MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE UNION – DISCIPLINE – TRAVAIL





N°2035/19

Année: 2018 – 2019

THESE

Présentée en vue de l'obtention du

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE Par TANOH AMENAN ANNE-MARIE

FORMULATION D'UN SHAMPOOING 2 EN 1 A BASE D'HUILE DE Cocos nucifera L. (Arecacées) POUR LA PREVENTION DES ALOPECIES DE TRACTION CHEZ LA FEMME NOIRE

Soutenue publiquement le 28Août 2019

COMPOSITION DU JURY:

Président : Monsieur MALAN KLA ANGLADE, Professeur Titulaire

Directeur : Monsieur DALLY LABA ISMAËL, Maître de Conférences Agrégé

Assesseurs : Madame FOFIE N'GUESSAN BRA YVETTE, Maître de Conférences Agrégé

Madame : AKA ANY-GRAH A. A. SANDRINE, Maitre-assistante

ADMINISTRATION ET PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'UFR SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES

I. <u>HONORARIAT</u>

Directeurs/Doyens Honoraires Professeur RAMBAUD André

Professeur FOURASTE Isabelle

Professeur BAMBA Moriféré

Professeur YAPO Abbé †

Professeur MALAN Kla Anglade

Professeur KONE Moussa †

Professeur ATINDEHOU Eugène

II. ADMINISTRATION

Directeur Professeur KONE-BAMBA Diénéba

Sous-Directeur Chargé de la Pédagogie Professeur Ag IRIE-N'GUESSAN Amenan

Sous-Directeur Chargé de la Recherche Professeur Ag DEMBELE Bamory

Secrétaire Principal Madame NADO-AKPRO Marie Josette

Documentaliste Monsieur N'GNIMMIEN Koffi Lambert

Intendant Monsieur GAHE Alphonse

Responsable de la Scolarité Madame DJEDJE Yolande

III. PERSONNEL ENSEIGNANT PERMANENT

1- PROFESSEURS TITULAIRES

M. ABROGOUA Danho Pascal Pharmacie Clinique

Mmes AKE Michèle Chimie Analytique, Bromatologie

ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L. Biochimie et Biologie Moléculaire

MM. DANO Djédjé Sébastien Toxicologie

GBASSI K. Gildas Chimie Physique Générale

INWOLEY Kokou André Immunologie

Mme KONE BAMBA Diéneba Pharmacognosie

M. KOUADIO Kouakou Luc Hydrologie, Santé Publique

Mme KOUAKOU-SIRANSY Gisèle Pharmacologie

MM. MALAN Kla Anglade Chimie Analytique, Contrôle de Qualité

MENAN Eby Ignace Parasitologie - Mycologie

MONNET Dagui Biochimie et Biologie Moléculaire

Mme SAWADOGO Duni Hématologie

MM. YAVO William Parasitologie-Mycologie

AMARI Antoine Serge G. Législation

AMIN N'Cho Christophe Chimie Analytique

2- MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

M. AHIBOH Hugues Biochimie et Biologie Moléculaire

Mme AKE-EDJEME N'guessan Angèle Biochimie et Biologie Moléculaire

Mme BARRO-KIKI Pulchérie Parasitologie – Mycologie

BONY François Nicaise Chimie Analytique

DALLY Laba Ismael Pharmacie Galénique

DEMBELE Bamory Immunologie

Mme DIAKITE Aïssata Toxicologie

M. DJOHAN Vincent Parasitologie – Mycologie

Mmes FOFIE N'Guessan Bra Yvette Pharmacognosie

IRIE-N'GUESSAN Amenan Pharmacologie

MM. KASSI Kondo Fulgence Parasitologie-Mycologie

KOFFI Angely Armand Pharmacie Galénique

Mme KOUAKOU-SACKOU Julie Santé Publique

MM. KOUASSI Dinard Hématologie

MANDA Pierre Toxicologie

OGA Agbaya Stéphane Santé Publique et Economie de la Santé

OUASSA Timothée Bactériologie-Virologie

OUATTARA Mahama Chimie Organique, Chimie Thérapeutique

Mme SANGARE TIGORI Béatrice Toxicologie

MM. YAPI Ange Désiré Chimie Organique, Chimie Thérapeutique

YAYO Sagou Eric Biochimie et Biologie Moléculaire

ZINZENDORF Nanga Yessé Bactériologie-Virologie

3- MAITRES ASSISTANTS

MM. ADJAMBRI Adia Eusebé Hématologie

ADJOUNGOUA Attoli Léopold Pharmacognosie

Mmes ABOLI-AFFI Mihessé Roseline Immunologie

AKA ANY-GRAH Armelle Adjoua S. Pharmacie Galénique

ALLA-HOUNSA Annita Emeline Santé Publique

M. ANGORA Kpongbo Etienne Parasitologie-Mycologie

Mmes AYE-YAYO Mireille Hématologie

BAMBA-SANGARE Mahawa Biologie Générale

BLAO-N'GUESSAN Amoin Rebecca J. Hématologie

MM. CABLAN Mian N'Dédey Asher Bactériologie-Virologie

CLAON Jean Stéphane Santé Publique

Mme DONOU-N'DRAMAN Aha Emma Hématologie

MM. EFFO Kouakou Etienne Pharmacologie

KABRAN Tano Kouadio Mathieu Immunologie

Mme KONAN-ATTIA Akissi Régine Santé Publique

M. KONAN Konan Jean Louis Biochimie et Biologie Moléculaire

Mme KONATE Abibatou Parasitologie-Mycologie

M. KOUAME Dénis Rodrigue Immunologie

Mme KOUASSI-AGBESSI Thérèse Bactériologie-Virologie

MM. KPAIBE Sawa André Philippe Chimie Analytique

N'GUESSAN Alain Pharmacie Galénique

N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul Chimie Organique, Chimie Thérapeutique

COULIBALY Songuigama Chimie organique, Chimie Thérapeutique

Mme VANGA-BOSSON Henriette Parasitologie-Mycologie

KABLAN-KASSI Hermance Hématologie

4- ASSISTANTS

MM. ADIKO Aimé Cézaire Immunologie

AMICHIA Attoumou Magloire Pharmacologie

Mmes AKOUBET-OUAYOGODE Aminata Pharmacognosie

ALLOUKOU-BOKA Paule-Mireille Législation

APETE-TAHOU Sandrine Bactériologie-Virologie

BEDIAKON-GOKPE YA Mariette Santé Publique

MM. BROU Amani Germain Chimie Analytique

BROU N'Guessan Aimé Pharmacie clinique et thérapeutique

DJADJI Ayoman Thierry Lenoir Pharmacologie

DJATCHI Richmond Anderson Bactériologie-Virologie

DOFFOU Oriadje Elisée Pharmacie clinique et thérapeutique

Mmes.DOTIA Tiepordan Agathe Bactériologie-Virologie

HE-KOUAME Linda Isabelle Chimie Minérale

M. KACOU Alain Chimie Organique, Chimie Thérapeutique

Mme KAMAGATE Tairatou Hématologie

MM. KAMENAN Boua Alexis Thierry Pharmacie clinique et thérapeutique

KOFFI Kouamé Santé Publique

KONAN Jean Fréjus Biophysique

Mmes KONE Fatoumata Biochimie et Biologie Moléculaire

KONE-DAKOURI Yekayo Benedicte Biochimie et Biologie Moléculaire

MM. KOUAHO Avi Kadio Tanguy Chimie Organique, Chimie thérapeutique

KOUAKOU Sylvain Landry Pharmacologie

KOUAME Jérôme Santé Publique

Mme KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde Bactériologie-Virologie

MM. LATHRO Joseph Serge Bactériologie-Virologie

MIEZAN Jean Sébastien Parasitologie-Mycologie

N'GBE Jean Verdier Toxicologie

Mmes N'GUESSAN Kakwokpo Clémence Pharmacie Galénique

N'GUESSAN-AMONKOU Anne C. Législation

ODOH Alida Edwige Pharmacognosie

SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle Biochimie et Biologie moléculaire

SICA-DIAKITE Amelanh Chimie Organique, Chimie Thérapeutique

TANOH-BEDIA Valérie Parasitologie-Mycologie

M. TE BONLE Leynouin Franck-Olivier Pharmacie hospitalière

Mme TIADE-TRA BI Marie Laure Santé publique - Biostatistiques

M. TRE Eric Serge Chimie Analytique

Mmes TUO-KOUASSI Awa Pharmacie Galénique

YAO Adjoa Marcelle Chimie Analytique

MM. YAO Jean Simon N'Ghorand Chimie Générale

YAPO Assi Vincent De Paul Biologie Générale

Mmes YAPO-YAO Carine Mireille Biochimie

YEHE Desiree Mariette Chimie Générale

ZABA Flore Sandrine Bactériologie-Virologie

5- CHARGEES DE RECHERCHE

Mmes ADIKO N'dri Marcelline Pharmacognosie

OUATTARA N'gnôh Djénéba Santé Publique

6- ATTACHE DE RECHERCHE

M. LIA Gnahoré José Arthur Pharmacie Galénique

7- IN MEMORIUM

Feu KONE Moussa Professeur Titulaire

Feu YAPO Abbé Etienne Professeur Titulaire

Feu OUATTARA Lassina Professeur Titulaire

Feu COMOE Léopold Maître de Conférences Agrégé

Feue POLNEAU-VALLEE Sandrine Maître de Conférences Agrégé

Feu GUEU Kaman Maître-assistant

Feu ALLADOUM Nambelbaye Assistant

Feu COULIBALY Sabali Assistant

Feu TRAORE Moussa Assistant

Feu YAPO Achou Pascal Assistant

ENSEIGNANTS VACATAIRES

1- PROFESSEURS

MM. DIAINE Charles Biophysique

OYETOLA Samuel Chimie Minérale

2- MAITRES DE CONFERENCES

MM. KOUAKOU Tanoh Hilaire Botanique et Cryptogamie

YAO N'Dri Athanase Pathologie Médicale

3- MAITRE-ASSISTANT

M. KONKON N'Dri Gilles Botanique, Cryptogamie

4- **NON UNIVERSITAIRES**

MM. AHOUSSI Daniel Ferdinand Secourisme

COULIBALY Gon Activité sportive

DEMPAH Anoh Joseph Zoologie

GOUEPO Evariste Techniques officinales

Mme KEI-BOGUINARD Isabelle Gestion

MM KOFFI ALEXIS Anglais

KOUA Amian Hygiène

KOUASSI Ambroise Management

N'GOZAN Marc Secourisme

KONAN Kouacou Diététique

Mme PAYNE Marie Santé Publique

COMPOSITION
DES DÉPARTEMENTS
DE L'UFR SCIENCES
PHARMACEUTIQUES
ET BIOLOGIQUES

I. <u>BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE</u>

Professeur ZINZENDORF Nanga Yessé Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

Professeurs OUASSA Timothée Maître de Conférences Agrégé

Docteurs CABLAN Mian N'Dédey Asher Maître-Assistant

KOUASSI-AGBESSI Thérèse Maître-Assistante

APETE-TAHOU Sandrine Assistante

DJATCHI Richmond Anderson Assistant

DOTIA Tiepordan Agathe Assistante

KRIZO Gouhonon Anne-Aymonde Assistante

LATHRO Joseph Serge Assistant

ZABA Flore Sandrine Assistante

II. <u>BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLECULAIRE, BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MEDICALE</u>

Professeur MONNET Dagui Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs HAUHOUOT-ATTOUNGBRE M.L. Professeur Titulaire

AHIBOH Hugues Maître de Conférences Agrégé

AKE-EDJEME N'Guessan Angèle Maître de Conférences Agrégé

YAYO Sagou Eric Maître de Conférences Agrégé

Docteurs KONAN Konan Jean Louis Maître-assistant

KONE-DAKOURI Yekayo Benedicte Assistante

KONE Fatoumata Assistante

SIBLI-KOFFI Akissi Joëlle Assistante

YAPO-YAO Carine Mireille Assistante

III. BIOLOGIE GENERALE, HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Professeur SAWADOGO Duni Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs INWOLEY Kokou André Professeur Titulaire

DEMBELE Bamory Maître de Conférences Agrégé

KOUASSI Dinard Maître de Conférences Agrégé

Docteurs ABOLI-AFFI Mihessé Roseline Maître-assistante

ADJAMBRI Adia Eusèbe Maître-assistant

AYE-YAYO Mireille Maître-assistante

BAMBA-SANGARE Mahawa Maître-assistante

BLAO-N'GUESSAN A. Rebecca S. Maître-assistante

DONOU-N'DRAMAN Aha Emma Maître-assistante

KABRAN Tano K. Mathieu Maître-assistant

KOUAME Dénis Rodrigue Maître-assistant

KABLAN-KASSI Hermance Maître-assistante

ADIKO Aimé Cézaire Assistant

KAMAGATE Tairatou Assistant

YAPO Assi Vincent De Paul Assistant

IV. <u>CHIMIE ANALYTIQUE, CHIMIE MINERALE ET GENERALE,</u> <u>TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE</u>

Professeur MALAN Kla Anglade Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs AKE Michèle Professeur Titulaire

GBASSI Komenan Gildas Professeur Titulaire

AMIN N'Cho Christophe Professeur Titulaire

BONY Nicaise François Maître de Conférences Agrégé

Docteurs KPAIBE Sawa André Philippe Maître-Assistant

BROU Amani Germain Assistant

HE-KOUAME Linda Isabelle Assistante

TRE Eric Serge Assistant

YAO Adjoa Marcelle Assistante

YAO Jean Simon N'Ghorand Assistant

YEHE Desiree Mariette Assistante

V. CHIMIE ORGANIQUE ET CHIMIE THERAPEUTIQUE

Professeur YAPI Ange Désiré Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

Professeur OUATTARA Mahama Maître de Conférences Agrégé

Docteurs COULIBALY Songuigama Maître-assistant

N'GUESSAN Déto Ursul Jean-Paul Maître-assistant

KACOU Alain Assistant

KOUAHO Avi Kadio Tanguy Assistant

SICA-DIAKITE Amelanh Assistante

VI. <u>PARASITOLOGIE, MYCOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE ET</u> ZOOLOGIE

Professeur MENAN Eby Ignace H. Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs YAVO William Professeur Titulaire

BARRO KIKI Pulchérie Maître de Conférences Agrégé

DJOHAN Vincent Maître de Conférences Agrégé

KASSI Kondo Fulgence Maître de Conférences Agrégé

Docteurs ANGORA Kpongbo Etienne Maître-assistant

KONATE Abibatou Maître-assistante

VANGA-BOSSON Henriette Maître-assistante

MIEZAN Jean Sébastien Assistant

TANOH-BEDIA Valérie Assistante

VII. PHARMACIE GALENIQUE, BIOPHARMACIE, COSMETOLOGIE, GESTION ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE

Professeur KOFFI Armand A. Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

Professeurs AMARI Antoine Serge G. Professeur Titulaire

DALLY Laba Ismaël Maître de Conférences Agrégé

Docteurs AKA ANY-GRAH Armelle A.S. Maître-assistante

N'GUESSAN Alain Maître-assistant

ALLOUKOU-BOKA P.-Mireille Assistante

LIA Gnahoré José Arthur Attaché de recherche

N'GUESSAN Kakwokpo Clémence Assistante

N'GUESSAN-AMONKOU A. Cynthia Assistante

TUO-KOUASSI Awa Assistante

VIII. PHARMACOGNOSIE, BOTANIQUE, BIOLOGIE VEGETALE, CRYPTOGAMIE

Professeur KONE BAMBA Diénéba Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeur FOFIE N'Guessan Bra Yvette Maître de Conférences Agrégé

Docteurs ADJOUGOUA Attoli Léopold Maître-assistant

ADIKO N'dri Marcelline Chargée de recherche

AKOUBET-OUAYOGODE Aminata Assistante

ODOH Alida Edwige Assistante

IX. PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THERAPEUTIQUE ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

Professeur KOUAKOU SIRANSY N'Doua G. Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs ABROGOUA Danho Pascal Professeur Titulaire

IRIE N'GUESSAN Amenan G. Maître de Conférences Agrégé

Docteurs EFFO Kouakou Etienne Maître-assistant

AMICHIA Attoumou M. Assistant

BROU N'Guessan Aimé Assistant

DJADJI Ayoman Thierry Lenoir Assistant

DOFFOU Oriadje Elisée Assistant

KAMENAN Boua Alexis Assistant

KOUAKOU Sylvain Landry Assistant

TE BONLE Leynouin Franck-Olivier Assistant

X. PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, STATISTIQUES ET INFORMATIQUE

Professeur GBASSI Komenan Gildas Professeur Titulaire

Chef de Département

Docteur KONAN Jean-Fréjus Assistant

XI. SANTE PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur KOUADIO Kouakou Luc Professeur Titulaire

Chef de département

Professeurs DANO Djédjé Sébastien Professeur Titulaire

DIAKITE Aissata Maître de Conférences Agrégé

KOUAKOU-SACKOU J. Maître de Conférences Agrégé

MANDA Pierre Maître de Conférences Agrégé

OGA Agbaya Stéphane Maître de Conférences Agrégé

SANGARE-TIGORI Béatrice Maître de Conférences Agrégé

Docteurs CLAON Jean Stéphane Maître-assistant

HOUNSA-ALLA Annita Emeline Maître-assistante

KONAN-ATTIA Akissi Régine Maître-assistante

OUATTARA N'gnôh Djénéba Chargée de Recherche

BEDIAKON-GOKPEYA Mariette Assistante

KOFFI Kouamé Assistant

KOUAME Jérome Assistant

N'GBE Jean Verdier Assistant

TIADE-TRA BI Marie Laure Assistante

DEDICACES

JE DEDIE CETTE THESE A MON DIEU TOUT PUISSANT

Merci est un petit mot pour te rendre grâce car tu as accompli tant de merveilles pour moi.

Le malheur atteint souvent le juste mais l'Eternel l'en délivre toujours.

Honneur et gloire au Roi des rois.

« Ne vous inquiétez de rien mais en toute chose faites connaître vos besoins à votre père qui est dans les cieux. »

Merci d'un cœur infiniment reconnaissant.

Infinie gratitude et perpétuelle reconnaissance

A MON PERE

TANOH KOUACOU

Les mots sont insuffisants pour traduire fidèlement les sentiments que j'éprouve pour toi.

Ta manière de concevoir la vie, la bonne éducation reçus de toi sont pour moi un modèle. Merci papa pour ce courage et cette force. Merci d'être mon exemple.

Que ce travail soit le modeste hommage à tes sacrifices, la consolation à tes angoisses.

Je prie le SEIGNEUR que tu aies une vieillesse heureuse et prospère auprès de tes enfants comme le roi David

Amen!

A MA MERE

KONAN EPOUSE TANOH CLEMENTINE

Chérie, ce travail est ma façon à moi de t'honorer, d'essuyer tes larmes.

Femme courageuse, battante, s'oubliant pour que ses enfants puissent réussir. C'est ton jour de rire, d'oublier toute ta souffrance car le SEIGNEUR fait de moi la pharmacienne que tu as rêvée.

Je prie le SEIGNEUR que tu aies une vieillesse heureuse et prospère auprès de tes enfants comme le roi David

Amen!

A MES FRERES ET SOEURS

Je vous remercie infiniment pour votre soutien Merci d'avoir cru en moi, Merci de m'avoir inspirée .Merci pour ces moments de bonheur et de joie. Que Le Seigneur ne cesse de vous bénir et de vous combler.

Je vous aime TANOH ROSELINE

TANOH ARMAND

TANOH MARC (Merci pour mon bébé Gabriel)

TANOH EMMANUELLE

TANOH ANGE LYDIE

A MES AMIS et COMPAGNONS DE LUTTE

AMANI MARIE ANGE (Femme Exceptionnelle au grand cœur)

KOTCHI CAROLLE (Ma merveilleuse amie)

KOUAME ANGE MARCEL (Compagnon de lutte, merci pour tout)

KOUAKOU CARINE (Mon amie)

ABROGOUA DANHO FRANCK (L'épouse)

KOUAME NANCY (Ma petite maman)

KONAN CLAIRE ANICETTE (La qualiticienne)

LOBILE YANICE (Mon très cher binôme)

KOSSONOU KOBENAN OLIVIER (Mon pote)

ACHEFFON JANEQUIN (Le béninois)

Elles sont vraies en vous les paroles de la Bible qui disent « un ami est un compagnon qui aime tout le temps, c'est un frère qui est née pour les jours de détresse » (PROVERBES 17:17).

A MON CHER ET TENDRE,

Fabrice- Éric Koffi, Merci pour le soutien, le calme et la sérénité. Jamais je ne pourrai te le rendre à juste valeur. Seul Le Seigneur te récompensera.

REMERCIEMENTS

A mes amis de l'UFR SPB

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect et la reconnaissance.

Aussi, c'est tout simplement que je voudrais remercier :

Soyez associés à la joie qui m'anime vous qui connaissez les efforts et les sacrifices qui conduisent à cet aboutissement.

A TOUT LE PERSONNEL DE LA PHARMACIE SAINTE JEANNE

Merci DOCTEUR MANGOUA. Merci pour votre soutien indéfectible. Que DIEU vous bénisse.

A M.DJE BI, M. ADJI, M.GUEU EMMANUEL (Manou)

Merci pour votre soutien et votre collaboration.

A TOUS MES AMIS DE LA FACULTE DE PHARMACIE A TOUS CEUX AVEC QUI J'AI COLLABORE,

Je vous remercie pour votre soutien et votre collaboration.

Et notifie mon plus profond respect et mon incommensurable reconnaissance :

A TOUS MES MAITRES DE LA FACULTE DE PHARMACIE A NOTRE CHER MAITRE LE PROFESSEUR AGREGE DALLY ISMAEL A NOTRE CHERE MAITRE -ASSISTANTE Dr AKA ANY -GRAH A NOTRE CHERE ASSISTANTE DOCTEUR TUO AWA

Merci pour votre soutien

Que DIEU nous donne la grâce de rester toujours unis et qu'il bénisse tous vos projets et ambitions.

QUE DIEU VOUS BENISSE!!!

A tous les enseignants de l'UFR Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Merci à vous de nous avoir transmis vos connaissances.

A la 35^{ème} promotion des pharmaciens de Côte d'Ivoire (PHARMA 35), ma promotion

Grand merci à tous les amis de la promotion.

Que DIEU trace pour nous les sillons d'un lendemain meilleur.

Merci Pharmille.

A tous les étudiants de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,

Merci pour nos relations qui ont toujours été cordiales.

Au personnel administratif et technique de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques,

Je vous témoigne ma reconnaissance et celle de tous les étudiants de cette UFR pour votre grande contribution à notre formation.

A tous ceux qui, de près ou de loin, nous ont soutenus,

Recevez nos remerciements.

