits, des fleurs et souvent des feuilles.

A l'infusé à 5% présentant une coloration plus ou moins foncée, ajouter un acide (5ml de H_2SO_4) puis une base (5ml de NH_4OH). Si la coloration s'accroît par acidification puis vire au bleu violacé en milieu basique, la présence d'anthocyane est alors conclue.

5.3.4.3.3. Réaction à la cyanidine

Introduire dans un tube à essai 5ml de l'infusé à 5%, ajouter 5ml d'alcool chlorhydrique (éthanol à 95%, l'eau distillée, HCl concentré à parties égales en volumes) ; puis quelques copeaux de magnésium et 1ml d'alcool isoamylique.

L'apparition d'une coloration rose-orangée (flavones) ou rose-violacée (flavanones) ou rouge (flavonols, flavanonols) rassemblée dans la couche surnageante d'alcool isoamylique indique la présence d'un flavonoïde libre (génine). Les colorations sont moins intenses avec les hétérosides flavoniques.

La réaction est négative avec les chalcones, les dihydrochalcones, les auronés, les catéchines et les isoflavones.

❖ **Leucoanthocyanes**

Effectuer la réaction à la cyanidine sans ajouter les copeaux de magnésium et chauffé pendant 15 mn au bain-marie.

En présence de leucoanthocyanes, il se développe une coloration rouge cerise ou violacée. Les catéchols donnent une teinte brun-rouge.

❖ **Dérivés anthracéniques**

Ils appartiennent au groupe des quinones. Ils se caractérisent par leur pouvoir oxydant élevé.

▪ **ANTHRACENIQUES LIBRES**

- **Solution à analyser**

A de la poudre végétale (1g), ajouter du chloroforme (10ml) et chauffé pendant 3 minutes. Filtrer à chaud et compléter à 10 ml si nécessaire.

- **Caractérisation**

A 1 ml de l'extrait chloroformique obtenu, ajouter 1 ml d'ammoniaque dilué au 1/2 et agiter. La coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

▪ **ANTHRACENIQUES COMBINES**

- **O-hétérosides**

Préparer un hydrolysât à partir du résidu de la drogue épuisée par le chloroforme auquel ajouter 10ml d'eau et 1ml d'acide chlorhydrique concentré. Maintenir le tube à essai au bain-marie bouillant pendant 15 minutes. Filtrer et compléter le filtrat à 10ml.

Agiter 5ml de l'hydrolysate avec 5ml de chloroforme. Soutirer la phase organique et l'introduire dans un tube à essai, tout en gardant la phase aqueuse.

A la phase organique, ajouter 1ml d'ammoniaque dilué au 1/2. Une coloration rouge plus ou moins intense indique la présence d'anthraquinones.

Si la réaction est négative ou faiblement positive, rechercher les *O*-hétérosides à génine réduite.

Prélever 5ml de l'hydrolysate et ajouter 3 à 4 gouttes de FeCl₃ à 10 %. Le mélange est chauffé pendant 5mn au bain-marie puis refroidi sous courant d'eau. Agiter la solution obtenue avec 5ml de chloroforme puis soutirer la phase chloroforme, qui est ensuite introduite dans un tube à essai. Ajouter 1 ml d'ammoniaque dilué et agiter.

En présence de produits d'oxydation des anthranols ou des anthrones, la coloration rouge est plus intense que précédemment.

- **C-hétérosides**

La solution à analyser est la phase aqueuse obtenue avec la solution à analyser des *O*-hétérosides. A cette solution, ajouter de l'eau (10ml) et du FeCl₃ (1ml). Le tube à essai a été maintenu au bain-marie pendant 30mn puis refroidi sous un courant d'eau. Agiter avec du CHCl₃ (5ml) puis soutirer la phase chloroformique. Ajouter de l'ammoniaque diluée au 1/2 (1ml).

L'apparition d'une coloration rouge plus ou moins intense indique la présence de génines de *C*-hétérosides.

❖ **Quinones**

A de la poudre de drogue végétale (1g) humectée avec de l'acide sulfurique à 10 % ajouter un mélange à volume égal d'éther et de chloroforme (20ml). Après une macération de 24 heures, 5ml du filtrat obtenu ont été évaporés à l'air, puis le résidu a été repris par quelques gouttes d'éthanol à 95%. Ajouter goutte à goutte une solution aqueuse d'acétate de nickel à 5%.

La réaction positive se caractérise par une coloration rouge.

❖ **Stérols, triterpènes et caroténoïdes**

- **Solution à analyser**

L'extrait à tester a été obtenu à partir de la poudre de drogue végétale (1g) et de l'éther (20ml) laissés en macération pendant 24 heures. Filtrer et compléter à 20ml l'extrait avec de l'éther.

- **Caractérisations**

. *Stérois et triterpènes*

Evaporer à sec dans un tube à essai 10ml d'extrait, puis faire dissoudre le résidu dans 1ml d'anhydride acétique et dans 1ml de chloroforme. Partager dans deux tubes à essai, l'un servant de témoin puis mettre dans le fond du second tube à l'aide d'une pipette 1 à 2ml d'acide sulfurique concentré.

A la zone de contact des deux liquides il y a formation d'un anneau rouge brunâtre ou violet, la couche surnageant devenant verte ou violette révèle la présence de stérois et tri terpènes.

. *Caroténoïdes*

Après évaporation jusqu'à sec de 5ml d'extrait, ajouter 2 à 3 gouttes d'une solution saturée de trichlorure d'antimoine dans le chloroforme. Il se développe en présence de caroténoïdes une coloration bleue devenant rouge par la suite.

❖ **Hétérosides cardiotoniques**

Ils forment un groupe homogène possédant un intérêt thérapeutique réel. Ils demeurent des médicaments majeurs de l'insuffisance cardiaque.

- **Solution à analyser**

Introduire de la poudre végétale (10g) d'éthanol à 50% (30ml), porter en ébullition et filtrer après refroidissement.

- **Caractérisation**

Extraire le filtrat avec chloroforme (CHCl_3), partager cette phase chloroformique entre 3 tubes à essai et évaporer au bain marie bouillant jusqu'à sec et reprendre avec une solution alcaline.

En présence d'hétérosides cardiotoniques, les colorations suivantes se sont développées :

Tube 1 Kedde : rouge-violacé, orangé ;

Tube 2 Baljet : orangé ;

Tube 3 Remond et Marthoud : violet-fugace.

❖ Saponosides

Ce sont des hétérosides caractérisés par leurs propriétés tensioactives.

- Solution à analyser

La solution à analyser est un décocté à 1%. Porter à ébullition dans un erlenmeyer de l'eau distillée (100ml) et y projeter de la poudre de drogue végétale (1g). Une ébullition modérée a été maintenue pendant 15mn. Filtrer et ajuster après refroidissement à 100ml.

- Caractérisation

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, répartir successivement 1, 2,10ml du décocté à 1%. Le volume de chaque tube a été ajusté à 10ml avec de l'eau distillée. Chaque tube a été agité pendant 15 secondes dans le sens de la longueur puis laissé au repos pendant 15 minutes puis la hauteur de la mousse a été mesurée.

L'indice de mousse (I.M.) a été calculé à partir du tube dans lequel la hauteur de la mousse a été de 1cm (N).

$$\text{Indice de mousse} = \frac{1000}{N}$$

5.3.4.3.4. Autres caractérisations

❖ Composés reducteurs

Le décocté aqueux à 10% (5ml) a été évaporé au bain-marie jusqu'à sec. Ajouter au résidu 1ml de réactif de Fehling (0,5ml réactif A + 0,5ml réactif B, mélange extemporané).

L'obtention d'un précipité rouge-brique indique la présence de composés réducteurs.

❖ Oses et holosides

Le décocté aqueux à 10% (5ml) a été évaporé à sec. Ajouter au résidu 2 à 3 gouttes de H₂SO₄ concentré, puis après 5 minutes 3 à 5 gouttes d'alcool saturé avec du thymol.

Le développement d'une coloration rouge révèle la présence d'oses et holosides.

❖ Mucilages

Ajouter à 1ml de décocté à 10% de l'éthanol absolu (5ml).

L'obtention d'un précipité floconneux, par mélange, indique la présence de mucilages.

❖ Coumarines

Evaporer à sec l'extrait étheré (5ml) obtenu après une macération de 24 heures, puis reprendre le résidu avec de l'eau chaude (2ml). Partager la solution entre deux tubes à essai. Ajouter dans l'un des tubes de l'ammoniaque à 25 % (0,5ml) et observer la fluorescence sous UV 366 nm.

Une fluorescence intense dans le tube où il a été ajouté de l'ammoniaque indique la présence de coumarines.

❖ Hétérosides cyanogenétiques

Ajouter à de la poudre végétale (1g), un mélange à volume égal d'eau et de toluène (5ml). Agiter, et nettoyer la partie supérieure du tube à essai et y fixer à l'aide d'un bouchon le papier picrosodé fraîchement préparé.

La présence d'hétérosides cyanogénétiques est indiquée par la coloration rouge plus ou moins rapide du papier picrosodé.

5.3.5. CHROMATOGRAPHIE SUR COUCHE MINCE (CCM)

C'est une méthode physico-chimique de contrôle de drogue. Elle permet de séparer les différents constituants chimiques contenus dans un échantillon. Cette séparation se fait à partir de leur force de migration dans un système de solvant approprié et leur affinité pour le silicagel. L'appréciation de la séparation des constituants de l'extrait se fait grâce à l'observation à l'UV (rayon ultraviolet) et aux facteurs de rétention. Les différents groupes chimiques sont connus, grâce aux révélateurs (différentes colorations).

La CCM utilise deux phases : la phase mobile ou l'éluant et la phase stationnaire ou absorbante.

- Eluant : est un système de solvant approprié mis dans la cuve et qui propage à la surface de la plaque par capillarité.
- Absorbant : est une couche mince uniforme de silicagel 60 sans fluorescence de 0.25mm d'épaisseur, étalée sur un support approprié (feuille en aluminium qui est souple ou en verre qui est rigide).

5.3.5.1. Les dépôts

Sur la plaque silicagel nous avons déposé 10µl de chaque extrait à la concentration de 10mg/ml (un mélange méthanol- eau à proportion 1 :1) à l'aide d'une micropipette. Cette plaque est séchée à l'air libre pendant quelques minutes. Elle est ensuite placée dans la cuve contenant l'éluant de la CCM.

5.3.5.2. La migration

La plaque ainsi préparée est introduite dans une cuve transparente, préalablement saturée par l'éluant. La plaque est retirée de la cuve lorsque l'éluant arrive à 1cm au front supérieur. La capillarité de l'éluant permet une séparation des différents constituants en fonction de leurs facteurs de rétention.

5.3.5.3. Observation

Après la migration, les plaques sont séchées à l'air puis observées sous la lampe UV les substances actives à 254 et 366nm. Suite à l'observation à l'UV à 254nm les spots sont encerclés en trait plein et ceux à 366nm sont encerclés en pointillés.

5.3.5.4. Révélation

Pour identifier les substances non visibles à l'observation sous UV, les réactifs spécifiques sont pulvérisés sur la plaque. Sur la plaque chauffée, les substances sont apparues sous diverses colorations.

Les résultats de CCM s'expriment par la détermination des facteurs de rétention des différents spots, qui sont toujours inférieurs à 1. Le facteur de rétention (Rf) se calcule selon la formule :

$$Rf = \frac{\text{distance parcourue par la substance}}{\text{distance parcourue par le solvant}}$$

5.3.6. DOSAGE DE CERTAINS ELEMENTS MINERAUX

L'ionogramme est le dosage des ions dans une substance donnée. Nous l'avons réalisé sur les cendres totales de nos extraits aqueux, éthanolique et celles de nos poudres entières. Pour chaque échantillon 10mg de cendres de l'extrait aqueux, éthanolique sont dissoutes dans 5ml d'eau distillée ; et 10mg de cendre de la poudre entière sont dissoutes dans 1ml d'eau distillée. Le filtrat a servi à la réalisation des tests.

5.3.6.1. Dosage des éléments minéraux, le sodium le potassium

Il est réalisé à l'aide d'un photomètre de flamme à dilution automatique.

❖ Principe

La nébulisation d'un échantillon à travers une flamme entraîne une excitation des atomes et provoque le passage des électrons d'une couche (ou sous-couche) à une sous-couche immédiatement supérieure. L'électron en revenant à son niveau d'énergie initiale restitue cette énergie sous forme de photon. Les photons émis par les atomes donnent un flux de lumière qui passe au travers d'un filtre interférentiel et qui est ensuite mesuré par un photomultiplicateur.

❖ Mode opératoire

L'échantillon doit se présenter sous forme d'un aérosol de façon à ce que le solvant s'évapore instantanément dans la flamme. Les photons émis par l'étalon interne de lithium ou de potassium ou de sodium vaporisé dans la flamme sont envoyés au travers d'un filtre interférentiel sur un photomultiplicateur générant ainsi une tension de référence. Les photons émis par l'échantillon à doser selon le même procédé génèrent une tension de mesure. Les concentrations des minéraux sont affichées en temps réel sur l'appareil. L'unité de mesure est mEq/l (milliéquivalent par litre).

❖ Description de l'appareil (photomètre de flamme à dilution automatique)

L'appareil est composé de deux sous-ensembles :

- **Le compartiment de flamme** qui est constitué :
 - D'un brûleur en acier inoxydable : la flamme est alimentée par un mélangeur d'air-gaz (butane ou propane). Il est situé dans une cheminée étanche en verre refroidie par une circulation forcée. La flamme est entourée d'un rideau d'air qui l'abrite de toute impureté.
 - D'une cheminée : de forme cylindrique qui permet l'évacuation du gaz brûlé.
 - D'une chambre de nébulisation : qui est sphérique et assure un mélange parfait du gaz, de l'air et de l'aérosol. Cette chambre est fixée sur la plaque latérale droite à l'aide d'un collier magnétique.
 - Détenteurs air et gaz : la fonction de deux détenteurs d'air et de gaz est d'ajuster le débit de constituants de la flamme et de les réguler.

▪ Mélangeur-diluteur

Le diluteur en continu permet un taux de dilution de l'ordre du $1/200^{\text{ème}}$ de l'échantillon à doser ; cette partie est constituée :

- D'une pompe péristaltique,
- D'un peigne tendeur des tuyaux de pompe,
- D'un bloc mélangeur.



Figure 10 : Photomètre de flamme à dilution automatique

5.3.6.2. Dosages d calcium et de fers

Ces dosages de calcium et de fer sont effectués par le COBAS INTEGRA 400 plus.

❖ Principe

Cet appareil utilise les méthodes spectrométriques et potentiométriques pour déterminer les concentrations des différents paramètres dont les minéraux.

❖ Présentation

L'appareil est composé de trois grandes parties :

- une station d'analyse,
- une unité centrale,
- des accessoires (écran, clavier souris, imprimante).