A NOS MAITRES ET JUGES

A NOTRE MAITRE ET PRESIDENT DE JURY

Monsieur le Professeur MALAN KLA ANGLADE

- ➤ Professeur Titulaire de chimie analytique à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
- ➤ Doyen Honoraire à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
- Directeur du Laboratoire National de la Santé Publique
- Responsable du Master de contrôle de qualité des médicaments, aliments, produits cosmétiques
- Membre de l'académie Nationale de Pharmacie de France
- ➤ Membre de l'Académie des Sciences, des Cultures, des Arts et de la Diaspora (ASCAD)
- ➤ Membre de la société des Experts Chimistes de France
- ➤ Officier dans l'Ordre National de Côte d'Ivoire
- Commandeur de l'ordre de l'enseignement supérieur
- Commandeur de l'ordre de la Santé Publique

Cher Maître.

Nous tenons à vous remercier pour toutes ces années à la faculté de pharmacie à enseigner plusieurs générations de pharmaciens. Grand homme aux critiques enrichissantes, nous sommes vraiment reconnaissants que vous soyez le président de cette thèse. Vous êtes pour nous un mentor une référence tant national qu'international. Merci de toujours vouloir former des jeunes pharmaciennes.

A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE Monsieur le Professeur DALLY LABA ISMAËL

- Docteur en Sciences Pharmaceutiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan
- Maitre de Conférences Agrégé de Pharmacie galénique et Industrielle
- > Pharmacien des Hôpitaux
- ➤ Chercheur au laboratoire de Pharmacie galénique et Législation pharmaceutique de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët-Boigny d'Abidjan
- ➤ DEA de Conception, Réalisation et Evaluation de médicaments d'origine traditionnelle, option Pharmacotechnie
- ➤ DESS de Contrôle qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques
- Responsable des expertises Pharmacotechniques du Laboratoire de Contrôle des Médicaments du Laboratoire National de la Santé Publique d'Abidjan
- ➤ Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie (SOACHIM)
- ➤ Membre de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)
- Membre de la Société Ouest Africaine de Pharmacie Galénique (SOAPGI)

Cher Maître,

Vous avez accepté d'être notre directeur de thèse malgré toutes les charges qui vous incombent. Merci de nous avoir formés tout le long de notre parcours universitaire à l'UFR Sciences Pharmaceutiques d'Abidjan. Merci pour votre disponibilité, merci de nous avoir inculqué vos valeurs qui sont la rigueur, l'amour du travail bien fait. Vous êtes pour nous un modèle cher maitre. Puisse Dieu le Tout Puissant vous récompenser pour tu ce que vous avez faits pour nous et continuer à faire nous vos étudiants.

A NOTRE MAÎTRE ET JUGE

Madame le Professeur FOFIE N'Guessan Bra Yvette

- ➤ Ancienne interne des hôpitaux de côte d'Ivoire
- ➤ Diplôme de Docteur d'état en pharmacie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de Cocody
- ➤ DEA de Pharmacodynamie-Biochimique option substances naturelles
- Maître de conférences agrégé en pharmacognosie à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques
- ➤ Pharmacienne Pharmacognosiste au Laboratoire National de santé public
- Membre de la société pharmaceutique de côte d'ivoire (SOPHACI)
- ➤ Membre de la Société africaine de chimie (SOACHIM)

Chez maître.

Nous avons été sensibles à vos qualités d'enseignante doublée de vos qualités humaines.

Vous avez spontanément accepté de juger ce travail, nous vous remercions pour votre disponibilité. Nous vous prions de bien vouloir accepter l'expression de notre profond respect.

A NOTRE MAITRE ET JUGE

Madame le Docteur AKA ANY-GRAH A. A. Sandrine

- ➤ Docteur en Pharmacie, Diplômée de l'Université de Cocody
- ➤ Docteur en Sciences Pharmaceutiques et Biologiques, spécialité pharmacotechnie et biopharmacie, diplômée de la faculté de pharmacie de Châtenay Malabry, Université de Paris Sud XI
- Maître assistant au département de pharmacie galénique, biopharmacie, cosmétologie, gestion et législation pharmaceutique de l'UFR Sciences pharmaceutiques et biologiques d'Abidjan
- Membre de l'Association de Pharmacie Galénique Industrielle (APGI)
- ➤ Membre du bureau de la Société Pharmaceutique de Côte d'Ivoire (SOPHACI)
- ➤ Membre du bureau de Société Ouest Africaine de Pharmacie galénique et industrielle (SOAPGI)
- ➤ Membre de l'AFEPG
- ➤ Lauréate du prix ASCAD 2016

Cher Maître,

C'est avec un immense honneur et une grande joie que nous vous comptons parmi les membres de ce jury. Merci pour l'enseignement de qualité et tous les conseils dont nous avons bénéficiés.

Que Dieu vous bénisse cher maître.

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURESXX	XIV
LISTE DES TABLEAUXXX	XVII
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE:	4
REVUE DE LA LITTERATURE	4
Chapitre 1 : GENERALITES SUR LE CHEVEU	5
I. ANATOMIE DU CHEVEU	5
I. 1 Structure du follicule pilosébacée	7
I. 2 Structure de la tige pilaire	6
II. CROISSANCE DU CHEVEU	7
II. 1 Le cycle pilaire	8
II. 2 Variation du cycle pilaire	10
II. 3 Composition chimique du cheveu	12
III. CLASSIFICATION DES CHEVEUX	16
III. 1 Classification de Hardy	16
III. 2 Autre classification	19
III. 3Caractéristiques propres au cheveu négroïde	21
Chapitre 2: LES ALOPECIES: ETIOLOGIES ET TRAITEMENTS.	26
I. CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TYPES D'ALOPECIE	26
I. 1 Alopécie par destruction définitive du follicule pileux	26
I. 2 Alopécie induite par inhibition transitoire du cycle pilaire	27
I. 3Alopecie androgenetique (AAG)	29
II. LES ALOPECIES TRAUMATIQUES COSMETIQUES	30
II. 1 Alopécie de traction	31
II. 2 Les traitements	36
Chapitre 3 : L'HUILE DE COCO	38
I. ETUDE ETHNOBOTANIQUE	38
I. 1 Origine	38
I. 2 Classification	39

I. 3 Botanique générale des Arecacées	39
I. 4 Principales utilisations	40
II. GENERALITES SUR L'HUILE DE COCO	42
II. 1 Composition	42
II. 2 Propriétés physico-chimiques	44
II. 3 Obtention de l'huile de coco vierge	45
III. EFFETS BIOLOGIQUES DE L'HUILE DE COCO VIERGE	50
Chapitre 4 : FORMULATION D'UN SHAMPOOING 2 EN 1 A BASI D'HUILE DE COCO	
I. GENERALITES SUR LES EMULSIONS	53
I. 1 Définition	53
I. 2 Les différents types d'émulsions	53
I. 3 Formules de différentes émulsions	55
I. 4 Instabilité des émulsions	56
II. PREPARATION DES EMULSIONS	58
II. 1 Préparation des émulsions simples	58
II. 2 Préparation des émulsions multiples	58
II. 3 Essais sur les émulsions	59
III. LES SHAMPOOINGS 2 EN 1	61
III. 1 Tensioactifs	62
III. 2 Agents conditionneurs	67
III. 3 Agents viscosants	67
III. 4 Les « actifs » cosmétiques	68
III. 5 Les additifs	68
DEUXIEME PARTIE:	70
ETUDE EXPERIMENTALE	70
MATERIEL ET METHODES	71
I. Type et cadre de l'étude	71
II. MATERIELS	71
II. 1 Matières premières	71
III METHODES	72

III. 1Etude de préformulation	72
III. 2 Préparation du shampooing	74
III. 3 Essais sur le shampooing	75
III. 4 Tests de stabilité du shampooing	76
III. 5 Etude de stabilité sur 28 jours	79
IV. RESULTATS	81
IV. 1 Etude de préformulation	81
IV. 2 Préparation du shampooing	82
IV. 3 Essaisgaléniques sur le shampooing à J_0	89
IV. 4 Tests de stabilité du shampooing	89
IV. 5 Etude de stabilité sur 28 jours	92
IV. 6 Test de stabilité du shampooing	93
DISCUSSION	96
CONCLUSION	102
REFERENCES	104
RIRLIOGRAPHIOUES	104

LISTE DES ABREVIATIONS

UV : Ultra-violet

HLB : Hydrophile Lipophile Balance

L/H : Lipophile/Hydrophile

H/L : Hydrophile/ Lipophile

H/E : Huile dans Eau

H/L/H : Hydrophile/Lipophile/Hydrophile

E/H/E : Eau dans Huile dans Eau

V : Vitesse de crémage ou de sédimentation en cm. s⁻¹

R : Rayon des gouttelettes ou des globules d'émulsion en cm

D1, D2 : Densité des phases dispersée et dispersante, en g.cm³ à 20 °C

G: Accélération de la gravité, 981 cm.s⁻²

η : Viscosité de la phase dispersante ou phase continue, en Poise ou Pa.

Pa.s : Pascal. seconde

UFR : Unité de formation et de recherche

 $J_1 \grave{a} J_{28}$: Jour 1 \grave{a} jour 28

 J_0 : Jour 0

trs/mn : Tours par minute

AT : Alopécie de traction

pH : potentiel d'hydrogène

MEA : Acide méthyl-18-eicosanoique

L. : Linné

ACCC : Alopécie cicatricielle centrale centrifuge

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Représentation schématique des composants du cheveu humain	5
Figure 2: Coupe transversale du follicule pilosébacée	8
Figure 3: Coupe transversale d'une tige pilaire	
Figure 4: Représentation schématique du cycle pilaire	9
Figure 5: La kératine	
Figure 6: Représentation schématique de la synthèse des mélanines	16
Figure 7: Sections de cheveux asiatiques vus au vidéo microscope	17
Figure 8: Section de cheveux africains vue au vidéo microscope	17
Figure 9: Section de cheveux caucasiens vue au vidéo microscope	18
Figure 10: Représentation figurative des différents types de cheveu	20
Figure 11: Observation au microscope de nœuds présents dans les cheveux	
africains.	22
Figure 12: Folliculite du cuir chevelu	27
Figure 13: Plaque alopécique due à une teigne	28
Figure 14: Alopécie Androgénétique Féminine et masculine	30
Figure 15: Alopécie de traction temporale	34
Figure 16: Nattes trop serrées sur cheveu négroïde	35
Figure 17: Arbre de Cocos nucifera L. (Arecacées)	40
Figure 18: La noix de coco et l'huile coco	42
Figure 19: Formule chimique de l'acide laurique (C12)	43
Figure 20 : Différentes étapes d'obtention du lait de coco	
Figure 21: Huile de coco obtenue après décantation	47
Figure 22: Huile de coco vierge, huile de coco extraite à froid et huile à	
température inférieure à 25°C	50
Figure 23: Les deux types d'émulsions simples	54
Figure 24: Les deux types d'émulsions multiples	55
Figure 25: les phénomènes d'instabilité des émulsions	57
Figure 26: Un tensioactif	63
Figure 27: Méthode de Ross Miles et les résultats observés	79
Figure 28: Shampooing 2 en 1 à base d'huile de Cocos nucifera L. (Arecacée	es)
	87
Figure 29: Courbe de la viscosité du shampooing 2 en 1 en fonction de la vite	
de cisaillement à 37°C (n=3)	
Figure 30: Caractère thixotrope du shampooing 2 en 1 à 37°C (n=3)	91

Figure 31: Analyse de la distribution granulométrique du shampooing 2 en 1	à
J0	92
Figure 32: pH du shampoing à J1, J2, J3, J7, J14 et J28 à 25±2°C	94
Figure 33: Comparaison de la distribution granulométrique à la température	
ambiante et à froid à J1. J14 et J28	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I: Caractéristiques de <i>Cocos nucifera</i> L. (Arecacées)39
Tableau II: Composition de l'huile de coco
Tableau III: Propriétés de l'huile de coco
Tableau IV: Formules standards des émulsions simples55
Tableau V: Aspect des émulsions selon la taille des globules 60
Tableau VI: Classification fonctionnelle des tensioactifs selon leur HLB 67
Tableau VII: Résultats des études de préformulation avec les couples Tween
80/Span 60 et Tween 80/Span 80
Tableau VIII: Formule de shampooing 2 en 1 testées
Tableau IX: Résultats des essais sur les formules 1 et 2
Tableau X: Proportions et ingrédients des formules 1a et 1b issus de la formule
185
Tableau XI: Résultats des essais effectués sur les formules 1a et 1b
Tableau XII: Caractères organoleptiques et les propriétés des ingrédients du
shampooing 2 en 1 retenue
Tableau XIII: Stabilité macroscopique du shampooing 2 en 1 à base d'huile de
Cocos nucifera conservé à différentes températures de J0 à J2893

INTRODUCTION

La femme africaine accorde une place primordiale à ces cheveux et dans les soins apportés à ceux-ci de nombreux problèmes capillaires tels que l'alopécie peuvent survenir. Chez la femme noire, l'alopécie de traction (AT) fait partie des alopécies les plus courantes. L'AT « chronique » a été décrite pour la toute première fois en 1907 par Trebitsch, un dermatologue autrichien qui, lors d'un voyage dans l'Ouest du Groenland, avait noté une alopécie pariétale à extension progressive postérieure et temporale, irréversible qui touchait essentiellement les femmes natives du pays portant une queue de cheval [32].Le cheveu crépu, frisé et sec, est de manière générale plus fragile que le cheveu européen et asiatique, et ne s'adapte pas facilement aux différentes méthodes de coiffure [52] ce qui le rend plus sujet à l'alopécie de traction. Facteur délétère, les femmes africaines préfèrent, par commodité de coiffage et par effet de mode, avoir les cheveux raides. Elles pratiquent ainsi des défrisages. Elles portent aussi fréquemment des extensions artificielles. Ce qui conduit dans bien des cas à l'alopécie de traction.

En effet, des études menées au Sénégal ont montré que 33% des femmes adultes en Afrique noire présentaient une alopécie de traction [17]. De même des étudessud-africaines menées sur des écolières et des femmes ont montré que 17% des femmes entre 6 et21 ans et 31% des femmes entre 18 et 86 ans présentaient aussi une alopécie de traction [38]. Aussi des études [56]ont également mis en évidence que 18% des jeunes femmes afro-américaines présentaient ce type d'alopécie.

De nombreux traitements existent, mais aujourd'hui sont soumis à controverse. Face à ces limites, il serait intéressant de se tourner vers des produits naturels tels que l'huile de coco pour la prévention de ces alopécies de traction chez la femme noire.

L'huile de coco est une huile issue de l'albumen de la noix de coco. Cette dernière provient du cocotier, le *Cocos nucifera*, riche en acide laurique (48 %).

L'huile de coco est utilisée depuis des milliers d'années dans les pays tropicaux pour ses propriétés thérapeutiques, diététiques et cosmétiques. [56]

Elle est devenue très populaire et est l'huile miracle des bloggeuses beauté qui admirent ses bienfaits [60].

Le shampooing étant l'une des formes les plus courantes de traitements capillaires [21], il serait intéressant de formuler un shampooing 2 en 1 qui non seulement lavera le cheveu et apporteraune valence supplémentaire en améliorant le démêlage, la douceur aux cheveux, en le nourrissant et en facilitant son peignage grâce à ses actifs démêlants [21].

L'objectif de notre travail est donc de formuler un shampooing 2 en 1 à base d'huile de coco pour la prévention des alopécies de traction chez la femme noire. L'essentiel de notre travail s'articulera autour de 2 parties.

Dans une première partie, il s'agira d'apporter des éléments de connaissance sur la physiologie du cheveu et spécifiquementcelle du cheveu négroïde, afin d'en comprendre ses besoins spécifiques; ensuiteseront abordés les différents types d'alopécie résultants des pratiques capillairesdes femmes ayant des cheveux négroïdes, particulièrement l'alopécie de traction etles généralités concernant les émulsions et les shampooings. Enfin la deuxième partie qui estexpérimentale, présentera le matériel et les méthodes utilisés, les résultats et leurs interprétations, puis les discussions.

PREMIERE PARTIE:

REVUE DE LA LITTERATURE

Chapitre 1 : GENERALITES SUR LE CHEVEU

I. ANATOMIE DU CHEVEU [22]

Le cheveu, les ongles et les poils appartiennent à un groupe d'éléments anatomiques appelés phanères.

Les phanères sont constitués à 95 % de kératine qui est une protéine fibreuse conférant la rigidité à ces éléments. (Figure 1)

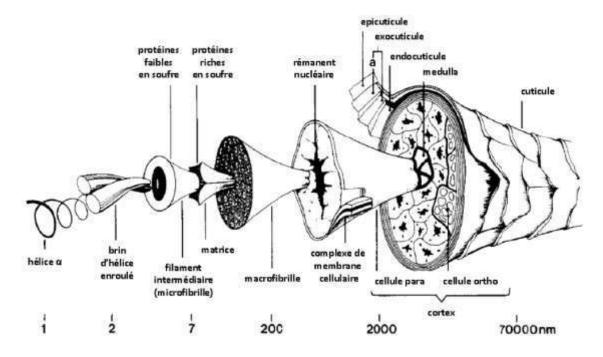


FIGURE 1: REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES COMPOSANTS DU CHEVEU HUMAIN [42]

Le cheveu est composé de deux parties: une, visible appelée: tige pilaire, l'autre, invisible, est le siège de l'élaboration du cheveu et porte le nom de follicule pileux.

Cette partie communément nommée « racine du cheveu », est composée de plusieurs éléments anatomiques qui sont :

- Le follicule pilosébacé
- La tige pilaire

I. IStructure de la tige pilaire

Elle est la partie visible du cheveu qui se trouve hors du follicule pileux. Elle est considérée comme biologiquement morte, car elle est dépourvue de vaisseaux sanguins et de nerfs.

Libérée des gaines interne et externe qui lui étaient nécessaires pour croitre et acquérir sa forme définitive, la fibre capillaire prend la forme d'un long cylindre composé de trois zones concentriques : la moelle, le cortex et la cuticule. (Figure 2)

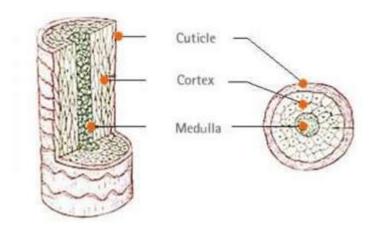


FIGURE 2: COUPE TRANSVERSALE D'UNE TIGE PILAIRE [9]

I.I.ILa moelle[28]

Elle est la zone concentrique la plus interne de la fibre capillaire. Des cellules anucléées et cornées différentes de celles des autres couches y sont retrouvées. Ces dernières seront amenées à dégénérer rapidement pour laisser place à des poches remplies d'air.

1.1.2Le cortex [45]

Il est le cœur de la fibre capillaire et représente 90% de son poids. Les cellules corticales sont allongées et mesurent environ 100 microns de longueur et entre 3 à 6 µm de large. Le diamètre du cortex mesure entre 40 et 100 µm. Ces variations dépendent des ethnies. À l'intérieur, on observe des micros fibrillesde

kératine enchâssées dans une matrice protéique riche en soufre. Cette structure fibre-matrice confère au cortex une grande solidité. Les protéines de kératine qui forment ces micros fibrilles sont liées les unes aux autres par des ponts disulfures qui sont des liaisons covalentes entre les résidus cystéine. Ces ponts représentent le squelette de la fibre capillaire et déterminent sa forme initiale.

I.I.3La cuticule[28]

Cette couche unique de cellules en contact direct avec l'environnement joue un rôle de protection. Les cellules sont incolores, plates et totalement kératinisées. Leur longueur est d'environ 45 microns de long et leur épaisseur varie entre 0,5 et 1,0 µm. Elles sont disposées les unes sur les autres, telles les tuiles d'un toit en suivant la direction de la pointe du cheveu et ceci sur toute la longueur de la tige pilaire. Cette disposition permet au sébum de s'écouler le long de la tige tout comme les saletés. (Figure 3)

I. 2Structure du follicule pilosébacée

Le follicule pileux est situé sur le cuir chevelu et systématiquement couplé à une glande sébacée. Il est appelé follicule pilo-sébacé. (Figure 3)

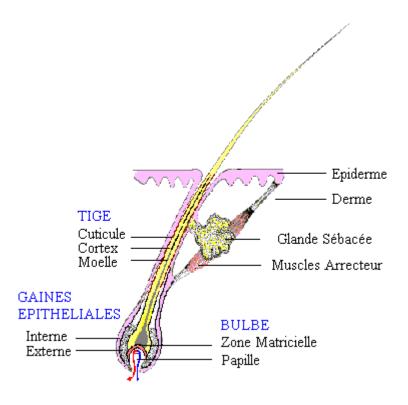


FIGURE 3: COUPE TRANSVERSALE DU FOLLICULE PILOSEBACEE [28]

Le follicule pilo-sébacé est une invagination oblique de l'épiderme dans le derme. Sa forme évoque une bouteille, dont le renflement forme le bulbe pilaire qui, repose sur la jonction dermo-épidermique. [8]

II. CROISSANCE DU CHEVEU

Le follicule pileux est un organe qui croit de manière discontinue en respectant des cycles dont le nombre et la durée sont génétiquement programmés. Les cycles de croissance sont asynchrones chez l'Homme, ce qui permet de maintenir une masse capillaire constante sur le cuir chevelu.

II. Le cycle pilaire

Le cycle pilaire est composé de 3 phases qui ont des durées inégales. La phase anagène qui est une phase de croissance, suivie d'une phase de repos, la phase catagène, qui elle-même précèdera la phase d'expulsion du cheveu qui est la phase télogène. (Figure4)

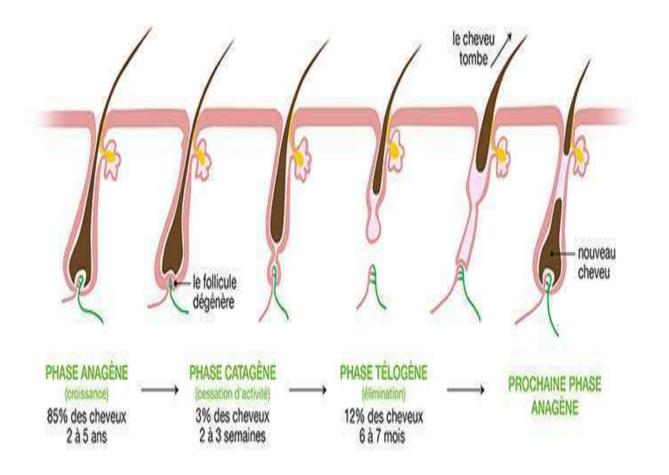


FIGURE 2: REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU CYCLE PILAIRE [29]

II.I.ILa phase anagène[46]

C'est la phase de croissance du cheveu. Au niveau cellulaire, l'indice mitotique est très élevé dans les cellules de la matrice pilaire. Il a été démontré par une étude de la cinétique de ces cellules, que leur cycle est un des plus rapides de notre organisme parmi les populations de cellules saines.

Cette phase dure en moyenne entre 3 et 5 ans, elle peut s'étendre jusqu'à 7 ans. Sa durée est souvent plus courte chez les hommes. La vitesse de croissance moyenne d'un cheveu varie entre 0,5 et 1 cm par mois. En fonction de sa localisation sur le cuir chevelu, le follicule pileux n'aura pas la même vitesse de croissance. Les follicules auront une croissance plus rapide sur le vertex (sommet du crâne) que sur les tempes. Cette vitesse sera encore plus lente sur la

zone occipitale. L'étude des spécificités du cheveu négroïde permettra de constater que cette vitesse de croissance moyenne diffère selon les ethnies.

II.1.2La phase catagène[30]

C'est la phase d'involution qui marque la fin de la période de croissance. La division cellulaire est stoppée. Cette période du cycle pilaire dure entre 2 et 3 semaines et peut parfois s'étendre sur quelques mois. Le bulbe pilaire est atrophié et la papille dermique cesse l'apport nutritionnel indispensable qu'elle fournissait pendant la phase anagène. Le bulbe remonte vers la surface de l'épiderme.

II.1.3 La phase télogène[36]

Entre 3 et 4 mois, c'est une phase de repos. Le cheveu remonte très haut dans le follicule pileux. Le bulbe pileux est complètement atrophié et adopte une forme caractéristique de « massue ». Le cheveu est destiné à être expulsé et sera remplacé par un nouveau. Par la suite une nouvelle phase anagène démarrera. Le cycle pilaire est le processus qui régit la croissance des cellules du follicule pileux. De nombreux facteurs déterminent l'aspect de la chevelure tels que sa densité, sa longueur, et dépendent du fonctionnement de ce cycle. Lorsque ce dernier présente des anomalies, elles sont souvent à l'origine de maladies alopéciantes.

II. 2Variation du cycle pilaire[8]

Le cycle pilaire peut subir des variations à cause de différents facteurs tels que l'âge, la génétique, l'alimentation. La croissance du cheveu se voit modifiée temporairement ou de façon permanente en fonction de l'étiologie. La connaissance de ces facteurs est importante pour mieux appréhender ces modifications.

II.2. l Les facteurs exogènes

> Les facteurs alimentaires

La croissance des cheveux est favorisée par certaines molécules tels que le soufre, indispensable pour la synthèse des acides aminés soufrés, certaines vitamines comme la vitamine B6 (pyridoxine), la vitamine B5 (acide pantothénique), la vitamine C, et la vitamine B8. Certains acides gras polyinsaturés vont réduire l'action néfaste de la 5α réductase sur le cycle pilaire.

Les facteurs saisonniers

En fonction des saisons, on observe une chute de cheveux plus importante au début de l'automne; ailleurs, un pic de pourcentage de cheveux en phase anagène est constaté à la fin du printemps.

Les médicaments

Les antimitotiques vont provoquer une perturbation importante de la phase anagène. Durant cette période, les cellules du follicule pileux ont un indice mitotique très élevé, ce qui explique la faible croissance des cheveux. En effet leur prise entraine souvent une chute de cheveux brutale mais réversible lors de l'arrêt du traitement.

II.2.2Les facteurs génétiques

Le nombre de cycle pilaire et la durée des phases de ce cycle sont sous dépendance génétique. Chaque follicule pileux subit en moyenne une vingtaine de cycles et la durée moyenne de ceux-ci sont de 5 ans. Ce qui pouvait être une chance pour les hommes d'avoir des cheveux jusqu'à l'âge de 100 ans. Il existe des variations interindividuelles concernant le nombre de cycles pilaires et la durée de la phase anagène qui peut être plus longue pour certaines personnes.

II.2.3Les facteurs hormonaux

Les androgènes sont responsables de la chute de cheveux dans le cas de l'alopécie androgénétique qui représente une forte prévalence chez l'homme. En effet, il existe sur certaines zones du cuir chevelu (sur le vertex et les lobes frontaux), des follicules pileux possédant des récepteurs à la 5α -réductase hypersensibles. Cette enzyme transforme la testostérone en dihydrotestostérone. Ce dernier est un métabolite actif qui sera responsable de la perturbation de la phase anagène [50]; tandis que chez la femme un excès de testostérone entrainera un hirsutisme. Les œstrogènes vont, quant à elles, ralentir la durée de la phase anagène en diminuant l'activité de la fraction d'hormones androgènes actives. Ce phénomène s'observe fréquemment durant la période de gestation de la femme qui, pendant sa grossesse, possèdera une chevelure abondante. Après l'accouchement, il est attendu qu'elle souffre d'une chute de cheveux brutale et, parfois abondante, due à la diminution du taux d'æstrogènes dans son sang. Les hormones thyroïdiennes ont également une action sur le cycle pilaire. On peut constater qu'en cas hypothyroïdie, les cheveux sont plus rares, secs et cassants.

II. 3Composition chimique du cheveu[28]

L'exploration de la composition chimique du cheveu permet de mieux comprendre les propriétés physiques et les interactions de la tige pilaire avec les produits cosmétiques. Pour exemple, la surface d'un cheveu non traité a un pH compris entre 4,5 et 5,5 ; pH similaire à celui de la peau. Ceci est dû aux différents éléments chimiques qui constituent le cheveu. Un pH acide permettra de resserrer les cellules cuticulaires au contact du cortex et ainsi renforcera sa protection. Tandis qu'un pH basique contribuera à les écarter du cortex et facilitera ainsi la pénétration de certains éléments chimiques en son sein. Les

principaux éléments chimiques qui composent le cheveu sont : la kératine à 95%, la mélanine, l'eau et des minéraux détectés à l'état de trace.

La kératine

C'est une protéine fibreuse qui constitue le composant principal du cheveu terminal. Elle est insoluble dans l'eau, les solvants polaires et non polaires. Sa synthèse est réalisée par les kératinocytes. Cette chaine polypeptidique résulte de la combinaison de 18 acides aminés différents. Ces derniers réalisent des réactions de condensation afin de former des chaines polypeptidiques. (Figure 5)

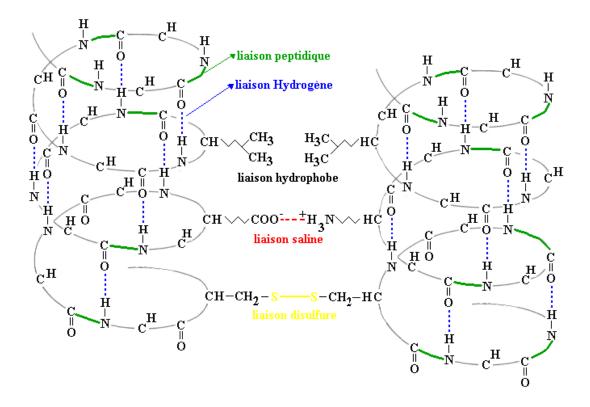


FIGURE 3: LA KERATINE [50]

Sur la figure 5 les acides aminés qui composent la kératine ont été identifiés et dosés par hydrolyse de cette protéine. Il en résulte que l'acide aminé retrouvé en plus grande proportion est la cystine (entre 14 et 16,8%) qui possède 2 atomes

de Soufre. On retrouve également l'acide glutamique dont le pourcentage est entre 14,3 et 15,5%.

II.3. I Lipides du cheveu

Le cheveu contient [45] deux types de lipides :

Les lipides constitutifs qui en représentent 3% et le sébum qui est un mélange de molécules lipidiques issues de la glande sébacée annexée aux cheveux. Les lipides constitutifs sont distincts. D'un côté on retrouve, des lipides remplissant un rôle de barrière hydrophobe à la surface de la cuticule qui sont des stérols, des acides gras et des céramides tous issus du bulbe pilaire.

De l'autre côté, des lipides occasionnent la création du ciment intercellulaire pour les cellules de la cuticule. L'un des plus importants est l'acide méthyl-18-eicosanoïque ou (18 - MEA). Sa présence rend la fibre capillaire hydrophobe et contribue à définir les caractéristiques physiques du cheveu.

Les cheveux contiennent des lipides qui sont pour la grande majorité issus de la glande sébacée. Le sébum produit par cette glande, est déversé dans le canal pilo-sébacé et se répand par capillarité sur toute la longueur de la tige pilaire lorsque la configuration spatiale de celle-ci le permet. Le sébum est composé [45]:

- -Mono, Di et Triglycérides à hauteur de 50 %. Ils apportent de la fluidité
- Cires et Esters supérieurs (20 %)
- Acides gras libres (10 à 25%)
- Squalènes (5 à 10%)
- Cholestérol (3%)

Lorsqu'il est sécrété en bonne quantité, il forme un film qui permet d'apporter un aspect brillant aux cheveux.

Cependant, cette sécrétion peut parfois être perturbée. Lorsqu'il y a un excès de sébum sur les tiges pilaires, la chevelure est alourdie et est évocatrice d'un manque d'hygiène capillaire. A l'inverse, lorsque cette sécrétion de sébum n'est pas suffisante ou mal répartie sur la fibre capillaire, les cheveux revêtent un aspect terne et sec.

II.3.2La mélanine

La synthèse des mélanines est réalisée par les mélanocytes.

Elle est sous contrôle génétique. Les mélanines sont des polymères responsables de la coloration de la peau, des yeux et des cheveux chez l'Homme. Toutefois, une particularité existe pour les mélanocytes présents dans le follicule pileux, ils sont capables de synthétiser de la mélanine en l'absence de lumière UV. Elles remplissent également un rôle de protection en absorbant une partie des rayonnements du soleil et en bloquant les radicaux libres. Il existe deux types de mélanine qui sont issus de la tyrosine mais qui ont des couleurs distinctes :

- L'eumélanine qui est de couleur brune, est un polymère d'indolquinone dedopaquinone capable d'absorber les rayons UVB.
- La phéomélanine qui renvoie une couleur rouge qui est due à la présence d'acidesaminés dans sa formule. Il existe une palette de couleurs de cheveux car le cortex renferme un mélange de ces deux types de mélanine. (Figure 6)

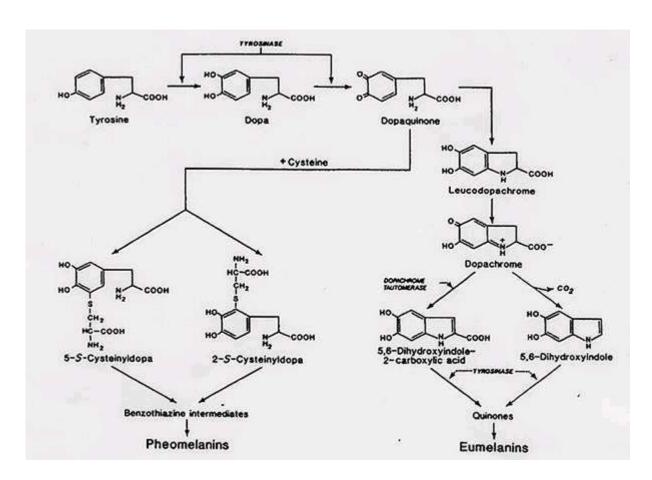


FIGURE 4: REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA SYNTHESE DES MELANINES. [50]

III. CLASSIFICATION DES CHEVEUX

III. I Classification de Hardy[35]

Elaborée durant le début des années 1970 par Daniel Hardy, cette nomenclature permet de classer les types de cheveu en fonction de l'origine ethnique. On parle de cheveu caucasien pour les populations d'origine européenne et indienne, de cheveu africain ou négroïde chez les personnes ayant des origines africaines et de cheveu asiatique pour les personnes d'origine asiatique. On constate ainsi que la diversité des frisures n'est pas prise ne compte. Les critères de classification utilisés sont les suivants :

- ➤ Le diamètre et la section de la tige pilaire
- La forme de la fibre

- Les propriétés mécaniques
- ➤ La facilité du peignage
- ➤ L'hydratation
- ➤ Le diamètre et la section de la tige pilaire

Le cheveu asiatique a la section de la tige, circulaire sur toute sa longueur ainsi que le diamètre le plus important. Sa morphologie se rapproche de celle d'un cylindre. Les cheveux sont tels des tiges bien droites. (Figure 7)

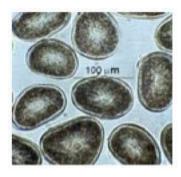




FIGURE 5: SECTIONS DE CHEVEUX ASIATIQUES VUS AU VIDEO MICROSCOPE [42]

Le cheveu africain a une section elliptique et un diamètre variable sur différents endroits de la tige pilaire. Tel un ruban aplati, il aura tendance à s'entortiller sur lui-même et former cette chevelure d'aspect crépu. (Figure 8)





FIGURE 6: SECTION DE CHEVEUX AFRICAINS VUE AU VIDEO MICROSCOPE [42]

Le cheveu caucasien quant à lui possède un diamètre et une section de dimension intermédiaire. Les cheveux peuvent être aussi bien raides que bouclés. (Figure 9)





FIGURE 7: SECTION DE CHEVEUX CAUCASIENS VUE AU VIDEO MICROSCOPE [42]

La forme de la fibre

Le cheveu africain présente une forme ovale et de nombreux replis sur sa longueur. Les cheveux asiatiques ont une forme cylindrique. Le cheveu caucasien, de forme pseudo- cylindrique, peut présenter des replis sur sa longueur, mais beaucoup moins fréquemment que le cheveu négroïde.

Les propriétés mécaniques[36]

Ce qui est notable, c'est que le cheveu africain est celui qui résiste le moins bien à la traction. Cette faible résistance s'explique d'une part, par sa tige extrêmement torsadée présentant sur toute sa longueur des zones aplaties jusqu'à l'étranglement au niveau des coudes et d'autre part, par l'existence de multiples inversions dans le sens d'entortillement qui contribuent à renforcer sa fragilité.

La facilité de peignage [36]

Cette caractéristique dépend directement du coefficient de friction et de l'état de surface du cheveu. La présence de nombreux repliements sur sa longueur augmente le nombre de point de contact sur une même tige pilaire et entre les tiges également. Le démêlage de la chevelure est très difficile sur un cheveu africain, contrairement aux cheveux asiatique et caucasien qui du fait de leur structure seront plus faciles à peigner.

➤ L'hydratation [22]

Le cheveu africain possède naturellement moins de substances hydratantes que le cheveu caucasien et le cheveu asiatique.

III. 2Autre classification

Elle n'englobe pas suffisamment les différences que l'on peut observer d'une chevelure à l'autre. Une personne de type caucasienne peut détenir une chevelure ayant des caractéristiques proches de celles d'une personne ayant des origines africaines.

Cette classification ne permettra pas de déterminer le véritable type de cheveu d'un individu. De plus l'augmentation de la mobilité des populations a favorisé un métissage de la population mondiale qui désormais contient plus de 3 types de catégories de cheveu.

Le numéro un mondial de la cosmétique, le groupe L'Oréal, ayant pris conscience de ces diversités et de l'importance de mieux qualifier les types de cheveu, a mis en place une méthode d'évaluation et de classification. On comptabilise désormais 8 groupes distincts indépendamment de l'origine ethnique. [26]

Cette nouvelle classification repose sur la mesure de 4 paramètres morphologiques :

- Le diamètre de la plus petite courbure (DC= diamètre de courbure) cette mesure est relevée à l'aide d'un DC-mètre.
- L'index de boucle (i) qui correspond au rapport de la longueur du cheveu étiré sur sa longueur apparente.
- ➤ Le nombre maximal d'ondulations ou de vagues (w) que le cheveu peut former lorsqu'il est contraint au 4/5 de sa longueur.
- Le nombre de torsions (t) du cheveu selon son axe principal.

Le diamètre de courbure (DC) permet d'évaluer objectivement la raideur ou la capacité du cheveu à se courber.

On peut en déduire qu'un cheveu appartenant à la catégorie I est un cheveu que l'on pourrait définir comme étant raide et ceci quel que soit l'origine ethnique de la personne.

L'indice de boucle (i) est un paramètre qui permet également de bien séparer les types de cheveu. À partir du type V, la fibre se replie beaucoup sur elle-même.

Les différents types de cheveux sont qualifiés ainsi : Type I (raide), Type II (large ondulation), Type III (ondulé), Type IV (bouclé), Type V (très bouclé), Type VI (enroulé), Type VII (très enroulé), Type VIII (enroulé en zig zag).

Les différents types de cheveu classé (selon l'étude réalisée par L'Oréal) sont présentés sur la figure 10.



FIGURE 8: REPRESENTATION FIGURATIVE DES DIFFERENTS TYPES DE CHEVEU. [47]

III. 3Caractéristiques propres au cheveu négroïde

Ce type de cheveu, bien qu'il puisse se boucler et se replier de nombreuses fois sur lui-même, possède des particularités qui lui sont propres.

III.3. I Aspect macroscopique et microscopique du cheveu négroïde

La chevelure composée de cheveux de type négroïde revêt systématiquement un aspect dense et volumineux. Cependant, il a été démontré[25] que la densité capillaire du sujet africain est plus faible que celle du cheveu caucasien et ceci quel que soit le sexe. Cette spécificité réside dans la morphologie de sa fibre capillaire.

III.3.2Anatomie capillaire[7]

La tige pilaire présente une forme hélicoïdale et spiralée. L'origine de cette forme particulière repose sur une asymétrie de certains éléments du follicule pileux. On constate une différenciation précoce des cellules de la cuticule, des gaines épithéliales internes et externes du côté concave par rapport au côté convexe de la future tige pilaire.

La cuticule se referme progressivement autour de la tige pilaire, alors que le réseau de la protéine fibreuse qu'est la kératine n'est pas encore organisé.

On observe ainsi une gaine épithéliale externe d'épaisseur plus importante sur la face concave de la courbure et elle appliquerait une pression plus forte sur la tige en formation, encore facilement déformable. Ceci est à l'origine de l'absence de symétrie axiale du cheveu et de sa forme elliptique. Ce développement de la tige pilaire est semblable pour tous les cheveux frisés.

La section de la tige est plus elliptique et aplatie à certains endroits. Ceci la différencie fortement des autres groupes asiatiques et caucasiens.

Une autre particularité de la fibre capillaire africaine[38]a été révélée par une étude. À l'aide de microscope optique et de microscope électronique à balayage; leurs observations ont permis de constater la présence importante de nœuds (Figure 11) au sein de la chevelure africaine soit 16,5% versus, une quasi absence de nœuds dans les autres groupes ethniques. La formation de ces nœuds qui sont très serrés, affecte la cuticule qui s'effiloche et laisse le cortex exposé.

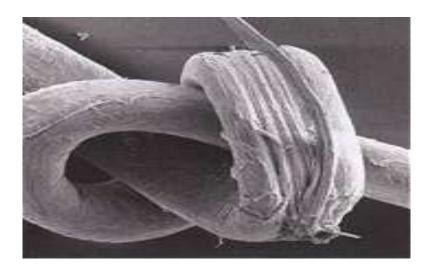


FIGURE 9: OBSERVATION AU MICROSCOPE DE NŒUDS PRESENTS DANS LES CHEVEUX AFRICAINS. [1]

Composition moléculaire

➤ La kératine

Une équipe a analysé l'organisation moléculaire de la tige pilaire des trois groupes ethniques. L'utilisation des rayons-X a permis de révéler une absence de différences entre ces trois groupes, tant pour l'organisation spatiale de la kératine que pour sa composition. On retrouve dans tous ces groupes, une structure composée de macrofibrilles entourées d'une matrice amorphe [7].

Les lipides [39]

Toutefois, concernant la composition lipidique, une étude a mis en avant des différences sur la répartition des lipides entre les cheveux africains et caucasiens.

Le cheveu africain contient à l'intérieur de sa structure moins de lipides. Ce manque de lipides constitutifs a pour effet de diminuer la cohésion des cellules cuticulaires et par conséquent de fragiliser la structure du cheveu.

De plus, le sébum présent à la surface de la cuticule ne s'écoule pas correctement à cause de sa structure hélicoïdale et des nombreuses vrilles. Cette sécrétion issue des glandes sébacées joue le rôle de lubrifiant pour les écailles de la tige pilaire.

La mélanine

Le cheveu africain contient 99% d'eumélanine qui est un pigment brun foncé. De ce fait, le cheveu africain possède une palette de couleurs limitée allant du brun foncé au noir. Les grains de mélanines répartis dans le cortex sont plus gros, plus nombreux et peuvent se retrouver dans la cuticule[63].

III.3.3Caractéristique de la croissance[43]

Les paramètres de croissance des cheveux africains ont été déterminés grâce à une étude menée sur 38 sujets soit 19 hommes et 19 femmes âgés en moyenne de 27 ans, et originaires d'Afrique centrale et de l'ouest. Ces résultats ont également été comparés à ceux obtenus sur une étude similaire réalisée sur 45 sujets (23 femmes et 22 hommes) âgés en moyenne de 28 ans. D'après cette étude, on observe des différences sur les paramètres suivants :

- La vitesse de croissance
- Le pourcentage de cheveu en phase télogène.

• La vitesse de croissance

Le cheveu africain croît plus lentement que le cheveu caucasien. La vitesse moyenne est de 256 (+/- 44) μ m/jour contre 396 (+/- 55) μ m/jour pour le cheveu caucasien. Lorsque l'on ramène ce résultat sur une année, cela permet d'évaluer la croissance du cheveu africain à 9,3 (+/- 1,6) cm/ an.

• Pourcentage des cheveux en phase télogène

Ce paramètre est plus élevé dans le groupe de sujet africain.

Il a étéobservé 18 (+/8) % vs 14(+/- 11) % de cheveux en phase télogène pour le sujet africain.

Une étude similaire réalisée, en 2005, cette fois-ci sur 511 personnes et sur les trois groupes ethniques, a permis de confirmer ces résultats. Il en ressort toujours que la vitesse de croissance la plus faible est bien observée chez les sujets africains et que les asiatiques ont la croissance capillaire la plus rapide.

[26]

III.3.4 Propriétés physiques

• Résistance à la traction

Au travers d'une analyse comparant les propriétés mécaniques des trois types de cheveu, des chercheurs ont mis en évidence que le cheveu africain atteint son seuil de rupture plus rapidement que les autres types de cheveux, lorsqu'il est soumis à une contrainte ou à un allongement [25]. Le cheveu africain est donc bien plus fragile que les autres.

Cette expérience a permis de soulever un facteur important : la fragilité mécanique du cheveu augmente lorsque le diamètre de courbure du cheveu diminue. De ce fait, plus le cheveu n'est frisé et enroulé sur lui-même et, moins il est apte à supporter des tensions tendant à l'allonger. Cette notion est très

importante car elle explique en partie l'origine des alopécies traumatiques que l'on retrouve chez les femmes ayant des origines africaines.

• Qualité du peignage

Une autre spécificité du cheveu négroïde est son comportement lors du peignage. Ce paramètre est pris en compte, car il est très important pour les utilisateurs de produits capillaires ayant des cheveux frisés. Dans la partie concernant l'aspect de la tige pilaire, il a été démontré que la chevelure africaine contient de nombreux nœuds, petits et très serrés. Le démêlage des cheveux est donc une tâche très difficile à effectuer.