Dans la station d'analyse il y a une partie réservée aux raques portant les réactifs, une parties pour les portoirs des échantillons. A la proximité des réactifs nous avons une position réservée aux calibrations et contrôles. Les échantillons sont mis dans des portoirs à proximité de celui de ISE. En faisant face à l'appareil à l'extrême gauche il y a le module ISE, à droite il y a le réservoir de cuvette, la poubelle, la station de lavage et celle des mesures. Le centre de la station est occupé par le bras de transfère minus des aiguilles de prélèvement. Ce bras de transfert se déplace dans toutes les directions dans la station d'analyse.

L'unité centrale munie d'un logiciel spécial ordonne et traite toutes les informations du système.

NB : Il est mieux de relier l'appareil à un onduleur pour le protéger des courts circuits.



Figure 11 : COBAS INTEGRA 400 plus

5.3.7. DETERMINATION DE LA TENEUR EN POLYSACCHARIDE

Elle est faite par la méthode chromatographique.

5.3.7.1. Matériels

- Etuve
- Flacon en téflon (4ml) avec bouchon
- Générateur d'azote
- Micropipettes Finnpiette* D741034500040*40-200 μ l
- Pipette pasteur de 2ml

Les réactifs

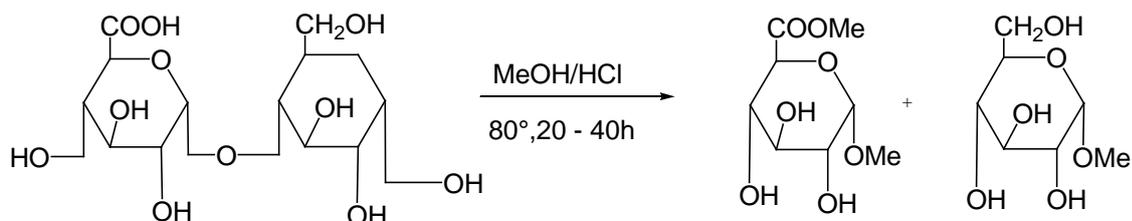
- HCl 4M
- Méthanol anhydre
- Mannitol méthanol (1µg pour 1 µl)
- Pyridine
- TMS

5.3.7.2. La dépolymérisation : le méthanolyse

❖ Principe

Dans cette méthode, la solution de méthanolyse (4 HCl/MeOH) agit sur les molécules de polysaccharides en provoquant une rupture des liaisons glucosidiques. Nous obtenons des méthyl glucosides en C₁ puis des méthyl esters glucosides en C₆.

❖ Réaction



❖ Mode opératoire

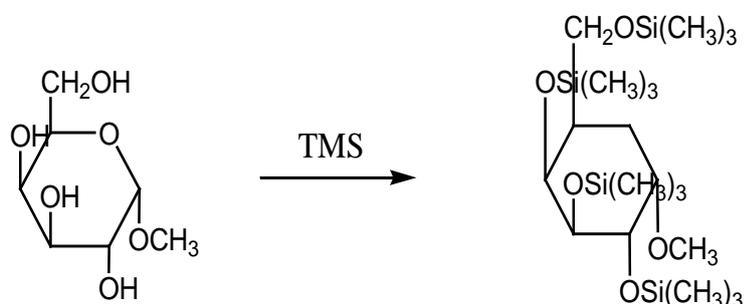
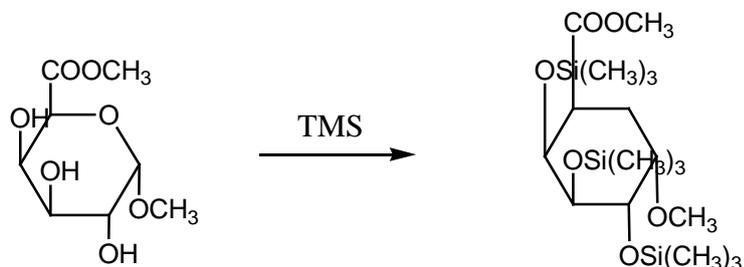
- Placer dans les flacons (1-2 mg) de l'échantillon ;
- Ajouter 1ml de (4HCl/MeOH), puis 200 µl de mannitol/MeOH (1mg/ml) ;
- Agiter et bien fermer les flacons ;
- Incuber à 80°C pendant 20 à 24h ;
- Décompresser les flacons après 10mn d'incubation puis au bout d'une heure, ils sont agités et replacés à l'étuve ;
- Evaporer les solutions après incubation sous un courant d'azote ;
- Laver et sécher à deux reprises chaque résidu avec 1 ml de méthanol anhydre ;
- Fermer les flacons puis conserver au congélateur ou dans un dessiccateur.

5.3.7.3. La dérivatisation

❖ Principe

Le triméthylsilane (TMS) agit sur les groupements hydroxyles libres des produits de la méthanolyse pour donner des dérivés triméthylsilanes volatils. Les conditions anhydres sont indispensables à cette opération.

❖ Structure



❖ Mode opératoire

- Ajouter 100µl de TMS à l'extrait méthananalysé et séché ;
- Agiter et laisser pendant 30mn puis nous procédons à la CPG.

5.3.7.4. La chromatographie en phase gazeuse

Elle est utilisée pour l'identification et la détermination quantitative des monosaccharides contenus dans les extraits polysaccharidiques. Elle nécessite une phase mobile gazeuse. Les molécules à analyser sont transformés à l'état gazeux. La quantification et l'identification des monosaccharides sont fonction du détecteur et de l'étalon standard utilisé.

❖ Principe d'identification

Les monosaccharides sont identifiés à partir de leur temps de rétention relatif comparé au temps de rétention relatif standard. Les quantités des monosaccharides sont obtenues à partir des aires relatives des pics représentant chaque composés. Le standard utilisé est le mannitol.

❖ Conditions opératoires

- Appareil : Carlo Erta 6000. Vega série2 programme ICU600
 - Intégrateur : Shimadzu C- R6A
 - Détecteur : ionisation de flamme (FID) avec H₂ et air pour la flamme
 - Injecteur : Split- Splitless injecteur
 - Colonne : DB-5 (Colonne capillaire (fused silica); Longueur 30m ; Diamètre 0.32mm ; Epaisseur fil 0.25µm)
 - Vecteur gaz : hélium
 - Débit d'écoulement : 1.8ml/mn
 - Débit de séparation : 15ml/mn
 - Volume injecté : 1.0µl
 - T° d'injection : 260°C
 - T° de détection : 310°C
- Programme de température :
- 140°C à 170°C avec une évolution de 1°C par minute
 - 170°C à 250°C avec une évolution de 6°C par minute
 - 250°C à 300°C avec une évolution de 50°C par minute.

❖ Procédure

Mettre l'appareil en marche et ouvrir les sorties de gaz : la pression de la sortie de H₂ est de 0.6kg/cm² et celle de l'air est 0.9kg/cm².

Presser (IGN) jusqu'à entendre le son qui rassure la présence de la flamme. Injecter rapidement l'échantillon et faire démarrer l'intégrateur en même temps.

5.3.8. DETERMINATION DE LA CHARGE BACTERIENNE

Cet essai a été réalisé au laboratoire de bactériologie de l'INRP sur les macérés aqueux de la farine de pulpe de *Adansonia digitata*, provenant de quatre localités. Nous avons cherché les *Salmonella*, et *Escherichia coli*. L'ensemencement a été fait sur les milieux de culture de Drigashli, la gélose SS coulé dans une boîte de pétri et incubé à l'étuve pendant 24h.

5.3.8.1. Prélèvement

Nous avons travaillé sur les farines de la pulpe de *Adansonia digitata*.

5.3.8.2. Méthodes d'analyse

Nous avons pris 1g de la farine, ajouté 9ml d'eau distillée. Nous avons placé l'ensemble au bain-marie à 47°C pendant 5mn.

La dilution de la solution est effectuée à l'aide du tripton sel ou de l'eau distillée salée :

- Prendre 1ml de la solution mère dans 9ml d'eau distillée salée ou tripton sel (dilution au 1/10) qu'on appelle A :
- Prendre 1ml de solution A dans 9ml d'eau distillée salée ou tripton sel (1/100) qu'on appelle solution B ;
- Prendre 1ml de solution B dans 9ml d'eau distillée salée ou le tripton (1/1000) qu'on appelle solution C.

5.3.8.3. Recherche des germes

Milieux de culture :

- Bouillon tamponné : eau peptonée ordinaire à pH=7
 - Bouillon lactosé bilé au vert brillant
 - Bouillon lactose avec de bromocresol
 - Gélose SS
 - Gélose lactosée de Drigalski
- a) Prendre 1ml de la solution mère et les dilutions obtenues, mettre dans les bouillons BCP ou le bouillon lactosé bilié au vert brillant, mettre les bouillonsensemencés dans l'étuve à 37°C pendant 48H ;
- b) Prendre 1ml de la solution mère dans 10ml du bouillon tamponné puis les mettre dans l'étuve à 37°C pendant 24H ;
- c) Prendre 0.1ml des solutions mère, et dilué dans une boîte de pétri contenant respectivement les géloses préalablement préparée. L'ensemble est ensuite mis dans l'étuve pendant 24H à 37°C.

Nous avons recherché la présence des colonies sur les milieux de culture. En cas de leur présence nous avons effectué l'identification de la bactérie par la galerie API.

5.3.9. FORMULATIONS GALENIQUES

Les matériels utilisés sont mentionnés en annexe.

5.3.9.1. Granulation

L'additif est ajouté à une proportion de 10% du poids de la farine de pulpe de baobab.

5.1.3.9.1.1. Granulation par la voie sèche

Elle s'est faite avec additif et sans additif (sucre de canne de production local).

La formule de production des granulés a été :

Quantité de la poudre de pulpe de baobab :	250g	125g
Quantité de sucres :	25g	12.5g

Elle a consisté à :

- Faire la compression de la farine de *Adansonia digitata* à l'aide d'un compresseur ;
- Broyer et calibrer le comprimé obtenu ;
- Tamiser les granulés obtenus à l'aide d'un tamis inoxydable calibré d'ouverture 1.25mm pour assurer l'homogénéité des granulés.

5.1.3.9.1.2. Granulation par la voie humide

La formule de production des granulés de la voie humide a été :

Quantité de la poudre de pulpe de baobab :	250g	125g
Quantité de sucres :	25g	12.5g
Quantité d'eau :	90ml	45ml

La granulation par la voie humide a été effectuée par mouillage avec de l'eau distillée et avec de la solution de saccharose. Nous avons ajouté 90ml de solution à 250g de farine de pulpe de *Adansonia digitata* de l'échantillon de Fandjela ; et 45ml pour 125g de l'échantillon de Kogué. Le mélange ainsi obtenu, ont été passé à l'aide d'une spatule souple par un tamis d'ouverture 1.25 mm. Les graines ont été ensuite séchées à l'étuve à 40°C pendant 12 heures. Le calibrage a été effectué par tamisage avec un tamis inoxydable calibré.

5.3.9.2. Contrôle de qualité des granules

5.3.9.2.1. Analyse granulométrique

Nous avons utilisé cinq tamis superposés de différents calibres. La maille des tamis a été définie ultérieurement. Nous avons apprécié la quantité des résidus sur chaque tamis utilisé. L'appréciation des résidus a été faite par la détermination de leurs poids.

5.3.9.2.2. Mesure de l'humidité résiduelle

Cet essai a concerné la granulation par la voie humide. L'humidité des granulés peut être appréciée au toucher, nous avons réalisé ce contrôle par méthode gravimétrique de détermination de teneur en eau. Le taux d'humidité optimum varie d'un cas à l'autre, mais en général son ordre de grandeur est de 4 à 6% (Sangaré, 2006).

5.3.9.2.3. Essai d'écoulement

Cet essai a consisté à mettre dans un entonnoir normalisé à verre, 100g de granulés. Avant de mettre les granulés, nous avons fermé le bout de l'entonnoir avec la main, les laissé s'écouler en notant le temps d'écoulement.

5.3.9.2.4. Essai de stabilité

Cet essai a été fait par la vérification des caractéristiques qualitatives des granulés. Cette vérification se porte sur les granulés conservés à 40°C pendant 15 jours à un mois. Ces caractéristiques qualitatives sont : la présence des moisissures, le gout et le pH qui sont entre autres les propriétés physico-chimiques des granulés.

5.3.9.2.5. Tests phytochimiques

Teneur en éléments minéraux, elle est effectuée par la même méthode précédemment citée.

5.3.9.2.6. Test bactériologique

Cet essai a été réalisé au laboratoire bactériologique sur les macéré aqueux de la farine de pulpe de *Adansonia digitata*, provenant de quatre localités. Nous avons cherché les *Salmonella*, et les *Escherichia coli*. L'ensemencement a été fait sur les milieux de culture de Drigaski, la gélose SS, les géloses EMB coulées dans une boîte de pétri et incubé à l'étuve pendant 24h.

❖ Prélèvement

Nous avons travaillé sur les granulés de farines de la pulpe de *Adansonia digitata*.

❖ Méthode d'analyse

Nous avons pris 1g de granulés, ajouté 9ml d'eau distillée. Nous avons placé l'ensemble au bain-marie à 47°C pendant 5mn.

❖ Recherche des germes:

Milieux de culture :

- Bouillon sélénite
- Bouillon lactosé bilé au vert brillant
- Bouillon lactose au bromocresol
- Gélose SS

a) Prendre 1ml de la solution mère, mettre dans le bouillon sélénite et le bouillon de culture des bactéries à Gram négatif, mettre le bouillonensemencé dans l'étuve à 37°C pendant 24H.

b) Ensemencer les géloses SS en stries.

Gélose lactosée de Drigalski

c) Prendre 1ml de la solution mère, mettre dans les bouillons BCP ou le bouillon lactosé bilé au vert brillant, mettre le bouillonensemencé dans l'étuve à 37°C pendant 48H.

d) Ensemencer les géloses Drigalski et EMB en stries.

5.3.9.3. Fabrication des Comprimés

Nous avons procédé à la compression directe de la poudre et des granulés précédemment obtenus (granulés de la voie sèche et humide). Cette compression a été effectuée avec un appareil de compression alternative de Erweka de type EKO. La compression nous a permis d'obtenir des comprimés sucrés et non sucrés.

5.3.9.3.1. Essai en cours de fabrication

❖ Uniformité de masse

Cet essai a consisté à :

- Peser 20 comprimés et à déterminer le poids moyen de ces comprimés,
- peser ces comprimés isolement,
- Mesurer l'écartype entre les poids des comprimés pesés isolement.

Cette prise d'essai des comprimés est faite à chaque 5mn.

5.1.3.9.3.2. Essai sur les comprimés finis

❖ Contrôle macroscopique

Il est fait par un examen visuel. Nous avons vérifié la surface des comprimés car elle doit être lisse et brillante.

❖ Dureté

Elle a consisté à déterminer la force minimum nécessaire pour briser un comprimé. Nous l'avons réalisé sur 10 comprimés à l'aide d'un appareil de Erweka.