Une étude a permis d'analyser les cheveux récoltés après peignage de la chevelure des trois types de cheveux. Les résultats montrent après quatre jours de test, que les personnes ayant des cheveux africains perdent beaucoup plus de cheveux après peignage (jusqu'à 50% de plus qu'une chevelure caucasienne et 85 % de plus qu'une chevelure asiatique).

La particularité de ces cheveux perdus est qu'ils semblent avoir été le produit d'une casse due à la force déployée pour démêler la chevelure.

Une autre conclusion découle de cette étude. Le cheveu négroïde présente de nombreuses fissures longitudinales sur sa tige, ce qui est très rares sur les autres types de cheveux. Ces anomalies qui fragilisent la fibre seraient également provoquées par le peignage.

Le cheveu négroïde est donc plus difficile à peigner que les autres cheveux et cette difficulté pourrait être à l'origine de la longueur plus réduite des cheveux africains. Il est certain, que, la vitesse de croissance est un paramètre à prendre en compte dans la longueur de la chevelure. Cependant, le démêlage des cheveux entrainant une fragilité et une casse prématurée des tiges pilaires, il est logique de constater une élongation réduite de la chevelure négroïde.

Abordons à présent le chapitre consacré à l'alopécie.

Chapitre 2: LES ALOPECIES: ETIOLOGIES ET TRAITEMENTS

L'alopécie est une pathologie qui affecte le follicule pileux. Elle est définie par une raréfaction ou une disparition totale des cheveux. Elle peut être diffuse ou respectée une certaine topographie.

On distingue plusieurs types alopécies en fonction de la gravité de l'atteinte du follicule pileux.

I. CLASSIFICATION DES DIFFERENTS TYPES D'ALOPECIE [4]

I. l'Alopécie par destruction définitive du follicule pileux

Dans ce type d'alopécie, le follicule pileux étant détruit de façon irréversible, la chute de cheveux observée est définitive.

I.I.I Etiologies

Elles sont de trois natures :

- ➤ Origine génétique avec des aplasies, hypoplasies ou dysplasies des follicules pileux congénitales ou acquises.
- ➤ Origine endogène due à des dermatoses entrainant une destruction des follicules (lupus érythémateux chronique, lichen, certaines folliculites chroniques, tumeurs...)
- ➤ Origine exogène induite par des facteurs traumatisants tels que des brûlures, des radiodermites, des tractions répétées et autres.

I.1.2Observations cliniques

La figure 12 nous présente une folliculite du cuir chevelu ayant entrainé une alopécie chez le malade.



FIGURE 10: FOLLICULITE DU CUIR CHEVELU [59]

I. 2Alopécie induite par inhibition transitoire du cycle pilaire

Dans la première partie de ce document, le fonctionnement du cycle pilaire a été exposé et il a été démontré que différents facteurs d'origine exogène, hormonale ou endogène peuvent influer sur le fonctionnement physiologique du cycle pilaire. Ce mécanisme est observé dans ces cas d'alopécies où, le cycle pilaire est perturbé transitoirement à cause de diverses étiologies. Ces chutes de cheveux sont, au commencement, réversibles et, ont de grandes chances de le rester si la prise en charge du patient est effectuée précocement.

1.2. I Etiologies

- Les origines hormonales comme avec les dysthyroïdies ou, diminution de l'imprégnation importante des follicules pileux durant la grossesse. La chute du taux d'œstrogène en post-partum va engendrer un effluviumtélogèneaigu.
- Les origines carentielles manifestant soit une hyposidérémie ou plus grave une cachexie.

- Les origines iatrogènes dues aux médicaments antimitotiques des chimiothérapies qui sont responsables d'effluvium anagènes importants de follicules pileux.
- ➤ Les infections du follicule pileux induites soit par des champignons des genres (Microsporum ou Tricophyton) déclenchant des teignes, ou des bactéries de types Staphylococcus aureus ou Propionibacterium acnes provoquent des folliculites bactériennes.
- Les troubles compulsifs tels que la trichotillomanie où le patient effectue un arrachage répétitif de ses cheveux.
- Les habitudes de coiffage causant une traction importante sur le cheveu par exemple la réalisation de chignons ou de tresses avec ou sans extensions capillaires trop serrées, des brushings trop fréquents.
- Les réactions auto-immunes entrainent les follicules pileux en phase catagène. Cette physiopathologie est observée dans le cas de la pelade.

1.2.2Observations cliniques

La figure 13 présente une alopécie induite par une infection du cuir chevelu due à un champignon.



FIGURE 11: PLAQUE ALOPECIQUE DUE A UNE TEIGNE. [48]

I. 3Alopécie androgénétique (AAG)

Cette pathologie évolutive, sous dépendance génétique, induit une régression puis une miniaturisation du follicule pileux. Ceci est rendu possible à grâce à l'action des hormones androgènes signifions que la prévalence de cette pathologie est plus importante chez les hommes que chez les femmes. [16]

I.3. I Etiologies

Dans certaines zones du cuir chevelu, les follicules pileux ont une plus forte activité de conversion de la testostérone en dihydrotestostérone par la 5α -réductase. La formation de ce métabolite actif augmente la vitesse de renouvellement du cheveu. Ainsi le follicule pileux épuise de façon rapide son capital de cellules souches folliculaires et la chevelure du patient à certains endroits où le cuir chevelu se raréfie. Cependant vers le stade terminal, on observe la formation d'un follicule à duvet parfois vide.

1.3.2Observations cliniques

La figure 14 nous présente une alopécie androgénétique masculine et féminine.



FIGURE 12: ALOPECIE ANDROGENETIQUE FEMININE ET MASCULINE. [24]

II. LES ALOPECIES TRAUMATIQUES COSMETIQUES

Les alopécies cosmétiques sont celles que l'on retrouve fréquemment chez les femmes ayant des origines africaines. Elles sont causées par des habitudes de coiffage et l'usage de produits cosmétiques trop agressifs pour leurs chevelures déjà fragiles. Les traumatismes générés chroniquement au sein du follicule seront parfois irréversibles et entraineront des alopécies définitives dû à la destruction de ce dernier.

C'est pour donc des raisons purement cosmétiques que cette population se voit atteinte de ces alopécies.

La connaissance des habitudes de coiffage de ces femmes a permis de déterminer des différents types d'alopécie qui trouvent leurs étiologies dans ces pratiques.

Dans la suite, nous exposerons sur l'alopécie de traction qui est une alopécie induite par inhibition transitoire du cycle pilaire.

II. l'Alopécie de traction

II.I.I Etiologie

L'alopécie de tractionfait partie des alopécies traumatiques. En effet, en nous référant à la classification des différentes alopécies, elle est une alopécie induite par inhibition transitoire du cycle pilaire. Elle est donc non cicatricielle au début de son évolution car le maintien de la traction sur la tige pilaire va entrainer une destruction définitive du follicule pileux et ainsi induire secondairement une alopécie cicatricielle.

Elle se caractérisée par une perte de cheveux faisant suite à une mise sous tension des tiges pilaires. L'alopécie de traction peut revêtir à ce niveau deux aspects :

- ➤ Une forme aigüe consécutive à un arrachage de cheveux (volontaire ou accidentel).
- ➤ Une forme chronique où la répétition de la traction de la fibre capillaire sera responsable d'une alopécie chronique.

II. I.2Physiopathologie[28]

La traction exercée sur les tiges pilaires de manière répétée et prolongée sera à l'origine de l'apparition de ces plaques alopéciques. Deux stades se distinguent dans cette pathologie :

→ Un stade actif, inflammatoire

Il est dit actif lorsque la tension est récente, une réaction inflammatoire est déclenchée au niveau du follicule pileux. La folliculite sera à ce stade aggravée par l'utilisation de produits capillaires comédogènes (huiles ou pommades appliquées directement sur le cuir chevelu) et part l'utilisation d'extensions capillaires synthétiques allergisantes.

Sur peau noire, on peut aussi observer, des pustules autour des racines des tiges pilaires exposées à une forte tension, la formation d'un érythème périfolliculaire visible, sous la forme d'une hyperpigmentation qui peut revêtir un aspect grisâtre. Les patients peuvent présenter également une hyperkératose et un prurit qui font penser à une dermite séborrhéique. Les cheveux cassés par la traction sont visibles sur la zone subissant une forte tension ainsi que des pustules. Cependant, l'alopécie est non cicatricielle donc encore réversible.

→ Un stade cicatriciel

Lorsque la phase inflammatoire se termine et, que les cheveux subissent encore une tension, elle laisse place à la phase de cicatrisation. On peut voir les gaines épithéliales du cheveu en formation qui physiologiquement ne doivent pas quitter l'intérieur du follicule pileux. L'intensité de la traction est telle qu'elles sont extraites de leur orifice pilosébacé et coulissent le long de la tige pilaire. Elles sont dénommées gaines coulissantes et signent un état prolongé de cette tension.

Le follicule pileux produira, dans un premier temps, un cheveu réduit à l'état de duvet. Ensuite celui-ci sera éliminé et remplacé par un tissu cicatriciel. La présence de ce follicule rendra la formation d'un nouveau cheveu difficile. A ce stade on parle d'alopécie cicatricielle irréversible.

Pour éviter ces dysfonctionnements, il est donc très important de diagnostiquer très tôt une alopécie de traction afin de permettre au patient de se traiter rapidement pour lui éviter une perte définitive d'une partie de sa chevelure.

II.1.3Observations cliniques

Sur le plan clinique, on distingue deux types de localisation de ces plaques alopéciques.

D'une part, on parle d'alopécie de traction marginale lorsque les plaques sont situées sur les zones frontales et temporales. Elles sont souvent symétriques. Cette localisation spécifique, est due, chez les femmes ayant un cheveu africain, à certaines coiffures comme les tresses fines et serrées supportant des extensions capillaires. Ce type de coiffure associé à une contraction constante des muscles de l'expression du visage favorise la mise en tension permanente de ces tiges pilaires. [28]

Cependant, on peut constater une asymétrie de la taille des plaques si la patiente réalise elle-même sa coiffure. En effet, avec sa main la plus habile, la patiente à tendance à exercer une traction plus intense. Cette pression contribue à étendre la dimension des zones alopéciques.

Une autre particularité de cette alopécie est une conservation d'une bande frontale antérieure de cheveux. Ces derniers n'ont pas pu être inclus dans la coiffure à l'origine de la traction. Celle-ci est illustrée dans la figure 15.

Le défrisage des cheveux, fréquemment observé dans cette population, contribue fortement à augmenter la prévalence de cette alopécie.

Dans une étude réalisée comptabilisant 574 jeunes filles mineures et 604 femmes, il a été observé davantage de cas d'alopécie de traction chez les femmes se coiffant en exerçant une traction et se défrisant les cheveux versus, celles qui les tiraient aussi, mais sans les avoir chimiquement traités. [38]

Ceci s'explique par les propriétés mécaniques du cheveu défrisé. Ce dernier ayant perdu son élasticité, il devient encore moins résistant à la traction et casse plus rapidement.

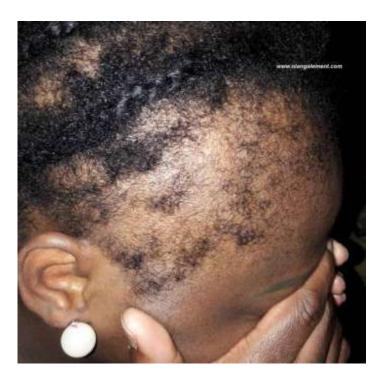


FIGURE 13: ALOPECIE DE TRACTION TEMPORALE [41]

D'autre part, une localisation non marginale est décrite dans les études. Elle résulte d'une habitude de coiffage qui est le chignon. Chez ces patientes, la zone d'alopécie se situe sur la région occipitale. Les patientes présentent une zone alopécique pouvant faire penser à une pelade qui est une alopécie réversible.

En effet, cette alopécie de traction non diagnostiquée évoluera vers une alopécie cicatricielle irréversible. [62]

II. I. 4Diagnostic

Le diagnostic est basé sur une observation clinique des plaques alopéciques associée à un interrogatoire du patient sur ses habitudes de coiffage. La connaissance des caractéristiques spécifiques du cheveu africain et des habitudes

de coiffage de ces femmes, permet d'orienter le diagnostic vers une alopécie de traction.

II. I.5 Etiologies

Les pratiques capillaires opérées par ces femmes sont à l'origine de cette pathologie. Des nattes trop serrées, des chignons avec les cheveux trop tirés en arrière. Une technique d'extension capillaire, le tissage, alliant deux types de traction : celle exercée par les tresses collées sur le crâne, associée à la tension produite par le port de mèches cousues sur ces nattes. La dite coiffure est souvent réalisée sur des cheveux défrisés donc encore plus fragiles, ce qui accentue fortement la morbidité de l'alopécie de traction. Les extensions capillaires utilisées pour la réalisation des tissages peuvent également être disposées sur le cuir chevelu grâce à de la colle contenant du latex. Cette pratique provoque des dermites de contact due à la composition de ce produit adhésif et d'importantes chutes de cheveux lorsque, les extensions sont retirées. [13] (Figure 16)



FIGURE 14: NATTES TROP SERREES SUR CHEVEU NEGROÏDE. [51]

Les tresses libres, effectuées à l'aide d'extension capillaire le plus souvent synthétiques, seront responsables de deux types de problématiques. Tout d'abord d'une traction importante sur les mèches de cheveu : celle-ci sera d'autant plus marquée lorsque les tresses sont petites, serrées et trop lourdes pour les petites portions de cheveux qui les soutiennent. Puis, ces extensions synthétiques sont souvent responsables d'allergie de contact. Ce qui va aggraver la folliculite induite par la traction et donc le processus inflammatoire déjà en cours. [13]

II. 2Les traitements

II.2. Le minoxidil [50]

Cet antihypertenseur (à l'origine), est utilisé par voie locale pour stimuler la croissance des cellules du follicule pileux. On ne connait pas exactement son mécanisme d'action. Cependant, on constate les effets suivants: une augmentation du débit sanguin, une synthèse accrue de kératine et un indice mitotique élevé au niveau des cellules folliculaires.

Les effets du minoxidil sont ressentis dès le deuxième mois d'utilisation. Le cheveu est maintenu artificiellement en phase de croissance grâce à un allongement de la phase anagène. Le diamètre de la tige pilaire est augmenté d'après l'hypothèse que les follicules pileux seraient hypertrophiés. On peut observer une chevelure plus dense sans que le nombre de cheveux soit augmenté.

Il existe deux dosages à disposition, le 2% et le 5%.

La posologie est de 1ml, deux fois par jour, pendant 3 mois minimum. Dans le cas des alopécies traumatiques, le traitement sera pris pendant une courte durée de quelques mois afin d'aider à faire redémarrer la croissance du cheveu.

L'effet indésirable principal est, l'hypertrichose, qui est à prévenir chez les patientes en appliquant le produit un jour sur deux au début du traitement et en essuyant toutes les coulées de produit qui pourraient se répandre sur le visage dans le cas d'une alopécie fronto-temporale.

Les formes galéniques sont des lotions à base de propylène glycol à appliquer sur le cuir chevelu. Depuis 2014, au Etats-Unis, le Minoxidil à 5% sous forme de mousse possède une AMM pour les femmes. Cette forme galénique permet une application plus précisesur la zone à traiter et à éviter les cas d'allergies au propylène glycol.

II.2.2La greffe pilaire [10]

L'objectif de la greffe est de prélever des cheveux d'une zone donneuse pour les réimplanter dans la zone dégarnie définie comme étant la zone receveuse. Il est donc entendu qu'il n'y pas de création de nouveaux cheveux.

Le traitement de l'alopécie de traction et de l'ACCC sont les raisons qui vont amener ces patientes vers la greffe. Tandis que les patients ayant, des cheveux asiatiques ou caucasiens utiliseront quant à eux la greffe, lorsqu'un diagnostic d'alopécie androgénétique sera posé.

II.2.3Produits naturels

Face à ces techniques couteuses, il serait intéressant de se tourner vers des produits naturels actifs ayant montrés leur efficacité dans la prévention de l'alopécie de traction tel que l'huile extraite de la noix de *Cocos nucifera*. [53] Abordons à présent le chapitre consacré à l'huile de coco.

Chapitre 3: L'HUILE DE COCO

I. ETUDE ETHNOBOTANIQUE

I. I Origine

Le Cocotier (*Cocos nucifera*) est une espèce de palmiers[49]de la famille des Arecacées, décrite par Carl Linné.

Le cocotier n'est donc pas un arbre mais une plante monocotylédone. Son fruit est la noix de coco, gros fruit ovale, dur et vert qui pèse jusqu'à 1,5 kg et apparaît sur une spathe entre les longues feuilles pennées. Sa graine a une enveloppe brune, fibreuse; sa chair blanche (albumen) fraîche ou séchée (coprah) est comestible, ainsi que l'eau de coco et l'embryon [58].

L'ère d'origine du cocotier a donné lieu à des controverses. Mais il est aujourd'hui admis qu'il est originaire des côtes tropicales d'Asie et d'Océanie. Mais son centre d'origine primaire n'a pu être déterminé avec précision, car *Nucifera* est la seule espèce du genre *Cocos* et sa première variété s'est perdue. De plus, des noix de coco fossiles ont été découvertes dans des endroits aussi éloignés que l'Inde et la Nouvelle-Zélande.

Le cocotier est connu en Inde depuis le VI^e siècle, en Chine depuis le IX^e et sur les côtes de l'Afrique de l'Est depuis le X^e. Mais il ne devient pantropicalqu'au XVI^e siècle, à la suite de son introduction en Afrique de l'Ouest, aux Caraïbes et sur la côte atlantique de l'Amérique tropicale par les explorateurs espagnols et portugais. Il est aujourd'hui présent dans toute la zone intertropicale humide. Surtout cultivé le long des côtes, il n'y reste pas confiné. En Inde, il est planté jusqu'à 1 000 m d'altitude. La longévité de la plante dépasse un siècle. Sa durée de vie économique est estimée entre 5 et 80 ans, mais certains cocotiers bien plus âgés sont encore couverts de fruits.

I. 2Classification

Règne Plantae

Sous-règne Tracheobionta

Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida

Sous-classe Arecidae

Ordre Arecales

Famille Arecaceae

Genre Cocos L., 1753

Nom binominal Cocos nucifera

L., 1753

I. 3Botanique générale des Arecacées[58]

Les palmiers, palmacées (palmaceae) ou arécacées (Arecaceae) sont des plantes monocotylédones. Ils ne sont donc pas des arbres, mais des « herbes géantes » (Figure 17). Ils sont facilement reconnaissables à leur tige, non ramifiée, le stipe, surmonté d'un bouquet de feuilles pennées. Cette famille comprend plus de 2500 espèces réparties en plus de 200 genres. Les Arecacées sont répandues dans toute la zone intertropicale. (Tableau I)

TABLEAU I: CARACTERISTIQUES DE COCOS NUCIFERA L. (ARECACEES)
[34]

	Cocos nucifera
Longueur de la plante	20 à 22 m
Diamètre du stipe	8 à 12 cm
Longueur des feuilles	3 à 5m
Longueur des fruits	15 à 30 cm

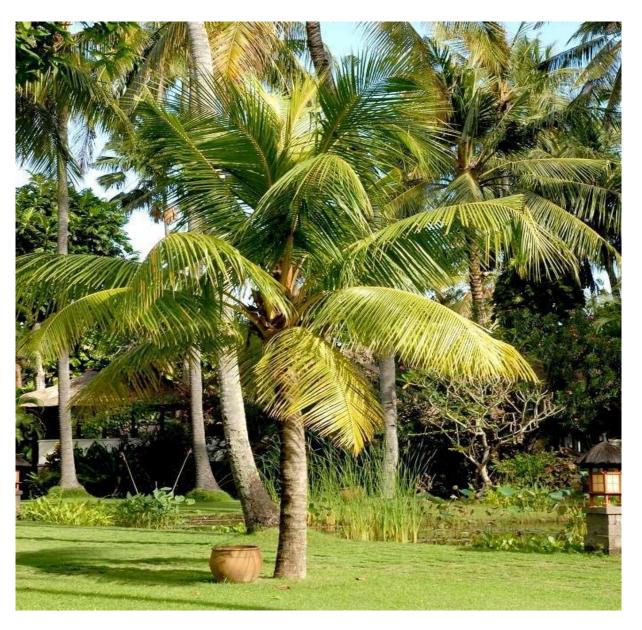


FIGURE 15: ARBRE DE COCOS NUCIFERA L. (ARECACEES) [2]

L'Afrique compte 16 genres et 116 espèces de palmier mais les plus utiles économiquement en Côte d'Ivoire et d'ailleurs dans toute l'Afrique sont Elaeis guineensis Jacq, Cocos nucifera L et Borassus flabellifer Var.[34]

I. 4Principales utilisations[31]

Le cocotier compte parmi les plus anciennes plantes utiles qui procurent à l'homme de très nombreux produits, aussi est-il parfois appelé « l'arbre aux cent usages » ou « l'arbre de vie ». On l'exploite de multiples façons :

- la pulpe séchée, se composant à 60-70 % de lipides, est appelée coprah.
 Celui-ci sert à la fabrication d'huile utilisée dans la confection de margarine, de savon et de monoï;
- le « bois » de la tige (ce n'est pas du vrai bois comme pour tout Monocotylédone angiosperme) est utilisé pour la construction, il présente un grain très fin et présente un aspect marbré très décoratif;
- la sève est consommée fraîche ou sous forme de sirop (respectivement *kareve* et *kaimaimai* aux Kiribati) par les habitants des Kiribati, du littoral ivoirien et des îles Marshall. Fermentée, elle peut se conserver et devenir une sorte d'alcool, appelé en anglais *toddy*. La sève concentrée et séchée est utilisée pour produire un sucre appelé jaggery en Inde ;
- la fibre de coco, ou bourre de coco, fibres entourant la coque de la noix de coco, est utilisé pour faire des brosses, des paillassons, des matelas et des cordes;
- la fibre au sommet du cocotier, appelée « kere » en paumotu, est utilisé comme le tapa pour la confection de costume ;
- les noix de coco immatures contiennent un liquide sucré, l'*eau de coco*, qui est une boisson rafraîchissante ;
- la pulpe de la noix de coco est comestible. Elle peut également être râpée puis pressée pour en extraire le *lait de coco* ;
- le bourgeon terminal ou « chou » du cocotier est comestible ;
- le fruit est parfois coupé transversalement et entièrement laqué pour servir de cendrier, bac à glaçon ou petit accessoire de rangement décoratif ;
- la noix de coco débourrée, coupée en deux demi-sphères et laquée, sert de soutien-gorge aux danseuses polynésiennes ;
- la palme de cocotier est tressée et plongée dans l'eau de mer salée pour la conserver, puis séchée au soleil. Elle servait comme matériaux de construction en Océanie, pour les murs et les toits d'habitations. Divers

- objets peuvent être également tressés : chapeaux, sacs, ou servir de décoration de fête ;
- la tige centrale de la feuille est séparée et séchée, appelée *niau* par les polynésiens, elle sert notamment à la confection de balais ou de décorations comme les costumes de danse traditionnelle.