❖ Essai de friabilité

La friabilité est déterminée avec un appareil de Erweka. 10 comprimés sont placés dans l'appareil qui va leur faire subir des frottements et des chutes pendant 15 minutes sous une rotation de 30mn/s. Les comprimés sont pesés avant et après le traitement. La perte de poids doit être minime. Les comprimés qui en perdent beaucoup, ne supporteront pas les manipulations qu'ils doivent subir jusqu'au moment du conditionnement.

❖ Temps de délitement ou temps de désagrégation

Il a consisté à faire deux essais sur les comprimés. Chaque essai a consisté à mettre cinq comprimés dans un panier, puis nous avons mis un petit poids. Ce panier est ensuite plongé dans une solution d'eau distillée à 37°C, mis dans un mouvement de va et vient. Nous avons observé les comprimés jusqu'à la désagrégation totale, puis nous avons noté le temps pendant lequel ils sont désagrégés.

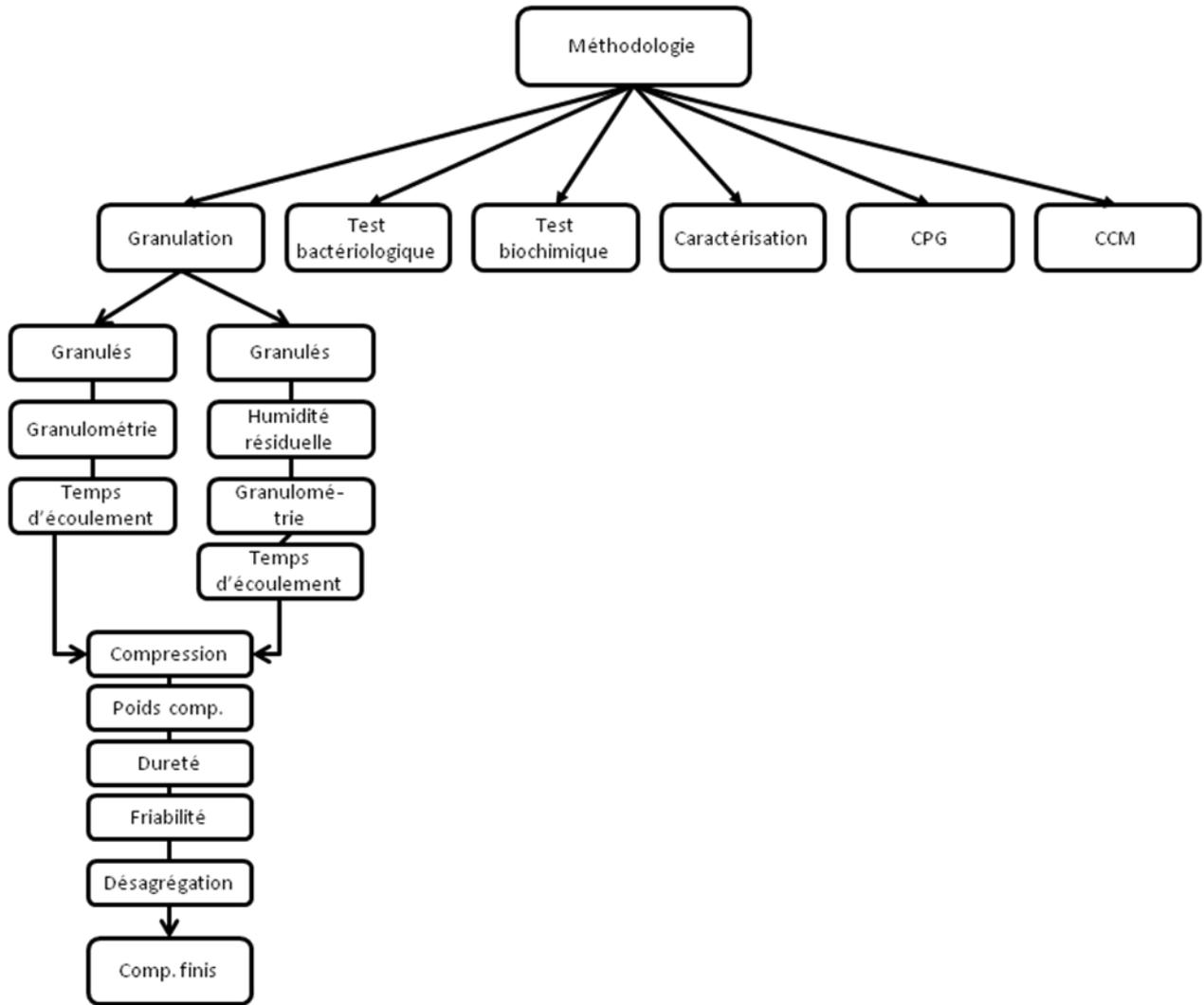


Figure 12 : Schéma résumant la méthodologie

Résultats

VI. RESULTATS

Nos résultats comportent les données de contrôle de qualité de la farine de la pulpe de *Adansonia digitata* et les deux formes galéniques préparées.

6.1. MATERIEL VEGETAL

Les données concernent les caractères organoleptiques, macroscopiques, microscopiques, les extraits, les dosages, les constituants chimiques, la charge microbienne des échantillons de la farine de la pulpe de *Adansonia digitata*.

6.1.1. CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET MACROSCOPIQUES

L'observation organoleptique et macroscopique a été effectuée sur la farine de la pulpe de *Adansonia digitata*, provenant de quatre localités du Mali. Les résultats sont portés dans le tableau N°III :

Tableau III : Caractères organoleptiques et macroscopiques des échantillons de la farine de pulpe de baobab

<i>Echantillon</i>	<i>Odeur</i>	<i>Couleur</i>	<i>Saveur</i>	<i>Pourcentage d'impuretés</i>
Kodjuguni	Caractéristique	Jaune claire	Peu acidulé	0.75
Kogué	Caractéristique	Jaune plus claire	Acidulé	0.59
Fandjela	Caractéristique	Jaune plus claire	Acidulé	0.038
Kulubasanankoro	caractéristique	Jaune claire	Plus acidulé	0.88

Les impuretés sont constituées par les corps étrangers : les feuilles, les épicarpes, les graines, et les fibres de baobab.

Les différents échantillons ont presque les mêmes caractéristiques organoleptiques. La différence est notée surtout au niveau du pourcentage d'impureté. L'échantillon de Kulubasanankoro est le plus impur par contre l'échantillon de Fandjela est le moins riche en corps étranger.

6.1.2. CARACTERES MICROSCOPIQUES

L'observation microscopique de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* de nos échantillons, a permis l'identification des éléments de la figure 12.

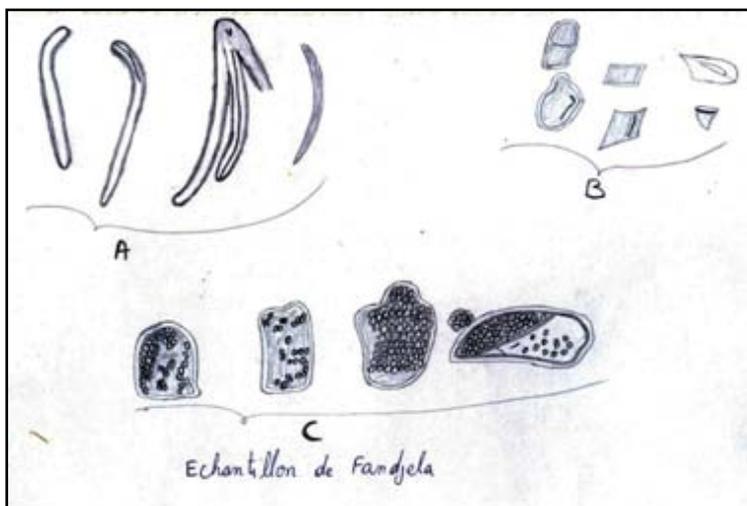


Figure 13 : Elément de la microscopique de pulpe de Baobab

A : les fibres sous différentes présentations

B : les cristaux d'oxalate de calcium

C : les grains d'amidon entassés au dessus des cristaux d'oxalate de calcium

6.1.3. DOSAGES

Les dosages effectués sur la pulpe du fruit de *Adansonia digitata* ont donné des rendements que nous avons résumés dans le tableau N°IV.

Tableau IV : Résultats des dosages effectués sur les échantillons

<i>Types de dosages (%)</i>	<i>Kodjuguni</i>	<i>Kogué</i>	<i>Fandjela</i>	<i>Kulubasanankoro</i>
Teneur en eau (M. gravimétrique)	10.19	9.74	5.87	10.12
Teneur en eau (M. azéotrope)	10	12	10	8
Cendres totales	5.03	5.71	6.07	4.86
Cendres chlorhydriques	0.27	0.27	0.66	0.27
Cendres sulfuriques	6.76	7.43	7.72	6.06

Nous constatons dans ce résultat que la teneur en eau est supérieure à 10 pour les échantillons Kodjuguni et Kulubasanankoro (M. gravimétrique) et Kodjuguni, Kogué, Fandjela (M. azéotrope).

La teneur en cendres chlorhydriques la plus élevée est celle de Fandjela (0.66%) ; cela indique une possibilité de contamination avec la silice, le sable de l'échantillon.

6.1.4. ETUDES PHYTOCHIMIQUES

6.1.4.1. Extractions

Nous avons réalisé des extractions aqueuses et éthanoliques des différents échantillons. Les rendements de ces extractions sont consignés dans le tableau V.

Tableau V : Extraction des différents échantillons

<i>Echantillon</i>	<i>Type d'extraction</i>	<i>Solvants</i>	<i>Rendements (%)</i>
Kodjuguni	Macération	Eau	66.70
		Ethanol à 70%	37.94
Kogué	Macération	Eau	65.95
		Ethanol à 70%	36.87
Fandjela	Macération	Eau	64.35
		Ethanol à 70%	34.60
Kulubasanankoro	Macération	Eau	55.50
		Ethanol à 70%	32.49

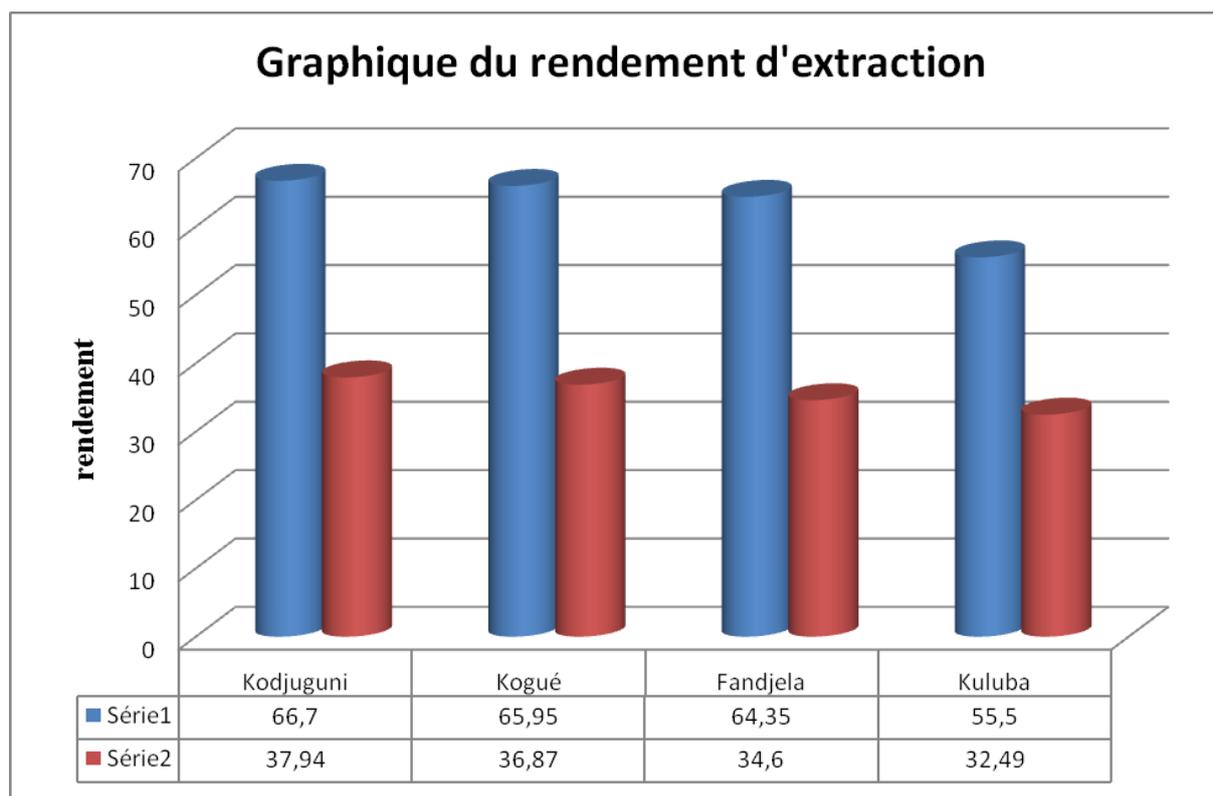


Figure 14 : Graphique de l'extraction de la farine de pulpe de baobab

Série1 : extraction avec l'eau distillée

Série2 : extraction avec l'éthanol à 70%.

Plus de substances contenues dans la farine de baobab sont extraites avec l'eau que l'éthanol à 70%. L'échantillon, avec le meilleur rendement est celui de Kodjuguni (66.70%) avec l'eau et (37.94%) avec l'éthanol.

6.1.4.2. Caractérisations des groupes chimiques en tubes

Les résultats des caractérisations des groupes chimiques en tube sont interprétés comme suit :

- Réactions très positives : + + + +
- Réaction positive : + + +
- Réaction peu positive : + +
- Trace : +

Le tableau VI donne les résultats de caractérisation des groupes chimiques en tube de la farine de la pulpe de *Adansonia digitata* provenant de quatre localités.

Tableau VI : Résultat des réactions caractérisations des groupes chimiques des échantillons de pulpe de *Adansonia digitata*

<i>Groupes chimiques</i>	<i>Kodjuguni</i>	<i>Kogué</i>	<i>Fandjela</i>	<i>Kulubasanankoro</i>
Coumarines	+++	+++	+++	+++
Flavonoïdes	+	+	+	+
Tanins	++	++	++	++
Tanins catéchiques	+++	+++	+++	+++
Oses et holosides	++++	++++	++++	++++
Polyuronides (mucilages)	++++	++++	++++	++++
Stérols et triterpènes	+++	+++	+++	+++
Leucoanthocyanes	++++	++++	++++	++++

Les saponosides, les hétérosides cardiotoniques, les composés réducteurs n'ont pas été caractérisés dans la farine de pulpe de baobab de nos différents échantillons. Les substances caractérisées ont presque la même teneur dans les différents échantillons.

6.1.4.3. La Chromatographie sur Couche Mince (CCM)

Les résultats de la chromatographie sur couche mince, d'une plaque silicagel 60 sans indicateur de fluorescence de la pulpe de baobab éluée dans le BAW (65-20-25), sont reportés dans les tableaux N° VII, VIII, IX, X. Les tableaux sont réalisés par échantillon et contiennent des valeurs de Rf des taches observées sous UV 366 nm et observées après la révélation avec les réactifs : Godin (réactif universels). Aucune substance n'est observée sur la plaque à 254nm et celle révélée au AlCl₃. Par contre sur les plaques révélées avec du DDPH et FeCl₃, il est observé respectivement des substances au niveau du dépôt, de couleur jaune (substances polyphénoliques...) et vert noir (tanin).

Tableau VII : Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kodjuguni

<i>Extrait</i>	<i>Rf</i>	<i>366</i>	<i>Godin</i>
<i>Aqueux</i>	0.09	-	Rose tirant sur le gris
	0.1	Bleu violet foncé	-
	0.14	Bleu violet très clair	-
	0.15	-	Rose tirant sur le gris
	0.22	Bleu violet très foncé	-
	0.27	Bleu violet foncé	-
	0.29	-	Rose tirant sur le gris
	0.37	-	Terre d'ombre naturelle
	0.42	Bleu violet foncé	-
	0.45	-	Terre d'ombre naturelle
	0.51	-	Terre d'ombre naturelle
	0.59	-	Ocre à tendance froide
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle
	<i>EtOH</i>	0.09	-
0.1		Bleu violet foncé	-
0.14		Bleu violet très clair	-
0.15		-	Rose tirant sur le gris
0.2		Bleu violet très foncé	-
0.21		-	Rose tirant sur le gris
0.25		Bleu violet foncé	-
0.27		-	Rose tirant sur le gris
0.35		-	Terre d'ombre naturelle
0.41		Bleu violet foncé	-
0.44		-	Terre d'ombre naturelle
0.5		-	Terre d'ombre naturelle
0.57		-	Ocre à tendance froide
0.84		-	Rouge anglais
0.97		Bleu violet très foncé	Terre d'ombre naturelle

Dans ce tableau, nous avons observé 13 substances pour l'extrait aqueux et 15 substances pour l'extrait éthanol à 70%. Cela pourrait conclure que les substances extraites par l'eau sont moins séparées dans notre condition d'expérience, que l'éthanol à 70%.

Tableau VIII : Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kogué

<i>Extrait</i>	<i>Rf</i>	<i>366</i>	<i>Godin</i>
<i>Aqueux</i>	0.1	Bleu violet foncé	-
	0.15	Bleu violet très clair	Rose tirant sur le gris
	0.2	Bleu violet très foncé	-
	0.26	Bleu violet foncé	-
	0.42	Bleu violet foncé	-
	0.45	-	Terre d'ombre naturelle
	0.59	-	Ocre à tendance froide
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle
<i>EtOH</i>	0.1	Bleu violet foncé	Rose tirant sur le gris
	0.16	Bleu violet très clair	Rose tirant sur le gris
	0.21	Bleu violet très foncé	Rose tirant sur le gris
	0.26	Bleu violet foncé	-
	0.27	-	Rose tirant sur le gris
	0.34	-	Terre d'ombre naturelle
	0.41	Bleu violet foncé	-
	0.42	-	Terre d'ombre naturelle
	0.5	-	Terre d'ombre naturelle
	0.57	-	Ocre à tendance froide
	0.83	-	Rouge anglais
	0.97	Bleu violet très foncé	Terre d'ombre naturelle

Nous avons observé 8 substances pour l'extrait aqueux et 12 substances pour l'extrait éthanol à 70%. Cela pourrait conclure que les substances extraites par l'eau sont moins séparées dans notre condition d'expérience, que l'éthanol à 70%.

Tableau IX: Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Fandjela

<i>Extrait</i>	<i>Rf</i>	<i>366</i>	<i>Godin</i>
<i>Aqueux</i>	0.09	-	Rose tirant sur le gris
	0.1	Bleu violet foncé	-
	0.15	Bleu violet très clair	Rose tirant sur le gris
	0.22	Bleu violet très clair	-
	0.27	Bleu violet foncé	Rose tirant sur le gris
	0.43	Bleu violet foncé	Terre d'ombre naturelle
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle
<i>EtOH</i>	0.12	Bleu violet foncé	-
	0.15	Bleu violet très clair	Rose tirant sur le gris
	0.21	-	Rose tirant sur le gris
	0.24	Bleu violet très foncé	-
	0.27	Bleu violet foncé	Rose tirant sur le gris
	0.35	-	Terre d'ombre naturelle
	0.41	Bleu violet foncé	Terre d'ombre naturelle
	0.46	-	Terre d'ombre naturelle
	0.84	-	Rouge anglais
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle

Nous avons observé 7 substances pour l'extrait aqueux et 10 substances pour l'extrait éthanol à 70%. Cela pourrait conclure que les substances extraites par l'eau sont moins séparées dans notre condition d'expérience, que l'éthanol à 70%.

Tableau X: Les Rf des substances révélées avec différents révélateurs de l'échantillon de Kulubasanankoro

<i>Extrait</i>	<i>Rf</i>	<i>366</i>	<i>Godin</i>
<i>Aqueux</i>	0.1	-	Rose tirant sur le gris
	0.12	Bleu violet foncé	-
	0.16	Bleu violet très clair	-
	0.17	-	Rose tirant sur le gris
	0.22	Bleu violet foncé	-
	0.27	Bleu violet foncé	-
	0.36	-	Terre d'ombre naturelle
	0.41	Bleu violet foncé	Terre d'ombre naturelle
	0.49	-	Terre d'ombre naturelle
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle
<i>EtOH</i>	0.1	-	Rose tirant sur le gris
	0.12	Bleu violet foncé	-
	0.18	Bleu violet très clair	Rose tirant sur le gris
	0.24	Bleu violet très foncé	-
	0.29	Bleu violet foncé	Rose tirant sur le gris
	0.35	-	Terre d'ombre naturelle
	0.42	Bleu violet foncé	Terre d'ombre naturelle
	0.49	-	Terre d'ombre naturelle
	0.59	-	Terre d'ombre naturelle
	0.84	-	Rouge anglais
	0.97	Bleu violet très clair	Terre d'ombre naturelle

Nous avons observé 10 substances pour l'extrait aqueux et 11 substances pour l'extrait éthanol à 70%. Cela pourrait conclure, les substances extraites par l'eau sont moins séparées dans notre condition d'expérience, que l'éthanol à 70%.

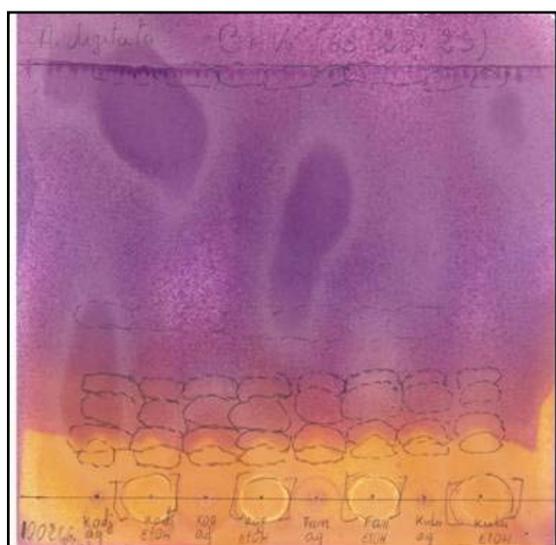


Figure 15 : Plaque CCM révélée au DDPH

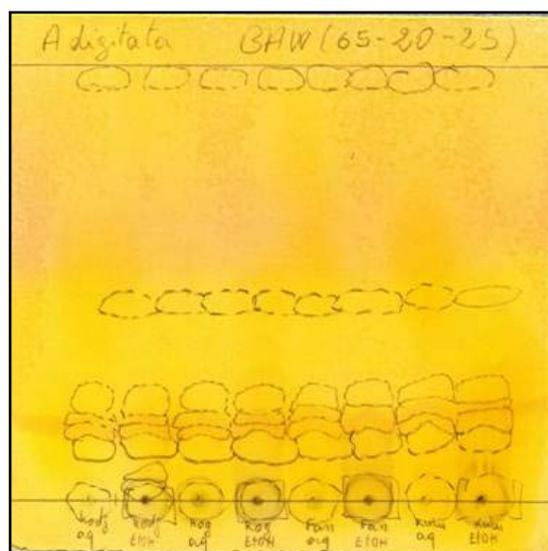


Figure 16 : Plaque CCM révélée avec FeCl_3

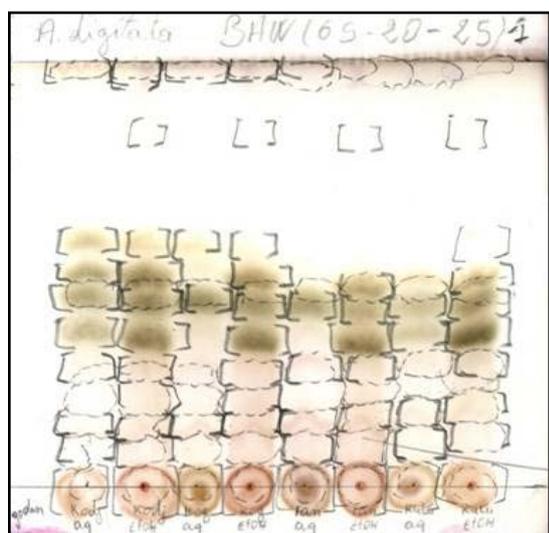


Figure 17 : Plaque CCM révélée au Godin

Eluant: BAW (65 – 20- 25)

De la gauche à la droite nous avons au dépôt : Kodjuni aqueux, Kodjuguni éthanol, Kogué aqueux, Kogué éthanol, Fandjela aqueux, Fandjela éthanol, Kulubasanankoro aqueux, Kulubasanankoro éthanol.

6.1.4.4. Dosages des minéraux

Le résultat du dosage des minéraux est reporté dans le tableau N°XI en fonction de l'échantillon et du type de l'extrait. Les valeurs des minéraux sont exprimées en mg pour 100g d'extrait.

Tableau XI : La teneur en élément minéraux contenus dans nos extraits et la farine de pulpe de *Adansonia digitata*

<i>Echantillon</i>	<i>Type d'extrait</i>	<i>Ca</i>	<i>K</i>	<i>Fe</i>	<i>Na</i>
Kodjuguni	aqueux	26.4	2809.9	-	100.19
	éthanolique	2.82	1034.70	-	40.58
	Poudre entière	3.96	1919.8	-	12.15
Kogué	aqueux	32.13	2872.30	-	77.43
	éthanolique	1.04	1779.67	-	59.84
	Poudre entière	5.61	2322.17	-	13.66
Fandjela	aqueux	63.81	4511.55	-	78.07
	éthanolique	2.5	1763.09	10.49	28.82
	Poudre entière	10	2015.74	23.74	13.03
Kulubasanakoro	aqueux	37.62	2492.48	-	63.76
	éthanolique	5.29	1549.82	25.83	75.99
	Poudre entière	4.73	1773.63	-	10.87

Les minéraux sont plus présents dans les extraits aqueux que dans les extraits éthanoliques. Tous les échantillons contiennent plus de potassium que de sodium. Par contre le fer n'est présent que dans les échantillons Fandjela et Kulubasanankoro. Le calcium est présent en quantités inférieures dans tous les échantillons.

6.1.4.5. La charge bactérienne

Aucune présence de *Escherichia coli* et de *Salmonella* n'est observée dans les différents échantillons.

6.1.4.6. Le dosage des monosaccharides

Dans le tableau N°XII, nous présentons la composition en monosaccharides des polysaccharides de l'extrait macéré aqueux à 10% lyophilisé de la farine de pulpe du fruit de *Adansonia digitata*.

Tableau XII : Composition en monosaccharides des polysaccharides de la pulpe du fruit de *Adansonia digitata*

Désignations	Ara	Rha	Xyl	Glc	Gala
Kodjuguni	-	-	6.7	50.1	43.3
Kogué	1.8	1.0	10.0	42.2	45.0
Fandjela	-	-	8.3	48.6	43.1
Kulubasanankoro	-	-	7.9	45.8	46.33

Le galactose et le glucose sont les monosaccharides majoritaires dans la farine de pulpe de tous nos échantillons de *Adansonia digitata*. Le xylose est également présent dans tous échantillons ; par contre l'arabinose et le rhamnose ne sont présents que dans l'échantillon de Kogué.

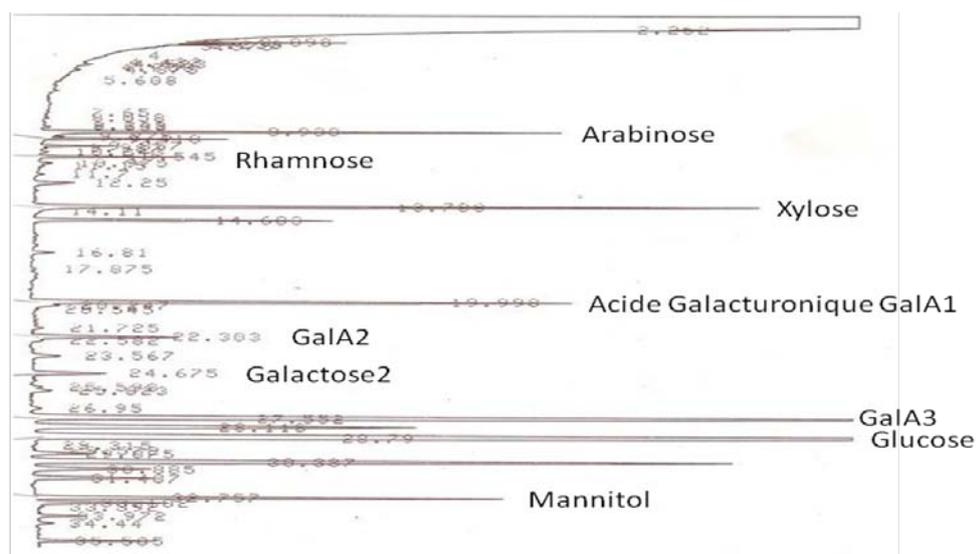


Figure 18 : Chromatogramme GC de l'extrait aqueux de la pulpe du fruit *Adansonia digitata*

Cette chromatographie a été réalisée dans les conditions qui suivent.

Débit d'écoulement : 1.8ml/mn

Débit de séparation : 15ml/mn

Volume injecté : 1.0µl

T° d'injection : 260°C

T° de détection : 310°C

Programme de température :

- 140°C à 170°C avec une évolution de 1°C par minute
- 170°C à 250°C avec une évolution de 6°C par minute
- 250°C à 300°C avec une évolution de 50°C par minute.

6.1.4.7. La formulation galénique

6.1.4.7. 1. Les granulés

Les granulés obtenus par les voies sèches et humides ont subis des contrôles de qualité. Ces contrôles étaient la granulométrie, l'écoulement et la stabilité. Seuls les granulés de la voie humides étaient soumis au contrôle de l'humidité résiduelle.