II. GENERALITES SUR L'HUILE DE COCO

II. I Composition

Une huile végétale est composée de triglycérides. Elle contient également des mono ou di-glycérides ainsi que des insaponifiables.

L'huile de coco (Figure 18) se caractérise par une forte teneur en acides gras saturés à chaînes courtes et moyennes.



FIGURE 16: LA NOIX DE COCO ET L'HUILE COCO [2]

Elle contient principalement de l'acide laurique (C12) (Figure 19) et de l'acide myristique (C14). Les triglycérides retrouvés principalement dans cette huile sont la trilaurine, la trimyristine, la tripalmitine et la tristéarine [12]dont 90 % de ses triglycérides saturés, vont lui conférer ses propriétés cosmétiques.

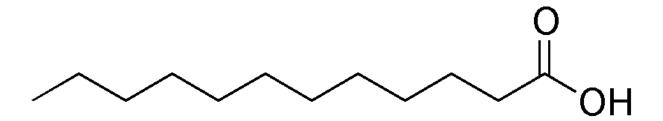


FIGURE 17: FORMULE CHIMIQUE DE L'ACIDE LAURIQUE (C12)

L'huile de coco contient également des acides gras insaturés tels que l'acide oléique (C18 : 1), l'acide linoléique (C18 : 2), l'acide linolénique (C18 : 3) et l'acide palmitoléique (C16 : 1) [37]. Le tableau II représente la composition de l'huile de coco.

Cette huile dite végétale contient peu de phosphatides ouphosphoglycérides (<0,07 %).

TABLEAU II: COMPOSITION DE L'HUILE DE COCO [37]

Formule simple	Teneur pour 100 g
Acide caproïque	0,6 g
Acide caprylique C8	7,5 g
Acide caprique C10	6 g
Acide laurique C12	44, 6 g
Acide myristique C14	16,8 g
Acide palmitique C16	8,2 g
Acide stéarique C18	2,8 g
Acide oléique C18:1	18,15 g
Acide linoléique C18:2	15,553 g
Acide linolénique C18:3	
Acides gras trans	0, 1816 g
Total acide gras saturés	86,5 g
Total acides gras monosaturés	5,8 g

Total acides polyinsaturés	1,8 g
Vitamine E	0,29 mg
Vitamine K	0,5 μg

II. 2Propriétés physico-chimiques

Le tableau IIIà venir présentera les principales caractéristiques physiques de l'huile de coco. Il faut souligner que les propriétés physiques de l'huile de coco vierge dépendent de la méthode d'extraction employée. Les valeurs du tableau sont données à titre indicatif. En effet, elles peuvent varier en fonction du pays de provenance, du temps de stockage et de la date de fabrication.

TABLEAU III: PROPRIETES DE L'HUILE DE COCO [44]

Couleur	Blanc ivoire
Densité	0,903
Indice de réfraction nD40	1,4485 – 1,4495
Indice de saponification (mg KOH/g	255 – 258
d'huile)	
Indice d'iode	8 – 9,5
Point de fusion (°C)	21 – 25
Indice peroxyde	0,27

L'indice de saponification intervient lors de la fabrication de pain de savon. Il représente la quantité de potasse (en mg) nécessaire pour neutraliser les acides gras libres de l'huile et saponifier les acides gras estérifiés contenus dans un gramme d'huile. Plus l'indice de saponification est élevé, plus l'huile est riche en acides gras libres, ce qui est le cas de l'huile de coco. L'indice peroxyde

caractérise la capacité d'une huile à s'oxyder et donc, à devenir rance. Ici, l'indice peroxyde est faible, ce qui est cohérent avec le fait que l'huile de coco soit riche en acides gras saturés. L'indice d'iode quant à lui permet de mesurer le degré d'insaturation d'une huile. Il s'agit ici de la quantité d'iodine absorbée, en grammes, par 100 g de matière grasse. Lorsque l'indice d'iode est faible, ce qui est le cas pour l'huile de coco, cela signifie que l'huile possède un faible degré d'insaturation. L'huile de coco vierge présente un indice d'iode plus faible.

II. 3Obtention de l'huile de coco vierge

Plusieurs méthodes sont utilisées pour l'extraction de l'huile de coco à savoir l'extraction par voie humide et l'extraction par voie sèche.

II.3.1 Extraction par voie humide

La voie humide est la méthode traditionnelle d'extraction de l'huile de coco. Elle ne nécessite pas l'utilisation de solvants durant le processus et consomme peu d'énergie. Elle constitue donc un avantage environnemental.

Elle est simple à mettre en œuvre. L'huile de coco finale est obtenue à partir du lait de coco.

Obtention du lait de coco

L'amande fraîche de noix de coco est d'abord râpée puis mélangée à de l'eau chaude ou froide [14]. Les râpes utilisées sont souvent motorisées. Si la quantité d'huile à extraire est importante, les morceaux d'amande sont mis à tremper pendant une nuit avant d'être râpés. Ensuite, l'amande râpée est pressée, soit manuellement [14]. Une émulsion de matière grasse dans l'eau est alors extraite : le lait de coco. (Figure 20)





FIGURE 18: DIFFERENTES ETAPES D'OBTENTION DU LAIT DE COCO [15]

* Extraction de l'huile de coco

✓ Décantation

Le lait de coco est laissé décanter plusieurs heures afin d'observer la séparation d'une phase crémeuse supérieure; la crème de coco et d'une phase aqueuse inférieure. Après élimination de la phase aqueuse, la crème de coco est bouillie afin d'éliminer l'eau résiduelle et de coaguler les protéines [6]. La température de chauffage doit être contrôlée afin d'éviter que l'huile ne jaunisse. L'huile de

coco vierge est ensuite récupérée et filtrée. Le lait de coco peut être bouilli directement sans passer par l'étape de décantation (Figure 21). Cependant, la décantation réduit fortement le temps d'obtention de l'huile de coco par chauffage, car la crème de coco contient beaucoup moins d'eau que le lait de coco.



FIGURE 19: HUILE DE COCO OBTENUE APRES DECANTATION [15]

II.3.2Extraction par voie sèche

C'est le procédé de fabrication le plus utilisé.

Séchage de l'amande ou albumen

L'amande fraîche ou albumen de la noix de coco mûre est séchée et sa teneur en eau est abaissée au maximum afin de faciliter l'étape suivante qui est le pressage. La teneur en eau passe ainsi de 50 % à 2-6 %. En effet pour sécher

l'albumen, différents traitements thermiques appelés « cuisson » peuvent être utilisés : au soleil ou à l'aide d'un séchoir à chauffage direct ou à air chaud. Cette dernière méthode permet d'obtenir le meilleur albumen séché appelé aussi « coprah » [14]. La qualité de ce dernier va dépendre avant tout de sa préparation. Il faut que le séchage de l'albumen soit complet (en dessous de 7 %) et régulier. L'amande ne doit pas être brûlée. Le séchage ne doit pas entraîner la pollution de l'albumen par des produits de combustion, ce qui affecterait la qualité et la couleur de l'huile finale [14]. Il arrive parfois que le séchage soit arrêté avant la fin, afin de réduire la consommation en combustible et de gonfler artificiellement la masse du produit fini [33]. De plus, il est impératif que l'huile non-raffinée obtenue soit purifiée. En effet, le séchage de l'albumen au soleil se fait souvent dans des conditions insalubres : l'albumen est exposé aux insectes et aux moisissures

* Extraction de l'huile

L'huile peut être extraite par pressage mécanique ou par solvant [5]. Ces méthodes peuvent être utilisées seules ou en combinaison. Le pressage mécanique est la méthode de mise en œuvre la plus simple et donc, la plus employée. L'extraction de l'huile s'accompagne de tourteaux. Ce sont des résidus solides obtenus après extraction de l'huile qui peuvent contenir plus ou moins d'huile.

✓ Pressage mécanique

Pressage mécanique continu – Pressoirs à huile [5]

Un pressoir à huile comprend un axe principal sur lequel une vis exerce une pression constante sur le coprah dans un tonneau placé horizontalement à l'axe. La pression exercée doit être suffisante pour faire passer l'huile à travers les perforations du tonneau. A l'extrémité de l'écoulement se trouve un obturateur qui contrôle la pression, en modifiant la dimension de l'espace par laquelle

l'huile doit passer. Le coprah doit souvent être pressé deux fois afin d'obtenir un bon rendement.

Pressage mécanique discontinu – Presse à vis [5]

Dans les presses à vis, la pression est exercée par la vis. Le coprah est placé dans un récipient fermé et la pression est obtenue en serrant progressivement la vis. L'huile coule alors à travers les perforations du récipient et est récoltée dans un bac.

Extraction par solvant

L'utilisation du pressoir à huile est associée à une perte en huile dans le tourteau (perte de 10 % ou plus). L'extraction par solvant permet de diminuer cette perte à 1 %. Elle est idéale pour les composés qui contiennent peu d'huile [5]. En revanche, elle est peu appropriée pour ceux contenant une grande quantité d'huile comme le coprah. L'huile résiduelle du tourteau obtenue par pressage peut être extraite par extraction à l'hexane [14].

La figure 22 présente les résultats issus des différents procédés d'extraction de l'huile de coco.



FIGURE 20: HUILE DE COCO VIERGE, HUILE DE COCO EXTRAITE A CHAUD ET HUILE A TEMPERATURE INFERIEURE A 25°C [15]

III. EFFETS BIOLOGIQUES DE L'HUILE DE COCO VIERGE

III. ISur les cheveux

> Dommages subis par le cheveu et fatigue hygrale

Le cheveu est constitué de deux parties : la racine et la gaine. La gaine se décompose en trois couches concentriques : la cuticule, le cortex et la moelle.

Les écailles de la cuticule sont cimentées par des céramides qui vont former une barrière imperméable et ainsi rendre le cheveu hydrophobe. Si la barrière de céramides du cheveu est endommagée, le cheveu est rendu hydrophile [18]. Les écailles peuvent se décoller à cause, par exemple, de la chaleur (utilisation trop fréquente du sèche-cheveu), de l'alcool de certains produits coiffants qui agressent les céramides ou des agressions extérieures (UV, vent...).

La fatigue hygrale correspond au processus répété entre le gonflement du cheveu par l'eau et le séchage. C'est un des facteurs de la casse des cheveux [18]. Les huiles végétales pourraient pénétrer le cheveu, limiter l'absorption de l'eau et donc empêcher son gonflement, ce qui résulterait d'une baisse de la fatigue hygrale. Elles pourraient également remplir l'espace entre les écailles et prévenir l'agression du cheveu par des détergents comme les tensioactifs. Enfin, appliquer régulièrement de l'huile sur le cheveu préviendrait sa casse en lubrifiant la tige. Il est conseillé de l'appliquer en bain d'huile, aussi durant le shampoing, en masque et en soin quotidien. Le paragraphe suivant présente les résultats d'études menées sur la pénétration de l'huile de coco dans la fibre capillaire et vient confirmer les hypothèses évoquées plus haut.

> Effets

Une étude[53]a révélé les effets de l'huile de coco vierge sur des cheveux indiens non-endommagés et endommagés (UV, eau de rinçage trop chaude ou décoloration) en comparaison avec l'huile de tournesol et l'huile de paraffine. Il apparaît que l'huile de coco réduit la perte en protéine du cheveu endommagé ou non; notamment lorsqu'elle est utilisée en tant que soin avant-shampoing. Etant majoritairement composée de triglycérides d'acide laurique, elle présenterait une bonne affinité avec les protéines du cheveu. Elle serait capable de pénétrer la cuticule du cheveu, ainsi que le cortex. En effet, elle possède un faible poids moléculaire (< 1000 Da) [57]. L'huile de paraffine ne pénètre pas le cheveu car il s'agit d'un hydrocarbure, elle est donc apolaire. L'huile de tournesol, de par sa composition majoritaire en acide linoléique, ne pénètrerait pas non plus le cheveu. Ce phénomène serait dû à la structure de l'acide linoléique (présence d'une double liaison et encombrement stérique). Une baisse de l'Indice de Rétention de l'Eau (WRI – Water Rétention Index en anglais) a également été observée lors de cette étude, signe que l'huile de coco réduit l'absorption de l'eau par le cheveu.

Une seconde étude[57] a démontré l'action pénétrante de l'huile de coco dans la fibre capillaire par rapport à l'huile de paraffine en utilisant la spectrométrie de masse d'ions secondaires à temps de vol (SIMS – TOF). Cette étude permet de confirmer les hypothèses évoquées dans l'étude. Une cartographie de la présence des huiles dans le cheveu, traité avec les huiles et non-traité (contrôle), a été établie. Il apparaît que l'huile de coco pénètre effectivement le cheveu, mais cela de manière non uniforme. L'huile de paraffine ne pénètre pas la fibre. Il faut noter que la méthode SIMS –TOF n'est seulement que qualitative. Aucune donnée n'est donc relative à la quantité d'huile qui pénètre effectivement le cheveu.

L'huile de coco pénètre le cheveu parce qu'elle est polaire comme la kératine, protéine constitutive du cheveu. De plus, comme elle est composée de triglycérides d'acide laurique à faible poids moléculaire (<1000 Da), elle peut être diffusée dans la fibre capillaire. L'huile de paraffine n'a pas été détectée à l'intérieur de la fibre. En effet, c'est un hydrocarbure, elle ne peut donc pas pénétrer le cheveu. Elle lubrifie seulement la surface du cheveu.

Le diamètre du cheveu après une heure d'immersion dans de l'eau a été mesuré au microscope. Le gonflement du cheveu est réduit de 48 % pour l'huile de coco et de 33 % pour l'huile de paraffine. La fibre capillaire est donc protégée de la fatigue hygrale et le gonflement du cheveu est inhibé grâce à l'huile.

Abordons le chapitre consacré à la formulation.

Chapitre 4: FORMULATION D'SHAMPOOING 2 EN 1 A BASE D'HUILE DE COCO

Les shampooings présentent l'avantage de contenir dans leur formule une phase huileuse et une phase aqueuse garantissant ainsi à la peau un effet adoucissant, filmogène et hydratant. Ce sont donc des émulsions.

I. GENERALITES SUR LES EMULSIONS

I. I Définition

Une émulsion est une dispersion d'un liquide A, sous la forme de fines gouttelettes ou globules de diamètre généralement inférieur à 1µm au sein d'un autre liquide B. Le liquide A est non miscible au liquide B. Les gouttelettes ou les globules de A constituent la phase dispersée, interne ou discontinue ; le liquide B constitue la phase dispersante, externe ou continue.[20]

1. 2Les différents types d'émulsions

1.2. Les émulsions simples

Elles sont composées d'une phase lipophile, d'une phase hydrophile et d'un émulsifiant. Selon que la phase continue est lipophile ou hydrophile, on définit deux types d'émulsions (Figure 23):

- -lorsque la phase dispersante est hydrophile : on parle d'émulsion Lipophile/Hydrophile (L/H) ou Huile dans Eau (H/E) ;
- lorsque la phase dispersante (B) est lipophile : on parle d'émulsion Hydrophile/Lipophile (H/L) ou Eau dans Huile (E/H).[20]

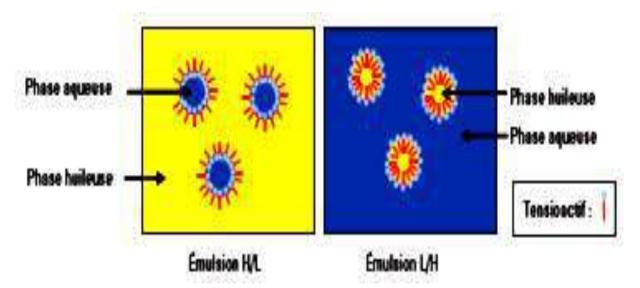


FIGURE 21: LES DEUX TYPES D'EMULSIONS SIMPLES. [20]

1.2.2Les émulsions multiples

Il s'agit de la dispersion d'une émulsion dans une phase dispersante :

- la dispersion d'une émulsion H/L dans une phase aqueuse (H) donne une émulsion H/L/H ou E/H/E ;
- à l'inverse, la dispersion d'une émulsion L/H dans une phase huileuse (L) donne une émulsion L/H/L ou H/E/H.

Trois phases sont distinguées : interne-intermédiaire-externe. Les sphères formées par la phase intermédiaire sont généralement qualifiées de globules, dispersés dans la phase externe, et les sphères de la phase interne sont appelées gouttelettes. (Figure 24)

Chaque phase peut contenir des ingrédients actifs différents, ce qui permet la présence d'actifs incompatibles ; l'un en phase interne, l'autre en phase externe.

Ce type d'émulsion permet aussi de protéger un principe actif, contenu dans l'eau interne ou l'huile interne où ; plus généralement, de séparer des ingrédients solubles mais ne devant pas être en contact dans la même phase.[40]

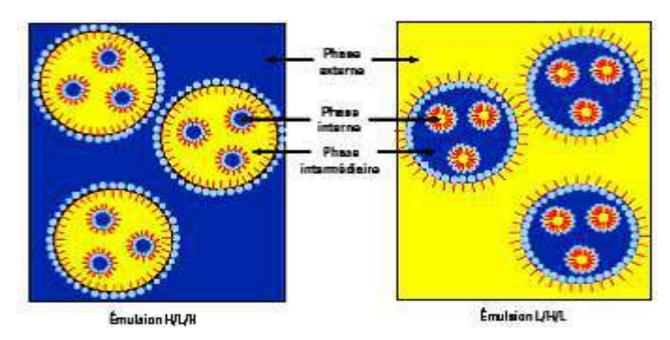


FIGURE 22: LES DEUX TYPES D'EMULSIONS MULTIPLES. [20]

1. 3Formules de différentes émulsions

Les différentes formules standards des émulsions simples sont présentées dans le tableau IV.

TABLEAU IV: FORMULES STANDARDS DES EMULSIONS SIMPLES. [46]

Composants	Phase grasse	Emulsionnants	Phase aqueuse
Type d'émulsion			
Emulsion H/E fluide (laits)	8-20%	3-5%	q.s. pour 100g
Emulsion H/E consistante (crème)	15-30%	5%	q.s. pour 100g
Emulsion E/H fluide (laits)	30-40%	8-10%	q.s. pour 100g
Emulsion E/H consistante (crème)	25-30%	8-10%	q.s. pour 100g

I. 4Instabilité des émulsions

$$V = 2 R^{2} (D_{1} - D_{2}) G$$

$$9 \eta$$

LOI DE STOCKES

L'instabilité est le principal problème posé par les émulsions ; malgré la stabilisation par les tensioactifs, une émulsion demeure potentiellement instable sur le plan physique (Figure 25). Les différents types d'instabilité sont :

- La floculation : c'est le rapprochement des globules sans fusionner.

Lorsque les globules sont rassemblés au fond, c'est la sédimentation. En revanche s'ils sont rassemblés au-dessus, c'est le crémage.

La floculation (sédimentation ou crémage) est un phénomène réversible car les globules peuvent être remis en suspension par agitation de la préparation.

La vitesse de crémage ou de sédimentation est donnée par la loi de STOCKES; une loi physique permettant de traduire et de contrôler l'instabilité d'une émulsion.[46]

V : vitesse de crémage ou de sédimentation en cm. S⁻¹

R : rayon des gouttelettes ou des globules d'émulsion en cm

D1, D2 : densité des phases dispersée et dispersante, en g.cm 3 à 20 $^{\circ}$ C

G: accélération de la gravité, 981 cm.s⁻²

 $\boldsymbol{\eta}$: viscosité de la phase dispersante ou phase continue, en Poise ou Pa.s

De l'étude de cette formule, on déduit qu'une émulsion est d'autant plus stable que :

- -le rayon r des globules est faible d'où l'intérêt de réaliser des émulsions aussi fines que possibles ;
- -la différence de densité (D₁–D₂) entre les deux liquides est faible ;
- -la viscosité n de la phase dispersante est élevée.
 - La coalescence : c'est le rapprochement et la fusion des globules qui est due à la rupture du film situé autour des globules ; c'est un phénomène irréversible.

Le phénomène de coalescence dépend de la tension interfaciale entre les deux phases. La tension interfaciale entre deux liquides tend à rendre la surface de séparation, aussi petite que possible. En faisant une émulsion, la surface de séparation est augmentée de façon considérable et ceci d'autant plus que les gouttelettes dispersées sont fines. L'énergie libre du système étant ainsi accrue, cela augmente l'instabilité. La stabilité de l'émulsion nécessite la baisse de la tension interfaciale par ajout de tensioactifs. [40]

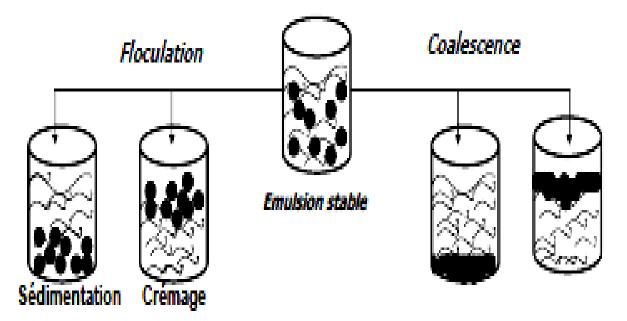


FIGURE 23: LES PHENOMENES D'INSTABILITE DES EMULSIONS. [20]

II. PREPARATION DES EMULSIONS

II. IPréparation des émulsions simples

Les composants sont pesés dans deux béchers différents selon leur caractère hydrophile ou lipophile, puis sont portés au bain-marie à 70°C. Les béchers sont retirés après fusion complète de la phase grasse. Le mélange est ensuite réalisé à l'aide d'un agitateur en versant en mince filet la phase hydrophile dans la phase lipophile le long d'une baguette en verre et en maintenant le tout sous agitation pendant 5 minutes. Le mélange se fait sous agitation rapide, sauf lorsque l'émulsionnant est une base auto-émulsionnable.

On obtient:

- ✓ une émulsification directe dans le cas des émulsions H/L
- ✓ une émulsification par inversion de phase dans le cas des émulsions L/H

Le refroidissement est contrôlé et effectué sous agitation lente.

L'introduction des actifs thermolabiles se fait à une température inférieure ou égale à 40°C et le parfumage est effectué à 30°C.[20]

II. 2Préparation des émulsions multiples

La préparation se fait en deux étapes.

Dans un premier temps on réalise la préparation classique de l'émulsion primaire sous agitation rapide.

Ex: pour les émulsions H/L/H c'est l'émulsion H/L qui est d'abord préparée.