6.1.4.7.1.1. Humidité résiduelle

L'humidité résiduelle des granulés de la voie humide est consignée dans le tableau XIII en pourcentage. Elle est fonction du type de granulés.

Tableau XIII : Humidité résiduelle de différents types de granulés en pourcentage

<i>Désignation</i>	<i>Teneur en eau (%)</i>
KASV_H	7.63
KSSV_H	8.35
FASV_H	8.14
FSSV_H	8.02

FASV_H : Echantillon Fandjela avec sucre voie humide

FSSV_H : Echantillon Fandjela sans sucre voie humide

KASV_H : Echantillon Kogué avec sucre granulation voie humide

KSSV_H : Echantillon Kogué sans sucre granulation voie humide

L'humidité résiduelle des granulés est inférieure à 10% pour tous les échantillons. Les KSSV_H ont le plus grand taux d'humidité.

6.1.4.7.1.2. Granulométrie

La granulométrie est effectuée sur les deux types de granulés des deux voies de granulations.

❖ Granulométrie de la voie sèche

Dans le tableau N°XIV et la figure N°15, nous montrons la granulométrie des granulés de la voie sèche. Les résultats de cette granulométrie sont définis selon l'ouverture des mailles de tamis et également en fonction du poids et du pourcentage de refus sur chaque tamis.

Tableau XIV : Granulométrie des granulés de la voie sèche

Ouverture des tamis (mm)	KASV _S		KSSV _S		FASV _S		FSSV _S	
	Refus sur chaque tamis		Refus sur chaque tamis		Refus sur chaque tamis		Refus sur chaque tamis	
	g	%	g	%	g	%	g	%
< 0.315	59.82	61.79	79.91	81.79	57.7	58.82	69.63	72.43
0.315	3.91	4.04	2.85	2.92	6.45	6.58	4.49	4.67
0.500	14.35	14.80	4.19	4.28	18.03	18.38	8.13	8.46
1	8.43	8.71	4.09	4.19	9.71	9.90	9.48	9.86
1.3	10.07	10.40	6.41	6.56	6.08	6.20	4.33	4.5
1.7	0.23	0.24	0.25	0.26	0.12	0.12	0.04	0.04
TOTAL	96.81	100	97.7	100	98.09	100	94.13	100

FASV	: Fandjela avec sucres voie sèche
FASV_H	: Fandjela avec sucre voie humide
FSSV_H	: Fandjela sans sucre voie humide
FSSV_S	: Fandjela sans sucre voie sèche
KASV_H	: Kogué avec sucre granulation voie humide
KASV_S	: Kogué avec sucre granulation voie sèche
KSSV_H	: Kogué sans sucre granulation voie humide
KSSV_S	: Kogué sans sucre granulation voie sèche

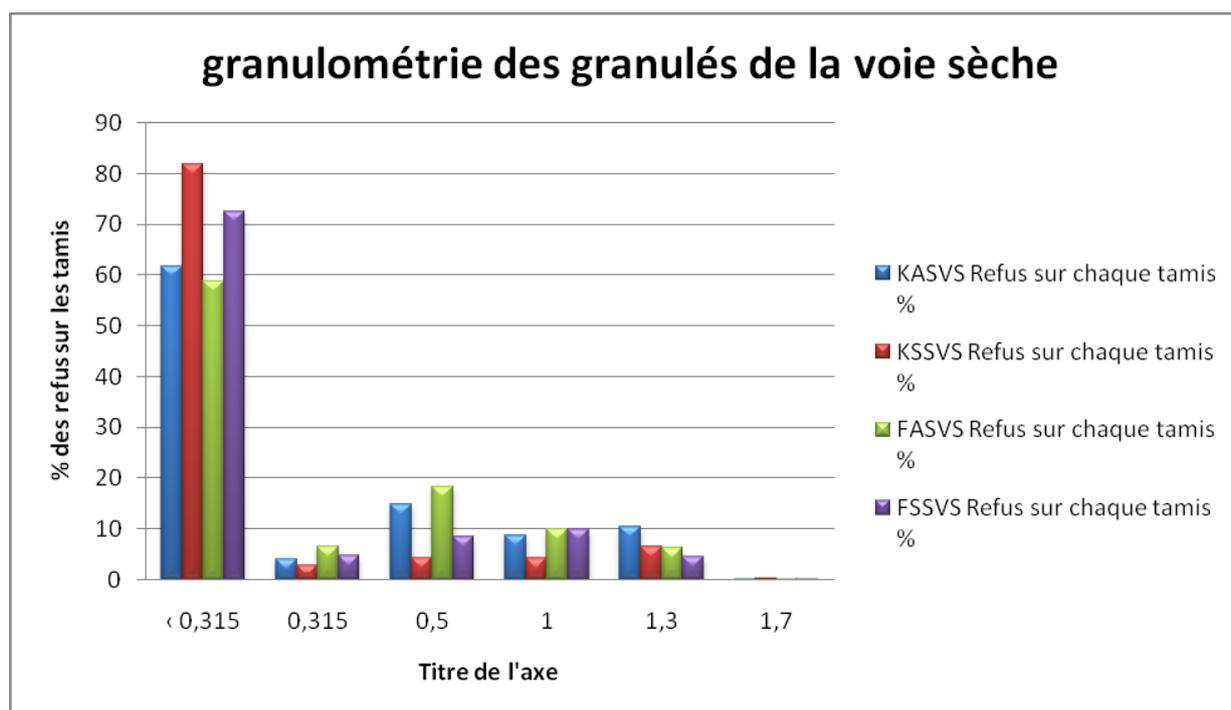


Figure 19 : Graphique de la granulométrie des granulés de la voie sèche.

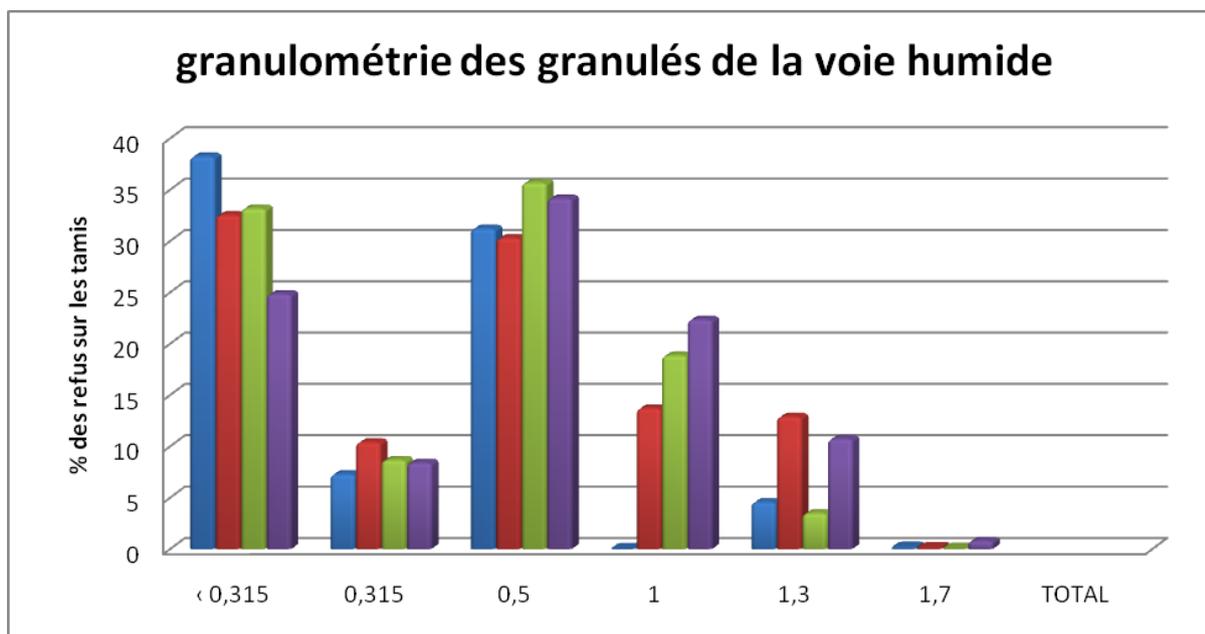
Plus de 50% de nos granulés ont un diamètre inférieur à 0.315mm et moins de 1% sont supérieur à 1.7mm

❖ **Granulométrie des granulés voie humide :**

Dans le tableau N°XV et la figure N°16, nous montrons la granulométrie des granulés de la voie humide. Les résultats de cette granulométrie sont définis selon l'ouverture des mailles de tamis et également en fonction du poids et du pourcentage de refus sur chaque tamis.

Tableau XV : Granulométrie des granulés de la voie humide

Ouverture des tamis (mm)	KASV _H		KSSV _H		FASV _H		FSSV _H	
	Refus sur chaque		Refus sur chaque		Refus sur chaque		Refus sur chaque	
	g	%	g	%	g	%	g	%
< 0.315	37.58	38.25	31.69	32.53	32.94	33.18	23.18	24.84
0.315	7.17	7.30	10.13	10.40	8.62	8.68	8.27	8.41
0.500	30.67	31.22	29.52	30.30	35.43	35.69	33.58	34.16
1	18.10	8.42	13.34	13.70	18.72	18.86	21.96	22.34
1.3	4.5	4.58	12.56	12.89	3.48	3.50	10.55	10.73
1.7	0.22	0.22	0.16	0.16	0.05	0.05	0.78	0.79
TOTAL	98.24	100	97.4	100	99.27	100	98.32	100

**Figure 20** : Graphique de la granulométrie des granulés de la voie humide.

Avec les granulés par la voie humide, moins de 50% des granulés ont un diamètre inférieur au tamis de l'ouverture 0.315mm.

6.1.4.7.1.3. Ecoulement

Les résultats de contrôle d'écoulement des granulés sont consignés dans le tableau N° XVI. Ces résultats sont fonction du type de granulé et également du temps d'écoulement.

Tableau XVI : Moyenne du temps d'écoulement des granulés

Désignation	Temps d'écoulement (seconde)
KASV_S	6.93
KSSV_S	4.83
KASV_H	5.8
KSSV_H	6.05
FASV_S	4.95
FSSV_S	6.76
FASV_H	5.77
FSSV_H	7.76

La farine de la pulpe de nos échantillons n'a pas coulé à travers l'entonnoir. La granulation a modifié l'écoulement. Nous constatons que les granulés avec l'additif (sucre) coulent plus que ceux sans additif selon la voie sèche de la granulation. Par contre les granulés sans sucre de la voie humide coulent beaucoup plus que ceux avec sucre.

6.1.4.7.1.4. Stabilité

Après 15 jours dans l'étuve, nous avons constaté que :

- Les granulés avaient les mêmes couleurs et goûts que la farine de la pulpe ;
- Les granulés étaient sans moisissures ;
- Le pH (3) était identique pour les granulés et la farine de la pulpe.

6.1.4.7.1.5. Dosage des minéraux

Le résultat du dosage des minéraux est reporté dans le tableau N°XVII en fonction de l'échantillon et du type de l'extrait. Les valeurs des minéraux sont exprimées en mg pour 100g d'extrait.

Tableau XVII : Teneur en éléments minéraux en mg pour 100g des granulés

<i>Désignation</i>	<i>Ca</i>	<i>Na</i>	<i>K</i>
KASV_S	15.12	68.66	2605.97
KSSV_S	15.32	27.19	2264.04
KASV_H	12.80	28.44	1975.35
KSSV_H	12	13.8	1899.33
FASV_S	10.85	25.94	1947.17
FSSV_S	10.34	27.76	2163.79
FASV_H	9.95	25.17	1860.69
FSSV_H	11.94	32.04	2422.38

Le potassium est majoritaire dans tous les types de granulés, avec une prédominance dans les KASV_S. Le calcium est présent dans les types de granulés à des valeurs plus faibles que celle des autres minéraux dosés. Le fer n'a pas été détecté dans les granulés.

6.1.4.7.1.6. Dissolution des granules

Les granulés restent mouillés dans la solution après 10mn d'agitation

6.1.4.7.1.7. Charge bactérienne

Aucune bactérie pathogène n'a été identifiée dans les différents types de granulés de la farine de pulpe de baobab.



Figure 21 : Les granulés conditionnés dans les flacons de 60ml

6.1.4.7.2. Les comprimés

Les différents contrôles de qualités des comprimés sont entre autres l'uniformité de masse, la dureté, la friabilité, la désagrégation et les caractéristiques macroscopiques.

6.1.4.7.2. 1. Uniformité de masse

Le tableau N° XVIII, présente la masse moyenne et l'écart-type de 20 comprimés pris en 2 temps. Ces résultats sont exprimés en g.

Tableau XVIII : Masse moyenne et écart-type de 20 comprimés pris en 2 temps pour chaque échantillon

<i>Echantillon</i>	<i>Moyenne (g)</i>	<i>Ecart-type (g)</i>
KASV_S	0.58	± 0.02
	0.57	± 0.01
KSSV_S	0.47	± 0.01
	0.47	± 0.01
KASV_H	0.50	± 0.09
	0.49	± 0.009
KSSV_H	0.39	± 0.01
	0.42	± 0.006
KAScpD	0.50	± 0.023
	0.46	± 0.03
FASV_S	0.56	± 0.006
	0.58	± 0.02
FSSV_S	0.53	± 0.009
	0.52	± 0.008
FASV_H	0.58	± 0.01
	0.59	± 0.007
FSSV_H	0.52	± 0.007
	0.50	± 0.03
FAScpD	0.49	± 0.03
	0.49	± 0.01

FAScpD : Fandjela avec sucre des comprimés obtenus par compression directe

FASV_S : Fandjela avec sucres voie sèche

FASV_H : Fandjela avec sucre voie humide

FSScpD : Fandjela sans sucre des comprimés obtenus par compression directe

FSSV_H : Fandjela sans sucre voie humide

FSSV_S : Fandjela sans sucre voie sèche

KAScpD : Kogué avec sucre comprimé obtenu par compression directe

KASV_H : Kogué avec sucre granulation voie humide

KASV_S : Kogué avec sucre granulation voie sèche

KSScpD : Kogué sans sucre des comprimés obtenus par la compression directe

KSSV_H : Kogué sans sucre granulation voie humide

KSSV_S : Kogué sans sucre granulation voie sèche

Les comprimés de chaque type de granulés pèsent environ 500mg. L'écart-type de nos comprimés est petit de ± 0.009 à ± 0.03 . Ces valeurs de l'écart-type indiquent une uniformité du poids des comprimés.

6.1.4.7.2.2. Caractères macroscopiques des comprimés

Les comprimés obtenus à partir des granulés par la voie humide ont une couleur plus foncée avec la surface est lisse mais non brillante. Tandis que les comprimés de la voie sèche et ceux de compression directe ont une surface lisse et brillante.

6.1.4.7.2.3. Dureté

Le tableau XIX, présente la moyenne et l'écart-type de la dureté des différents comprimés. La dureté est exprimée en Newton.

Tableau XIX : Moyenne et écart-type de chaque 10 prise d'essai des différents échantillons

<i>Echantillon</i>	<i>Moyenne (Newton)</i>	<i>Ecart-type</i>
KASV _S	113.1	7.82
KSSV _S	44	3.86
KASV _H	26.7	4.24
KSSV _H	24.7	4.80
KAScpD	42.1	3.03
KSScpD	29.4	3.92
FASV _S	46.9	9.94
FSSV _S	60.6	2.75
FASV _H	45.6	6.62
FSSV _H	64.3	4.78
FAScpD	29.8	2.66
FSScpD	23.4	3.2

Les comprimés préparés avec KASV_S sont les plus durs, tandis que ceux préparés avec FSScpD sont les moins durs. Les écart-types sont un peu élevés, entre $\pm 2,66$ pour FAScpD et

± 9.94 pour FASV_S. Ceci nous indique que la dureté de nos comprimés n'est pas très uniforme.

6.1.4.7.2.4. Friabilités

La perte de poids (friabilité) des différents comprimés est exprimée en pourcentage dans le tableau N° XX.

Tableau XX : Pourcentage de poids perdu par des comprimés après les tests de friabilités

<i>Echantillon</i>	<i>Friabilité (%)</i>
KASV _S	1.40
KSSV _S	4.61
KASV _H	100
KSSV _H	43.11
KAScpD	21.82
KSScpD	24.24
FASV _S	16.49
FSSV _S	5.04
FASV _H	8.51
FSSV _H	5.67
FAScpD	26.06
FSScpD	20.08

Les comprimés KASV_S sont moins friables que les autres comprimés, tandis que ceux KASV_H sont très friables de telle sorte qu'après le test il ne restait plus de comprimés. Les comprimés obtenus par compression directe sont plus friables que ceux obtenus après la granulation.

6.1.4.7.2.5. Temps de délitement ou temps de désagrégation :

Le temps de désagrégation des différents comprimés exprimé en mn est consigné dans le tableau N° XXI.

Tableau XXI : Le temps de désagrégation des différents comprimés en fonction des échantillons

<i>DESIGNATION</i>	<i>TEMPS DE DESAGREGATION</i>
KASV _S	2h05mn
KSSV _S	1h48mn
KASV _H	1h30mn
KSSV _H	53mn
KAScpD	1h42mn
KSScpD	1h46mn
FASV _S	3h01mn
FSSV _S	2h
FASV _H	1h12mn
FSSV _H	1h57mn
FAScpD	1h41mn
FSScpD	1h40mn

Nous avons constaté que les comprimés se désagrégeaient dans l'ordre de 53mn à 3h. Les comprimés obtenus par la compression directe se désagrègent plus vite que ceux obtenus après une granulation.

**Figure 22** : Comprimés à base de pulpe de *Adansonia digitata*

Commentaires et Discussion

VII. COMMENTAIRES ET DISCUSSION

Adansonia digitata est autant une plante médicinale qu'alimentaire, bien connu dans le monde entier. Il est traditionnellement connu en Afrique comme un antidiarrhéique. De part la composition en celluloses (11%), glucides (80%) et ses propriétés gélifiante, diluante, lubrifiante, la farine de pulpe de baobab a été utilisée comme un excipient dans la formulation des comprimés (Arama, et al 1987).

Notre étude a consisté à réaliser le contrôle de qualité et la formulation galénique des granulés et comprimés à base de la farine de pulpe de baobab, sans ajout d'adjuvant. Ces formes pharmaceutiques sont indiquées dans le traitement de la diarrhée et comme un complément alimentaire.

Nous avons tout d'abord effectué une étude macroscopique et microscopique de la farine de pulpe de baobab ; puis déterminé les teneurs en éléments minéraux, sucres, cendres et eau. Les activités se sont poursuivies par la caractérisation des composants chimiques contenus dans la farine de pulpe de *Adansonia digitata*. Enfin, nous avons effectué les formulations galéniques (granulés et comprimés) tout en contrôlant les qualités de ces formes, sur deux échantillons choisis.

Ces études ont été faites sur quatre échantillons provenant de quatre localités différentes du Mali. Trois de ces échantillons ont été fournis par l'IER, qui collabore avec le DMT, dans le cadre du Projet "Domestication et Développement du Baobab et du Tamarinier", financé par l'Union Européenne (INCO-CT-2006-032217-DADOBAT). Ce travail a eu le support de AIDEMET ONG, dans le cadre d'un contrat de sous-traitance avec l'Université de Gent (Belgique).

La détermination des caractères organoleptiques de la pulpe a révélé une couleur jaune blanchâtre et une saveur acidulée, notre observation organoleptique corrobore avec celle de Kerharo et Adam, (1974), Burkill (1985) et Malgras (1992). L'échantillon de Fandjela avec un taux d'impureté de 0.038% était l'échantillon le moins souillé. Les éléments considérés comme impureté ont été les épicarpes, les feuilles, les graines, les fibres du fruit de *Adansonia digitata*.

L'observation microscopique des quatre échantillons a révélé la présence des éléments suivants :

- Les fibres.
- Les grains d'amidons, de formes circulaires de couleur sombre sont observés dans nos quatre échantillons. En pharmacie, l'amidon et ses dérivés sont utilisés comme d'adjuvant (diluants, liants, désintégrant) dans la formulation des comprimés. L'amidon est aussi l'un des précurseurs de réaction pour l'obtention de dextrine, cyclodextrine de polyols et de gluconates (Bruneton, 1993), qui sont utilisés comme des excipients dans la formulation des comprimés. La présence de l'amidon dans la farine de pulpe de baobab confirme ainsi son utilisation dans la formulation des comprimés. Ces résultats sont similaires à ceux de Arama, et al, (1987).
- Les oxalates de calcium sont également observés dans nos quatre échantillons.

Le criblage phytochimique a révélé la présence de plusieurs substances chimiques dans nos échantillons. Les oses et holosides, les mucilages et les leucoanthocyanes étaient majoritaires ; suivi des coumarines, des tanins catéchiques, stérols et triterpènes. Les flavonoïdes étaient présents en trace. Par contre nous n'avons pas caractérisé, les hétérosides cardiotoniques, les composés réducteurs et les hétérosides cyanogénétiques. Ces résultats sont conformes à confirment ceux de Kerharo et Adams (1974) ; Baobabtek (2006); Fopa et Popoola (1994) ; Osman (2004). Les études antérieures ont révélé la présence de saponosides dans la farine de pulpe de baobab Baobabtek (2006). Dans notre étude, nous avons noté l'absence des saponosides dans nos conditions expérimentales. Cette discordance pourrait s'expliquer par les variabilités des substances en fonction du lieu de récoltes.

Les tanins sont surtout connus pour leurs propriétés astringentes mise à profit pour stopper les hémorragies. Ils permettent par ailleurs de lutter contre les infections du fait de leur capacité à complexer les macromolécules, en particulier les protéines : enzymes digestives et autres, protéines fongiques ou virales (Bruneton, 1993). Les substances polyphénoliques ont une activité antibactérienne. L'activité antibactérienne des tanins a été objet de plusieurs études (Keita, 2005).

La présence de toutes ses substances dans la farine de pulpe de baobab pourrait expliquer son utilisation traditionnelle en thérapeutique. En particulier la présence des tanins pourrait

expliquer l'utilisation de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* dans le traitement de la diarrhée.

L'observation à la lampe UV et la révélation des chromatogrammes des extraits avec les réactifs de Godin, chlorure ferrique ont permis de confirmer la présence de plusieurs composés obtenus par les réactions en tubes notamment les tanins, les coumarines, les stérols et triterpènes.

La composition en monosaccharides des extraits aqueux de nos échantillons a été déterminée par la chromatographie en phase gazeuse. Cette détermination a montré la présence dans la farine de pulpe de baobab : d'arabinose, de rhamnose, de xylose, de glucose, et de galactose. Le glucose et le galactose sont majoritaires dans tous nos échantillons. Par contre le rhamnose et l'arabinose sont en faible quantité (1.0% et 1.8% respectivement), et ne sont présents que dans l'échantillon de Kogué. La présence de ces monosaccharides corrobore avec les résultats de Kerharo et Adams (1974) ; Nour (1980) ; Burkill (1987); et Malgras (1992).

L'activité anti-oxydante a été effectuée sur une plaque de CCM éluée dans un système de BAW (65-20-25) et pulvérisée avec une solution de DDPH. L'ensemble des extraits aqueux et éthanolique ont révélé des taches jaunes sur fond pourpre, au niveau du dépôt des extraits. Ce qui veut dire que les substances à activité anti-oxydante n'ont pas migré dans le système de solvant utilisé.

Cette activité anti-oxydante pourrait s'expliquer par la présence de composés polyphénoliques dans nos extraits d'une part et d'autre part par la présence de la vitamine C. De nombreuses études ont confirmé l'activité anti-oxydante des tanins, leucoanthocyanes, coumarines (Bruneton, 1993 et Cavin, 1999). L'activité anti-oxydante de la vitamine C est confirmée par Basdevant (2001).

La teneur en eau par la méthode gravimétrique a été de 10.19% pour l'échantillon de Kodjuguni, 9.74% pour Kogué, 5.87% pour Fandjela et 10.12% pour Kulubasanankoro. Cette teneur étant dans deux de nos échantillons (Fandjela, Kogué) inférieure à 10% est un indicateur d'une bonne conservation de ces drogues. En effet, une teneur en eau supérieure à 10 % favoriserait les réactions d'oxydation, de fermentation ainsi que la formation de moisissures qui sont souvent préjudiciables à l'activité thérapeutique de la drogue (Paris et Hurabielle, 1981). Toute fois, les autres ont une teneur supérieure à 10%. Ces résultats corroborent avec celui de Fopa et Popoola (1994).

Les substances contenues dans la pulpe de la farine de baobab ont une grande affinité pour les solvants polaires ; car les teneurs d'extraction sont élevées avec l'eau et l'éthanol. Le meilleur rendement d'extraction a été obtenu avec de l'eau distillée, pour tous les échantillons, soit un taux de plus de 50%. L'échantillon de Kodjuguni est celui qui contient le plus de substances extractibles par l'eau avec une teneur de 66.70% et une plus petite teneur (55.50%° a été observée pour l'échantillon de Kulubasanankoro; cette observation est de même pour l'extraction éthanolique où Kodjuguni est celui qui contient le plus de substances extractibles à 37.94%, la plus petite teneur d'extraction est obtenue avec l'échantillon de Kulubasanankoro (32.49%).

L'échantillon de Fandjela présente les taux les plus élevés en cendres totales, chlorhydriques et sulfuriques, avec comme valeurs respectives 6.07%, 0.66%, 7.72%. Par contre, l'échantillon de Kulubasanankoro a présenté les valeurs les plus faibles, qui sont 4.86%, 0.27%, 6.06%. Par ailleurs, un taux bas en cendres chlorhydriques dans tous nos échantillons, peut témoigner d'une faible présence d'éléments siliceux ou d'une contamination de la drogue avec du sable ou de la poussière.

La détermination de la teneur en minéraux selon notre condition d'étude a montré la présence de calcium, du potassium, du sodium et du fer. Les valeurs les plus élevées du calcium, du potassium et du sodium ont été obtenues avec les extraits aqueux. La teneur en potassium est élevée dans tous nos échantillons avec une valeur supérieure à 1%, par contre la teneur en calcium est la moins élevée avec une valeur de 0.001 à 0.064%. Le fer n'est rencontré que dans les extraits éthanoliques des échantillons de Fandjela et de Kulubasanankoro, ainsi que dans la farine de pulpe de l'échantillon de Fandjela. La présence de ces minéraux est conforme aux études de Osman (2004) ; Amarteifio et Mosase (2006). La quantité en mg pour 100g des éléments minéraux du matériel végétal est inférieure à celle des études antérieures, cela pourrait s'expliquer par les méthodes d'analyse et/ou les lieux de récoltes.

La richesse en polysaccharides, sels minéraux, acides aminées et vitamines est conforme à la proposition d'utiliser comme complément alimentaire la pulpe de *Adansonia digitata*.

La présence de glucose, du potassium, du sodium dans la pulpe de baobab peut nous permettre de proposer de ces granulés dans le système de réhydratation.

Dans la farine de la pulpe du fruit de *Adansonia digitata* et les granulés de cette farine, les analyses de nos échantillons n'ont pas détecté de bactérie pathogène. L'absence des bactéries

dans nos matériels végétaux peut s'expliquer par l'activité antibactérienne de la farine de pulpe de baobab et par les conditions de manipulations des échantillons.

Le contrôle de qualité de nos quatre échantillons, nous a permis de choisir deux de nos échantillons pour la formulation galénique. Nous avons constaté que nos échantillons ont presque les mêmes éléments phytochimiques. Le choix de l'échantillon était porté sur le pourcentage d'impureté et la composition en monosaccharides et la teneur en eau. C'est ainsi que nous avons choisi les échantillons de Fandjela et de Kogué.

L'humidité résiduelle de nos différents granulés (échantillons) est inférieure à 10%. Le $KSSV_H$ a le taux plus élevé que les autres granulés. Ceci indique une bonne conservation des granulés et les comprimés formulés par ceux-ci. Ces résultats sont similaires à ceux de Arama et al (1987).

Dans la granulométrie, nous avons porté nos observations sur deux méthodes de granulation. Les granulés de diamètre inférieurs à 0.315 mm sont les plus nombreux, dans l'ordre de 23-80g pour 100g. La quantité de granulés de diamètre inférieur à 0.315 de la voie sèche est supérieure à celle de la voie humide. Les granulés avec additif (sucres) sont beaucoup plus fins que ceux sans additif de la voie sèche. Par contre les granulés avec additifs sont moins fins que ceux sans additif de voie humide. La présence d'une grande quantité de granulés fins au cours de notre étude est similaire à l'étude de Arama (1987).

La farine de la pulpe de nos échantillons n'a pas coulé dans notre condition d'étude. La granulation a modifié l'écoulement. Nous constatons que les granulés avec les additifs coulent rapidement plus que ceux sans additif selon la voie sèche de la granulation, cela pourrait s'expliquer par la présence des grains de sucres. Par contre les granulés avec additif coulent moins que ceux sans additif de la voie humide. Le temps d'écoulement de nos granulés est inférieur à celui trouvé par Arama (1987). Cela pourrait s'expliquer par :

- La granulométrie de nos granulés,
- L'entonnoir utilisé,
- Les conditions expérimentales.

Après 15 jours de conservation des granulés à 40°C, nous constatons que ceux-ci sont stables. Ils maintiennent la saveur acide, l'odeur caractéristique de la farine de pulpe, ces résultats corroborent avec ceux de Burkill (1987) et Malgras (1992), le pH 3 de la farine de

pulpe est similaire à celui de l'étude de Nour, (1980) ; Afolahi et Popoola (2005) ; Amarteifio Masase (2006) ; ce pH reste le même pour les granulés. Aucune moisissure n'est observée dans nos granulés. Nos résultats confirment une bonne conservation de la pulpe de *Adansonia digitata*.