Dans un second temps, on effectue la dispersion de l'émulsion primaire sous agitation lente dans une solution d'un TA hydrophile. L'eau interne est séparée de l'eau externe par une membrane d'huile. Pour stabiliser la préparation, il est

souvent nécessaire de gélifier l'une des parties afin d'éviter la fuite de l'eau interne vers l'eau externe.[20]

II. 3Essais sur les émulsions

II.3. La détermination du type de l'émulsion

Plusieurs méthodes ont été décrites pour déterminer le type L/H ou H/L d'une émulsion. De valeurs inégales et souvent empiriques sont :

- ✓ La méthode par dilution : une émulsion peut être diluée dans la phase continue. Ainsi une émulsion L/H peut être diluée avec de l'eau mais non avec une huile alors que c'est l'inverse avec une émulsion H/L.[40]
- ✓ La méthode par coloration : elle consiste en l'utilisation des colorants solubles dans une seule phase.

Les colorants hydrophiles tels que le bleu de méthylène ou l'érythrosine aqueuse, colorent de façon homogène les émulsions L/H et entrainent une tâche hétérogène sur les émulsions H/L.

Avec le rouge soudan qui est un colorant lipophile, on observe les phénomènes inverses.

II.3.2Examen microscopique

Il permet d'apprécier l'homogénéité des globules de l'émulsion. On mesure la taille (diamètre moyen) des particules de la phase dispersée à l'aide d'une échelle micrométrique. La pharmacopée recommande d'examiner au moins 300 globules. Théoriquement les globules d'une émulsion ont une taille comprise entre 0,5 et 50 µm et doivent être sensiblement identiques [20]. En effet la taille des particules influence l'homogénéité de l'émulsion (tableau V).

TABLEAU V: ASPECT DES EMULSIONS SELON LA TAILLE DES GLOBULES.

Aspect de l'émulsion	Taille des globules
Emulsions grossières ± stables	> 5µm
Emulsions moyennes laiteuses blanches	1-5µm
Emulsions fines à reflets bleutés	0,1-1μm
Emulsions légèrement translucides	
Microémulsions translucides	< 0,1 µm
Solutions micellaires	

II.3.3Stabilité

Le concept de stabilité dans le domaine des émulsions est relatif. Aussi une émulsion sera définie comme stable par l'absence de changement visible durant la période d'utilisation.

La stabilité de l'émulsion peut être appréciée dans une éprouvette graduée par l'observation macroscopique à intervalle, de temps réguliers, des phénomènes de sédimentation, de crémage, de coalescence et de séparation des phases [20]. Plusieurs autres tests permettent de mesurer cette stabilité :

- La centrifugation à vitesse constante et temps variable ou inversement.
- L'influence de la température : en général comprise entre 35 et 50°C dans une étuve. Egalement au cours de cycles de gel-dégel alternant 5°C et 50°C.

II.3.4Détermination du pH

Le pH ou potentiel hydrogène est défini par la relation suivante :

$$pH = -log \ a \ [H^+] = -log \ [H3O^+]$$

La valeur du pH est souvent importante pour la conservation et pour les incompatibilités. Cette détermination se fait avec le pH-mètre, soit directement sur l'émulsion, soitaprès dilution au 1%.

La compréhension des caractéristiques physico-chimiques et pharmacotechniques d'une émulsion permet la compréhension de celles d'un shampooing.

III. LES SHAMPOOINGS 2 EN 1

Ils font partie des produits d'hygiène les plus vendus dans le circuit de la grande distribution. On retrouve une large gamme de produits.

Cependant, le shampooing doit remplir une fonction simple qui, est de nettoyer le cuir chevelu et les tiges pilaires en éliminant les salissures qui adhèrent à leurs surfaces. Pour ce faire, la composition d'un shampooing contient toujours :

- ✓ De l'eau
- ✓ Des détergents
- ✓ Des agents viscosants
- ✓ Des additifs (actifs, conservateurs, agent de conditionnement, parfums...)

Les shampoings 2 en 1 sont obtenus par intégration de conditionneurs au sein du shampoing, destinés aux cheveux secs, frisés ou crépus, ou pour lutter contre la chute des cheveux. On les retrouve aussi sous la forme d'un produit à part entière. Ils permettent de renforcer les cheveux.

Leur intérêt réside dans le fait que suite au lavage, le cheveu est chargé négativement, les écailles de la cuticule sont relevées et le sébum enveloppant la tige pilaire est éliminé par les tensioactifs des shampooings. Les composants contenus dans ces soins 2 en 1 vont s'adsorber à la surface du cheveu. Ils lisseront les cellules de la cuticule et combleront les espaces libresqui laissent le cortex en contact avecl'environnement et réduiront les forcesélectrostatiques présentes à la surface du cheveu.

Le cheveu africain possède les propriétés d'un cheveu sec. De ce fait, il souffre d'un déficit lipidique que ce soit en surface avec une diminution de sécrétion sébacée ou en profondeur avec un manque de 18-MEA, qui est un lipide lié de façon covalente aux cellules cuticulaires. Il en résulte une cuticule poreuse, un cheveu terne, rêche et difficile à démêler, il se casse facilement.

La formulation des shampooings devra tenir compte de ces particularités pour convenir à ce type de cheveu.

Les détergents choisis seront préférentiellement des tensioactifs amphiphiles ou non ioniques qui endommageront moins la surface du cheveu, car moins agressifs que les surfactants anioniques qui solubilisent facilement les corps lipidiques.

Pour faciliter le démêlage, on pourra incorporer dans la formule des alcools gras qui sont des substances filmogènes qui gaineront le cheveu et rendront le coiffage plus facile. Des molécules surgraissantes rendues solubles par éthoxylation ou grâce à la formation de micelles seront utilisées pour palier la sécheresse de la chevelure. On retrouve pour cela, des dérivés de la lanoline, les lécithines ou des huiles végétales comme l'huile d'argan, d'olive ou de ricin.

III. | Tensioactifs[50]

Ils sont responsables principalement des propriétés nettoyantes, moussantes et mouillantes du shampooing. Ces composés chimiques issus de l'industrie pétrochimique sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles possèdent deux pôles ayant des polarités différentes.

L'un est hydrophobe, apolaire et l'autre est hydrophile et polaire (Figure 26). Ces molécules sont capables de diminuer la tension de surface dans un système thermodynamiquement instable composé de phases non miscibles.

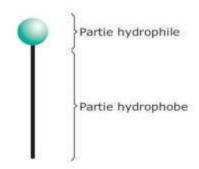


FIGURE 24: UN TENSIOACTIF [23]

Les tensioactifs sont employés dans de nombreuses formules pour leurs différentes fonctions. Ils peuvent être des solubilisants, des mouillants, des moussants, des détergents et dispersants.

Les tensioactifs ont des propriétés différentes qui sont déterminées par deux paramètres : la valeur de HLB et la capacité d'ionisation de la partie polaire.

Les tensioactifs sont classés en fonction du type d'ionisation de la partie polaire. On distingue quatre catégories : les anioniques, les cationiques, les amphotères et les non ioniques. Tous ces émulsifiants peuvent rentrer dans la composition d'un shampooing mais ils y remplissent différents rôles.

Les tensioactifs anioniques

Ce sont d'excellents agents détergents, car leur partie polaire est chargée négativement. Elle se fixera donc facilement sur la fibre de kératine chargée positivement lorsqu'elle est enduite de salissures. La valeur de leur HLB est comprise entre 8 et 18, ce qui marque leur caractère hydrophile orientant ainsi les émulsions dans le sens huile dans eau. Plus la valeur de leur HLB se rapproche de 18 et, plus le pouvoir détergent est important.

Les molécules les plus souvent retrouvées dans les shampooings sont :

- Le dodécylsulfate de sodium ou laurylsulfate de sodium. Il possède d'excellentes propriétés détergentes, moussantes et mouillantes. Cependant, il est aussi très irritant et très décapant.

- Les lauryléther ou « laureth » sulfates de sodium, de magnésium, d'ammonium ou de triéthanolamine, sont également dotées de pouvoirs détergent et moussant puissants. Cependant, la fonction éther présente dans la chaine aliphatique les rendra moins irritants que les laurylsulfates.
- Les oléfines sulfonates de sodium sont des molécules possédant les mêmes qualités détergentes que les dérivés sulfatés tout en étant encore moins irritants.
- Encore plus doux et tout aussi moussants, on distingue les sulfosuccinates, les sulfoacétates, les alkysarcosinates et les taurates de sodium.
- Les tensioactifs amphotères

Les molécules fréquemment utilisées sont :

- Les dérivés bétaïniques (comme le cocoamidopropylbétaïne) contiennent un groupement ammonium quaternaire et un groupement acide carboxylique. Ce sont également de bons agents moussants, mais ils sont considérés de plus en plus comme responsables de réactions allergiques.
- Les dérivés imidazoliniques possèdent des propriétés moussantes, antiseptiques.
- Les tensioactifs non ioniques

Ces molécules non chargées ne s'ionisent pas en fonction du pH. Elles sont classées en fonction du type de liaisons formé entre la partie lipophile et hydrophile.

On distingue:

- Les tensioactifs à liaison amide (R-CO-NH-R') qui sont de bons moussants, détergents, et agents viscosants. Ex : le cocamide diéthanolamine
- Les tensioactifs à liaison éther (R-O-R') tels que les éthers d'alcool gras sont de bons émulsionnants. Ex : le decyl glucoside

Les tensioactifs à liaison ester (R-CO-O-R') comme les esters de sorbitan. Ce sont des esters de sucre constitués d'un groupement osidique hydrophile et d'une chaîne grasse hydrophobe. Ces tensioactifs sont de bons émulsifiants, détergents et surtout, ils ne sont ni toxiques, ni irritants.

On retrouve dans cette catégorie des surfactants très utilisés que sont les « Tween » et les « Span ». Les « Tween » sont des esters de sorbitan polyoxyéthylénés donc hydrophiles alors que les « Span » ne sont que des esters de sorbitan donc peu hydrophiles.

Ces molécules étant très stables, elles sont donc compatibles avec les autres catégories de tensioactifs. Cependant, leur pouvoir moussant est très faible. Les dérivés du méthylglucoside peuvent aisément rentrer dans la formulation d'un shampooing, car ils possèdent un pouvoir moussant suffisant et sont parfaitement tolérés.

Tensioactifs anioniques

Utilisés, mais en faible quantité, afin d'assurer un bon pouvoir moussant au shampooing. On peut ainsi citer : Ammonium Lauryl Sulfate, Ammonium Laureth Sulfate.

o Le HLB [Balance Hydrophile Lipophile][11]

HLB pour (Hydrophilic Lipophilic Balance) ou en français, la balance hydrophile lipophile, permet de chiffrer l'équilibre existant entre la partie hydrophile et la partie lipophile de l'émulsifiant. L'échelle de HLB s'étendant de 0 à 20.

La valeur duHLB d'un surfactif est une fonction directe de l'importance de la partie hydrophile dans samolécule. Elle est élevée lorsque la fraction hydrophile est prédominante. Elle est faible si la molécule est plus lipophile qu'hydrophile. Contrairement à la notion de HLB qui est une caractéristique des surfactifs, la notion de HLB critique est une caractéristique des phases huileuses.

D'après GRIFFIN le HLB critique d'une phase huileuse ou HLB requise ou

critique correspond au HLB du mélange de surfactifs qui, dans des conditions

opératoires bien précises, permet avec cette phase huileuse et de l'eau,

l'émulsion la plus stable. Il est appelé HLB optimal ou requis.

Admettons que, pour une formule donnée (phase polaire + phase grasse + nature

des émulsifiants), la variation de composition du mélange d'émulsifiants

permette de passer par un optimum de stabilité après émulsification. Cet

optimum est donc caractérisé par la valeur HLB du mélange le plus efficace. Le

principe de la valeur HLB optimale impose alors qu'un maximum de stabilité

existe encore, même si la nature des émulsifiants est changée : la composition

optimale du mélange est fixée par la valeur HLB déterminée à l'équation

suivante:

 $HLBm = (HLBa \ x \ X) + (HLBb \ x \ (1-X))$

HLBm: valeur du HLB du mélange du surfactif

HLBa: valeur du HLB du surfactif lipophile

HLBb : valeur du HLB du surfactif hydrophile

X : pourcentage du surfactif lipophile

L'HLB critique (HLB_c) est une caractéristique des phases lipophiles et il est

indispensable de connaître l'HLB critique de l'huile ou du mélange d'huiles à

émulsionner pour faire le choix de l'émulsionnant ou, le plus souvent, du

couplage des émulsionnants à utiliser.

Sa connaissance facilite le choix d'un surfactif au moment de l'emploi.

Très approximativement, on peut, en effet, admettre les domaines d'utilisation

des tensioactifs suivants selon le HLB (tableau VI)

66

TABLEAU VI: CLASSIFICATION FONCTIONNELLE DES TENSIOACTIFS SELON LEUR HLB. [40]

Les émulsionnants	Valeurs HLB
Émulsionnants <i>H/L</i>	3 à 6
Mouillants	7 à 9
Anti moussants	<8 (surtout 1,5 à 3)
Émulsionnants <i>L/H</i>	8 à 18
Détergents	13 à 15
Solubilisant	15 à 18

III. 2Agents conditionneurs[21]

Ces molécules sont réparties en deux catégories. D'une part les molécules émollientes, atténuant ; ainsi l'effet desséchant des tensioactifs détergents comme par exemple : huile d'olive, huile de ricin

D'autre part, on retrouve des tensioactifs cationiques tels que : Polyquaternium-10 qui lissent les écailles du cheveu et ainsi, confèrent à la chevelure un démêlage facile et de la douceur.

III. 3Agents viscosants

Ce sont les alcools gras.La plupart du temps, ils arrivent en seconde position dans la liste des ingrédients. Des alcools possédant une chaine longue saturée qui, en effet permettent d'apporter de la consistance à la préparation cosmétique. Sur le cheveu, on les apprécie pour leur effet filmogène et occlusif. Dans les formulations, on emploie souvent :

- L'alcool stéarylique ou Octadécanol (C18)
- L'alcool cétylique ou hexadécanol (C16)

- L'alcool cétostéarylique (association des deux alcools précédents)

Ces molécules permettent d'assouplir et d'hydrater la tige pilaire. Elles peuvent être introduites dans la formule à des pourcentages importants et faire office d'actifs, dans des soins revendiquant une action hydratante. On retrouve des molécules comme la glycérine et le propylène glycol. Les silicones peuvent aussi être rendus hydrophiles et remplir la fonction de molécules humectantes.

III. 4Les « actifs » cosmétiques

Ils seront choisis en fonction des revendications affichées sur le conditionnement du produit. Lorsque l'on souhaite, mettre en avant les propriétés nutritives d'une formule d'un après-shampooing, on intégrera dans ces préparations cosmétiques, des huiles végétales. On emploie souvent des huiles de coco, d'avocat, d'olive ou de tournesol. En fonction de leur pourcentage dans la formule, et du type d'acides gras qu'ils contiennent, le cheveu bénéficiera de leur effet réparateur ou filmogène uniquement.

Pour exemple l'huile de coco pénètre jusqu'à l'intérieur du cortex[37]; alors que l'huile d'olive reste à la surface et s'adsorbe sur la cuticule.

III. 5Les additifs

Les conservateurs que l'on retrouve dans ces formules ne sont pas spécifiques. De ce fait, ils sont semblables à ceux que l'on intègre dans les formules de shampooings.

Les ajusteurs de pH, comme la triéthanolamine ou l'acide citrique, sont présents pour obtenir un potentiel hydrogène compris acide ou basique. Cette acidité sera nécessaire pour favoriser le resserrage des écailles de la cuticule et potentialiser l'effet filmogène des molécules présentes dans la formule.

➤ Les conservateurs

Ils bloquent la prolifération bactérienne. On retrouve l'acide benzoïque ou le benzoate de sodium.

Les parfums

Ils sont des composés liposolubles qui sont le plus souvent hypoallergéniques afin d'éviter les réactions de sensibilisations. Ils augmentent l'agrément cosmétique du shampooing.

> Les colorants

Ils peuvent être présents et ils sont choisis en adéquation avec le parfum. Les colorants choisis sont hydrosolubles de type azoïque ou triphénylméthane.

Les agents de chélation

Ces molécules vont séquestrer des ions métalliques susceptibles d'affecter la stabilité et/ou l'aspect de la formulation cosmétique. Dans les shampooings, ils servent aussi à chélater les ions calcium ou magnésium présents dans l'eau. On peut citer le disodium EDTA (Éthylène Diamine Tétra-Acétique) très présent dans les formules.

DEUXIEME PARTIE:

ETUDE EXPERIMENTALE

MATERIEL ET METHODES

I. Type et cadre de l'étude

Notre étude était de type expérimental. Elle s'est déroulée au sein de l'université Felix Houphouët Boigny, précisément au sein du laboratoire de pharmacie galénique, cosmétologie et législation de l'unité de formation et de recherche Sciences pharmaceutiques et biologiques.

II. MATERIELS

II. I Matières premières

- Matériel d'origine végétale
- Actif cosmétique : Huile extraite des noix de *Cocos nuciferaL*. : achetée dans le commerce.
- Excipients : ils se répartissent en deux catégories : les excipients de phase hydrophile et les excipients de phase lipophile.
- Les excipients de la phase hydrophile :
- eau osmosée
- glycérol : lot Art.-Nr20750 (Ferak Laborat GMBH) Berlin d'origine Allemande
- benzoate de sodium : lot n°2006182 (CARLO ERBA) France
- acide citrique :lot n°23160 (Riedel-de Haën)
- tween $80 : lot n^{\circ}1318043 54806P45$ (Fluka)
- Sodium lauroyl sarcosinate (Aroma zone)
- Les excipients de la phase lipophile :

Ce sont:

- alcool cétylique : lot n°E2569 (Coopération Pharmaceutique Française)
- alcool stéarylique : lot n°B11695 (CPF)
- huile de ricin : achetée dans le commerce
- decyl glucoside : (Aromazone)

- vitamine E (Toco ®): achetée à la pharmacie sainte jeanne à Treichville
- span 60 : lot n°111K 1162 (Sigma Aldrich)
- Appareillages
- -Balance de précision de marque (SHIMADZU AUX 320)
- -Osmoseur (THERMO SCIENTIFIC type MICROPURE UV No 41420202)
- -Bain-marie (MEMMERT)
- -Thermomètre à mercure
- -Chronomètre
- -Agitateur à hélice
- -pH-mètre (EUTECH)
- -Centrifugeuse (JOUAN E82)
- -Etuve (MEMMERT) type INB 400 n°E412.1330
- -Microscope optique (OPTIKA)
- -Réfrigérateur(LIEBHERR)
- -Viscosimètre (FUNGILAB)
- -Rhéomètre (KINEXUS)

Nous avons également utilisé de la verrerie de laboratoire.

III. METHODES

III. l'Etude de préformulation

- ♣ Huile de coco
 - ✓ Caractérisation de l'huile

La caractérisation a consisté à déterminer la densité et l'indice de réfraction.

La mesure de la densité est basée sur la technique de la densimétrie. Cette technique repose sur le principe d'application d'une loi physique : lorsqu'un

faisceau d'énergie traverse un solide, une certaine quantité de cette énergie est absorbée.

La mesurede l'indice de réfraction est basée sur le principe de la réfractométrie. Il consiste à mesurer par un prisme en V, un échantillon de l'élément transparent dans la partie en toit inversé d'un bloc de verre dont on connait précisément l'indice. La déviation du faisceau de lumière permet de déterminer l'indice de réfraction de l'échantillon.

✓ Caractères organoleptiques

Nous avons apprécié la couleur par observation à l'œil nu de notre huile, l'odeur en nous servant de notre sens olfactif et la consistance par le toucher. Ces observations ont été effectuées dans les conditions de laboratoire à la température ambiante.

✓ Balance hydrophile-lipophile (HLB)

Le HLB est une valeur attribuée à chaque tensioactif en fonction de son hydrophilie : plus le surfactif est hydrophile, plus son HLB est élevé.

Dans la formation des émulsions, il est intéressant pour une huile donnée, de réaliser une gamme faisant varier la valeur de HLB du mélange de surfactifs pour laquelle l'émulsion obtenue présente des propriétés particulières :

- Taille des particules minimales (0,5μm)
- Stabilité maximale
- Faible viscosité

Cette valeur, propre à chaque huile est appelée HLB critique. [11]

Formule de GRIFFIN:

HLB $_{critique}$: (HLB T_1 * Concentration $T_1/100$) + (HLB T_2 * Concentration $T_2/100$)

Cette formule a pour but de déterminer la valeur du HLB critique de notre préparation la plus proche possible du HLB de l'huile afin d'obtenir la préparation la plus stable et donnant les meilleurs résultats.

✓ Choix des émulsifiants

Le choix des tensioactifs a été effectué selon leur disponibilité au sein du laboratoire.

Couple de tensioactifs testés :

- Tween 80 (HLB 15) et Span 80 (4,3)
- Tween 80 (HLB 15) et Span 60 (HLB 4,7)

HLB $_{coco}$: 8

III. 2Préparation du shampooing

Les différents constituants des phases A (phase huileuse) et B (phase aqueuse) ont été pesés individuellement. Dans un bécher A, les constituants de la phase A ont été mélangés : huile de ricin, vitamine E, alcool stéarylique, alcool cétylique, huile de Coco et le Span 60.

Dans le bécher B, les constituants de la phase B étaient mélangés : leglycérol, le benzoate de sodium, l'acide citrique, le decyl glucoside, l'eau osmosée et le tween 80, Sodium lauroyl sarcosinate.

Les béchers A et B étaient portés simultanément au bain-marie à 70°C. Le mélangeage des deux phases était fait en introduisant la phase B contenue dans le bécher B dans la phase A contenue dans le bécher A à 350 tours par minute à l'aide d'un agitateur jusqu'à la fin de l'addition de la phase aqueuse. Puis le mélange était homogénéisé à 1000 tours par minute pendant 2 minutes. Après cetemps, le mélange était maintenu sous agitation pendant 1 heure à la température du laboratoire à 25± 2°C.

III. 3Essais sur le shampooing

***** Essais organoleptiques

Nous avons apprécié la couleur par observation à l'œil nu de notre huile, l'odeur en nous servant de notre sens olfactif et la consistance par le toucher. Ces observations ont été effectuées dans les conditions de laboratoire à la température ambiante.

Essais physico chimiques et galéniques

✓ Détermination du pH

Le fonctionnement du pH-mètre est basé sur le rapport entre la concentration en ions H_3O^+ et la différence de potentiel électrochimique qui s'établit dans l'électrode de verre. Cette électrode est une électrode combinée constituée de :

- Une électrode de référence dont le potentiel est constant.
- Une électrode dont le potentiel varie en fonction du pH.
 - ✓ Détermination du type d'émulsion
- Addition d'un colorant

Dans un verre de montre contenant une petite quantité de shampooing, une petite goutte de colorant liposoluble (le soudan III) a été déposée à la surface de l'émulsion.

Pour une émulsion H/E le soudan III entrainait une tâche hétérogène alors qu'il donnait une coloration homogène pour une émulsion E/H.

Méthode par dilution

Une émulsion peut être diluée dans la phase continue. Nous avons ajouté quelques gouttes d'eau dans un tube contenant 5 ml de shampooing puis nous avons agité le mélange. Ainsi une émulsion L/H peut être diluée avec de l'eau mais non avec une huile alors que c'est l'inverse avec une émulsion H/L.