Nous avons constaté une résistance des granulés à la dissolution. Cela pourrait s'expliquer par la présence des mucilages dans la farine de pulpe de baobab.

La détermination de la teneur en éléments minéraux de nos granulés a montré l'absence de fer contrairement à la farine de la pulpe. Cette discordance peut être due à la manipulation technique et la faible quantité en fer présente dans nos pulpes. Le potassium reste toujours majoritaire dans nos granulés, suivi du sodium, puis du calcium. Ces résultats sont identiques à ceux de la farine de pulpe de nos échantillons.

Nous avons produit les comprimés par compression directe de la farine de pulpe et les granulés. Ces comprimés ont subi des tests dont l'uniformité de poids. Au cours de ce test, nous constatons que le poids des comprimés varie entre 490mg et 600mg. L'écart-type étant petit pour chaque type de granulés, nous pouvons dire que le poids des comprimés est uniforme. Ce test d'uniformité des comprimés est acceptable selon les normes de la pharmacopée (OMS, 1980).

La dureté des comprimés obtenus après une granulation est plus élevée que celle des comprimés par compression directe. La dureté de nos comprimés est également supérieure à celle des comprimés de Arama et al (1987). L'élévation de cette dureté peut permettre aux comprimés de résister aux conditions de transport et de conditionnement des comprimés ; elle intervient également dans la friabilité des comprimés.

Les comprimés KASV_S sont moins friables que les autres comprimés, tandis que ceux KASV_H sont très friables de telle sorte qu'après le test, il ne restait plus de comprimés. Les comprimés obtenus par compression directe sont plus friables que ceux obtenus après la granulation. Nos résultats de friabilité sont supérieurs à celui de Arama et al (1987). Nous n'avons pas pu comparer nos résultats aux normes d'une pharmacopée, par limite de documentation. Par contre nos résultats sont acceptables, car ils sont dans l'ordre de 1 à 50%, suite aux résultats de Arama et al (1987).

Quant au test de désagrégation, nous avons constaté que les comprimés se désagrégeaient dans l'ordre de 53mn à 3h de temps. Les comprimés de la compression directe se désagrègent, plus vite que ceux obtenus après une granulation. L'ajout d'additif ne modifie pas significativement la désagrégation des comprimés dans nos conditions d'étude. Les résultats de désagrégation de nos comprimés corroborent avec celui de Arama et al (1987). Ce temps de désagrégation élevé peut expliquer son choix comme un excipient dans la formulation des comprimés à libération prolongés par Arama et al (1987).

Les comprimés KASV_H ont un poids inférieur à 500mg et une dureté faible ; ils sont plus friables et se désagrègent plus vite que les autres comprimés. Ce constat confirme une corrélation entre les qualités et les propriétés physico-chimiques des comprimés.

Conclusion et recommandations

VIII. CONCLUSION

La pulpe de *Adansonia digitata* joue un rôle important dans la médecine traditionnelle et dans l'alimentation. Cette raison nous a poussés à choisir la farine de pulpe de pain de singe, pour faire des formulations galéniques, en vue d'une amélioration de présentation pour une meilleure utilisation.

En effet l'étude organoleptique a montré une couleur jaunâtre, et une saveur sucrée de tous nos échantillons. Les éléments microscopiques les plus fréquents dans nos échantillons sont les fibres, les amidons et les cristaux d'oxalate de calcium. Les minéraux : calcium, potassium, sodium sont présents à des concentrations différentes dans la farine et les granulés de nos échantillons ; par contre, le fer n'a été proportionné que dans les extrait éthanoliques de l'échantillon de Fandjela, celui de Kulubasanankoro et dans la farine de pulpe de l'échantillon de Fandjela.

Les substances chimiques telles que les tanins, les coumarines, les leucoanthocyanes, les stérols et triterpènes, les oses et holosides, et les polysaccharides ont été identifiés dans nos quatre échantillons. Les polysaccharides étaient composés de glucose et de galactose à des concentrations différentes dans nos échantillons. Les extraits aqueux et éthanoliques de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* ont montré une activité anti-oxydante par la méthode de DDPH. L'eau extrait mieux la pulpe du fruit de baobab.

La farine de la pulpe ainsi que les granulés peuvent bien se conserver, suite à leur teneur en eau sensiblement égale à 10%.

Les granulés obtenus avec la farine de pulpe de baobab sont stables. Ils coulent facilement. Ces granulés résistent à la dissolution. Les grains sont majoritairement fins.

Les comprimés ont montré une bonne uniformité de poids au cours de la fabrication. La macroscopie des comprimés est acceptable. L'étude des propriétés physiques de nos comprimés a montré :

- Une dureté élevée ;
- Une friabilité acceptable ;
- Un temps de désagrégation également acceptable.

Les bactéries étaient absentes dans nos échantillons et les granulés.

A la fin de cette étude, il ressort que la farine de la pulpe de *Adansonia digitata* présente de nombreuses caractéristiques, permettant de l'utiliser dans les formulations galéniques (granulés et comprimés). Ces formulations sont produites pour une utilisation facile et efficace de la pulpe de pain de singe comme un complément alimentaire et un antidiarrhéique. Ces formulations pourraient être utilisées pour améliorer la présentation galénique des MTA.

IX. RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail, nous recommandons :

A L'INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN SANTE PUBLIQUE

- Equiper convenablement les salles de galénique du DMT ;

AU DMT

- Assurer la fonctionnalité des matériels pour la formulation galénique ;
- Poursuivre des études en vue de trouver des formulations galéniques améliorées des MTA ;
- Réaliser des sucettes à base de *Adansonia digitata*.
- Continuer les études pour la protection, la diffusion et la valorisation de *Adansonia digitata*.

A FEMATH (FEDERATION MALIENNE DES ASSOCIATIONS DES THERAPEUTES TRADITIONNELS ET HERBORISTES)

- Conserver les habitudes traditionnelles quant à l'utilisation de la farine de pulpe de baobab et les transmettre aux jeunes générations ;

A IER

- Protéger et réintroduire dans la nature les plantes de *Adansonia digitata* en collaboration avec les services de développement rural.

Références

X. References

1. **Afolabi O. R., Popoola T.O.S.** «the effects of baobab pulp powder on the micro flora involved in tempe fermentation» Eur food Res technol 2005 pages 187-190.
2. **Amarteifio J.O., Masase M.O.**« The chemical composition of selected indigenous fruits of Botswana» J. Appl. Sci. Environ. Mgt. June 2006 pages 43-47.
3. **Anani K. J. B Hudson,** « Further Investigations on the antiviral activities of medicinal plants of Togo»12 issues peryear janvier 2000 pages 40-50.
4. **Anani² K. J. B Hudson, M.X. Lee, C.De Souza², J. T. Arnason³ and M. Gbeassor²** « Further Investigations on the antiviral activities of medicinal plants of Togo» Pharmaceutical Biology 2000 pages 46-50.
5. **Ananil K., J. B. Hudson² C. De Souza¹, K. Akpazanal, G.H.N. Tower³, J.T. Amason⁴ and M. Gbeassor** «Investigation of medicinal plants of Togo for antiviral and antimicrobial activities», pharmaceutical biology 12 issues peryear janvier 2000 pages: 40-45.
6. **Arama E., P. Michaud, R. Rouffiac, F. Rodriguez** «Un nouvel excipient en formulation pharmaceutique de comprimés de théophylline type matrice hydrophile : la pulpe de fruit du baobab»; faculté de science pharmaceutique, laboratoire de pharmacie galénique Toulouse cedex (France) 1987.
7. **Arama Ené A.** «Médecine traditionnelle en pays dogon au Mali» Ecole nationale de médecine et pharmacie en 1980. N°11.
8. **Atawodi S.E., D.A. Ameh, S. Ibrahim, J.N. Andrew, H.C. Nzelibe, E.O. Onyike, K.M. Anigo, E.A. Abu, D.B. James, G.C. Njoku, A.B. Sallau.** «Indigenous Knowledge system for treatment of trypanosomiasis in Kaduna state of Nigeria»; Published by Elsevier science Ireland Ltd 2002, pages 279-282.
9. Baobabtek (2006) the fruit that spells future disponible à <http://www.baobabtek.com/info-pulp.html>
10. **Basdevant Arnaud, Laville Martne, Lerebours Eric** «Traité de nutrition, clinique de l'adulte» 2001 pages 200.
11. **Belhani Fatiha,** «Mécanisme de libération induits par les hydroxypropylcellulose dans une forme solide», Université de Montpellier II en 1990 P.159.
12. **Betty P Jackson, Derek Wsonwdon** «Atlas of microscopy of medicinal plants cutinary herbs and sprices. » Belhaven Press. A division of Pinter Publishers, London 1990 page 257.

13. **Bianchini Jean Pierre** «Hydrocarbons, sterols and tocopherols in the seeds of six *Adansonia* species»; Elsevier science Ltd. All rights reserved. Copyright 1982 vol 21, page 1981-1983 (phytochemistry).
14. **Bianchini Jean Pierre, Ralaimanarivo Augusta, Emile M ; Gaydou and Bernard Waegell** «Hydrocarbons, sterols and tocopherols in the seed of six *Adansonia* species» Revised received, Printed in Great Britain 1982 pages 1981- 1987.
15. **Boukari Isbatou, Nathan W. Shier, Xinia E., Ferbandez R., Jacquelyn Frisch Bruce A. Wathins, Lisa Pawloski and Alyce D. Fly.** «Calcium analysis of selected western african foods» journal of food composition and analysis 2001 pages 37-42.
16. **Boullard Bernard**, «Dictionnaire, plantes médicinales du monde ; réalités et croyances», édité par ESTEM à Paris 2001 page 636.
17. **Brufkill H.M.** « The useful plants of west tropical Africa», vol1 families A-D ; edition2 : royal Botanic gardens kew 1985, pages 960.
18. **Bruneton J.** «Pharmacognosie et Phytochimie des plantes médicinales». Lavoisier, Paris, 1993, 2^{ème} édition, 914p.
19. **Cavin, A.** «Investigation phytochimique des trois plantes indonésiennes aux propriétés antioxydantes et antiradicalaires : *Tinospora crisp* (MENISPERNACEAE), *Merremia emarginata* (CONVOVULACEAE) et *Oreophea eneandra* (ANNONACEAE) » - Thèse de doctorat, Lausanne (1999) -pages 243.
20. **DFID (departement for international developement) ; FRP (forestry research programme) ; wold agroforestrycentre, Transforming lives and landscapes, IPGRI (International plant Genetic resources institute).** «Baobab (*Adansonia digitata*) field manuel for extension workers and farmers». Southampon cente for underutilised crops ICUC 2006 pages 26.
21. **Diop Aïda Gabas, Sakho Mama** «Le baobab africain (*A. ditata* L) : principales caractéristiques et utilisations» CIRAD, EDP Science. 2006.
22. **Eromosele I.C., Eromosele C.O. and Kuzhkuzha D.M.** «Evaluation of mineral elements and ascorbic-acid content in fruit of some wild plants». Plant Foods for human nutrition 1991 pages 151-154.
23. **Fopa Olive kenne** «Contribution à l'étude de l'activité antidiarrhéique de la pulpe de fruit de *Adansonia digitata* L. (*Bo mbacaeae*)» thèse de l'université Cheikh Antadiop (Dakar) 1994 pages 73.
24. **Fortin Daniel Modoulà Guymaynard.** «Plantes médicinales des sahel». Enda-éditions 1997 Dakar pages 280.
25. **Gaiwo R., Nkulinkiye Nfura T, Bassene E., OlschWang D., Ba D. and Pousset J.L.** «Calcium and mucilage in the leaves of *Adansonia digitata*

- (baobab) » International journal of crude drug. 1989 Research 27 (2): pages 101-104.
26. <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/products/AFDBases/af/asp/speciesInfo.asp?sp=13/02/2008>
27. http://www.koulouba.pr.ml/article_ev.php?id_article=727
28. <http://www.creapharma.ch/diarrhea.phyto.htm.09/10/08>
29. http://database.prota.org/dbtw-wpd/dbtwpub.d/?AC=QBE_QUERY&BU=http://database.prota.org/recherche.htm&TN=Protob-1&QBO=AND&QFO=Specoes+code&QIO=Adansonia+digitata&RF=Affichesweb (31/03/2008)
30. [http://www.championtrees.org/champions/baobab.thm.\(27/02/08\)](http://www.championtrees.org/champions/baobab.thm.(27/02/08))
31. <http://www.baobabfruitco.com/Eng/baobabfruit.htm> (19/02/2008)
32. **Institut Pasteur**. «Milieux et réactifs de laboratoire pasteur». Avril 1981 P.589.
33. **Karumi Y., Augustine A.I. and Umar I.A.**. «Gastroprotective effects of aqueous extract of *A. digitata*. Leaf on Ethanol- Induced ulceration in Rat»; Asian Network for scientific information 2008 pages 225-228.
34. **Keita Aminata** « Etude de trois plantes utilisées dans le traitement traditionnelle de l'ulcère gastro-duodénal dans le District de Bamako *Borassus oethiopicum* Mat (*Palmeae*), *Sclerocarya birrea*(A. Rich.) Hochst. (*Anacardiaceae*) et *Ximenia americana* L. (*Olacaceae*)» -Thèse de l'université du Mali 2005 pages.
35. **kerharo J. et Adam J.G.** «La pharmacopée sénégalaise traditionnelle : plantes médicinales et toxique» édition : Vigot frères, Paris (1974), page 1111.
36. **Kokwaro J. O.**, «Medicinal plants of East Africa», Kenya Literature bureau, Nairobi 1993, Pages 401.
37. **Le Grand A.** «Les phytothérapies anti-infectieuses de la forêt savane, Sénégal (Afrique occidentale) : un résumé des substances phytochimiques et activité antimicrobienne de 43 espèces ; Elsevier scientific publishers Ireland » Ltd, 1989 pages 315-338.
38. **le Hir A.** «Pharmacie galénique: bonnes pratiques de fabrication des médicaments», 8^e Edition M maison 2001, 402 pages.
39. **Locher C.P., M.T. Burch, H.F. Mower, J. Berestecky, H. Davis, B. Van Poel, A. Lasure, D.A. Vanden Berghe, A.J. Vlietinck** «Anti-microbial activity and anti-complement activity of extracts obtained from selected Hawaiian medicinal plants» ; Elsevier science Ireland LTD. All rights reserved 1995. pages 23-32.