III. 4Tests de stabilité du shampooing

Stabilité par examen macroscopique à différentes températures

Trois(3) tubes à essai contenant le shampooing et hermétiquement fermés ont été maintenus au repos pendant 30 minutes à froid $6\pm 2^{\circ}$ C, àla température ambiante $25\pm 2^{\circ}$ C, et à la chaleur $40\pm 2^{\circ}$ C.

Nous avons réalisé une observation macroscopique.

✓ A des cycles de températures

Trois(3) tubes à essai contenant le shampooing et hermétiquement fermés ont été placés successivement dans une chambre froide (congélateur à -10°C) pendant 16 heures puis à la température ambiante (25± 2°C) pendant 8 heures.

Lorsqu'il ne se produisait aucune modification, le cycle gel-dégel était répété jusqu'à ce qu'une modification soit observée avec un maximum de 5 cycles de gel-dégel.

La stabilité du shampooing à des cycles de températures est exprimée par le nombre de cycles gel-dégel qu'elle supporte sans modification apparente.

✓ A la centrifugation

La méthode a consisté à mettre 5 ml de shampooing dans 3 tubes à centrifuger puis à centrifuger à différentes vitesses (1000, 3000 et 5000 tr/mn) pendant 5 minutes et à 2000 tr/mn pendant 10 minutes.

Etude de la viscosité

La viscosité est la résistance à l'écoulement qu'oppose une substance, sous forme de cisaillement, à une vitesse de cisaillement donnée.

La viscosité dépend de la température, aussi faut-il que toute indication de la viscosité soit accompagnée de la température de mesure, des comparaisons de viscosité n'étant permises qu'entre liquides à la même température.

On distingue deux types de viscosité :

✓ La viscosité dynamique (µ) exprimée en Pa/s ou Poiseuille

✓ La viscosité cinématique (v) exprimée en m²/s. C'est la viscosité

dynamique rapportée à la masse volumique

La mesure de la viscosité a été effectuée avec un viscosimètre FUNGILAB.

Nous avons effectué la mesure de la viscosité de notre shampooing 2 en 1

comparativement à celui d'un shampooing déjà commercialisé. La mesure de la

viscosité a été effectuée à 23.1°C.

Etude rhéologique

La rhéologie est l'étude la déformation et de l'écoulement de la matière sous

l'effet d'une contrainte appliquée.

L'étude rhéologique nous a permis de déterminer le caractère rhéofludifiant et la

thixotropie. La thixotropie est un phénomène pour lequel la viscosité apparente

diminue suite à l'application de contrainte.

C'est un phénomène réversible car après suppression du cisaillement et un

temps de repos suffisant, la structure détruite se régénère graduellement. La

reconstitution lente d'une structure préalablement perturbée par agitation est à

l'origine du comportement thixotropique. Le comportement élastique initial est

remplacé par un comportement visqueux après agitation parce que la cinétique

de la structure est lente.

Le caractère rhéofludifiant est un phénomène pour lequel la viscosité diminue

sous l'effet d'une contrainte de cisaillement. Les paramètres fixés ont été les

suivants:

- Géométrie de type 2° PL61ST et PU20SR3642SS et PL61STS8488SS

- Gap: 1000nm

- Force: 0.1N

77

- Shear rate (vitesse de cisaillement) minimal : 0,01s⁻¹
- Shear rate (vitesse de cisaillement) maximal : 100 s⁻¹
- Température :37°C.

❖ Analyse microscopique

Elle a été réalisée à J_0 après la préparation de l'émulsion mis au repos pendant 30 minutes à $25^{\circ}\pm2^{\circ}C$.

Elle a consisté à déposer sur une lame une petite goutte de notre préparation, à la recouvrir d'une lamelle et à observer au microscope au grossissement x10.

Nous avons apprécié la forme et l'homogénéité de la taille des globules, la présence de bulles d'air, de phénomènes de floculation, de coalescence.

La taille des globules a été mesurée ensuite sur 300 globules.

❖ Pouvoir moussant : Il a été évalué selon la méthode de Ross Miles (Norme ISO 696 : 1975) dont le principe est illustré dans la figure 27.

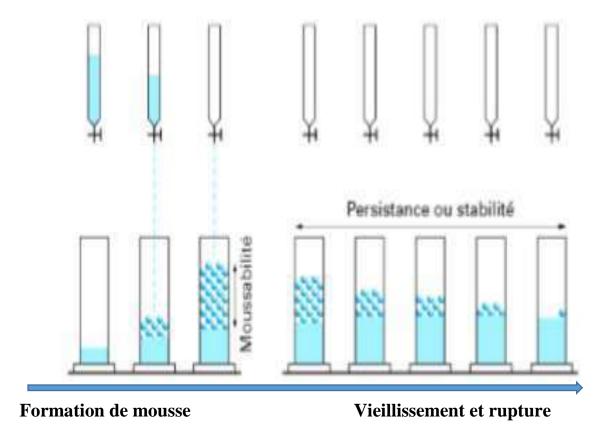


FIGURE 25: METHODE DE ROSS MILES ET LES RESULTATS OBSERVES

Il consiste à verser une quantité de liquide (200ml) depuis une hauteur (90cm) dans un cylindre gradué contenant déjà du liquide (50ml). La hauteur de colonne de mousse fermée est une mesure de la moussabilité de la solution à la température de l'expérience.

Après avoir versé la solution, nous avons pu suivre la variation de la hauteur de mousse dans la colonne en fonction du temps et prendre et comme estimation de la stabilité de la mousse, le temps pour qu'une fraction ou la totalité de la mousse disparaisse [61]. Ce test a été effectué en comparaison avec un shampooing du commerce connu pour ces propriétés moussantes.

III. 5Etude de stabilité sur 28 jours

L'étude de stabilité réalisée sur 28 jours (J₁, J₂, J₃, J₇, J₁₄, J₂₁, J₂₈) a porté sur le shampooing conservée à6±2°C,25±2°Cet 40±2°C.

Nous avons observé les caractères organoleptiques (couleur, odeur et consistance), le pH, la stabilité à différentes températures (6±2°C, 25±2°C, 40±2°C,) et la taille des globules (300).

IV. RESULTATS

IV. l'Etude de préformulation

♣ Huile de coco

✓ Caractérisation de l'huile

L'indice de réfraction et la densité de notre huile ont été évalués. La densité de notre huile était de 0,87 à 37°C et l'indice de réfraction était de 1,45.

✓ Caractères organoleptiques

Notre huile était de couleur ivoire, de consistance visqueuse avec une odeur caractéristique d'huile de coco.

✓ Balance hydrophile-lipophile (HLB)

Le HLB $_{critique}$ de notre préparation a été déterminé selon la méthode de Griffin et la valeur était de : HLB $_{critique}$: 7,996 \approx HLB $_{coco}$: 8 avec le couple Tween 80/Span 60. Elle était environ égale à celle de l'huile de coco.

✓ Choix des émulsifiants

C'est le couple d'émulsifiants Tween 80 (HLB 15) et Span 60 (HLB 4,7) qui a donné l'émulsion la plus stable. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau VII.

TABLEAU VII: RESULTATS DES ETUDES DE PREFORMULATION AVEC LES COUPLES TWEEN 80/SPAN 60 ET TWEEN 80/SPAN 80.

		Tween 80/Span 60	Tween 80/Span 80
Caractères	Couleur	Blanche	Blanche
organoleptiques			
	Odeur	Odeur faible de coco	Odeur faible de coco
	Consistance	Onctueuse	Onctueuse
Centrifugation	1000 trs	S	I
Température	6±2°C	S	S
	25±2°C	S	S
	40±2°C	I	I

IV. 2Préparation du shampooing

A l'issue de l'étude de préformulation, plusieurs formules ont été testées afin de déterminer la préparation donnant de meilleurs résultats.

Les formules testées sont consignées dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII: FORMULES DE SHAMPOOING 2 EN 1 TESTEES

Liste des ingrédients	Formule 1	Formule 2
Huile de coco	×	×
Tween 80	×	×
Span 60	×	×
Sodium lauroyl sarcosinate	_	×
Decyl glucoside	×	×
Eau osmosée	X	×
Huile de ricin	×	×
Alcool cétylique	×	×
Alcool stéarylique	×	×
Acide citrique	×	_
Glycérol	×	×
Benzoate de sodium	×	×

La différence entre ces formules réside au niveau des détergents et aussi de l'acidifiant. La formule 1 contient comme détergent le decyl glucoside et la formule 2 contient comme détergent le decyl glucoside et le sodium lauroyl sarcosinate.

Les différents essais de stabilité des formules 1 et 2 sont consignés dans le tableau IX.

TABLEAU IX: RESULTATS DES ESSAIS SUR LES FORMULES 1 ET 2.

		Formule 1	Formule 2	
Caractères	Couleur	Blanche	Blanche	
organoleptiques				
	Odeur	Odeur faible de coco	Odeur faible de coco	
	Consistance	Onctueuse	Onctueuse	
pН		4,74	7,21	
Centrifugation	1000 trs	S	S	
	2000 trs	S	I	
	3000 trs	S	I	
	5000 trs	I	I	
Température	6±2°C	S	S	
	25±2°C	S	S	
	40±2°C	I	I	

La formule 1 a présenté les meilleurs résultats macroscopiques cependant elle présentait des instabilités à chaud et à la centrifugation (5000 tours/minutes). Pour cela nous avons fait varier les proportions du couple de

tensioactif Tween 80/Span 60. Le tableau X présente les différentes proportions et ingrédients issus de la formule 1.

TABLEAU X: PROPORTIONS ET INGREDIENTS DES FORMULES 1A ET 1B ISSUS DE LA FORMULE 1.

Liste des ingrédients	Formule 1a (%)	Formule 1b (%)
Huile de coco	20	20
Tween 80	3,339	3,22
Span 60	1,661	1,78
Decyl glucoside	10	10

La différence entre ces deux formules résulte au niveau des émulsifiants (tween 80 et Span 60). Les résultats sont consignés dans le tableau XI. Les autres substances ont été utilisées en quantité suffisante pour effectuer la préparation.

TABLEAU XI: RESULTATS DES ESSAIS EFFECTUES SUR LES FORMULES 1A ET 1B.

		Formule 1a	Formule 1b	
Caractères	Couleur	Blanche	Blanche	
organoleptiques				
	Odeur	Odeur faible de coco	Odeur faible de coco	
	Consistance	Onctueuse	Onctueuse	
рН		4,74	4,73	
Centrifugation	1000 trs	S	S	
	2000 trs	S	S	
	3000 trs	S	S	
	5000 trs	I	S	
Température	6±2°C	S	S	
	25±2°C	S	S	
	40±2°C	I	S	

La formule 1b a présenté de meilleurs résultats. Elle avait une couleur blanche, une odeur faible de coco et une consistance onctueuse. Elle était stable à la centrifugation et aux différentes températures. Son pH était proche de celui du cuir chevelu. C'est donc celle-ci que nous avons choisie.

Nous avons donc préparé 500 g de shampooing (Figure 28) pour effectuer tous les essais. Le shampooing avait une couleur blanche, une consistance onctueuse et avait une faible odeur de coco.



FIGURE 26: SHAMPOOING 2 EN 1 A BASE D'HUILE DE COCOS NUCIFERA L. (ARECACEES)

Le tableau XII présente les caractères organoleptiques et les propriétés des matières premières de notre formule choisie.

TABLEAU XII: CARACTERES ORGANOLEPTIQUES ET LES PROPRIETES DES INGREDIENTS DU SHAMPOOING 2 EN 1 RETENUE

Matières premières	Caractères organoleptiques	Propriétés et rôles			
	Liquide jaune ivoire	Hydratant			
Huile de Cocos nucifera	Liquide jaune ivone	Prévient l'alopécie			
		Nourrissant			
Decyl glucoside	Liquide visqueux blanc	Détergent			
Decyl glucoside	Elquide visqueux biane	Agent moussant			
Glycérine	Liquide visqueux, limpide	Humectant, hydratant, conditionneur			
A1124.11	C 1/2 12 12 11 12	Epaississant, agent filmogène, démêlant			
Alcool cétylique	Granulés de couleur blanche	Viscosant			
Alcool stéarylique	5.11	Epaississant, agent filmogène, démêlant			
	Paillette blanche	Viscosant			
	7				
Eau osmosée	Liquide limpide, inodore	Solvant			
Huile de ricin	Liquide visqueux, jaune	Conditionneur, nourrissant, pousse cheveux			
Benzoate de sodium	Poudre blanche	Conservateur antimicrobien			
Acide citrique	Poudre blanche	Ajusteur de ph, agent de chélation			
Vitamine E	Liquide visqueux incolore	Antioxydant			
Tween 80	Liquide visqueux jaune moutarde	Emulsifiant			
Span 60	Granulés blancs	Emulsifiant			

Nous avons dans la formule retenue deux émulsifiants (tween 80, Span 60), un antioxydant (vitamine E), un ajusteur de pH (acide citrique), un conservateur antimicrobien (benzoate de sodium), un conditionneur (huile de ricin), un

solvant (eau osmosée), deux agents démêlants (alcool cétylique et alcool stéarylique) et notre détergent doux (decyl glucoside).

IV. 3Essai sur le shampooing à J₀

Caractères organoleptiques

Leshampooing 2 en 1 obtenu était homogène, de couleur blanche, d'odeur agréable, de consistance épaisse et onctueuse au toucher.

- Essais physicochimiques et galéniques
 - ✓ Détermination du pH

La valeur du pH de notre shampooing à J_0 après dilution à 1% mesuré à l'aide du pH-mètre EUTECH était de 4,73

Le pH est proche de celui de la peau (4,5-5,5)

✓ Détermination du type d'émulsion

L'ajout du soudan III a donné une tâche hétérogène qui ne se dissipait pas. Il s'agissait donc d'un shampooing H/E.

L'ajout de quelques gouttes d'eau a conduit à une dilution du shampooing donc il s'agit d'un shampooing H/E.

IV. 4Tests de stabilité du shampooing

- Stabilité par examen macroscopique
 - ✓ A des cycles de températures

Le shampooing est resté stable sur 3 cycles de gel-dégel. A partir du 4^e jour, nous avons observé une instabilité macroscopique.

* Etude de la viscosité

La viscosité macroscopique de notre shampooing 2 en 1 était de **3381,8 mPa.s à 23,1**°C. Elle était donc supérieureà celle de l'eau à la même température avec une valeur de **9,33.10**⁻⁴ **mPa.s.[3]** Notre shampooing 2 en 1 avait une plus viscosité plus élevée que l'eau.

Etude rhéologique

Notre préparation était rhéofludifiante car la viscosité diminue sous l'effet de la contrainte de cisaillement. (Figure 29)

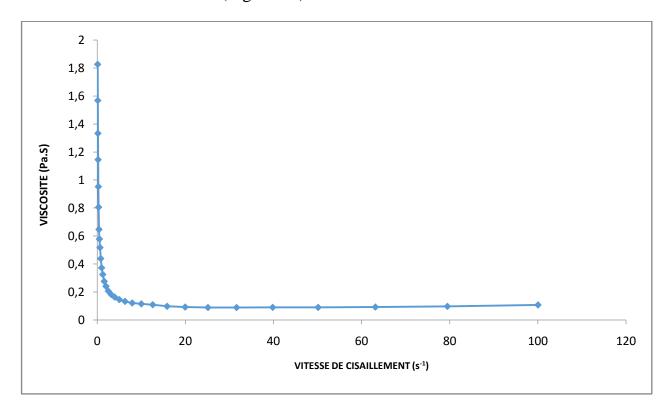


Figure 27: viscosite du shampooing 2 en 1 en fonction de la vitesse de cisaillement a 37° C (n=3)

Notre préparation présentait une hystérésis. Elle était donc thixotrope car la viscosité diminue sous l'action d'une contrainte. (Figure 30)

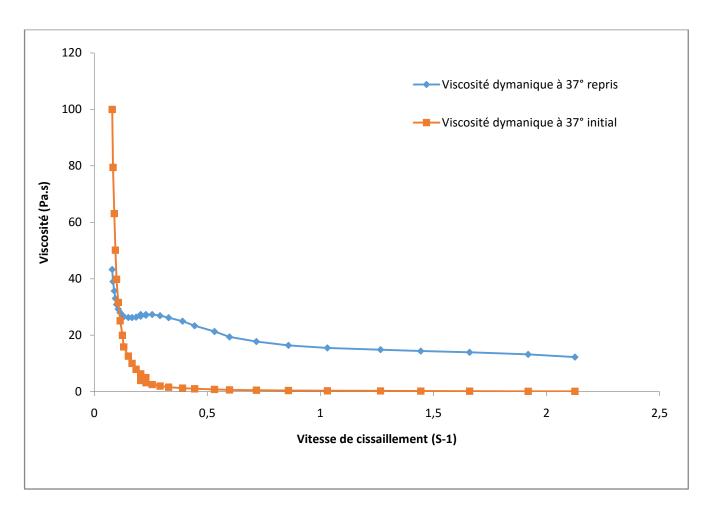


FIGURE 28: CARACTERE THIXOTROPE DU SHAMPOOING 2 EN 1 A37°C (N=3)

❖ Analyse microscopique

A J_0 , la proportion des globules de taille comprise entre 0,1et 1um était de 100% avec une moyenne de 0,26 um à la température ambiante. (Figure 31)

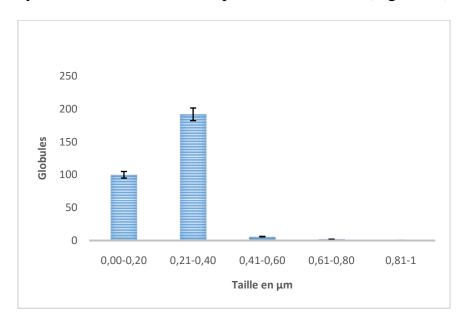


FIGURE 29: ANALYSE DE LA DISTRIBUTION GRANULOMETRIQUE DU SHAMPOOING 2 EN 1 A J0

❖ Pouvoir moussant

Notre shampooing 2 en 1 a donné comme volume après mesure par la méthode de Ross Miles **56,91 cm**³à J_0 et cette mousse a demeuré stable pendant 3 jours tandis que le shampooing du commerce a donné comme volume de mousse 333,26 cm³ hauteur J_0 et celle-ci a disparu totalement au bout de J_3 .

IV. 5Etude de stabilité sur 28 jours

Stabilité macroscopique

Les résultats obtenus pour le shampooing conservé à différentes températures sont regroupés dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII: STABILITE MACROSCOPIQUE DU SHAMPOOING 2 EN 1 A BASE D'HUILE DE *COCOS NUCIFERA* CONSERVE A DIFFERENTES TEMPERATURES DE J0 A J28.

		Temps						
Paramètres	T°	J_1	J_2	J_3	J_7	J_{14}	J_{21}	J_{28}
Stabilité	6±2°C	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable
	25±2°C	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable	Stable
	40±2°C	Stable	Stable	Stable	Instable	Instable	Instable	Instable

Le shampooing est resté stable dans le temps concernant les caractères organoleptiques pour la température ambiante $25\pm2^{\circ}C$ et le froid $6\pm2^{\circ}C$ mais instable à la chaleur $40\pm2^{\circ}C$. En effet à froid et à la température ambiante, nous n'avons ni observé changement de couleur, d'odeur et la préparation a demeuré homogène. Contrairement à la chaleur où nous avons observé une séparation de phase entrainant une perte de l'homogénéité, un changement de l'aspect et de l'odeur à partir de J_7 .

IV. 6Test de stabilité du shampooing

- Essai physico-chimiques et galéniques
 - ✓ Détermination du pH

La figure 29 nous présente les mesures de pH effectuées à différents intervalles de temps à la température de 25±2°C à 1%.

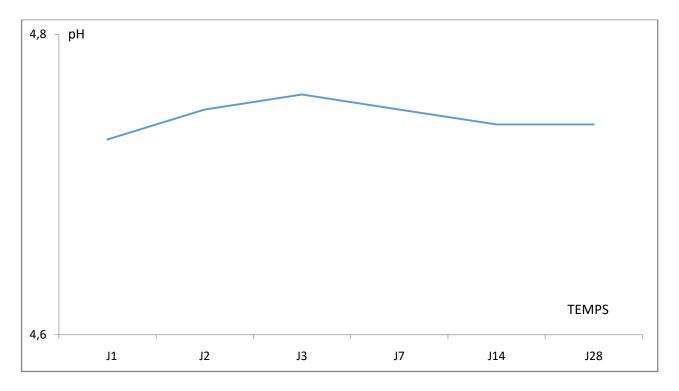


FIGURE 30: PH DU SHAMPOING A J1, J2, J3, J7, J14 ET J28 A LA TEMPERATURE DE $25\pm2^{\circ}$ C.

Au cours du temps, la variation du pH n'était pas significative.

❖ Analyse microscopique

Nous avons constaté qu'à la chaleur, il y a une augmentation de la taille des globules et également à la température. Les valeurs obtenues sont superposables. (Figure 33)

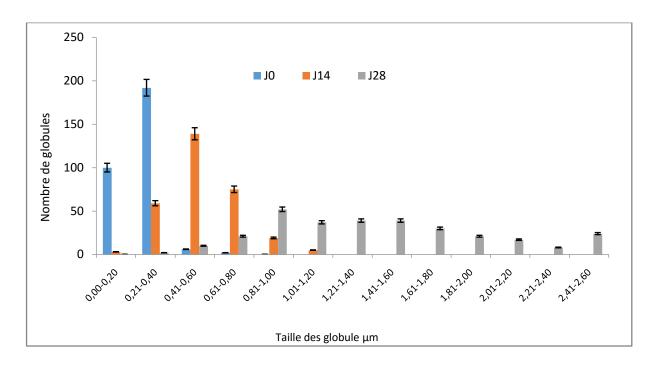


FIGURE 31: COMPARAISON DE LA DISTRIBUTION GRANULOMETRIQUE A LA TEMPERATURE AMBIANTE ET A FROID A J1, J14 ET J28

DISCUSSION

L'objectif de ce travail a consisté en la formulation d'un shampooing 2 en 1 à base d'huile de *Cocos nucifera* L. (Arecacées) pour la prévention des alopécies de traction chez la femme noire. A cet effet, nous avons déterminé une formule stable d'un point de vue des paramètres organoleptiques et sur celle-ci nous avons effectué les essais physico-chimiques et galéniques puis analysé sa texture. Nous avons ensuite étudié sa stabilité sur une période de 28 jours.

I- PREFORMULATION

Les essais de préformulation nous ont permis de déterminer le HLB critiquede notre préparation afin de trouver l'émulsion la plus stable. Aussi nous avons fait le choix des émulsifiants. Nous avons pour cela choisi le couple tween 80 et le Span 60 qui ont donné de meilleurs résultats comparativement au couple tween 80 et Span 80. En effet l'émulsion obtenue avec le couple tween 80 et Span 60 était stable à la chaleur, à froid, à la température ambiante et à la centrifugation.

II- FORMULATION

Les ingrédients de notre formule ont été choisis en vue de répondre aux exigences de notre cahier de charge. Nous voulions que notre shampooing soit lavant, démêlant, nourrissant et enfin facilite le coiffage. Aussi il devait pouvoir prévenir l'alopécie. Pour répondre à ces exigences, nous avons incorporés dans notre formulel'alcool cétylique et l'alcool stéarylique connus pour leurs propriétés démêlantes, le decyl glucoside pour ces propriétés détergentes, un conditionneur en vue de faciliter le peignage, l'huile de ricin et un agent nourrissant et prévenant l'alopécie tel que l'huile de coco.

III- ESSAIS ORGANOLEPTIQUES ET HOMOGENEITE

A J_0 , le shampooing était homogène, de couleur blanche, onctueuse au toucher avec une odeur agréable (odeur faible d'huile de coco).

Au cours du temps (28 jours), les caractères organoleptiques de notre shampooing sont restés constants sauf à la chaleur (40±2°C) où nous avons

observé une séparation de phases. Ce résultat est normal car le test est un test de vieillissement accéléré.

IV- CONTROLES PHYSICO-CHIMIQUE ET GALENIQUE

II.1-Détermination du pH

Le pH de notre shampooing étaitde 4,73 à 1% à J₀.Il était proche de celui du cuir chevelu. Un pH inférieur à 5,5 permet de refermer les cuticules des cheveux et de maintenir son hydratation naturelle. [27]

L'utilisation d'acide citrique a permis d'acidifier le shampooing. Ce pH permettra aux écailles de la cuticule de se resserrer et ainsi de lisser la surface de la fibre capillaire [50].

Au J₂₈, le pH de notre shampooing était de 4,71 à 1%. Les conditions de conservation n'ont donc pas influencé la stabilité du pH de notre formulation qui est demeuré proche à celui de la peau [19]. D'un autre côté une stabilité du pH au cours du temps est un signe de non-prolifération microbienne. En effet selon la littérature, des étudesont montré que la stabilité du pH au cours du temps est un marqueur qui pourrait être un indicateur de la contamination microbienne. [55]

II.2-Détermination du type d'émulsion

Notre shampooing était de type huile dans eau. Ce type d'émulsion présente l'avantage d'être facilement lavable à l'eau et moins occlusive.

II.3-Essais de stabilité sous différentes conditions

Les essais de stabilité réalisés à J_0 sur le shampooing ont révélé un shampooing stable aussi bien à température ambiante, au froid, qu'à la chaleur. Cette stabilité a été également observée après trois cycles de gel-dégel. De même, le shampooing était stable à la centrifugation à 1000, 2000, 5000 trs/ mn pendant 5

mn et à 2000 trs/ mn pendant 10 mn. Ces résultats nous montrent que notre préparation résiste à des contraintes.

Au cours du temps (28 jours) le shampooing conservé à différentes températures demeurait stable à la température ambiante et à froid mais instable à la chaleur à partir J_7 .

V- ANALYSE MICROSCOPIQUE

A J_0 , le shampooing présentait une prédominance des globules de taille comprise entre 0,1 et $1 \mu m$.

Ces résultats nous montrent que notre shampooing est une émulsion fine. La taille des globules du shampooing à base d'huile de coco a augmenté quel que soit la température de conservation $(6\pm2^{\circ}\text{C}, 25\pm2^{\circ}\text{C} \text{ et } 40\pm2^{\circ}\text{C})$ au cours du temps $(J_0 \text{ à } J_{28})$. En effet, pour le shampooing à $40\pm2^{\circ}\text{C}$, la taille de globules de a augmenté jusqu'à entrainer une séparation de phase.

Les shampooingsconservés à $25\pm2^{\circ}C$ et $6\pm2^{\circ}C$ présentaient tous deux une augmentation de la taille des globules avec des valeurs superposables. En effet, les globules quiavaient une taille comprise entre 0,1 et 1 μ m à J_0 , sont passés à une taille comprise entre 0,20 et 1,20 μ m à J_{14} puis à une taille comprise entre 0,20 et 2,60 μ m à J_{28} . Ce qui signifie qu'il y a une augmentation de la taille des globules. Notre préparation tend à devenir instable avec la conservation dans le temps.

Au cours du temps, nous avons constaté une influence de la température de conservation sur la taille des globules. Cette observation a été plus marquée sur le shampooing à 40±2°C. Cette augmentation de la taille des globules est due au phénomène de murissement d'Oswald.

VI- ETUDE DU COMPORTEMENT RHEOLOGIQUE

Pour cette étude, notre shampooing 2 en 1 a été comparé à un shampooing du commerce.

La viscosité d'un produit au comportement non newtonien dépend de la vitesse de cisaillement utilisée pour la mesure, de la température mais aussi du temps.

La viscosité de notre shampooing 2 en1 et du shampooing 2 en 1 du commerce conservé à différentes températures diminue avec l'augmentation de la température. L'étude du comportement rhéologique a montré que la viscosité des deux shampooings a diminué avec une augmentation de la température.

La viscosité des deux shampooings diminuait quand la vitesse de cisaillement augmentait tandis que la force de cisaillement de celles-ci augmentait avec la vitesse de cisaillement. Dans les deux cas, les deux shampooingsprésentaient un comportement rhéofludifiant. En effet, selon la littérature,lorsque la viscosité diminue quand le taux de cisaillement augmente : on parle de comportement rhéofludifiant.

De même, on parle de comportement rhéofludifiant quand la force de cisaillement augmente avec la vitesse de cisaillement.

Les deux shampooings étudiés avaient un comportement thixotrope.

Il en ressort une influence de la température sur la viscosité pour les deux types de crème.

Pour une viscosité stable il serait préférable de conserver notre shampooing soit à 6±2°C ou à 25±2°C. Dans le cas d'une conservation à 40±2°C, il faudrait envisager l'apport de composés épaississants pouvant conserver la viscosité du produit à des températures élevées.

Au cours du temps, les deux shampooings conservaient leurs comportements rhéofludifiantet thixotrope.

VII- LE POUVOIR MOUSSANT

Le pouvoir moussant de notre shampooing mesuré par le test de ROSS- MILES était plus faible que celui du shampooing de référence. Cela pourrait s'expliquer pour la nature de l'agent moussant utilisé. En effet, l'agent moussant utilisé dans le shampooing de référence est le Laureth sulfate de Sodium (sel du lauryl sulfate de sodium) bien connu pour ses très bonnes propriétés moussantes[9], tandis que celui de notre shampooing 2 en 1 était le Decyl Glucoside, qui est un détergent doux et qui avait un pouvoir moussant plus faible que celui du shampooing de référence. Le détergent doux a l'avantage de ne pas rendre le cheveu sec ni de le fragiliser. Il permet de laver le cheveu en respectant celui-ci.

Le pouvoir moussant calculé avec la méthode de Ross Miles présente des limites. En effet les résultats attendus ne sont pas les mêmes qu'en conditions réelles.[61]

CONCLUSION

Dans cette étude, notre objectif était de formuler un shampooing 2 en 1 à base d'huile de coco pour la prévention des alopécies de traction chez la femme noire. Nous avons obtenu un shampooing de couleur blanche avec une odeur agréable faible d'huile de coco. Notre shampooing était doux, onctueux, homogène, crémeux.

Il était de type H/E. Son pH était proche de la peau. Il était stable à différentes températures (6±2°C, 27±2°C,40±2°C), et à la centrifugation à 1000, 3000,5000 trs/mn pendant 5 minutes et aussi à 2000 trs/mn pendant 10minutes. Le pouvoir moussant déterminé selon la méthode de Ross-Miles était satisfaisant et stable dans le temps.

Notre shampooing était thixotrope et rhéofludifiant et a conservé ces propriétés dans le temps.

Durant 28 jours, les évaluations comprenant les contrôles organoleptiques, les contrôles physico chimiques et galéniques, et l'étude du comportement rhéologique ont montré qu'elle demeurait stable sauf à la chaleur (40±2°C). Toutefois pour une meilleure stabilité à des températures élevées, il serait intéressant d'utiliser des agents épaississants capables de supporter des températures élevées.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

- 1. Akbari, L., 2013. Les petits nœuds dans les cheveux. Cheveux Bouclés. URL https://www.cheveux-boucles.org/2013/07/les-petits-nuds-dans-les-cheveux.html (accessed 7.16.19).
- 2. André, G., 2015. Fiche plante: Cocotier [WWW Document]. Ooreka.fr. URL https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/540/cocotier (accessed 7.17.19).
- 3. Anonyme, 2015. Viscosité cinématique et dynamique [WWW Document]. URL http://www4.ac-nancy-metz.fr/physique/ancien_site/Tp-phys/Term/TP-fluid/visco-eau.htm (accessed 7.17.19).
- 4. Anonyme, 2005. Maladies et grands syndromes. Ann Dermatol Venereol 132, 7S172–7S177.
- 5. Asiedu, J.J., 1991. La transformation des produits agricoles en zone tropicale: approche technologique. KARTHALA Editions.
- Bawalan, D.D., 2011. Processing manual for virgin coconut oil, its products and by-products for Pacific Island Countries and Territories. Secretariat of the Pacific Community.
- 7. Bernard, B.A., 2003. Hair shape of curly hair. J. Am. Acad. Dermatol. 48, S120–S126.
- 8. Boni, T.M.-P., 2010. Produits cosmétiques et problèmes capillaires chez les personnes ayant les cheveux crépus (PhD Thesis).
- 9. Bouhanna, P., 2004. Les alopécies: de la clinique au traitement. Chapitre 13: Chirurgie esthétique du cuir chevelu et des poils: une solution adaptée à chaque cas. Paris Medcom.
- 10.Bouhanna, P., Reygagne, P., 1999. Pathologie du cheveu et du cuir chevelu. Elsevier Masson.
- 11.Brochette, P., 1999. Émulsification Élaboration et étude des émulsions [WWW Document]. Ref TIP453WEB Formul. URL https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-

- th12/archives-formulation-tiajc/archive-1/emulsification-j2150/ (accessed 7.17.19).
- 12.Burnett, C.L., Bergfeld, W.F., Belsito, D.V., Klaassen, C.D., Marks, J.G., Shank, R.C., Slaga, T.J., Snyder, P.W., Andersen, F.A., 2011. Final report on the safety assessment of Cocos nucifera (coconut) oil and related ingredients. Int. J. Toxicol. 30, 5S–16S.
- 13. Callender, V.D., McMichael, A.J., Cohen, G.F., 2004. Medical and surgical therapies for alopecias in black women. Dermatol. Ther. 17, 164–176.
- 14.Cirad, G., 2002. Ministère des affaires étrangères Mémento de l'agronome. Société Jouve Paris.
- 15.Claire, 2015. Huile de coco vierge fait maison [WWW Document]. URL http://1ruche3pintades.over-blog.com/2015/06/huile-de-coco-vierge-fait-maison.html (accessed 7.17.19).
- 16.Dermato-info.fr, C. de rédaction S., 2009. Site grand public de la Société Française de Dermatologie [WWW Document]. URL https://dermato-info.fr/article/l alopecie (accessed 7.17.19).
- 17. Diallo, M., Zineb, K., Diatta, A.B., Ndiaye, M., Diop, A., Seck, N.B., Tine, M., Diadie, S., Diallo, S., Seck, B., 2016. Alopécie cicatricielle centrale centrifuge chez la femme africaine: aspects épidémiologiques et cliniques, facteurs de risque et influence génétique, in: Annales de Dermatologie et de Vénéréologie. Elsevier, p. S30.
- 18.Dias, M.F.R.G., 2015. Hair cosmetics: an overview. Int. J. Trichology 7, 2.
- 19. Djewe, P.D.W., 2012. Formes galéniques administrées par voie cutanée 25.
- 20. Doumeix, O., 2011. Opérations unitaires en génie biologique: Les émulsions. Collect. Biol. Tech. 10–24.

- 21. Dubief, C., Nardelo-Rajat, V., 2004. Hygiène et beauté de la chevelure: Les shampooings conditionneurs. Actual. Chim. 4–9.
- 22. Dubois, J., 2007. La Peau: De la santé à la beauté Notions de dermatologie et de dermocosmétologie, Privat. ed. Privat.
- 23. Duerr-Auster, N., Gunde, R., Mäder, R., Windhab, E.J., 2009. Binary coalescence of gas bubbles in the presence of a non-ionic surfactant. J. Colloid Interface Sci. 333, 579–584.
- 24. Elodie, 2018. Calvitie: comment lutter contre l'alopécie Androgénétique. Ext. Cheveux. URL https://www.extensioncheveux.net/calvitie-comment-lutter-contre-lalopecie-androgenetique/ (accessed 8.16.19).
- 25. Franbourg, A., Hallegot, P., Baltenneck, F., Toutaina, C., Leroy, F., 2003. Current research on ethnic hair. J. Am. Acad. Dermatol. 48, S115–S119.
- 26.G., L. et al, 2007. Diversité mondiale de la fermeté des cheveux: une nouvelle méthode d'évaluation. [WWW Document]. URL https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17919196 (accessed 7.16.19).
- 27.Gavazzoni Dias, M.F.R., de Almeida, A.M., Cecato, P.M.R., Adriano, A.R., Pichler, J., 2014. The Shampoo pH can Affect the Hair: Myth or Reality? Int. J. Trichology 6, 95–99. https://doi.org/10.4103/0974-7753.139078
- 28.Gendrey, G., 2007. Le cheveu crépu non dénaturé: un choix minoritaire mais croissant (PhD Thesis).
- 29.Général, 2015. Les Cycles Pilaires | Clinique du Cheveu: Blog. Clin. Cheveu. URL http://www.cliniqueducheveu.fr/blog/les-cycles-pilaires/ (accessed 7.16.19).
- 30. Grendey, G., 2007. La phase catagène » . Thèse : Le cheveu crépu non dénaturé. Faculté de pharmacie Paris XI.
- 31.Guillaud, D., 1998. Le voyage inachevé-: à Joël Bonnemaison. IRD Editions.

- 32. Hjorth, N., 1957. Traumatic marginal alopecia. A special type: Alopecia Groenlandica. Br. J. Dermatol. 69, 319–322.
- 33. Hounhouigan, J.D., Rouzière, A., Noël, J.-M., Bricas, N., Marouzé, C., Raoult-Wack, A.-L., 1998. Relance de la production d'huile de coco par la technique de séchage-friture. Plant. Rech. Dév. 5, 111–118.
- 34. Howélé, O., Alassane, M., Theodor, D., Séraphin, K.-C., 2016. ARTICLE DE REVUE Étude des propriétés des fruits de trois Arecaceae: Elaeis guineensis jacq., Cocos nucifera L., Borassus flabellifer Var. J. Appl. Biosci. 105, 10157–10169.
- 35.Hrdy, D., 1973. Quantitative hair form variation in seven populations. Am. J. Phys. Anthropol. 39, 7–17.
- 36. Jounaid, F.Z., 2018. les maladies du cuir chevelu chez l'enfant: pellicules, séborrhée, dysesthésie (PhD Thesis).
- 37. Kappally, S., Shirwaikar, Arun, Shirwaikar, Annie, 2015. Coconut oil–a review of potential applications. Hygeia JD Med 7, 34–41.
- 38.Khumalo, N.P., Jessop, S., Gumedze, F., Ehrlich, R., 2008. Determinants of marginal traction alopecia in African girls and women. J. Am. Acad. Dermatol. 59, 432–438. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2008.05.036
- 39.Kreplak, L., Briki, F., Duvault, Y., Doucet, J., Merigoux, C., Leroy, F., Lévêque, J.L., Miller, L., Carr, G.L., Williams, G.P., 2001. Profiling lipids across Caucasian and Afro-American hair transverse cuts, using synchrotron infrared microspectrometry. Int. J. Cosmet. Sci. 23, 369–374.
- 40.Le Hir, A., Chaumeil, J.-C., Brossard, D., 2016. Pharmacie galénique: les bonnes pratiques de fabrication des médicaments, 10e édition. ed, Abrégés de pharmacie. Elsevier/Masson.
- 41.Léna, N., 2017. Alopécie, tempes abîmées... Voici les solutions! Niangalement. URL https://niangalement.com/2017/04/26/alopecie-tempes-abimees-voici-les-solutions/ (accessed 7.17.19).

- 42.Lolocohen, N., 2015. Nous partons tous d'une même base...: voyage au coeur du cheveu. URL http://voyageaucoeurducheveu.com/nous-partons-tous-dune-meme-base/ (accessed 7.16.19).
- 43.Loussouarn, G., 2001. African hair growth parameters. Br. J. Dermatol. 145, 294–297.
- 44.Marina, A.M., Che Man, Y.B., Nazimah, S.A.H., Amin, I., 2009. Chemical properties of virgin coconut oil. J. Am. Oil Chem. Soc. 86, 301–307.
- 45.Martini, Marie-Claude, 2007. Anatomie et physiologie de la peau. Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie, Lavoisier. ed. Paris.
- 46.Martini, M.-C., 2011. Introduction à la dermopharmacie et à la cosmétologie. Lavoisier.
- 47.Miazani, 2016. Guide de cheveux: Quelle est votre texture de cheveux [WWW Document]. URL https://www.mizani.com/discover-your-texture-type (accessed 7.16.19).
- 48.Mirmirani, P., Tucker, L.-Y., 2013. Epidemiologic trends in pediatric tinea capitis: A population-based study from Kaiser Permanente Northern California. J. Am. Acad. Dermatol. 69, 916–921. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2013.08.031
- 49. Naukowy, R., 2018. LSMLL_42_4_full_issue. Lub. Stud. Mod. Lang. Lit. 42.
- 50.Nlela-Maria, Y.H., 2015. Alopecies traumatiques cosmétiques chez les femmes ayant des origines africaines. UNIVERSITÉ TOULOUSE III, France.
- 51.Pele, B., 2015. Coiffure africaine nattes collées. URL http://www.bruno-pele-energie-renouvelable.fr/coiffure-africaine-nattes-collees-11276/ (accessed 7.17.19).

- 52.Petit, A., Reygagne, P., 2006. Alopécies particulières aux femmes noires, in: Annales de Dermatologie et de Vénéréologie. Elsevier, pp. 891–898.
- 53.Rele, S., Mohile, R.B., 2003. Effect of mineral oil, sunflower oil, and coconut oil on prevention of hair damage. J Cosmet Sci 54, 175–192.
- 54. Ripoul, L., 2016. Formulation cosmétiques. Matières premières.
- 55.Rosso, L., Lobry, J.R., Bajard, S., Flandrois, J.-P., 1995. Convenient Model To Describe the Combined Effects of Temperature and pH on Microbial Growth. Appl Env. Microbiol 61, 610–616.
- 56.Rucker Wright, D., Gathers, R., Kapke, A., Johnson, D., Joseph, C.L.M., 2011. Hair care practices and their association with scalp and hair disorders in African American girls. J. Am. Acad. Dermatol. 64, 253–262. https://doi.org/10.1016/j.jaad.2010.05.037
- 57.Ruetsch, S.B., Kamath, Y.K., Rele, A.S., 2001. Secondary ion mass spectrometric investigation of penetration of coconut and mineral oils into human hair. J Cosmet Sci 52, 169–184.
- 58.Russell, T., 2013. Arbres du monde Reconnaître plus de 500 espéces d'arbres, Larousse. ed, Les guides natures Larousse.
- 59.Schutz, J.L., 2015. Que faire devant une folliculite du cuir chevelu? |
 Dermatologie Pratique [WWW Document]. URL
 https://www.dermatologie-pratique.com/journal/article/0013912-quefaire-devant-une-folliculite-du-cuir-chevelu (accessed 7.17.19).
- 60.Scott, C., 2016. 1 Million Ways To Use Coconut Oil [WWW Document].

 URL https://www.youtube.com/watch?v=5p4bvpK1OaI (accessed 7.16.19).
- 61.Slager, J.-L., Choplin, L., 2008. Mousses Formation, formulation et propriétés: Méthodes d'étude des mousses [WWW Document]. URL https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/procedes-chimie-bio-agro-th2/cosmetiques-procedes-de-formulation-42634210/mousses-

- j2200/methodes-d-etude-des-mousses-j2200niv10003.html (accessed 7.17.19).
- 62. Trüeb, R.M., 1995. "Chignon alopecia": a distinctive type of nonmarginal traction alopecia. Cutis 55, 178–179.
- 63. Van Neste, D., Tobin, D.J., 2004. Hair cycle and hair pigmentation: dynamic interactions and changes associated with aging. Micron 35, 193–200.

RESUME

INTRODUCTION: L'alopécie par traction est très fréquente chez les femmes noires. Elle est à

l'origine d'une inflammation du cuir chevelu qui dans les cas grave peut devenir irréversible. L'huile de

Cocos nucifera L. (Arecaceae) (CN) grâce à ses propriétés apaisantes, régénérantes et protectrices

de la fibre capillaire est très prisée pour les soins capillaires. L'objectif de notre travail est de formuler

un shampooing 2 en 1 à base de cette huile pour la prévention de l'alopécie de traction chez la femme

noire.

METHODES:

Notre huile a été caractérisée. Après avoir défini le cahier de charge, plusieurs formules de

shampooings ont été proposées et testées. Une formule à base de CN (20%), huile de ricin (10%) et

de décylglucoside (10%) a été retenue. Ses caractères organoleptiques, son pH et son pouvoir

moussant selon la méthode de Ross-Miles modifiée ont été déterminés. Une analyse au microscope

optique a permis de déterminer la distribution des globules et leur diamètre. Sa viscosité a été

mesurée au viscosimètre Fungilab. Ses propriétés rhéologiques ont été étudiées au rhéomètre

KINEXUS de Malvern. Une étude de stabilité a été effectuée.

RESULTATS:

L'huile de CN s'est présentée sous forme limpide, jaune pâle, d'odeur faible avec un goût fade. Son

HLB était de 8. Ses différents paramètres étaient: indice de réfraction 1, 4485 – 1,4495, de peroxyde

0,27 meg/kg, de saponification 255 - 258 mg KOH/g, d'iode 8 - 9.5 g I2/100 g d'huile. Le

shampooing retenu avait un pH de 4,73 à 25±2°C. Il était de type H/E, stable sous différentes

conditions. Sa viscosité était de 3381,8 mPa.s à 25±2°C. Il était homogène, de couleur blanche,

onctueux avec une odeur caractéristique. Son pH était de 4,7 à 25±2°C compatible avec le cuir

chevelu. Il était de type H/E. La majorité des globules avait une taille comprise entre 0,1 et 1 µm. Il

était rhéofludifiant, thixotrope, stable sous différentes conditions. Sa mousse était modérée 56,91 cm³

mais stable dans le temps.

CONCLUSION: Le shampooing obtenu a présenté des propriétés intéressantes pour une utilisation

en soins capillaires. Cette étude mérite d'être approfondie.

Mots-clés: Shampooing, Cocos nucifera L., alopécie, femme noire

112