-
40. **Malgras Denis** «Arbres et arbustes guérisseurs des savanes maliennes» ed : ACCT- Karthala 1992, pages 478.
41. **Nour A A, Magboul B.I. and kheiri N.H.** «Chemical composition of baobab fruit (*A digitata L.*) » *Tropical science*, (1980), 22 (4) 383-388.
42. **OMS (organisation mondiale de la santé)** «Pharmacopée internationale vol1 Méthodes générales d'analyse». 3è édition Genève 1980 Pages 223.
43. **OMS.** «Pharmacopée internationale vol4 épreuve, méthodes et normes générales, normes de qualité pour les substances excipients et préparation pharmaceutique» Genève 1994 pages 363.
44. **Osman Magdi A.** «Chemical and nutrient analysis of baobab (*Adansonia digitata*) fruit and seed protein solubility» *Plant foods for human nutrition* 2004 pages 29-33.
45. **Osman Magdi A.;** «Chemical and nutrient Analysis of baobab (*A. digitata*) fruit and seed protein solubility»; ed springer Netherlands Janvier 2005 pages 29-33.
46. **Osman Magdi A.**«Chemical and nutrient analysis of baobab (*A. digitata*) fruit and seed protein solubility», *Plant foods hum nutr.* 2004, 59 (1): page 29-33.
47. **Ouma J. Omolo, Sumesh C. Chhabra, Gathu Nyagah** «Determination of iron conten in differents parts of herbs, used, traditionnaly for anaemia, treatment in East Africa» Elsevier science Ireland Ltd.All rights reserved 1997 pages 97-102; *journal of Ethnopharmacology*.
48. **Paris, M et Hurabielle, M.** «Abrégés de Matière médicale (Pharmacognosie) ». Tome 1. Généralités- Monographie, Paris, Masson, 1981. 339p.
49. **Parvramòn José M^a.** «Comment peindre à l'huile». CIACI. Mata Espagne traduction en français en 1973 Paris pages 128.
50. **Pichard Eric, Beytout Jean, Delmont Jean, Marchou Bruno** « Manuel de maladies infectieuses pour l'afrique » John Libbey Eurotext Paris (2002). Pages 589
51. **R. Gaiwe, T. Nkulinkiye Nfura,**« Calcium et mucilage dans les feuilles de *A. digitata*» 12 issues peryear juin 1989 pages 101-104.
52. **Ramadam A., Harraz F.M. and El Mougy S.A.,** «Anti-inflammatory analgesic and antipyretic effects of the fruit pulpe of *A. digitata.* » (1994) *Fitoterapia* 65 (5) pages 418-422.
53. **Ribet Jérôme** «Fonctionnalisation des excipients: application à la comprimabilité des celluloses et des saccharoses» thèse de l'université de Limoges 2003 pages 210.

-
54. **Sanaa O. yagoub.** «Anti-microbial activity of *Tamarindus indica* and *Adansonia digitata* extracts against *E. coli* isolated from urine and wather specimens» Academic journals Inc. 2008 pages 193-197.
55. **Sangaré Oumar,** «Evaluation de *Cochlospermum tinctorium*, *Entada africana* et *Combretum micranthum* dans le traitement des hépatites à Bamako», université de Bamako (FMPOS) 2006 Pages 104.
56. **Shahat Abdelaoty A** «Procyanidin from *Adansonia digitata*» Taylor and Francis Ltd 2006, pages 445-450.
57. **Soloviev Pierre, Thierno Daouda Niang, Alidou Gaye and Anne Totte,** «Variabilité des caractères physico-chimiques des fruits de 3 espèces ligneuses de cueillette récoltés au Sénégal : *Adansonia digitata* ; *Balanites aegyptiaca* et *Tamarindus indica*» édité CIRAD, EDP Sciences 2004.
58. **Tina Kyndt^{2,6}, Achille E. Assogbadjo³, Olivier J. Hardy⁴, Romain Glele Kakai³, Brice Sinsin³, Patrick Van Damme⁵ and Godelieve Gheysen²**«Spatial genetic structuring of baobab (*Adansonia digitata*, Malvaceae) in the traditional agroforestry systems of West Africa» Published online ahead of print April 16, 2009; doi:10.3732/ajb.0800266 *American Journal of Botany* 2009
59. USDA: Natural ressources conservation service disponible à <http://wwwplants.usda.gov/java/profile?symbol:ADD13> 13/02/2008
60. **Yannik Aujard, Bingen Edouard, Bourrilon Antoine, Robert cohen, Joël Gaude Lus, Dominique Gendrel, Josette Raymond**«Maladie infectieuse de l'enfant, diagnostic et traitement» pradel Paris 1998 pages 668.
61. **Yazzie D., Vanderjagt D.J. Pastuszyna, Okolo A. Glewr.H.** ,«The amino acid and mineral content of baobab (*A. digitata*) leaves», Elsevier, New york, ny Etats-Unis (1987) pages 189-193.

Fiche signalétique

Fiche signalétique

Nom : COULIBALY

Prénom : Esther

Titre de thèse : contrôle de qualité et formulation galénique (granulés et comprimés) de la poudre de pulpe du fruit de *Adansonia digitata* L. (*Bombacaceae*).

Année : 2007-2008

Ville de soutenance : Bamako

Pays d'origine : Mali

Lieu de dépôt : bibliothèque de la faculté de médecine, de pharmacie, et d'odontostomatologie Bibliothèque du département de la médecine traditionnelle de l'INRSP

Secteur d'intérêt : médecine traditionnelle

Abstract :

L'objet de notre étude était d'étudier la phytochimie de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* et d'en faire des granulés et les comprimés. Cette farine de pulpe est provenue de quatre localités du Mali (Kulubasanankoro, Kogué, Fandjela, Kodjuguni).

Les éléments microscopiques les plus fréquents dans nos échantillons sont les fibres, les amidons et les cristaux d'oxalate de calcium.

Nous avons effectué une étude phytochimique de la farine de « pain de singe » des quatre échantillons et de là nous avons choisi deux pour la formulation galénique.

Les études phytochimiques et chromatographiques ont révélé la présence de certaines substances chimiques : tanins, coumarines, stérols et triterpènes, leucoanthocyanes, et les flavonoïdes en trace, mucilages, oses et holosides. Les polysaccharides contenus dans nos échantillons étaient majorés par le glucose et le galactose dans nos échantillons.

L'activité anti-oxydante a été mise en évidence par la présence des taches jaunes sur fond pourpre par un chromatogramme des extraits révélé au DDPH.

L'ionogramme nous a permis de mettre en évidence le calcium, le potassium, le sodium, dans tous nos échantillons et les granulés. Le fer n'est proportionné que dans les extraits éthanoliques de l'échantillon de Fandjela et Kulubasanankoro et dans la farine de « pain de singe » de l'échantillon de Fandjela.

Les granulés de nos échantillons ont présenté une bonne stabilité. La majorité avait un diamètre inférieur à 0.315 mm. L'opération de granulation a modifié l'écoulement de la farine de pulpe de *Adansonia digitata* de nos échantillons.

Les comprimés ont subi des tests de : uniformité de masse, dureté, friabilité, et désagrégation.

Les bactéries *Escherichia coli* et *Salmonella* n'ont pas été détectées dans la farine et les granulés de la pulpe de baobab de nos échantillons.

Mots clés : *Adansonia digitata*, phytochimie, éléments minéraux, bactéries, granulés, comprimés.

Annexe

ANNEXE N°1 : LISTE DES MATERIELS**Matériels utilisés dans l'extraction**

Balance de précision de type AND de série K9205234, baguettes magnétiques, éprouvette graduée, erlenmeyer, entonnoir, compresse pour filtrer, agitateur magnétique, rotavapor de type Büchi R-200, ballon, spatule, congélateur de marque Zanker, lyophilisateur de type Heto Drywinner.

Matériels de caractérisations en tube

Verre de montre, creuset en silice et en fer, balance de précision (type SARTORIUS), spatule, pince, étuve de type Drying oven TK 01.Sakura réglé à 101°C, four de type Nabertherm controller P320 More than Heat 30-3000°C, dessiccateur, erlenmeyer, éprouvettes, pipettes de 1, 2, 5, 10, 20ml, pipette compte goutte, entonnoir, coton, papier filtre, tube à essai, poires, fioles, Becher, portoir métallique, bain-marie de type Büchi 461 water bath, ampoule à décanter, chauffe-ballon de type Heraeus-wittman, pissette, ballon, source de chaleur réfrigérant à reflux tube droit de 20cm de long, tube cylindrique gradué.

Chromatographie sur couche mince

Plaque silicagel 60 sans florescence, micropipette de 10µl, cuve de migration, séchoir électronique de marque Solis, lampe UV de marque Abnehmbar. Removable. UV 254/366nm, support pour pulvériser et pulvérisateur.

ANNEXE N°2 : COMPOSITION DES REACTIFS**Réactifs de Godin**

Solution A : solution éthanolique de vanilline à 1% +solution d'acide perchlorique à 3%

Solution B : solution éthanolique d'acide sulfurique à 1%

Réaction : la plaque est d'abord pulvérisée avec la solution A et ensuite avec la solution B puis chauffée à l'aide d'un séchoir en observant.

Les substances détectées : réactifs polyvalents

Réactif pour les flavonoïdes

Solution éthanolique de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) à 5%

Réactif pour les tanins

Solution de chlorure ferrique ($FeCl_3$) à 10% dans le méthanol à 50%

Réactif de ddph

1,1 diphenyl 2 picryllhydrazyle en solution méthanolique à 2mg/ml

Réactifs de Dragendorff

Nitrate de bismuth pulvérisé	20.80g
Iode	38.10g
Iodure de sodium anhydre	200g
Eau distillée	1000ml
Agiter pendant 30mn	

Réactifs de Fehling**Solution A**

$CuSO_4$	35g
Eau distillée	500ml

Laisser refroidir puis compléter à 1l avec de l'eau distillée

Solution B

Sel de Seignette	150g
Eau distillée	500ml

Refroidir et ajouter 300ml de lessive non carbonatée et compléter à 1l avec de l'eau distillée.

NB : mélanger les deux solutions à volume égal au moment de l'emploi.

Réactifs de Guignard

Acide picrique	1g
Carbonate de sodium	10g
Eau distillée QSP	100ml

Réactifs de Mayer

Iodure de potassium	25g
Chlorure mercurique	6.77g
Eau distillée QSP	50ml

Réactifs de Baljet

Acide picrique	1g
Ethanol 50° QSP	100ml

Réactifs de Kedde

Acide dinitro3-5benzoïque	1g
Ethanol 96° QSP	100ml

Réactifs de Raymond Marthoud

1,3 dinitrobenzène	1g
Ethanol 96° QSP	100ml

ANNEXE N°3 : COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURES BACTERIENNES
Eau Peptonee

Peptone	15g
Phosphate monopotassique	0.2g
Phosphate disodique	3.4
Eau distillée	1000ml

pH de la solution doit être 7

NB : la solution est préparée en mélangeant les différents composants à l'eau distillée

Bouillon BCP

Peptone de caseina	7
Lactose	5
Extrait de viande	1
Bromcresol poudre 1%	0.03

Préparation : Mettre en suspension 13g, du milieu déshydraté dans 1l d'eau distillée. Mélanger soigneusement, chauffer en agitant fréquemment. Faire bouillir l'ensemble pendant 1mn. Répartir dans des récipients appropriés et stériliser en autoclave à 120°C (1.5lvs de pression) pendant 15mn.

Bouillon lactose Bilie au vert brillant

Peptone bactériologique	10g
Bile de bœuf	20g
Lactose	10g
Vert brillant	0.0133g

Gélose lactosée de Drigalski

Tryptone	15g
Extrait de viande	3g
Extrait autolyse de levure	3g
Desoxycholate de sodium	1g
Thiosulfate de sodium	1g
Lactose	15g
Cristal violet	0.005g
Bleu de biomothymol	0.08g

Agar agar bactériologique	11g
pH	7

Préparation : Mettre en suspension 49.1g de milieu déshydraté dans 1l d'eau distillée ou déminéralisée. Porter à l'ébullition lentement en agitant jusqu'à dissolution complète répartir en étuves ou en flacons stériliser à l'autoclave à 115°C pendant 20mn.

Gélose SS

Peptone	5g
Extrait de viande de bœuf	5g
Sels biliaires	4.2g
Citrate de sodium	10g
Thiosulfate de sodium	8.5g
Citrate de fer	2g
Lactose	10g
Rouge neutre	0.025
Vert brillant	0.0003g
Agar agar	12g
pH	7

Préparation : Mettre en suspension 60g de milieu déshydraté dans 1l d'eau distillée. Porter à ébullition lentement en agitant jusqu'à l'obtention de solution homogène et visqueuse. Répartir la solution dans des boîtes de pétri avant qu'il ne se refroidisse. Maintenir le pH à 7.

E.M.B (Gélose lactosée a l'éosine et au bleu de méthylène), milieu enterobactère

Formule :

Peptone bactériologique	10
Phosphate dipotassique	2
Lactose	10
Eosine	0.4
Bleu méthylène	0.065
Agar agar	15
pH	6.8 environ

Préparation : Verser 37.5g de poudre dans un litre d'eau distillée. Porter à l'ébullition jusqu'à dissolution complète. Stériliser à l'autoclave à 121°C pendant 15mn. Refroidir à 60°C et agiter le milieu de façon à oxyder le bleu de méthylène (le milieu devient bleu) et à dissoudre le précipité qui est une condition importante du milieu.

Sélénite

Formule : bouillon sélénite de sodium (g/l) d'eau distillée

Peptone bactériologique	5
Phosphate de sodium	10
Lactose	4

Préparation : Dissoudre 4g de sélénite acide de sodium dans un litre d'eau distillée, puis ajouter 19g de milieu de base. Chauffer pour dissoudre. Bien mélanger et répartir à raison de 10ml par tube. Stériliser au bain marie bouillant ou à la vapeur pendant 10mn. Ne pas autoclaver.

ANNEXE N°4 : LES MATERIELS DE LA FORMULATION GALENIQUE

Tamis d'ouverture 1.25mm ; mortier et pilon en porcelaine ; éprouvette graduée ; balance de précision (type SARTORIUS) ; les plateaux pour étaler les granulés ; étuve : Niive dry heat sterilizer. FN120.

Entonnoir normalisé (voir la figure N°21); tamis d'ouverture (0.315, 0.500, 1, 1.3, 1.7) mm ; papier pH-mètre universel ; bécher ; erlenmeyer ; une tasse en plastique ;

La dureté : l'appareil Erweka de type TB24 ;

La friabilité : appareil Erweka de type TA3R ;

La désaggrégation : machine chinoise de type BJY-B ;

La compression : Erweka de type EKO.

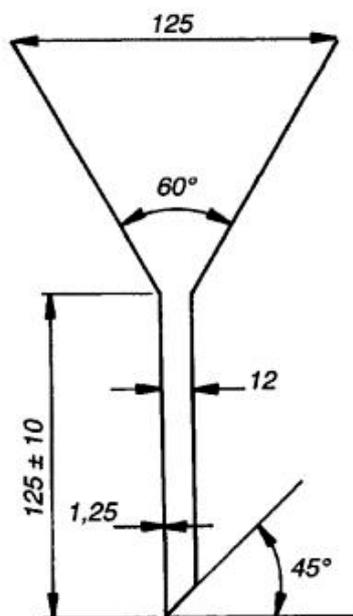


Figure 23 : Configuration de l'entonnoir normalisé

Serment de Galien

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;

D'exercer dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et de sa dignité humaine.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, que je sois couvert d'opprobres et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure